



## **Fiskeldi Austfjarða hf.**

**Frummatsskýrsla vegna 10.000 tonna framleiðslu á laxi  
í Seyðisfirði  
VIÐAUKAR**

**Mat á umhverfisáhrifum**

**2. nóvember 2020**



## Efnisyfirlit

Viðauki 1: Yfirlýsing hafrannsóknarstofnunar vegna burðarþols Seyðisfjarðar og áhættumats .....	1
Viðauki 2: Mat á burðarþoli Seyðisfjarðar m.t.t. sjókvíaeldis .....	2
Viðauki 3: Mælingar á straumum, hita- og seltu í Seyðisfirði frá 26. júlí til 31. október árið 2002 .....	13
Viðauki 4: Staðarstraumsmælingar við Háubakka og í Sörlastaðavík í september og október 2018.....	46
Viðauki 5: Vöktunaráætlun fyrir Fiskeldi Austfjarða vegna sjókvíaeldis í Seyðisfirði .....	96
Viðauki 6: Rannsóknir á lífríki Seyðisfjarðar.....	104
Viðauki 7: Yfirlýsing dýralæknis fisksjúkdóma vegna laxalúsar á Austfjörðum.....	147
Viðauki 8: Leiðbeiningar frá MAST um lúsatalningu.....	148
Viðauki 9: Yfirlýsing RORUM dagsett 11. júní 2019.....	152
Viðauki 10: Upplýsingar um afla sem veiddur var í Seyðisfirði .....	154
Viðauki 11: Gæðahandbók Fiskeldis Austfjarða.....	157
Viðauki 12: Vátryggingaskírteini og yfirlýsing frá Tryggingamiðstöðinni vegna Seyðisfjarðar .....	208
Viðauki 13: Lokaðar kvíar í sjó og landeldi - valkostagreining .....	210
Viðauki 14: Yfirlýsing frá Stapa jarðfræðistofu dagsett 19. september 2019 .....	221
Viðauki 15: Staðarstraumsmælingar í Selstaðavík og Skálanesbót í júlí og ágúst 2019 .....	222
Viðauki 16: Viðhorf ferðamanna til fiskeldis á Austfjörðum.....	270
Viðauki 17: Spurningavagn MMR viðhorfskannanir í júní og desember 2018 til fiskeldis.....	286
Viðauki 18: Endurskoðað áhættumat erfðablöndunar 2020 .....	297
Viðauki 19: Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi 2017.....	300
Viðauki 20: Endurskoðað áhættumat erfðablöndunar 2020 – tækniskýrsla .....	343
Viðauki 21: Seyðisfjörður – botndýrarannsókn júlí 2019.....	387

# Viðauki 1: Yfirlýsing hafrannsóknarstofnunar vegna burðarþols Seyðisfjarðar og áhættumats

----- Forwarded message -----

Frá: **Ragnar Jóhannsson** <[ragnar.johannsson@hafogvatn.is](mailto:ragnar.johannsson@hafogvatn.is)>

Date: þri., 18. apr. 2019 kl. 15:33

Subject: Burðarþol Seyðisfjarðar og áhættumat

To: Steinar Rafn Beck Baldursson <[sbeck@umhverfisstofnun.is](mailto:sbeck@umhverfisstofnun.is)>

Cc: Sigurður Guðjónsson <[sigurdur.gudjonsson@hafogvatn.is](mailto:sigurdur.gudjonsson@hafogvatn.is)>, Guðmundur Gíslason <[guðmundur@icefishfarm.com](mailto:guðmundur@icefishfarm.com)>, Þórður Þórðarson <[ththordarson@gmail.com](mailto:ththordarson@gmail.com)>

Heill og sæll Steinar Rafn,

Þar sem fyrir liggur burðarþolsmat fyrir Seyðisfjörð mun hann verða tekinn með í næstu endurskoðun áhættumats vegna erfðablöndunar. Nákvæm tímasetning liggur ekki fyrri en samkvæmt því lagafrumvarpi sem nú liggur fyrir vorþingi er gert ráð fyrir Hafrannsóknastofnun skuli leggja tillögu að endurskoðuðu áhættumati erfðablöndunar fyrir samráðsnefnd um fiskeldi innan tveggja mánaða eftir að lög hafa verið birt í Stjórnartíðindum.

Ég vill benda á að Áhættumatið tekur eingöngu til eldis á frjóum laxi. *Með notkun á ófrjóum laxi er unnt að auka eldi umfram það sem lagt er til í gildandi Áhættumati.*

Með bestu kveðju

Ragnar Jóhannsson

Sviðsstjóri | Head of Division

Fiskeldi og fiskirækt | Aquaculture

Hafrannsóknastofnun – rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna | Marine and Freshwater Research Institute

Skúlagata 4, IS-101 Reykjavík

Sími | Tel: + 354 575 2222

Farsími | Mobile: + 354 891 64 82

[Ragnar.Johannsson@hafogvatn.is](mailto:Ragnar.Johannsson@hafogvatn.is)

[www.hafogvatn.is](http://www.hafogvatn.is) | [www.mfri.is](http://www.mfri.is)

## Viðauki 2: Mat á burðarþoli Seyðisfjarðar m.t.t. sjókvíaeldis

Hafrannsóknastofnun – 23.8.2018

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

#### Niðurstaða

Hafrannsóknastofnun ráðleggur í samræmi við lög um fiskeldi (nr 71/2008 m.s.br.) að hámarklífmassi fiskeldis í Seyðisfirði verði 10.000 tonn.

#### Inngangur

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

#### Forsendur

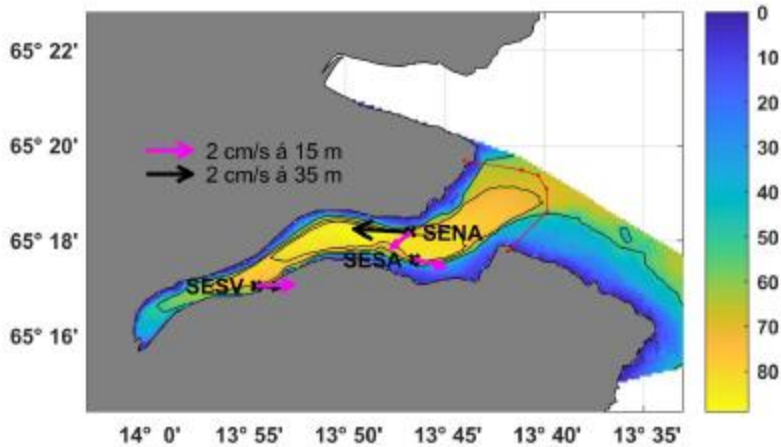
Niðurstaðan byggir á mati á áhrifum eldisins á ýmsa umhverfisþætti strandsjávarvatnshlota eins og lýst er í reglugerð 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun. Einkum er horft til álags á lífríki botnsins, súrefnisstyrks og styrks næringarefna.

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

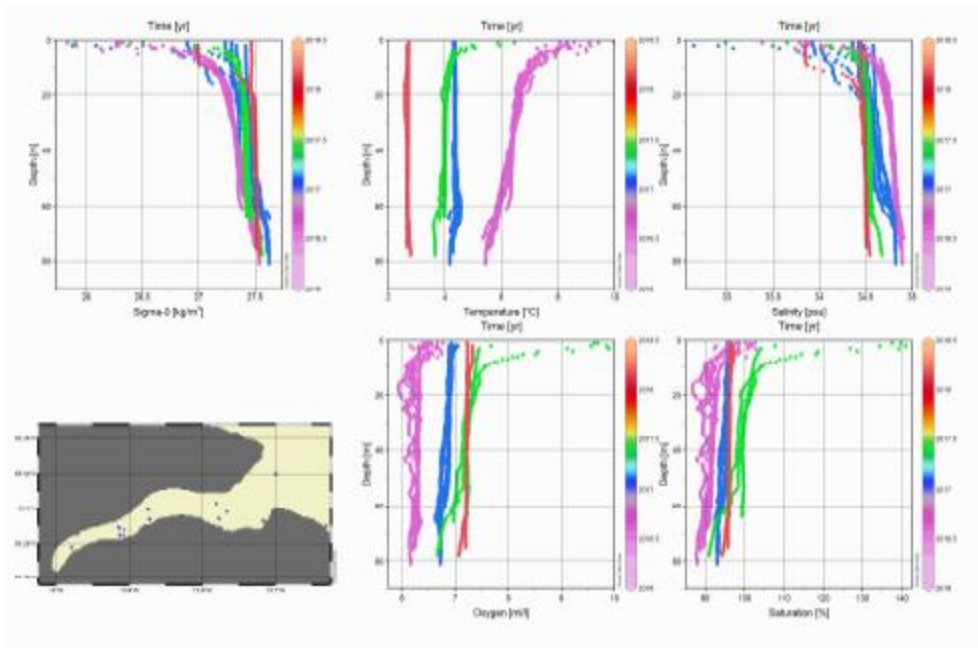
Tillit er tekið til stærðar fjarðarins, dýpis og varúðarnálgunar varðandi raunveruleg áhrif eldisins einkum á botndýralíf og súrefnisstyrk. Í þessu mati er gert ráð fyrir að hámarkslífmassi verði aldrei meiri en 10.000 tonn og að nákvæm vöktun á áhrifum eldisins fari fram samhliða því. Slík vöktun er forsenda fyrir hugsanlegu endurmati á burðarþoli fjarðarins, til hækkunar eða lækkunar, sem byggt væri á raungögnum. Jafnframt er bent á að æskilegra er að eldismassi sé frekar utar í firðinum en innar.

#### Staðhættir og niðurstöður rannsókna

Í Seyðisfirði er mesta dýpi 89 metrar utarlega í firðinum og grunn eða nokkurs konar þröskuldur er utan fjarðarins með um 69 m dýpi. Nokkuð svæði í ytri hluta fjarðarins er dýpra en 80 m (1. mynd). Meðaldýpi fjarðarins er um 55 m og mesta dýpi um 89 m. Dýpi fjarðar er þannig hátt að frá grunni ofan 20 m dýpkar hratt niður á meira en 60 m og því má gera ráð fyrir að botnfall frá fiskeldi falli og skríði nokkuð hratt niður í djúplag fjarðarins. Lengd fjarðarins er um 17,5 km, flatarmál hans er um 34,0 km<sup>2</sup> og rúmmál hans er um 1,88 km<sup>3</sup>. Á fyrstu mynd eru sýndar staðsetningar straummælilagna ásamt meðalstraumi á tveimur dýpum á þessum mælistöðvum.

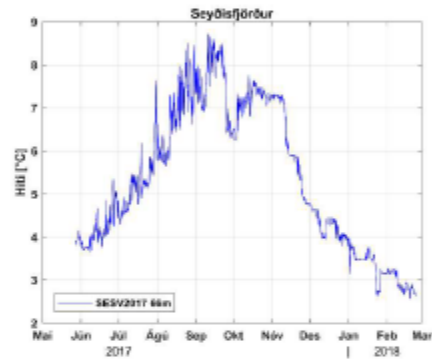


1. mynd. Botndýpi í Seyðisfirði. Rauða línan táknar ytri mörk þess svæðis sem líkankeyslur náðu til. Staðsetningar og tákn straumlagna eru einnig sýndar ásamt meðalstraumi og stefnu fyrir tvö dýptarbil á mælitímanum. Dýptargögn eru frá Sjósmælingasviði Landhelgisgæslunnar.

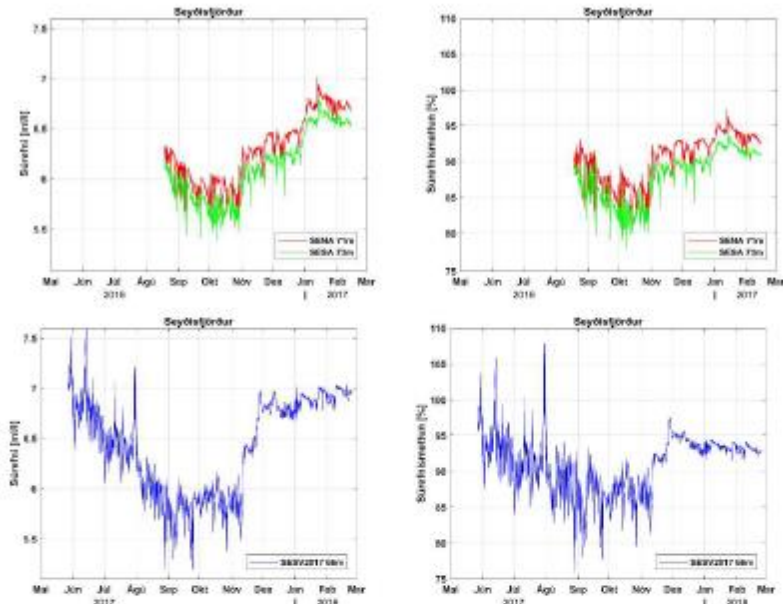


2. mynd. Niðurstöður mælinga í Seyðisfirði 18. ágúst 2016 (fjólublátt), 12. febrúar 2017 (blátt), 27. maí 2017 (grænt) og 24. febrúar 2018 (rautt). Myndirnar sýna eðlisþyngd, hita, seltu, súrefnisstyrk og súrefnismettun sem lóðréttu ferla auk staðsetninga mælistöðva.

Athuganir á ástandi sjávar í firðinum á ýmsum árstímum (2. mynd) sýna að vatnssúlan er líkt og víða í fjörðum nær öll uppblönduð að vetri. Stöðvar sunnanvert í firðinum sýna þó að þunnt ferskvatnslag er viðvarandi stóran hluta ársins. Að sumarlagi myndast eilítið heitara og ferskara yfirborðslag í efstu 15 til 20 metrum sjávarins í firðinum. Þrjár staðsetningar sem sýndar eru á 1. mynd sýna samfelldar mælistöðvar/straumlagnir sem eru táknaðar með SENA utarlega, norðanvert í firðinum, SESA utarlega, sunnanvert í firðinum og SESV sem var innanlega, sunnanvert í Seyðisfirði. Súrefnismæling á innstu lögn gekk ekki sem skyldi 2016-2017 og var því lagt aftur og náðist mæling 2017 til 2018. Árssveifla hita á straummællögnum við botn er sýnd á 3. mynd. Hitamælingar náðust á öllum stöðvum 2016 til 2017 og sýna að hiti er tiltölulega svipaður á sama tíma um allan fjörð niður undir botni. Hiti var á bilinu 2.5° til 9°C og talsvert kaldara var veturinn 2018 en 2017. Mælingar súrefnis hvort sem er á mælistöðvum með sondu eða á samfelldum mælingum á straumlögnum sýna að gildin verða sjaldan lág, súrefnismettun fór ekki undir 75% (2. og 4. mynd). Mælingar á hita, seltu og súrefni gefa tilefni til að ætla að notast megi við þriggja laga líkan af firðinum. Með yfirborðslagi, miðlagi og tiltölulega þunnu botnlagi.



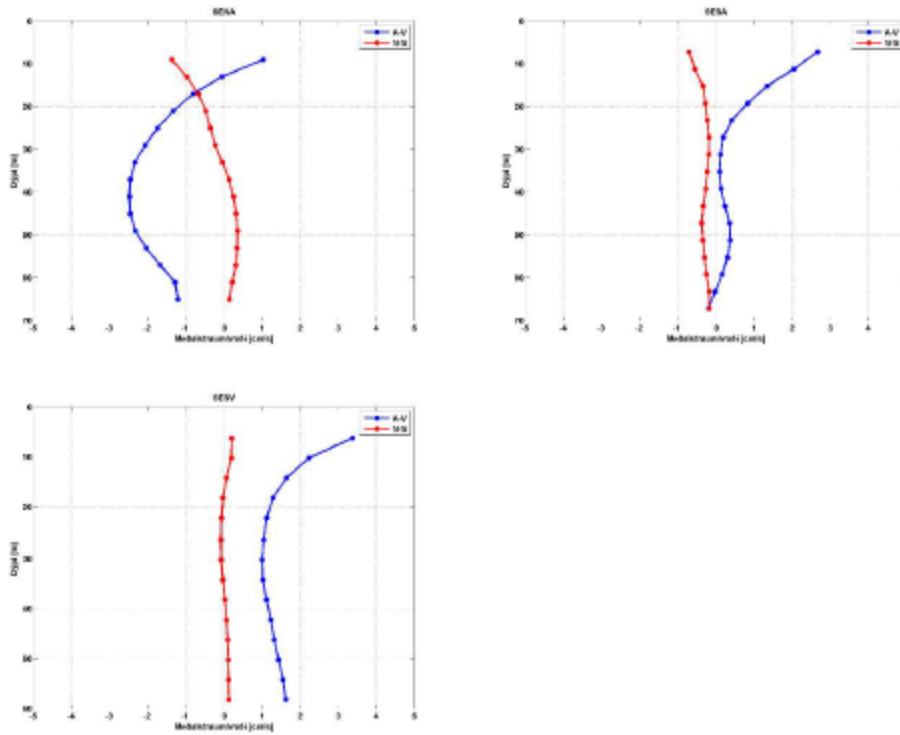
3. mynd. Hitamælingar á straummællögnum í Seyðisfirði. Vinstra megin 27. maí 2016 til 13. febrúar 2017, þrjár mællagnir og hægra megin 27. maí 2017 til 24. febrúar 2018 einungis á innstu mællögn.



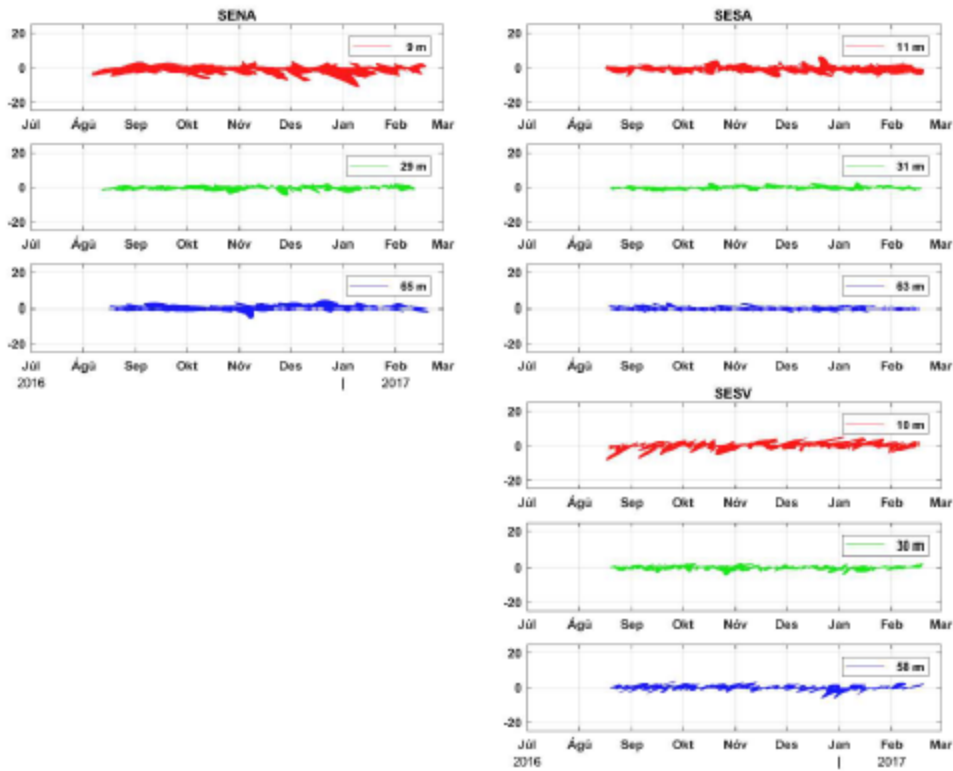
4. mynd. Súrefni og súrefnismettun í Seyðisfirði. Efrí myndir sýna þróun súrefnis (vinstri) og súrefnis mettunar (hægra) fyrir ytri mæilagnir í firðinum. Neðri myndir sýna sama fyrir innri mæilögn í firðinum. Dýpi mælitækis er tilgreint á myndum. Mælitími ytri lagna er 2016 til 2017. Mælitími innri lagna er 2017 til 2018.



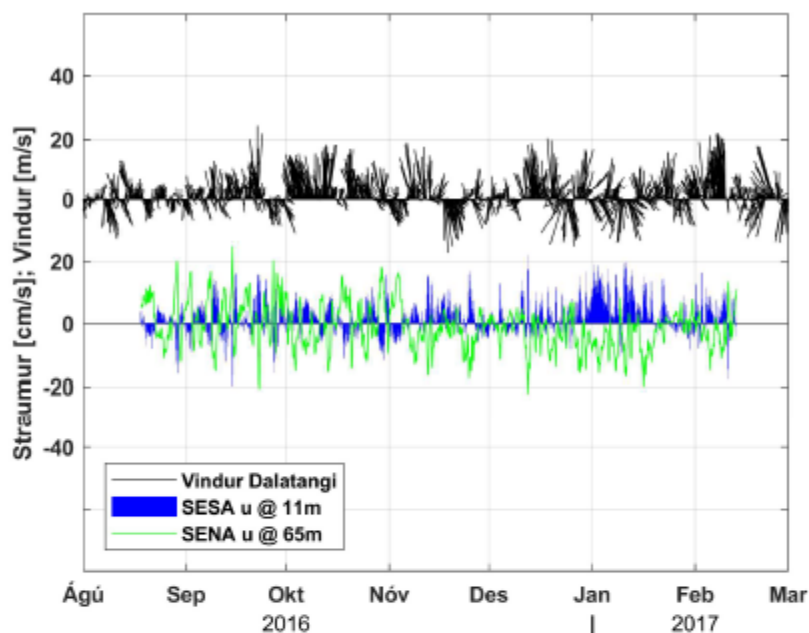
Niðurstöður straummælinga (1., 5. og 6. mynd) sýna meðalstraum 2 – 4 cm/s mismunandi eftir dýpi og stað. Tilhneiging er til innflæðis dýpra norðanvert og útflæðis gynna sunnanvert. Líkt og víðar hefur vindur mikil áhrif á strauma fjarðarins og virðast sunnanvindar draga úr útflæði en veikir og breytilegir vindar eru ráðandi þegar flæði er inn fjörðinn að norðan og út að sunnan (7.mynd). Miðað við meðaltal af straumi vatnssúlunnar má ætla að endurnýjunartími fjarðarins sé um 10 til 11 sólarhringar.



Mynd 5. Meðalstraumhraði (láréttur ás) á mismunandi dýpi (lóðréttur ás) á staðsetningum SENA utarlega, norðanvert, SESA utarlega, sunnanvert, og SESV innarlega, sunnanvert í Seyðisfirði. Sýndir eru austur-vestur þáttur (blár) og norður-suður þáttur (rauður) straumsins.



6. mynd. Tímaraðir straumstyrks og straumstefnu sjávar á mismunandi dýpi (um 10 m rautt, um 30m grænt og næst botni blátt) á straummælistöðvum í Seyðisfirði (staðsetningar á 1.mynd). Lóðréttur ás sýnir straum í cm/s. Gögnin eru síuð þannig að sjávarföll eru tekin út með 36 klst low-pass síu.



7. mynd. Tímaraðir vinds á Dalatanga og austur-vestur þáttur straums sjávar á straummælistöð SENA og SESA, norðanvert og sunnanvert í Seyðisfirði (1.mynd).

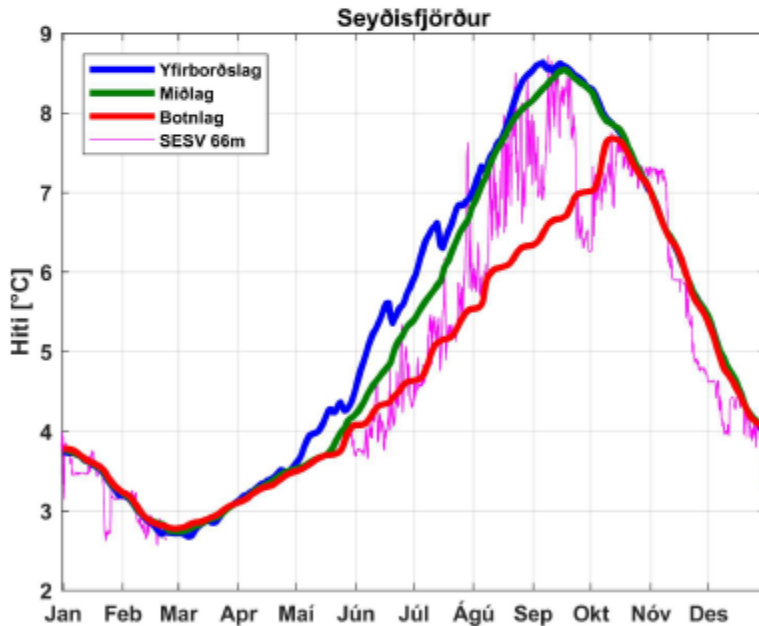
## Nánar um forsendur og líkön

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

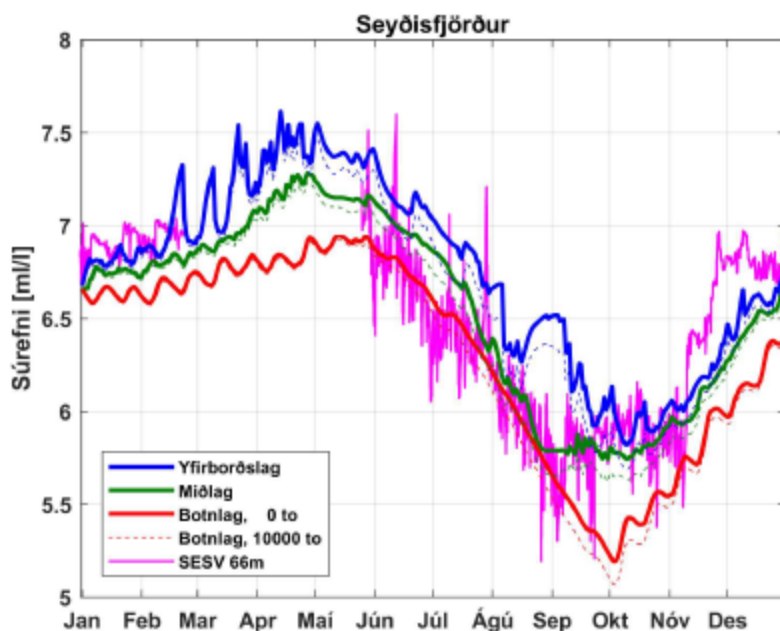
Burðarþol er skilgreint sem hámarks lífmassi tegunda í eldi sem hægt er að hafa á tilteknu svæði án þess að fara yfir mörk þess álags sem ásættanlegt er bæði fyrir eldið og umhverfið. Umhverfismörk eru nauðsynleg sem viðmið til að meta hvort að áhrif eldis séu ásættanleg. Ef viðmiðin eru öllum ljós verða forsendur ákvarðanatöku vegna burðarþolsmats einnig ljósar. Í nágrennalöndum okkar hefur fiskeldi verið stundað í stórum stíl um árabil. Þar hafa verið þróaðar aðferðir við að meta hæfi svæða til eldisstarfsemi og sett mörk um hvað telst ásættanlegt álag (Stigebrant o.fl., 2004, Tett o.fl., 2011, Tett o.fl. 2003). Grundvöllur alls slíks er þekking á umhverfinu. Áhætta af sjókvíaldri í Noregi hefur verið metin (Taranger o.fl., 2012) og þar kemur fram að nauðsynlegt er að skoða heildstætt samlegðaráhrif allrar starfsemi innan ákveðins sjókvíaldissvæðis.

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

Gerðar voru mælingar á þeim grundvallarþáttum í Seyðisfirði sem að ofan eru nefndir á tímabilinu frá 18. ágúst 2016 til 24. febrúar 2018 og þar af með siritandi tækjum frá 6. ágúst 2016 til 13. febrúar 2017. en ástæða er til að ætla að á þessu tímabili sé súrefnisstyrkur sjávar lægstur á árinu (4. mynd). Vegna bilunar var lagt aftur siritandi tækjum á innri lög 27. maí 2017 til 24. febrúar 2018. Til þess að meta áhrif eldisins á vistkerfið er notað líkanið AceXR, sem hefur verið aðlagð að mæliniðurstöðum. Eins og áður sagði er gert ráð fyrir að í firðinum séu 3 sjávarlög, þunnt yfirborðslag, miðlag og djúp- eða botnlag. Þokkalegt samræmi fæst milli athugana og útreikninga líkansins á eðliseiginleikum sjávar (7. mynd).



7. mynd. Hitamælingar (fjólublátt) frá straumlögn SESV í innri Seyðisfirði bornar saman við niðurstöður líkans fyrir yfirborðslag (blátt), miðlag (grænt) og djúplag (rautt). Mælitíminn er 2017 til 2018 og eru fyrstu mánuðir ársins 2018 sýndir í janúar til mars á teikningu.



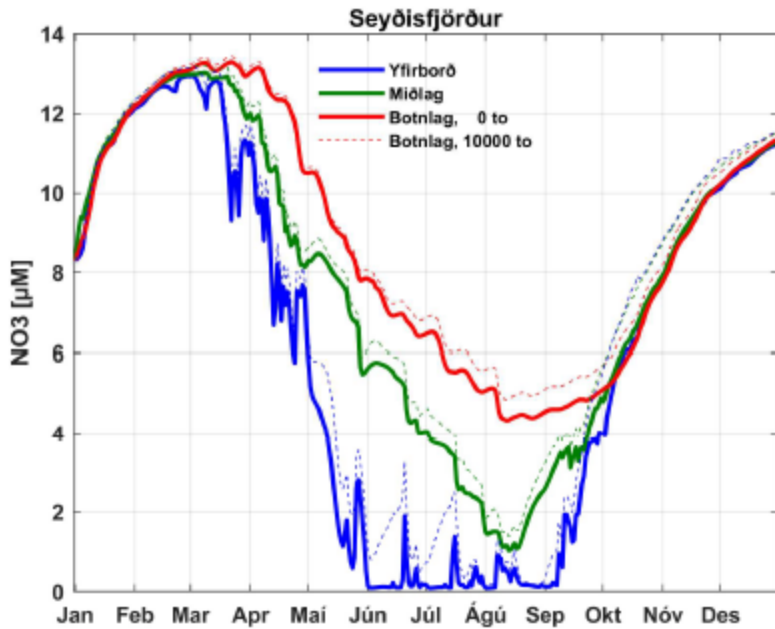
8. mynd. Súrefnismæling á 66 m dýpi á SESV innarlega í Seyðisfirði (fjólublátt) ásamt reiknuðu gildi ACEXR líkans fyrir súrefni í yfirborðslagi (blátt), miðlagi (grænt) og djúplagi (rautt) án eldis í firðinum og útreiknað súrefni miðað við 10.000 tonna lífmassa í firðinum sýnt sem mjó punktalína með sömu litum. Mælitíminn er 2017 til 2018 og eru fyrstu mánuðir ársins 2018 sýndir í janúar til mars á teikningu (fjólublátt).

Á mælistöð inni í firðinum (SESV) náðust samfelldar súrefnismælingar niður undir botni og var lægsta gildið um  $5,2 \text{ ml l}^{-1}$  í ágúst sem bendir til þess að fjörðurinn sé síður viðkvæmur fyrir lífrænu álagi hvað varðar súrefnisbúskap hans (8. mynd).

Sökum þess hve brattur botn fjarðarins er, er hér gert ráð fyrir að allt fasta efnið frá eldinu sem fellur til botns lendi í djúplaginu og að álag á það svæði verði því meira. Þetta hefur bein áhrif á burðargetu fjarðarins.

Styrkur næringarefna er einn þeirra þátta sem losun frá fiskeldi hefur áhrif á. Þar sem vatnsskipti eru hæg eða rúmmál viðtaka lítið geta slíkar aðstæður orðið til þess að dreifing þeirra næringarefna sem losuð eru frá fiskeldi verði ekki næg til koma í veg fyrir marktæka styrkukningu í firðinum, sem aftur getur leitt af sér aukinn svifþörungargróður og niðurbrot lífræns efnis.

Samkvæmt niðurstöðum líkansins (9. mynd) má búast við  $0,5 - 1 \mu\text{mól l}^{-1}$  styrkukningu nitrats að sumri í yfirborðslaginu við 10.000 tonna lífmassa í eldi í firðinum. Sú aukning kann að valda aukinni frumframleiðni sem eykur álagið á súrefnisbúskap fjarðarins og þekkt er að svifþörungur og marglyttur hafa valdið vandræðum við fiskeldi í Seyðisfirði (Valdimar I. Gunnarsson, 2008)



9. mynd. Niðurstöður AceXR líkansins fyrir nítратstyrk í Seyðisfirði. Þykku heilu línurnar sýna niðurstöður líkansins án eldis í firðinum. Bláa línan sýnir ársferil nítратstyrksins í yfirborðslagi fjarðarins og græna þykka línan sýnir útreikninga líkansins fyrir nítратstyrk í botnlaginu. Mjóu grænu og bláu línurnar sýna niðurstöður líkansins á nítратstyrk í botnlaginu og yfirborðslaginu í firðinum miðað við áhrif 10.000 tonna lífmassa í firðinum.

Margir aðrir líffræðilegir, vistfræðilegir og hagrænir þættir geta líka legið til grundvallar burðarþoli varðandi fiskeldið, t.d. skólþrosun, smithætta, lyfjanotkun, erfðablöndun við villta stofna og veiðihagsmunir. Þessu til viðbótar hefur komið í ljós að laxalús og fiskilús geta valdið meiri skaða en áður var talið. Fyrir fjörð sem er jafn lítill og Seyðisfjörður hefur skortur á plássi einnig áhrif á burðarþolið og getur magnað mögulegan lúsavanda. Ljóst er að hér eru fyrir hendi aðstæður sem setja verulegt mark á burðarþol fjarðarins.

Af þessum sökum gefur varúðarnálgun ástæðu til þess að mæla með því að hámarks lífmassi verði ekki meiri en 10.000 tonn í Seyðisfirði.

Í þessu mati er gert ráð fyrir að heildarlífmassi verði aldrei meiri en 10.000 tonn í Seyðisfirði og að nákvæm vöktun á áhrifum eldisins fari fram samhliða því. Slík vöktun er forsenda fyrir hugsanlegu endurmati á burðarþoli fjarðarins, til hækkunar eða lækkunar, sem byggt væri á raungögnum. Jafnframt er bent á að æskilegra er að meiri eldismassi sé frekar utar í firðinum en innar. Þá telur Hafrannsóknastofnun að ástæða sé til að halda þau lágmarks fjarlægðarmörk milli eldisvæða sem reglugerð nr 1170/2015 setur.

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

## Heimildir

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

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

Hydes, D.J., Gowen, R.J., Holliday, N.P., Shammon, T., Mills, D., 2004. External and internal control of winter concentrations of nutrients (N, P and Si) in north-west European shelf seas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 59, 151-161.

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

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

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

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

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

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

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

Valdimar I. Gunnarsson, 2008. Reynsla af sjókvíaelði á Íslandi. Fjölrit Hafrannsóknastofnunar nr. 136.

## Viðauki 3: Mælingar á straumum, hita- og seltu í Seyðisfirði frá 26. júlí til 31. október árið 2002

### Mælingar á straumum, hita- og seltu í Seyðisfirði frá 26. júlí til 31. október árið 2002

#### Inngangur.

Samkvæmt beiðni Austlax ehf á Seyðisfirði þá tók Hafrannsóknastofnunin að sér athuganir á straumum, næringæfnum í sjó og botndýrum í Seyðisfirði vegna fyrirhugaðs fiskeldis í firðinum. Straummælingum var ætlað að meta straumstyrk og stefnur á þeim þremur svæðum í firðinum þar sem fyrirhugað er að hafa fiskeldiskvíar en einnig skyldi innanverður fjörðurinn athugaður sérstaklega.

Auk beinna strammælinga voru gerðar athuganir á hita- og seltudreifingu sjávar á níu sniðum (1. mynd) auk þess sem gerðar voru strammælingar með dopplerstraumsjá frá báti á nokkrum sniðum.

Strammælingarnar hófust í lok júlí 2002 og lauk þeim síðustu ekki fyrr en í lok október. Urðu tafir á að ljúka þeim vegna galla í rafhlöðum og bilana í lögnum. Hita- og seltumælingar voru gerðar tvisvar. Fyrri yfirferðin var farin 28. júlí og sú síðari 7. september. Daginn eftir eða 8. september var safnað sýnum með botngreip vegna athugana á botndýrum. Mælingar með dopplerstraumsjá fóru fram dagana 29. og 30. júlí. Sjósýnum til efnarannsóknna var safnað á R/S Áma Friðrikssyni 28. nóvember.

Seyðisfjörður er á miðjum Austfjörðum og liggur milli Mjóafjarðar að sunnan og Loðmundarfjarðar að norðan. Eins og Norðfjörður og Mjóifjörður ganga inn úr sameiginlegum flóa sem liggur á milli Barðsnesshorns og Dalatanga og opnast til norðausturs út í Seyðisfjarðardjúp þannig mynda Loðmundarfjörður og Seyðisfjörður sameiginlegan flóa sem liggur milli Dalatanga og Álftavíkurtanga og opnast einnig til norðausturs út í Seyðisfjarðardjúpið.

Mynni Seyðisfjarðar inn úr þessum flóa liggur milli Borgarness og Skálaness og er um tvær sjómílu á breidd. Þegar haldið er inn fjörðinn þá liggur hann fyrst því sem næst til suðvesturs inn undir Brimnes. Þar hefur hann mjókkað niður í um eina sjómílu og beygir nú til vesturs. Heldur hann þeirri stefnu inn á móts við Eyrar þar sem hann sveigir aftur til suðvesturs og þrengist smá saman svo að inn við Dvergastein er hann orðinn hálf sjómíla á breidd. Þar fyrir innan beygir hann enn á ný og segja má að innsti hluti hans stefni næstum til hásuðurs.

Fjörðurinn er fjöllum girtur bæði að sunnan og norðan og vegna þess má segja að vindáttir verði aðallega tvær, út og inn eða austur og vestur. Þrátt fyrir þessa stefnuvirkni í vindinum er fjörðurinn skjólgóður vegna þess hve bugðóttur hann er. Aðdýpi í firðinum er mikið og siglingaleiðir inn fjörðinn hreinar og er hann talinn ein besta höfn landsins. Það sakar heldur ekki að hæðarmunur flóðs og fjöru er lítil. Fjörðurinn er jafndjúpur, 70 - 90 metra dýpi er í ytri hluta hans og 50 - 60 metra í innri hlutanum alveg inn undir botn.

Sjórinn sem berst inn í fjörðin utan af landgrunninu er fyrst og fremst úr Strandstraumnum sem fylgir ströndinni kringum landið og þar sem engann þröskuld er að finna í firðinum þá er ekkert sem hindrar vatnskipti við hafið utan fjarðarmynnisins. Fyrir Austfjörðum er selta sjávar úti á landgrunninu 34.6 til 34.8 en upp við landið og inni á fjörðum getur hún orðið umtalsvert minni vegna rigninga og ferskvatnsafrennslis af landinu.

Í Seyðisfjörðinn falla nokkrar ár sem eru flestar vatnslitlar nema í rigningum en þá geta þær orðið að skaðræðisfljótum. Sú stærsta og vatnsmesta er Fjarðaráin sem fellur í botn fjarðarins. Aðalúrkomuáttir á Austfjörðum eru frá norðaustri og til suðausturs svo að fjörðurinn opnast beint á móti þeim og þar sem fjöllin eru bæði há og brött þá er regnvatn fljótt að skila sér til sjávar. Vatnasvið fjarðarins er ekki stórt en Seyðisfjörður er þekktur fyrir stórrigningar og að mikið ferskvatn skilad sér til sjávar á skömmum tíma.



## Tæki og búnaður.

Til straummælinga á föstum lögnum voru notaðir Aanderaa RCM7 straummælur. Auk þess að mæla straumhraða og stefnu þá mældu þeir hita, þrýsting og leiðni. Niðurstöður voru skráðar í tölvuminni í tækjanna. Mælarnir voru stilltir til að skrá á 10 mínútna fresti og minnsti straumur sem þeir geta mælt er 1.1 cm/sek. Mælunum var lagt við neðansjávardufl og voru tvö flöt og þrjú mælur hafðir á hverri lögn. Staðsetning þeirra á lögnunum miðaðist við að efsti mælirinn væri á hálfu dýpi fyrirhugaðra kvía (7 – 8 metrar) og mældi yfirborðsstraum. Næsti var mitt á milli kvíabotns og sjávarbotns ( $(\text{sjávardýpi} - \text{kvíadýpi})/2 + \text{kvíadýpi}$ ) og mældi dreifstraum og loks neðsti mælirinn um 2 metra fyrir ofan botn og mældi hann botnstraum. Neðst á lögninni var hafður svonefndur sleppibúnaður. Með honum er unnt að losa lögnina frá botni með því að senda til hans mótað hljóðmerki. Æskilegt hefði verið að hafa neðsta mælinn ekki meira en 1.5 metra frá botni en það var ekki hægt vegna sleppibúnaðarins og ankeris.

Straummælingar á sniðum voru gerðar með dopplerstraummæli af gerðinni 300kHz WorkHorse frá fyrirtækinu RDInstruments. ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) eða straumsjá eins og þessir mælur eru nefndir á íslensku. Svona mælur nota vel þekkt eðlisfræðilegt fyrirbæri, svokölluð Dopplerhrif, til að mæla sjávarstrauma. Tækið er búið fjórum kringlóttum botnstykkjum sem senda frá sér hvert af öðru mjóa hallandi hljóðgeisla. Botnstykkinn nema síðan hvert um sig endurvarp hljóðmerkjanna af ögnum sem berast með straumnum. Ef þessar agnir eru á leið frá tækinu þá lækkar tíðni hins endurkastaða hljóðs en hækkar séu agnirnar á leið til tækisins. Þessi tíðnibreyting er notuð til þess að ákvarða straumhraðann. Geislarnir fjórir gera mælinguna þrívíða og tölva í tækinu reiknar tölfraðileg meðaltöl af þeim fjölda endurvarpa sem tækið nemur. Hún skiptir síðan endurvarpinu niður sem fall af tíma og lagskiptir með því vatnssúlunni sem mæld er. Þannig getur straumsjáin skift sjávarsúlunni niður í allt að eins meters þykk lög og reiknað bæði lárétta strauma lóðrétta strauma.

Unnt er að hengja straumsjáanna utan á bát á siglingu og er hún þá látin vísa niður og mæla straum um leið og sigld eru t.d. snið þvert á firði. Tækið notar botn sem viðmiðun við útreikninga á hraða og stefnu ásamt innbyggðum áttavita. Jafnframt er skráð GPS staðsetning með reglulegu millibili. Við upphaf mælingar er ákveðið hvort tækið skráir mælingarnar sem fall af tíma eða vegalengd. Í Seyðisfirði var tækið látið skrá með 3 metra millibili og síðan voru notuð 60 metra meðaltöl við úrvinnslu.

Til að mæla hita, leiðni, þrýsting og gegnskin var notuð SBE 19 SEACAT sonda frá SeaBird Electronics. Selta var síðan reiknuð sem fall af hita, leiðni og þrýstingi. Næmni tækisins er gefin upp af framleiðanda sem 0.01°C fyrir hita og 0.001 S/m fyrir leiðni og 0.25% af dýptarsviði þrýstingsnemans sem er gerður fyrir 0 – 600 metra.

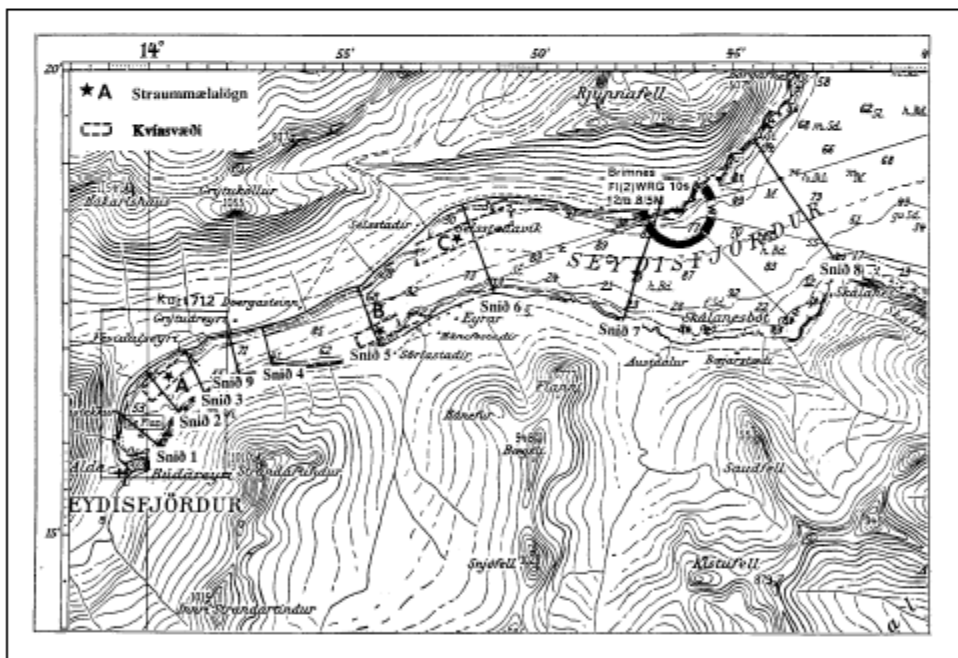
## Framkvæmd mælinga.

Þann 25. júlí var straummælum lagt á þeim þremur svæðum sem fyrirhuguð eru fyrir eldiskvíar í firðinum. Í töflu 1 má sjá hnit hornpunkta svæðanna og í töflu 2 er staðsetningu straummælanna. Mælunum var lagt því sem næst á miðju hvers svæðis. Þegar þeir voru teknir upp 8. september, þá kom í ljós að sumar mælingarnar voru gallaðar. Tvær vegna gallaðra rafhláða en tvær vegna þess að lagnirnar höfðu krækst í stél mælanna og þeir ekki snúist eðlilega með straum og stefnur því vitlausar. Þeim var því lagt aftur og þurfti að tvíleggja öðrum áður en nothæf mæling fékkst.

Þessar mælingar eru því styttri og ekki samtímis hinum. Mælingarnar gefa þó raunhæfa mynd af þeim straumi sem er á þesum þremur svæðum.

Háubakkar – lögn A			
65°16'.465 N 14°00'.181 V	65°16'.521 N 14°00'.301 V	65°16'.965 N 13°58'.811 V	65°16'.892 N 13° 58'.733 V
Sörlastaðavík - lögn B			
65°16'.832 N 13°54'.785 V	65°16'.953 N 13°54'.915 V	65°17'.260 N 13°53'.270 V	65°17'.173 N 13°53'.180 V
Selstaðavík – lögn C			
65°17'.956 N 13°53'.216 V	65°18'.046 N 13°53'.327 V	65°18'.627 N 13°50'.746 V	65°18'.470 N 13°50'.765 V

Tafla 1. Hornpunktar fyrirhugaðra kvíældissvæða.



1. mynd. Kort er sýnir staðsetningu sniða og stráummælalagna í Seyðisfirði 2002.

Jafnframt stráummælingum á kvíasvæðunum þá var tvívegis mældur hiti og selta á átta þversniðum á fjörðinn á alls 42 stöðvum (1. mynd). Fyrri mælingin fór fram 28. júlí en hin síðari 7. september. Auk þess voru fjögur innstu sniðin mæld með sondu 30.m júlí vegna könnunar á innsta hluta fjarðarinn. Til þess að kanna streymi sjávarinn inn og út fjörðinn og til að styrkja mat á endunýjunartíma sjávar í firðinum þá var ellefu sinnum mæld tvö þversnið á fjörðinn með stráumsjá. Sniðin lágu yfir fyrirhuguð eldissvæði á Sörlastaða- og Selstaðavíkunum (snið 5 og 6 á 1. mynd).

## Hita og seltumælingar.

Þann 28.júlí voru gerðar hita og seltumælingar á 7 sniðum þvert á fjörðinn allt frá fjarðarmynni og inn í botn (55.- 61. mynd). Snið 4 var ekki tekið í þessari umferð. Mælingarnar leiddu í ljós að á þremur innstu sniðunum var kaldur og saltur sjór ( $< 3.4^\circ$  og selta  $> 34.4$ ) en á sniði 5 (Sörlastaðasniði) og þar fyrir utan var heitari og ferskari sjór ( $> 5^\circ$  og selta  $< 34.3$ ) á leið inn fjörðinn.

Á niðurstöðum hita og seltumæla sem voru á straummælunum undir Háubökkum má svo sjá að þessi aðkomusjór er kominn inn í botn rúmum sólarhringi seinna (2., 6. og 10. mynd). Þar má einnig greina, sérstaklega á botnmælunum, að þessi sjór blandaðist þeim sem fyrir var að hluta. Á sniðum 5 – 7 var aftur á móti kaldur og saltur kjami (hiti  $< 3.5^\circ$  og selta  $> 34.4$ ) við botn undir heita sjónum og var þarna að öllum líkindum kaldur sjór úr botni fjarðarins að streyma út fjörðinn undir þeim heita sem var á innleið. Þetta var þó ekki stöðugt ústreymi því á dopplermælingunni þann 29. júlí sést að þessi sjór streymir bæði út og inn í öfugum takt við sjóinn í efri lögnum.

Á hita og seltusniðunum sjást smávegis skil í yfirborðslögnum sem er fyrst og fremst vegna ferskvatnsrennslis úr ánum innst í firðinum. Þannig má á sniðum 1 og 2 (55. mynd og 56. mynd) greina vatnið úr Vestdalsánni efst til hægri á seltu- og hitamyndunum.

Á sniði 3 (57. mynd) má sjá á seltunni og eðlisþyngdinni hvar ferskvatnið flæðir út fjörðinn að sunnanverðu ofan á heita sjónum sem er á innleið. Hitamismunurinn er ekki það mikill að hægt sé að greina þessa tvo vatnsmassa á honum.

Það er ekki unnt að greina sérstakt hita- og seltuskiptalag í yfirborði eins og algengt er inn á fjörðum á þessum árstíma þ.e.a.s. fyrir utan árvatnið. Bendir það til að sjórinn sem er á innleið sé vel uppblandaður.

Önnur umferð var farin með hita og seltusonduna 7. september (61.- 69. mynd). Þá var ekki að sjá reglulegt hitaskiptalag í yfirborði aftur á móti voru svæði með hita  $> 8^\circ$  C og virðast tengjast afrennslis ferskvatns af landinu. Aftur á móti þá var lag af sjó með seltu undir 33 yfir öllum firðinum og innst í fjarðarbotni voru 20 – 25 metrar niður á sjó með seltu 34. Þetta ferska lag þynnist síðan eftir því sem utar dregur og eru um 10 metrar niður seltuna 34 í fjarðarmynni. Fimm dögum fyrr þá var töluvert hvassviðri í firðinum og þá má lesa á mælunum á 32 metra dýpi undir Háubökkum að hiti snarlækkar um  $3.5^\circ$  C og selta hækkar að sama skapi um 6.5 seltustig. Þarna hefur vestan veður hreinsað ferskvatnið út og kaldari og saltari sjór streymt inn undir ferska sjónum og komið í stað hans. Síðan hafa stórrigningar komið hitanum og seltunni aftur í nýtt hámark/lágmark á 4 – 5 dögum.

## Mælingar á sniðum með straumsjá.

### Sörlastaðasnið.

Mælingarnar fóru fram 29. júlí á Sörlastaða- og Selstaðasniðunum og náðu yfir bæði aðfall og útfall. Þann 30. júlí voru gerðar mælingar á sniðum 1, 2, 3, og 9. Fyrsta yfirferðin á Sörlastaðasniðinu var farin kl. 10:10 eða 10 mínútur fyrir fjöru sem var kl.10:21. Sniðin voru alltaf mæld til suðurs þ.e. frá hægri til vinstri á myndunum og er horft inn fjörðinn með Sörlastaði á vinstri hönd. Myndir 38 - 39 og 47 - 48 eru af þeim sniðum sem sigld voru og síðan sýna myndir 40 - 46 og 49 - 54 straumvektorán eftir dýpum. Er ein mynd fyrir hverja yfirferð og smámyndirnar sýna hvert dýpi fyrir sig og vektorarnir tákna straumstyrk og stefnu.

Á myndunum er norður upp, suður niður, austur til hægri og vestur til vinstri. Guli liturinn sýnir straumböndin en blái liturinn táknar lítinn straum. Á myndunum kemur vel fram hvernig

straumkjarnarnir eru aðskildir með straumleysi. Hver femingur á myndunum sýnir þau þverskurðarflatarmál sem tegrud eru og síðan notuð til að reikna út hvern straumvektor fyrir sig.

Niðurstöður mælingarinnar eru að smá óregla var í yfirborði í byrjun en annars var kominn aðfallstraumur sem náði niður á 35 metra dýpi. Yfirborðsstraumurinn var lítill og óreglulegur allt fallið og en kjarni fallstraumsins var í 15 til 25 metra dýpi og var styrkur hans 10 – 11 cm/sek þar sem hann var mestur. Fyrir neðan 40 metra var allt fallið útstreymi til botns.

Straumur á útfallinu var lítill og óreglulegur fyrirhluta fallsins og ekki orðinn sæmilega sterkur fyrr en síðasta einn og hálfra tímann en þá var komið vaxandi innstreymi fyrir neðan 45 metra dýpi og til botns.

### Selstaðasnið.

Mælingar á Selstaðasniði voru gerðar 29. júlí og hófust kl 10:45 rétt eftir hálfjör. Á litlu myndinni efst til vinstri á 49. mynd er sýndur meðalstraumur á öllum dýpum á sniðinu. Þar sést að á tveimur þriðjuhluta sniðsins að norðanverðu liggur straumur inn en út að sunnan verðu. Síðan sýna myndir af vektorum eftir dýpi að innstreymið að norðanverðu nær niður á 40 metra en þar fyrir neðan er að mestu straumleysa.

Útstreymi á syðri hluta sniðsins er töluvert í yfirborði. Síðan dregur úr því á 10 metra dýpi og eykst síðan aftur og er sterkast á 30 til 40 metra dýpi. Þegar aðfallsstraumurinn er sterkastur um mitt fallið þá liggur þessi neðri kjarni dýpra. Báðir þessir kjarnar þ.e yfirborðsstreymið og straumurinn miðdýpis halda styrk sínum að mestu fram undir næstu fjöru þegar dregur úr honum. Þeim dýpri fyrr.

A háflóðinu er kominn sterkt innstreymi fyrir neðan 60 metra dýpi og helst það alveg fram yfir það að mælingum lauk á næstu fjöru.

### Straummælingar

Staður	Staðsetning	Dýpi
Lögn A Háubakkar	65° 16'.71 N 13° 59'.51 V	50 metrar
Lögn B Sörlastaðavík	65° 17'.06 N 13° 54'.04 V	71 metrar
Lögn C Selstaðavík	65° 18'.28 N 13° 52'.01 V	60 metrar

Tafla 2. Staðsetning straummælalagna á kvísvæðum í Seyðisfirði 2002

### Umræða og niðurstöður.

Straumar í fjörðum og á grunnslóðar eru ennþá lítt kannaðir en þær athuganir sem gerðar hafa verið sýna að þeir geta bæði verið æði margbrotnir og fjölbreyttir. Orsökina eru m.a þau að margs konar kraftar hafa áhrif á rennsli sjávar. Þar má nefna sjávarföll, vind, loftþrýsting, ferskvatnsafrennsli af landinu, hita, seltu, svigkraft jarðar, aðliggjandi sjávarstrauma, innri bylgjur og síðast en ekki síst lögun strandlengju og sjávarbotns. Það getur verið æði flókið mál að finna út hvernig samspili þessara krafta á er á straumana. Lengi vel var mælitæknin takmarkandi og straummælingar buðu ekki upp á annað en svo nefndar punkt mælingar. Straummælum var lagt einum eða fleirum á hverja lögn og hver um sig mældi í einum föstum punkti. Síðan gat verið algjör tilviljun hvort menn hittu á réttan stað eða dýpi til að finna þann straum eða straumleysi sem var dæmigerður fyrir atugunarsvæðið. Þetta gat skipt máli ef t.d. var verið að kanna blöndunarsvæði fyrir frárennsli eða meta endurnýjunartíma sjávar á einhverju svæði.

En tækninni hefur fleygt fram og hinar nýju straumsjár gera nú mögulegt að skoða nokkurs konar sneiðmynd af hafsvæðum sem eru til könnunar og velja stað og dýpi fyrir gömlu mælana sem þannig nýtast mun betur. Í sambandi við könnunum strauma vegna kvíældis í Seyðisfirði var valið að sigla með straumsjána nokkrum sinnum á tveimur þversniðum á fjörðinn yfir bæði aðfall og útfall og sjá hvernig straumar breytast yfir föllin. Þessar upplýsingar voru svo nýttar við að meta endurnýjunartíma sjávar í firðinum því mælirinn reiknar bæði þverskurðarflatarmál fjarðarins og flæðið í gegnum sniðið sem siglt er. Þá var ekki síður fróðlegt að skoða afstöðu kvíanna til strauma.

Við mælinguna kom í ljós að sjávarfalla straumurinn lá norðanvert í firðinum á beltum sem tók yfir tvo þriðju af breidd fjarðarins og var á dýpinu 0- 40 metrar. Að sunnan verðu var ferskvatns útstreymi í yfirborði með landinu en á 20 til 60 metra dýpi var straumkjarni sem lá utan í hallanum og náði stundum út og undir sjávarfalla lagið. Á milli þessara tveggja kjarna var svo lítil straumur.

Á Sörlastaðavíkinni voru tveir neðri straummælarnir í neðra lagiinu en yfirborðsmælirinn í efra lagiinu. Þeir mældu þó ekki allir samtímis svo ekki var unnt að bera mælingarnar saman en allar sýndu þær sömu einkennin.

Þegar metnar eru niðurstöður straummælinga á kvíastæðum þá er straumur í kvíadýpi talinn góður sé hann að meðaltali á bilinu 4 – 10 cm/sek. Um dreifistrauma er helst að segja að dreifistraumar sem mældir hefa verið í Reyðarfirði og Seyðisfirði hafa reynst verið að meðaltali á bilinu 3.5 – 3.8 cm/sek og botnstraumar 2 – 4 cm/sek.

Þegar lítið er á niðurstöður einstakra mælinganna þá var meðalstraumur í yfirborði á lögnum A undir Háubökkum 5.1 cm/sek sem flokkast sem góður. Staðalfrávikikið er nokkuð stórt enda töluverður breytileiki í straumhraðanum. Mestur straumur mældist 30.1 cm/sek og straumur var 12% af tímanum yfir 10 cm/sek. Straumleysi var tiltölulega lítið og lengst 6 klukkustundir í einu. Dreifistraumurinn var að meðaltali 3.8 cm/sek. Megnið af tímanum var meðaltalið hærra því lítil straumur á tímabilinu 29. júl til 7. ágúst dregur það niður. Botnstraumurinn var að meðaltali 3 cm/sek og mestur straumur mældist 20.9 cm/sek.

Yfirborðsstraumur á Sörlastaðavíkinni var að meðaltali 5.3 cm/sek og tals vera góður. Lítið var um langa straumleysiskafli, lengst 8 tímar í einu. Dreifistraumurinn var að meðaltali 5.3 cm/sek sem er meira en yfirborðsstraumurinn og er það óvenjulegt. Mestur straumur var 20 cm/sek. Botnstraumurinn mældist að meðaltali 4.1 cm/sek og stefndi mest allann tímann til austur. Straumurinn var nokkuð stöðugur því 75% tímans var straumur á milli 1.1 og 10 cm/sek. Nokkur straumleysistímabil var að finna en þau voru fá miðað við að um botnstraum er að ræða.

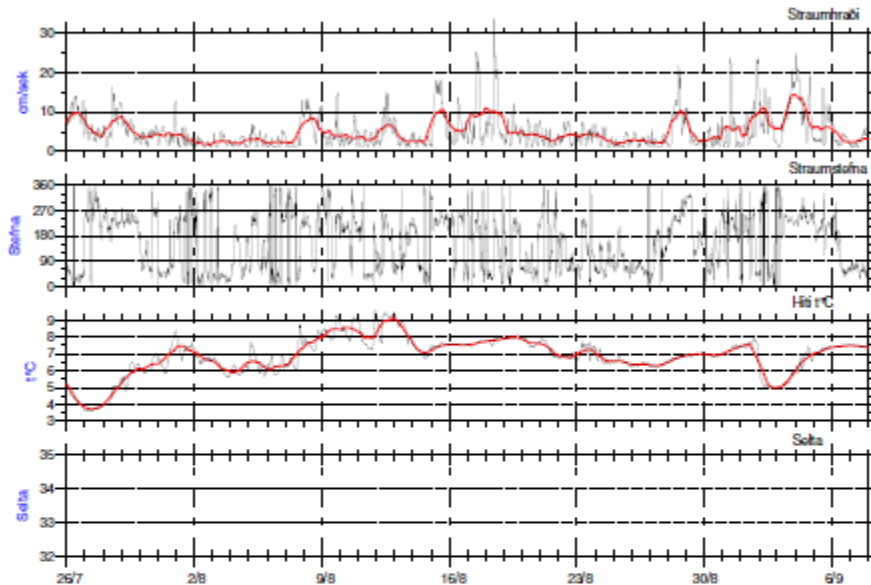
Á sniðmyndunum frá Selstaðasniðinu (47. og 48. mynd) má sjá að mælalögnin er norðanvert við aðal kjarna sjávarfallastraumsins (dýpi 60 metrar) en þó var meðalstraumur yfir alla mælinguna 5.8 cm/sek. Mesti straumur mældist 36.4 cm/sek. Samanlagt var klukkutíma-meðalstraumur í 17 tíma yfir 20 cm/sek. Straumleysa var samanlagt í 158 klukkutíma en að jafnaði ekki lengi í einu nema dagana 30. ágúst til 1. september þegar lítil eða enginn straumur var í samfelt 63 tíma. Meðaldreifistraumur var 3.7 cm/sek og mesti straumur 13.4 cm/sek. Botnstraumur var 3.6 cm/sek að meðaltali

Af þessum mælingum er ekki annað að sjá en að straumar á kvíastæðunum séu hagstæðir fyrir eldi. Það verður þó að hafa í huga þetta eru sumar- og haustmælingar og fyrir utan einn storm í byrjun september þá vantar í þær öll áhrif vetrarstórviðra.

Við mat á endurnýjunartíma var stuðst við straumsjármælingar, niðurstöður straummælinga ásamt hita og seltu sem mælarnir skráðu. Benda öll þessi gögn til þess að endurnýjunartíminn fjarðarins sé 10 til 12 dagar. Aftur á móti má sjá á straummælunum að það koma púlsar fram í mælingunum sem benda til að þetta geti gengið mun hraðar fyrir sig og þá sérstaklega ef sterkir vindar blása út eða inn fjörðinn. Sondumælingarnar gefa til kynna að blöndun sé góð enda töluverð hreyfiorka í firðinum.

### Lögn A - Háubakkar – Yfirborðsstraumur.

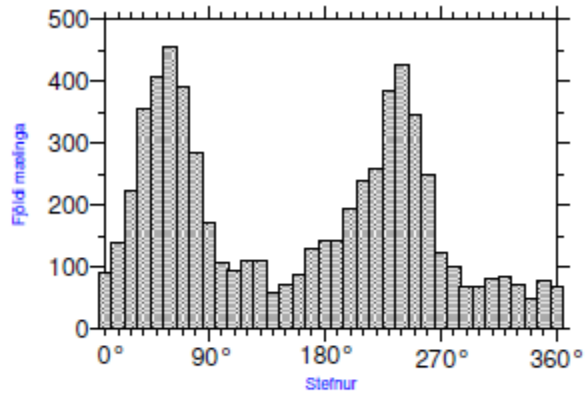
Mælingin fór fram dagana 26. júlí til 8. september 2002. Botndýpi var 50 metrar og mælisdýpi 8 metrar. Staðsetning lagnarinnar var 65° 16'.71 N 13° 59'.5 V.



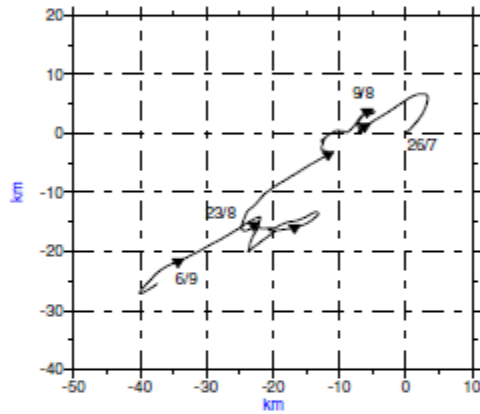
2. mynd. Straumhraði, straumstefna og hitastig frá yfirborðsmælingu undir Háubökkum frá 25. júlí til 8. ágúst 2002. Stéttuðu línurnar sýnir 25 tíma keðjumeðaltöl.

Tafla 3. 10 mínútna straummælingum frá yfirborðsstraum undir Háubökkum skipt niður í 5 cm/sek flokka og 45°stefnugeira.

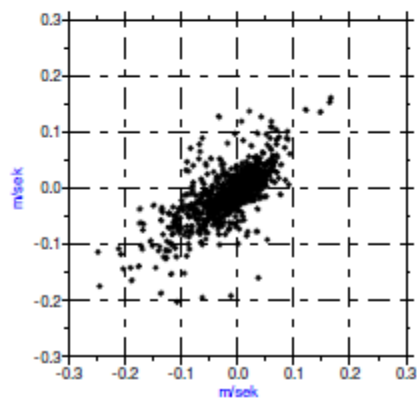
45°geirar	0- 45	45- 90	90-135	135-180	180-225	225-270	270-315	315-360	
V (cm/sek)									Samtals
35 - 40	0	0	0	0	0	3	0	0	3
30 - 35	1	0	0	0	0	3	0	0	4
25 - 30	0	4	0	0	3	21	0	0	28
20 - 25	5	8	0	0	25	52	0	0	90
15 - 20	9	3	0	5	34	111	0	1	163
10 - 15	78	21	0	8	73	254	22	25	481
5 - 10	173	355	28	45	275	466	90	37	1469
0 - 5	733	1130	424	405	595	453	251	251	4242
Samtals	999	1521	452	463	1005	1363	363	314	6480



3. mynd. Tíðni  $10^\circ$  stefnugeira á 8 metra dýpi á lögn A.



4. mynd Framskreiður straumvektor fyrir 8 metra dýpi á lögn A.



5. mynd Dreifing A-V og N-S straumvektora í 8 metra dýpi á lögn A.

Tafla 4. Tölfræðilegar niðurstöður mælinga á yfirborðsstraumi á lögn A undir Háubökkum.

	Meðaltal	Hæsta gildi	Lægsta gildi	Staðal frávik
Straumhraði	5.04 cm/sek	30.1 cm/sek	1.1 cm/sek	4.359
Hiti °C	6.9°	9.5°	3.6°	1.126
Selta	-	-	-	-

Niðurstöður straummælinganna undir Háubökkum sýna að yfirborðsstraumurinn var að meðaltali um 5.04 cm/sek. Aðalstraumstefnur voru tvær 50° og 240° og fylgja botnlögun fjarðarins. Hér gætir nokkuð sjávarfallastrauma sem voru um 2-4 cm/sek að styrkleika. Vindur og þá m.a. hafgola og landræna auka síðan við eða draga úr þessum straum.

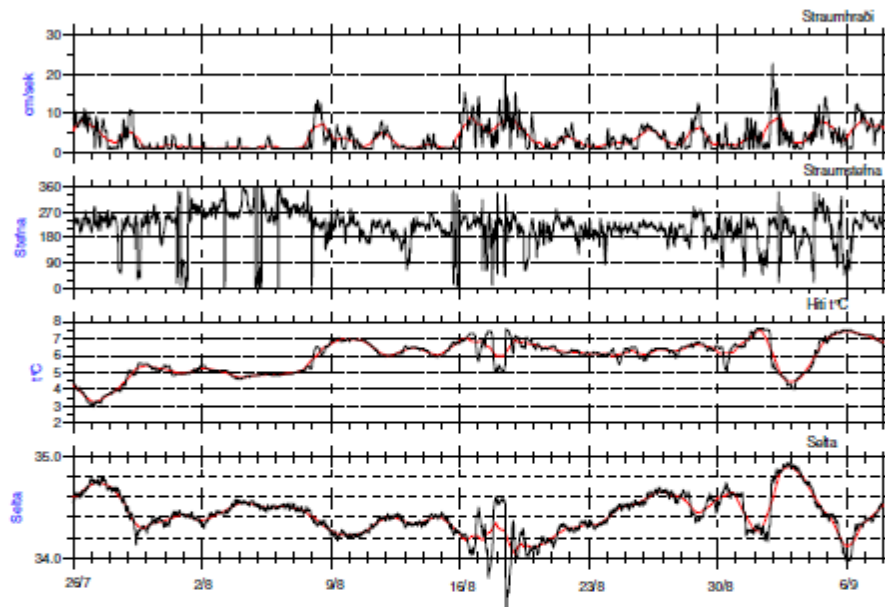
Heildarstraumurinn, þ.e. hina raunverulegu tilfærsla sjávar sést á framskreiða vektornum og var hann að meðaltali um 1.2 cm/sek. Tilfærslan því rúmlega 1 km á sólarhring. Eðlisþyngdarstraumar viðhalda rólegu flæði en það eru fyrst og fremst áhrif vinda sem valda einhverjum straum að ráði. Á myndinni af straumstyrk má t.d. sjá að eftir miðjan ágúst og aftur í byrjun september þegar vindur fer upp í 15 – 20 m/sek var straumur frá 15 cm/sek og í rúmlega 30 cm/sek.

Á töflu 3 sést að 65% af mælingatímanum var straumur á bilinu 0 – 5 cm/sek. Þar af var hann 12% tímans minni en 1.1 cm/sek (jaðargildi mælanna), 23% tímans var hann á bilinu 5 – 10 cm/sek og 12% yfir 10 cm/sek. Á mælingatímanu voru fjögur 4 til 6 klukkutíma löng tímabil þar sem um straumleysi (< 1.1 cm/sek) var að ræða. Þrjú þeirra á smástreymi um miðjan og í lok ágúst.



### Háubakkar – Lögn A – Dreifstraumur.

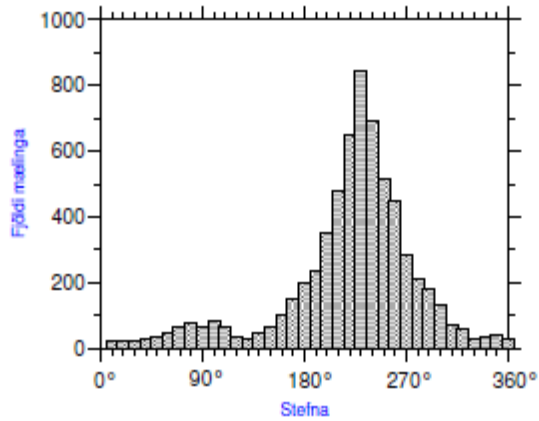
Mælingin á dreifistraum fór fram dagana 26. júlí til 8. september 2002. Botndýpi var 50 metrar og mælisdýpi 32 metrar sem er nálægt því að vera mitt á milli kvífabots og sjávarbotns.



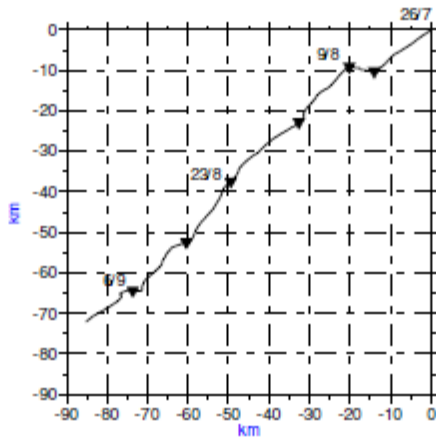
6. mynd. Straumhraði, straumstefna, hitastig og selta frá mælingu á dreifistraumi undir Háubökkum frá 26. júlí til 8. september 2002. Sléttuðu línurnar sýnir 25 tíma keðjumeðaltöl.

Tafla 5. 10 mínútna straumgildum frá mælingu á dreifistraumi undir Háubökkum skipt niður í 5 cm/sek flokka og 45° stefnugeira.

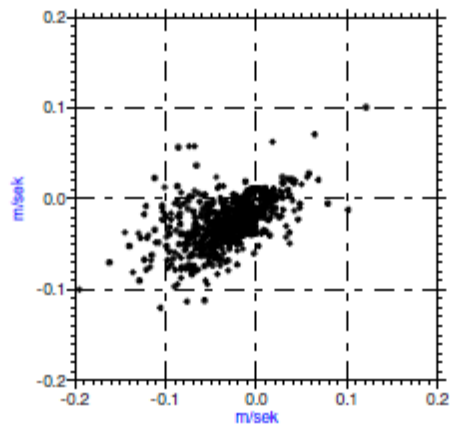
45°geirar	0-45	45-90	90-135	135-180	180-225	225-270	270-315	315-360	
V (cm/sek)									Samtals
20 - 25	1	2	0	0	0	6	0	0	9
15 - 20	0	3	0	0	5	25	0	0	33
10 - 15	1	3	4	0	87	263	20	2	380
5 - 10	4	39	33	21	495	788	75	2	1457
0 - 5	119	223	200	529	1562	1270	541	157	4601
Samtals	125	270	237	550	2149	2352	636	161	6480



7. mynd. Tíðni 10° stefnugeira á 32 metra dýpi á lögn A.



8. mynd. Framskreiður straumvektor fyrir 32 metra dýpi á lögn A.



9. mynd. Dreifing A-V og N-S straumvektora í yfirborði á lögn A.

Tafla 6. Tölfræðilegar niðurstöður mælinga á dreifistraum á lögn A undir Háubökkum.

	Meðaltal	Hæsta gildi	Lægsta gildi	Staðal frávik
Straumhraði	3.75 cm/sek	21.9 cm/sek	1.1 cm/sek	3.253
Hiti °C	5.9°	7.6°	3.0°	1.013
Selta	34.43	34.94	33.51	0.197

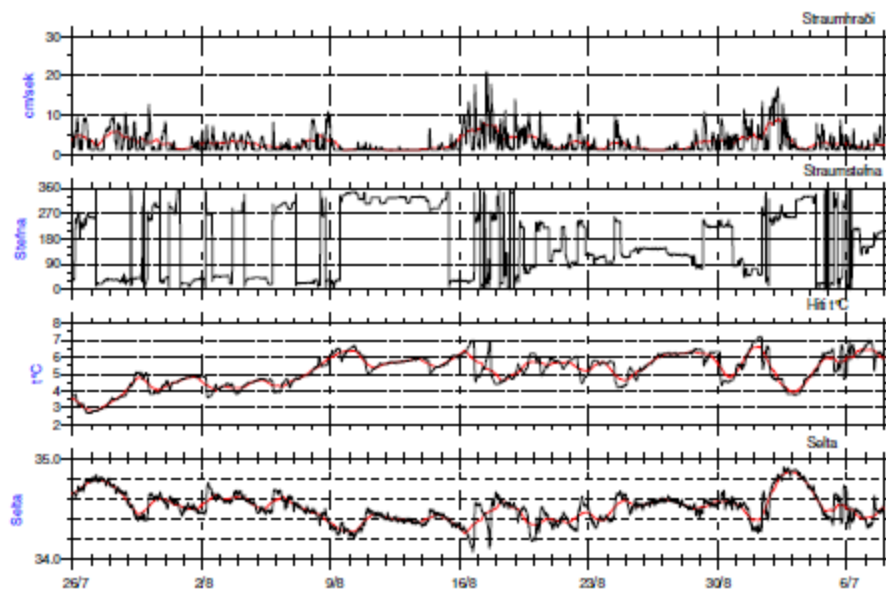
Niðurstöður mælinga á dreifistraum sýna að hann var að meðaltali um 3.75 cm/sek. Straumurinn lá til vesturs 82% tímans og var aðalstefnan 240°. Á myndinni af straumstefnum (7. mynd) sést að sjávarfalla gætir lítið og 9. mynd sýnir að mest öll dreifing var inn og til suðvesturs.

Heildar strauminn var að meðaltali um 2.9 cm/sek og tilfærsla sjávar rúmlega 2.5 km á sólarhring.

Tafla 4 sýnir að 71% tímans var straumur á bilinu 0 – 5 cm/sek, þar af 41% < 1.1 cm/sek (jaðargildi mælanna), á bilinu 5 – 10 cm/sek var hann 22% tímans og 7% yfir 10 cm/sek. Greina má fáein nokkurra klukkustunda löng tímabil, þar sem straum var lítill sem engin. Lengst var tímabilið frá 29. júlí til 7. ágúst þegar einungis mældust örfáir straumpúlsar.

### Lögn A - Háubakkar – Botnstraumur.

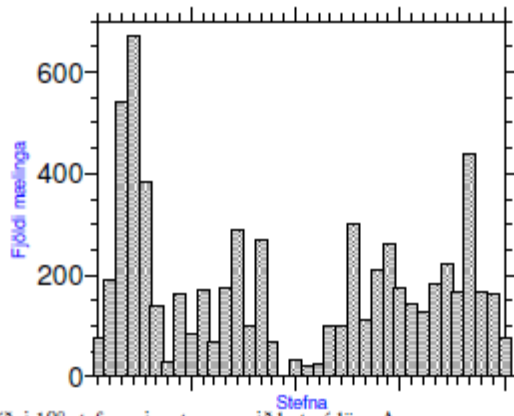
Mælingin fór fram dagana 26. júlí til 8. september. Botndýpi var 50 metrar og mælisdýpi 48 metrar.



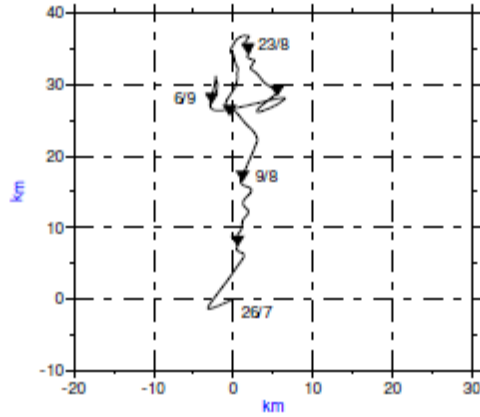
10. mynd. Straumhraði, straumstefna og hitastig frá mælingu við botn undir Háubökkum frá 26. júlí til 8. september 2002. Sléttuðu línurnar sýna 25 tíma keðjumeðaltöl.

Tafla 7. 10 mínútna straumgildum frá mælingu á botnstraum undir Háubökkum skift niður í 5 cm/sek flokka og 45°stefnugeira.

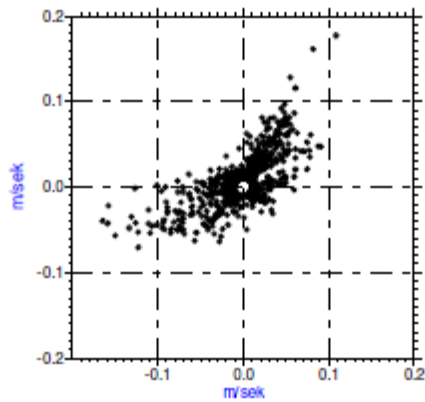
45°geirar !	0- 45	45- 90	90-135	135-180	180-225	225-270	270-315	315-360	!
V (cm/sek) !									! Samtals
20 - 25 !	7	0	0	0	0	1	1	0	! 9
15 - 20 !	6	0	0	0	0	31	2	0	! 39
10 - 15 !	39	16	2	0	0	102	1	0	! 160
5 - 10 !	422	156	9	4	87	246	38	7	! 969
0 - 5 !	1259	378	721	449	364	485	707	940	! 5303
Samtals !	1733	550	732	453	451	865	749	947	! 6480



11. mynd. Tíðni  $10^\circ$  stefnugeira straums við botn á lögn A.



12. mynd. Framskeiður straumvektor við botn á lögn A .



13. mynd Dreifing A-V og N-S straumvektora við botn á lögn A.

Tafla 8. Tölfræðilegar niðurstöður mælinga á botnstraumi á lögn A undir Háubökkum.

	Meðaltal	Hæsta gildi	Lægsta gildi	Staðal frávik
Straumhraði	2.97 cm/sek	20.9 cm/sek	1.1 cm/sek	2.778
Hiti °C	5.2°	7.2°	2.7°	0.960
Selta	34.51	34.91	34.09	0.144

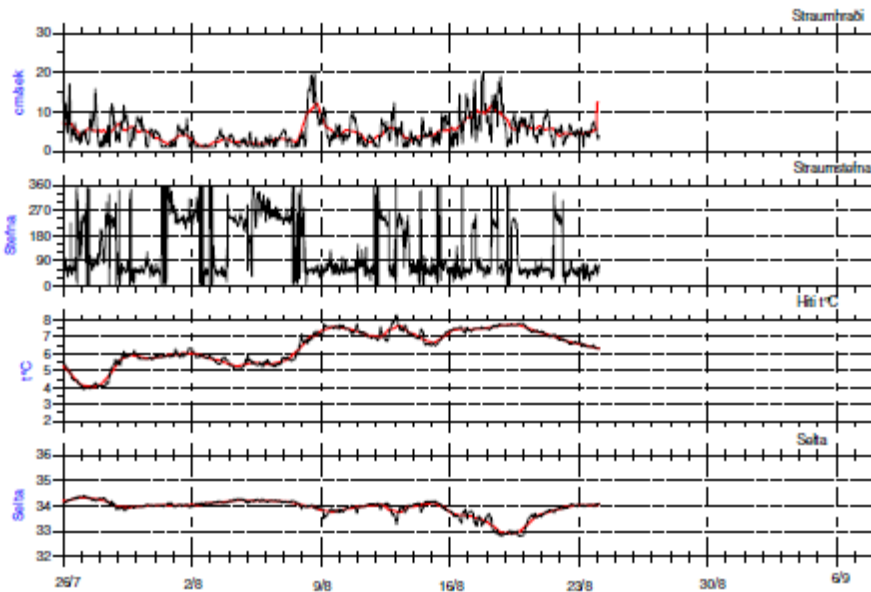
Niðurstöður mælinga á botnstraumi sýna að hann var að meðaltali um 2.97 cm/sek. á Stefnunni má sjá að mikið af tímanum skifti ekki föllum heldur jók við eða dróg úr straumnum eftir því í hvora áttina fallið lá. Fallstraumurinn var sem fyrr 2 – 4 cm/sek. Fæst gildin voru beint í suður en flest í norðaustlæga stefnu (20° - 30°). Oftar en ekki var botnstraumurinn í gagnstæða eða aðra stefnu en dreifistraumurinn. Heildarstraumurinn var að meðaltali um 0.75 cm/sek og tilfærslan rúmlega 648 m á sólarhring.

Tafla 6 sýnir að 82% tímans var straumur á bilinu 0 – 5 cm/sek, þar af 48% minni en 1.1 cm/sek (jaðargildi mælanna). Hann var á bilinu 5 – 10 cm/sek 15% tímans og 3% yfir 10 cm/sek.

Athyglivert er að á meðan dreifistraumur var lítill dagana 29. júlí til 7. ágúst þá var meðalstraumur við botn 2.54 cm/sek (mest 11.6 cm/sek) og síðan er það öfugt 9. til 15 ágúst þegar segja má að hafi verið straumleysa við botn, þá komu nokkrir straumpúlsar í dreifi-strauminn. Greina má nokkur tímabil sem voru nokkurra klukkustunda löng, þar sem straumur var lítill sem engin. Lengst var þó tímabilið frá 29. júlí til 7. ágúst þegar að einungis mældust örfáir straumpúlsar.

### Lögn B - Sörlastaðavík – Yfirborðsstraumur.

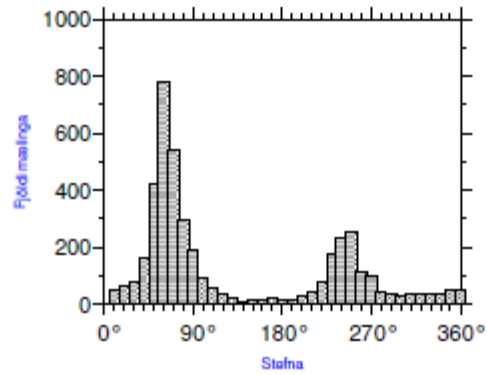
Mælingin fór fram dagana 26/7 til 24/8 2002. Yfirborðsmælir var á 8 metra dýpi eða um mitt áætlað kvíadýpi. Botndýpi var 71 metrar. Staðsetning lagnarinnar var 65° 17'.06 N 13° 54'.04V.



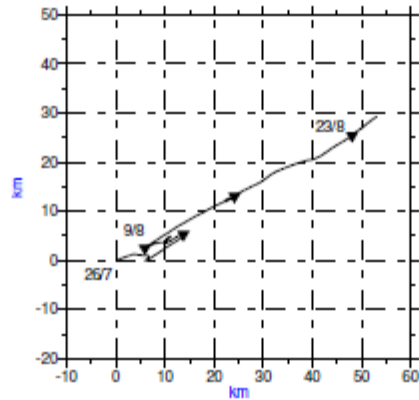
14. mynd. Straumhraði, straumstefna og hitastig og selta frá yfirborðsmælingu á Sörlastaðavík 26. júlí til 24. ágúst 2002. Sléttuðu línurnar sýna 25 tíma keðjumæðaltöl.

Tafla 9. 10 mínútna straumgildi skipt niður í 5 cm/sek flokka og 45°stefnugeira.

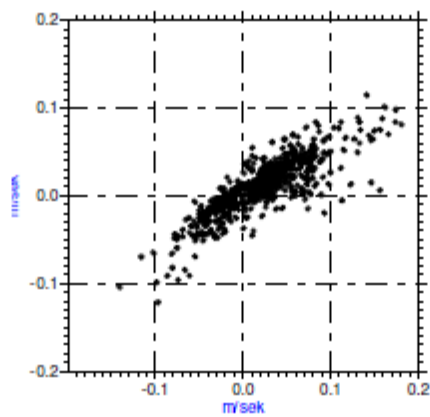
45°geirar	!	0- 45	45- 90	90-135	135-180	180-225	225-270	270-315	315-360	!
V (cm/sek)	!									! Samtals
20 - 25	!	0	9	0	0	1	2	0	0	! 12
15 - 20	!	0	96	3	0	3	8	0	0	! 110
10 - 15	!	22	158	11	0	27	29	0	0	! 247
5 - 10	!	122	868	31	3	71	222	0	5	! 1322
0 - 5	!	405	920	173	72	153	539	174	190	! 2626
Samtals	!	549	2051	218	75	255	800	174	195	! 4317



15. mynd. Tíðni  $10^\circ$  stefnugeira á 8 metra dýpi á lögn B.



16. mynd Framskreiður straumvektor fyrir 8 metra dýpi á lögn B.



17. mynd Dreifing A-V og N-S straumvektora í 8 metra dýpi á lögn B.



Tafla 10. Tölfraeðilegar upplýsingar úr mælingu á yfirborðstraum á Sörlastaðavík 26. júlí til 24. ágúst 2002.

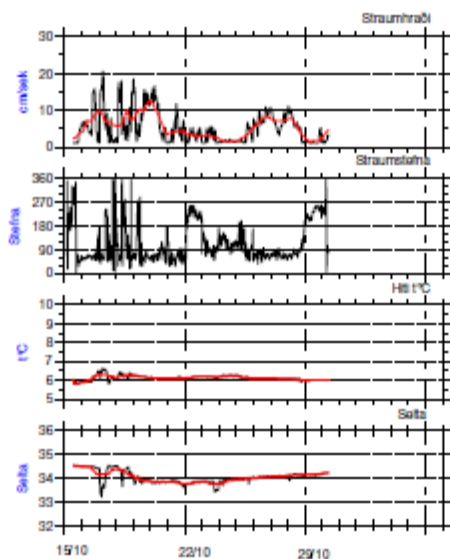
	Meðaltal	Hæsta gildi	Lægsta gildi	Staðal frávik
Straumhraði	4.99 cm/sek	20.0 cm/sek	1.1 cm/sek	3.515
Hiti °C	6.4°	8.3°	3.9°	1.023
Selta	33.91	34.4	32.8	0.334

Meðalstraumur í yfirborði var 4.99 cm/sek og hæsta klukkutímameðaltal reyndist 20.0 cm/sek. Hæsti 10 mínútna toppur var 29.0 cm/sek. Aðalstraumstefnur voru tvær (15. mynd) og fylgdu þær nokkuð botnlagi. Til austurs var aðalstefnan 60° og lá straumur í austlæga stefnu 67% tímans en til vesturs var aðalstefna 250° og var vestlægur straumur 33% af tímanum.

Ekki var mikið um straumlausa kafla nema dagana 2.– 3. ágúst en þá var lítil straumur og lengst 8 klst. kafli þegar straumur var < 1.1. cm/sek. Framskreiður vektor (16. mynd) var 2.51 cm/sek að meðaltali sem gerir 2.166 km tilfærsla sjávar á sólarhring. Dreifing (17. mynd) var eðli málsins samkvæmt bæði í suðvestlæga stefnu en þó að meiri hluta til norðausturs.

### Lögn B – Sörlastaðavík – Dreifstraumur.

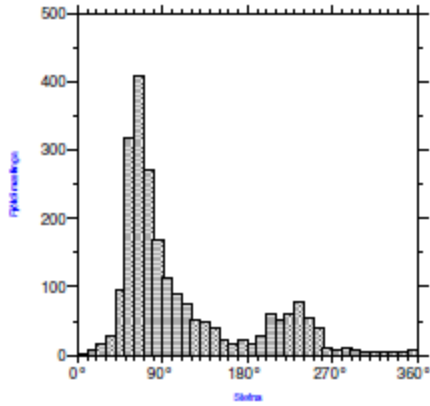
Vegna bilana í mælum og lögnum þá þurfti að þrændurtaka mælingun á dreyfstraum á þessari lögn. Mælingin fór því ekki fram fyrr en dagana 15. til 31. október. Mældýpi var 45 metrar sem var mitt á milli kvíabotns og botns. Botndýpi var 71 metrar.



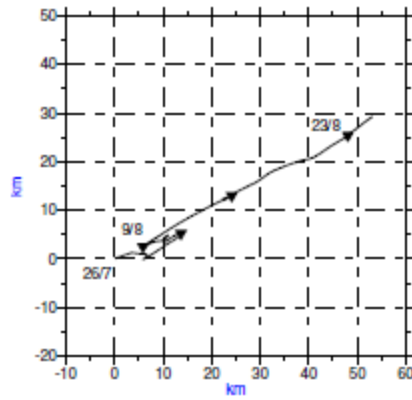
18. mynd. Stráumhraði, stráumstefna og hitastig og selta frá yfirborðsmælingu á Sörlastaðavíkinn 26. júlí til 24. ágúst 2002. Sléttuðu línurnar sýna 25 tíma meðjumeðaltöl.

Tafla 11. 10 mínútna straumgildi skipt niður í 5 cm/sek flokka og 45<sup>o</sup>stefnugeira.

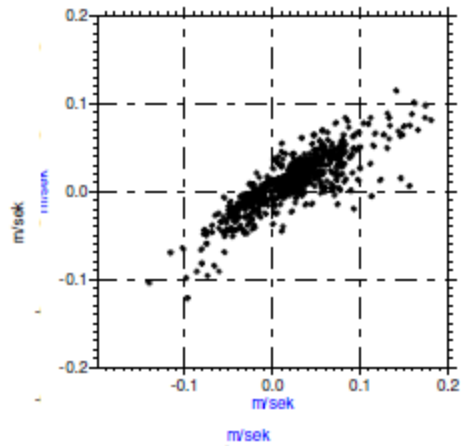
45 <sup>o</sup> geirar !	0-45	45-90	90-135	135-180	180-225	225-270	270-315	315-360	
V (cm/sek)									Samtals
25 - 30 !	0	1	0	0	0	0	0	0	!
20 - 25 !	0	7	2	0	0	0	0	0	!
15 - 20 !	1	86	0	0	0	0	0	0	!
10 - 15 !	8	237	2	0	0	1	0	0	!
5 - 10 !	22	544	22	4	23	39	0	0	!
0 - 5 !	58	355	334	120	166	179	33	25	!
Samtals !	89	1230	360	124	189	219	33	25	!



19. mynd. Tíðni  $10^\circ$  stefnugeira á 45 metra dýpi á lögn B.



20. mynd. Framskreiður straumvektor fyrir 45 metra dýpi á lögn B.



21. mynd. Dreifing A-V og N-S straumvektora í 45 metra dýpi á lögn B.

Tafla 12. Tölfræðilegar upplýsingar úr mælingu á dreifistraumi á Sörlastaðavík 26. júlí til 24. ágúst 2002.

	Meðaltal	Hæsta gildi	Lægsta gildi	Staðal frávik
Straumhraði	5.25 cm/sek	20.3 cm/sek	1.1 cm/sek	4.203
Hiti °C	6.1°	6.6°	5.6°	0.144
Selta	34.66	35.16	33.85	0.259

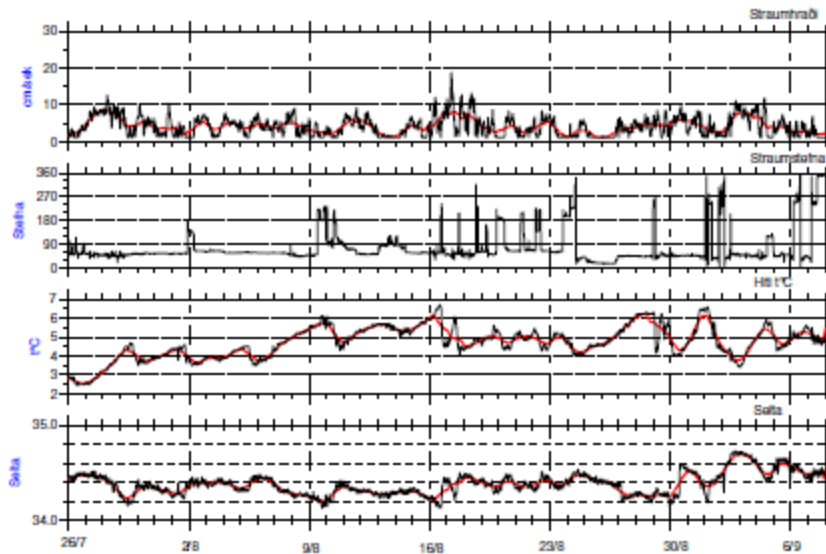
Meðaldreifistraumur á Sörlastaðavíkinni var 5.25 cm/sek og stærsta klukkutíma meðaltal var 22.3 cm/sek. Hæsta 10 mínútna gildi var aftur á móti 32.2 cm/sek. Aðalstraumstefnur voru tvær (19. mynd). Straumur lá 80% tímans í 60° út fjörðinn og 20% inn í stefnuna 230°.

Framskreiði vektorinn stefndi út fjörðinn og var að meðaltali 4 cm/sek eða 3.456 km/sólarhring.

Eins og staðalfrávikin sýnir þá voru tölverðar sveiflur í straumhraðanum. Hann var 56% tímans á bilinu 0 – 5 cm/sek og þar af 20% minna en 1.1 cm/sek enda komu fyrir straumleysis tímabil, það lengsta 20 klst. Straumur var síðan 29% tímans á bilinu 5 - 10 cm/sek og 15% á bilinu 10 – 30 cm/sek. Dreifing (21. mynd) var fyrst og fremst til austur.

### Lögn B – Sörlastaðavík - Botnstraumur.

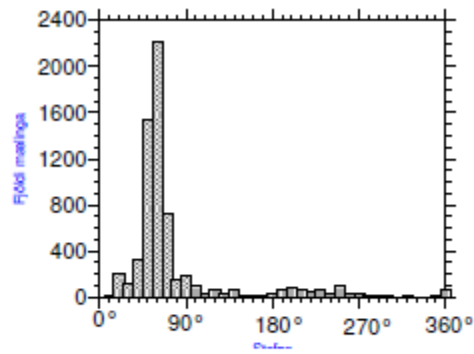
Mæling við botn fór fram á tímabilinu 26. júlí til 8. september 2002. Mælisdýpi var 69 metrar og botndýpi 71 metri.



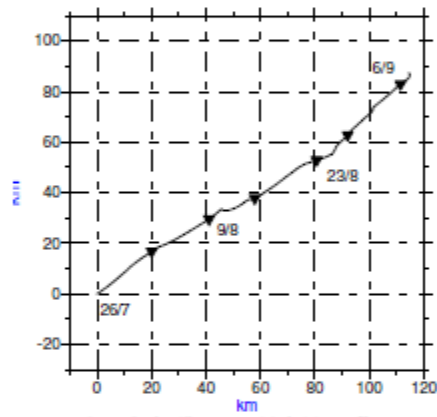
22. mynd. Straumhraði, straumstefna, hitastig og selta frá mælingu við botn á Sörlastaðavík 26. júlí til 8. september 2002. Sléttuðu línurnar sýna 25 tíma keðjumeðaltöl.

Tafla 13. 10 mínútna straumgildum skipt niður í 5 cm/sek flokka og 45°stefnugeira.

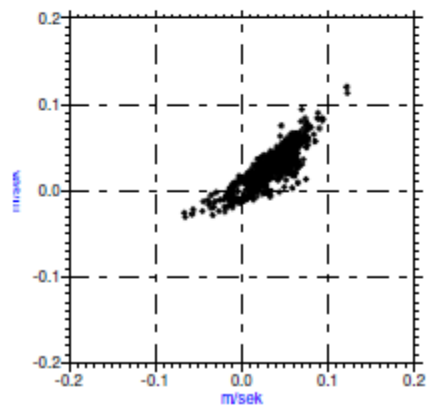
45°geirar	!	0-45	45-90	90-135	135-180	180-225	225-270	270-315	315-360	!	Samtals
V (cm/sek)	!									!	
20 - 25	!	1	1	0	0	0	0	0	0	!	2
15 - 20	!	5	9	0	0	0	0	0	0	!	14
10 - 15	!	49	107	0	0	0	3	0	0	!	159
5 - 10	!	394	1617	5	0	0	46	2	0	!	2064
0 - 5	!	937	2354	243	112	288	186	28	93	!	4241
Samtals	!	1386	4088	248	112	288	235	30	93	!	6480



23. mynd. Tíðni  $10^3$  stefnugeira á 69 metra dýpi á lögn B.



24. mynd. Framskeiður straumvektor fyrir 69 metra dýpi á lögn B.



25. mynd. Dreifing A-V og N-S straumvektora frá straummælingu við botn á lögn B.

Tafla 14. Tölfræðilegar upplýsingar úr mælingu á straumi við botn á Sörlastaðavík 26. júlí til 24. ágúst 2002.

	Meðaltal	Hæsta gildi	Lægsta gildi	Staðal frávik
Straumhraði	4.07 cm/sek	17.1 cm/sek	1.1 cm/sek	2.610
Hiti °C	4.7°	6.7°	2.5°	0.864
Selta	34.38	34.72	34.13	0.115

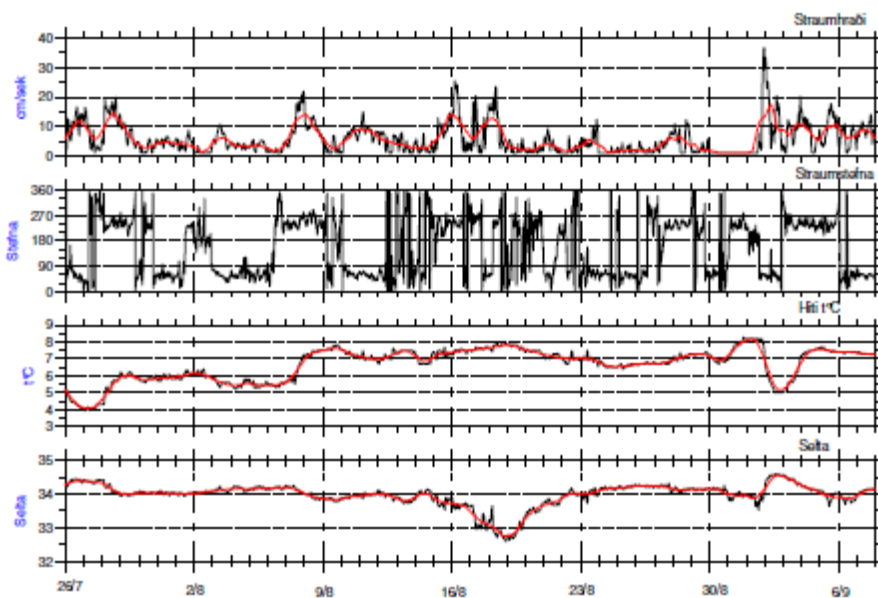
Meðalstraumur við botn á Sörlastaðavík var 4.07 cm/sek og stærsta klukkutíma meðaltal 17.1 cm/sek. Stærsta 10 mínútna gildið var 20.3 cm/sek. Aðalstraumstefna (23. mynd) sem var nánast alls ráðandi var 60° og voru 90% stefnugilda með austlæga stefnu. Segja má að straumurinn hafi verið nokkuð stöðugur og jafn.

Straumur var 65% tímans á bilinu 0 – 5 cm/sek (tafla 14) og þar af 25% undir 1.1 cm/sek. Á bilinu 5 – 10 cm/sek var hann 35% tímans og 3% á bilinu 10 – 25 cm/sek. Nokkur straumleysistímabil var að finna, 6 til 12 tíma löng, en þau voru fá miðað við að um mælingu við botn vara að ræða.

Framskreiður vektor var að meðaltali 3.6 cm/sek (24. mynd). Heildar tilfærsla var 3.11 km/ sólarhring. Dreifing lá mestöll til norðausturs (25. mynd).

### Lögn C - Selstaðavík – Yfirborðsstraumur.

Mæling á yfirborðsstraumi fór fram dagana 26. júlí til 8. september 2002. Mælisdýpi var 8 metrar og botndýpi 60 metrar. Staðsetning lagnarinnar var 65° 18'.28 N 13° 52'.01 V.

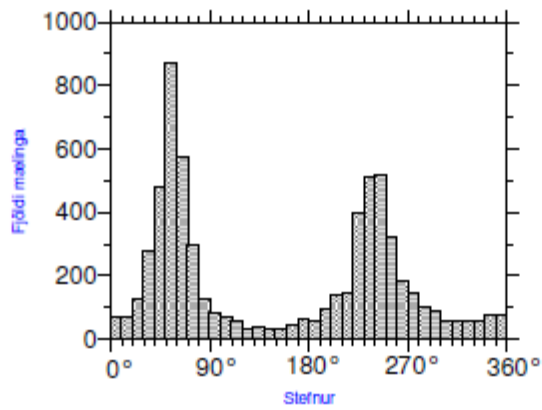


26. mynd. Straumhraði, straumstefna, hitastig og selta frá mælingu við yfirborð á Selstaðavík 26. júlí til 8. september 2002. Sléttuðu línurnar sýna 25 tíma keðjumeðaltöl.

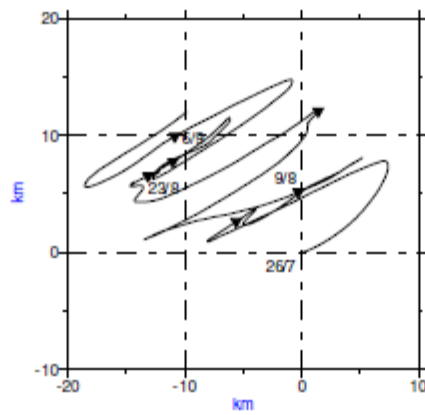
Tafla 15. 10 mínútna straumgildum skipt niður í 5 cm/sek flokka og 45°stefnugeira.

45°geirar	0- 45	45- 90	90-135	135-180	180-225	225-270	270-315	315-360	
V (cm/sek)									Samtals
40 - 45	0	1	0	0	0	0	0	0	1
35 - 40	0	6	0	0	0	0	0	0	6
30 - 35	0	12	0	0	0	0	0	0	12
25 - 30	0	15	0	0	0	6	0	0	21
20 - 25	2	20	0	0	0	64	8	0	94
15 - 20	11	82	0	0	18	178	3	0	292
10 - 15	45	210	0	0	31	356	40	0	682
5 - 10	186	767	39	2	121	480	68	25	1688
0 - 5	491	1054	223	196	416	716	310	278	3684
Samtals	735	2167	262	198	586	1800	429	303	6480

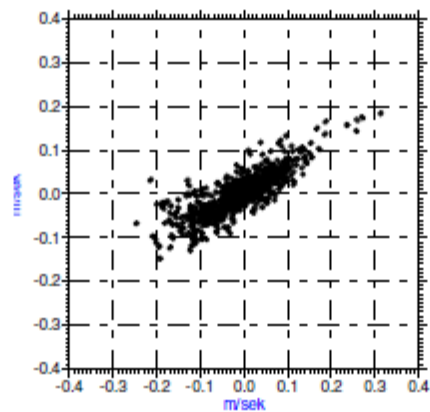




27. mynd. Tíðni  $10^\circ$  stefnugeira straums á 8 metra dýpi á lögn C.



28. mynd. Framskreiddur straumvektor fyrir 8 metra dýpi á lögn C.



29. mynd. Dreifing A-V og N-S straumvektora í 8 metra dýpi á lögn C.

Tafla 16. Tölfræðilegar upplýsingar úr mælingu á yfirborðstraumi á Selstaðavík 26. júl til 24. september 2002.

	Meðaltal	Hæsta gildi	Lægsta gildi	Staðal frávik
Straumhraði	5.77 cm/sek	36.4 cm/sek	1.1 cm/sek	5.063
Hiti °C	6.7°	8.2°	3.9°	0.953
Selta	33.98	34.60	32.60	0.336

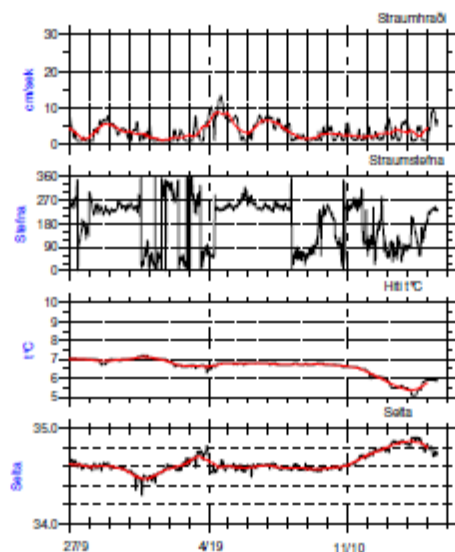
Meðalstraumur í yfirborði á Selstaðavíkinni mældist 5.77 cm/sek og hæsta klukkutíma meðaltal 36.4 cm/sek. Hæsta 10 mínútna meðaltalið var 42.1 cm/sek (Tafla 16). Aðalstraumstefnur voru tvær, 60° og 240°. Straumurinn hafði austurlæga stefnu 52% tímans en vestlæga stefnu í 48%.

Á 28. mynd sést að framskreiði straumvektorinn stefnir ýmist til NA eða SV. Þetta kemur einnig glögg fram á straumstefnunni á 27. mynd. Heildastraumurinn var til vesturs og var lífúll. Orsökkin fyrir þessu eru að sennilega myndast hvirfill á víkinni ýmist réttisælis eða rangsælis eftir því hver áttin er. Heildar dreifingin er í NA – SV læga stefnu (29. mynd).

Tafla 16. sýnir að 57% tímans var straumur á bilinu 0 – 5 cm/sek og þar af voru 4.6% < 1.1 cm/sek. Á bilinu 5 – 10 cm/sek var straumur 26% tímans, 17% á bilinu 10 – 45 cm/sek, og loks 2% >20 cm/sek. Að öðru jöfnu var ekki um marga eða langa straumleysis kafla að ræð en þó voru 63 klukkutímar 30. ágúst til 1. september þegar straumur var < 1.1 cm/sek.

### Lögn C - Selstaðavík – Dreiflstraumur.

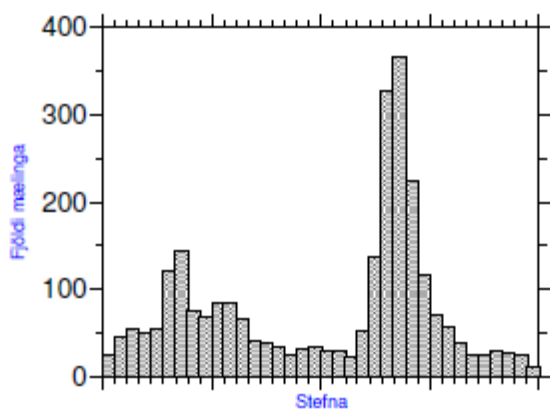
Vegna galla í lögn varð að endurtaka mælingu á dreiflstraumi og fór síðari mælingin fram 26. september til 15. október 2002. Mælisdýpi var 38 metrar og botndýpi 60 metrar.



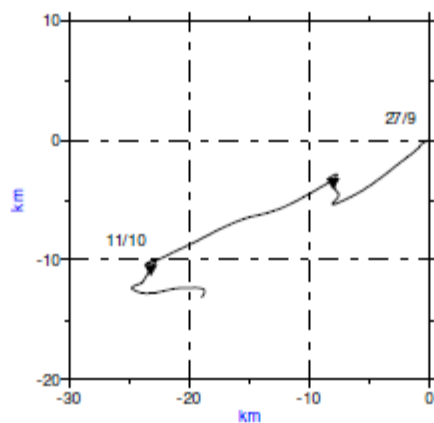
30. mynd. Straumhraði, straumstefna, hitastig og selta frá mælingu á dreiflstraumi á Selstaðavík frá 26. september til 15. október 2002. Sléttuðu línurnar sýna 25 tíma keðjumeðaltöl.

Tafla 17. 10 mínútna straumgildum skipti niður í 5 cm/sek flokka og 45° stefnugeira.

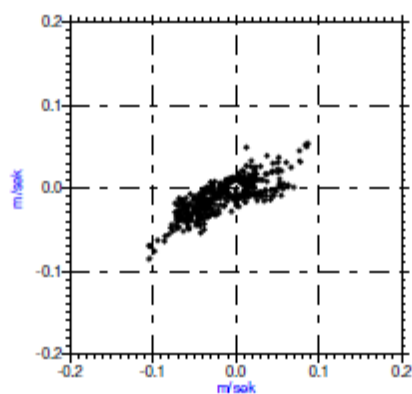
45°geirar	!	0-45	45-90	90-135	135-180	180-225	225-270	270-315	315-360	
V (cm/sek)	!									Santals
10 - 15	!	0	10	0	0	0	42	0	0	!
5 - 10	!	8	116	31	0	37	569	1	0	!
0 - 5	!	195	311	268	143	143	516	209	102	!
Santals	!	203	437	299	143	180	1127	210	102	!



31. mynd. Tíðni  $10^{\circ}$  stefnugeira straums á 38 metra dýpi á lögn C.



32. mynd Framskreiður straumvektor fyrir 38 metra dýpi á lögn C.



33. mynd. Dreifing A-V og N-S straumvektora á 38 metra dýpi á lögn C.

Tafla 18. Tölfræðilegar upplýsingar úr mælingu á dreifistraum á Selstaðavík 26. september til 15. október 2002.

	Meðaltal	Hæsta gildi	Lægsta gildi	Staðal frávik
Straumhraði	3.68 cm/sek	13.4 cm/sek	1.1 cm/sek	2.485
Hiti °C	6.6°	7.2°	5.1°	0.471
Selta	34.61	34.90	34.30	0.103

Mælingar á dreifistraumi á Selstaðavík fóru fram seinna en mælingar á yfirborðs- og botnstraumi og er því ekki unnt að bera þær beint saman. Mælitímabilið náði þó yfir bæði smástreymi og stórstreymi og gefur því raunsæa mynd af straumnum. Meðaltals straumur var 3.68 cm/sek. Hæsta klukkutímameðaltal var 13.4 cm/sek og hæsta 10 mínútna meðaltalið 13.6 cm/sek. Aðal straumstefnur voru tvær (31. mynd), 70° og hin var 240° sem var ráðandi því 60% straummælinganna höfðu vestlæga stefnu og aðeins 40% austlæga.

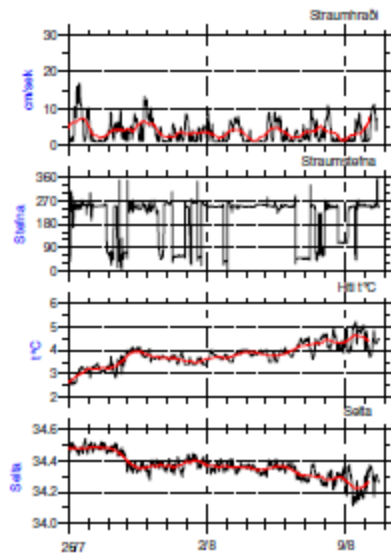
Straumurinn var 69.8% af tímans á bilinu 0 – 5 cm/sek (Tafla 18.) og þar af voru 22 % < 1.1 cm/sek, 28.2% voru á bilinu 5 – 10 cm/sek og einungis 2% á milli 10 – 15 cm/sek.

Framskreiður vektor (32. mynd) lá til suðvesturs og var að meðaltali 1.6 cm/sek. Það gerir um 0.576 km á sólarhring. Meiri hluti dreifingarinnar var í sömu stefnu (33. mynd).

Straumleysis gætti nokkrum sinnum í stuttan tíma og tvisvar í nokkrar klukkustundir. Í fyrra skiftið var það 27. og 29 september á smástreymi að straumlaust var í tvígang í 6 tíma. Seinna skiftið komu álíka kaflar dagana 1. til 3. október á stórstreymi.

### Lögn C - Selstaðavík – Botnstraumur.

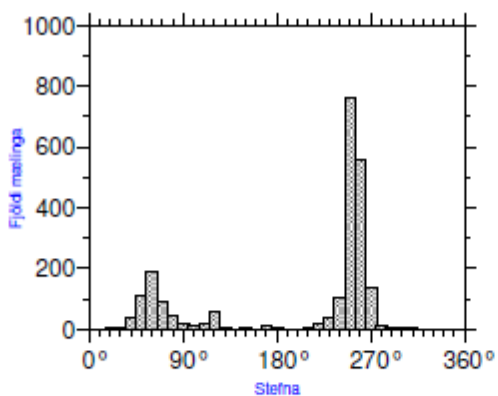
Mæling við botn fór fram á tímabilinu 26. júlí til 10. ágúst 2002. Mælisdýpi var 58 metrar og botndýpi 60 metrar.



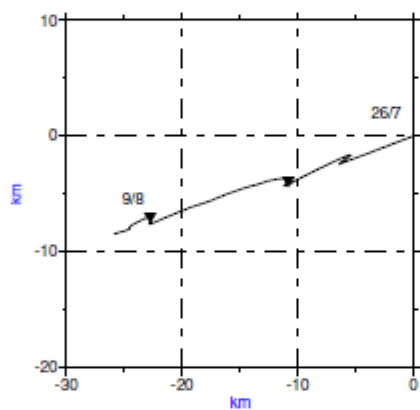
34. mynd. Straumhraði, straumstefna, hitastig og selta frá mælingu við botn á Selstaðavík 26. júlí til 8. september 2002. Sléttuðu línurnar sýna 25 tíma keðjumeðaltöl.

Tafla 19. 10 mínútna straumgildum skipt niður í 5 cm/sek flokka og 45°stefnugeira.

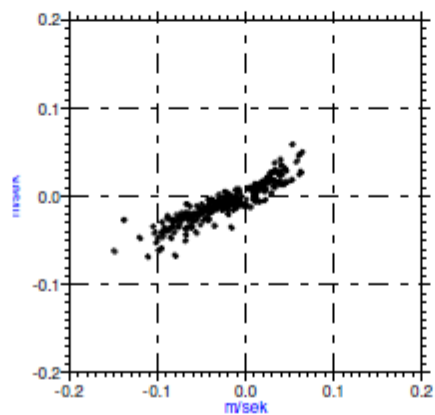
45°geirar	0-45	45-90	90-135	135-180	180-225	225-270	270-315	315-360	Samtals
V (cm/sek)	!								!
15 - 20	!	!	!	!	!	!	!	!	!
10 - 15	!	!	!	!	!	!	!	!	!
5 - 10	!	!	!	!	!	!	!	!	!
0 - 5	!	!	!	!	!	!	!	!	!
Samtals	!	!	!	!	!	!	!	!	!



35. mynd. Tíðni  $10^\circ$  stefnugeira straums á 58 metra dýpi á lögn C.



36. mynd. Framskreiður straumvektor fyrir 58 metra dýpi á lögn C.



37. mynd. Dreifing A-V og N-S straumvektora við botn á lögn C.

Tafla 20. Tölfræðilegar upplýsingar úr mælingu við botn á Selstaðavík 26. júlí til 24. ágúst 2002.

	Meðaltal	Hæsta gildi	Lægsta gildi	Staðal frávik
Straumhraði	3.6 cm/sek	16.2 cm/sek	1.1 cm/sek	2.877
Hiti °C	3.8°	5.2°	2.5°	0.511
Selta	34.37	34.53	34.13	0.077

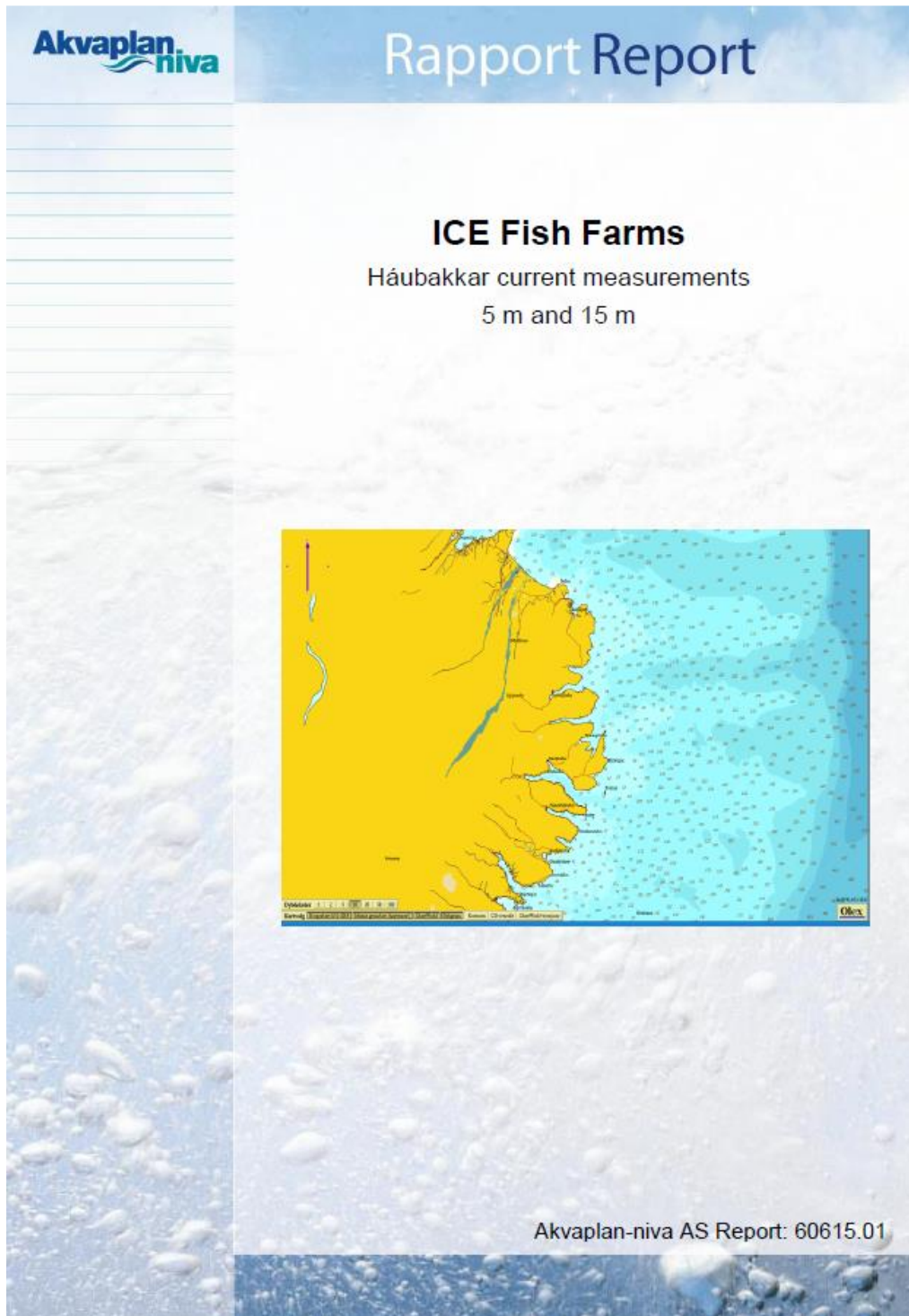
Meðalstraumur við botn á Selstaðavíkinni mældist 3.6 m/sek og hæsta klukkutíma-meðaltal var 16.2 cm/sek. Hæsta 10 mínútnameðaltal var 19.1 cm/sek. Aðalstraumstefnur voru tvær, 60° og 250°. Ekki er unnt að greina að straumurinn skifti um stefnu eftir sjávarföllum (34. mynd) heldur liggur straumurinn í annari hvorri straumstefnunni langtímum saman, jafnvel í nokkra daga og þá allt eins í gagnstæða átt við yfirborðsstrauminn.

Straumurinn var 72% tímans á bilinu 0 – 5 cm/sek og þar af voru 38% < 1.1 cm/sek. Hann var 24% tímans á milli 5 – 10 cm/sek og 4% milli 10 – 20 cm/sek. Eins og sjá má var nokkurt straumleysi en straumlausu bilin voru vel flest stutt (1 - 4 klst), það lengsta 11 klst.

Framskreiði vektorinn (36. mynd) hafði stefnu inn fjörðinn í vestsuðvestur og var meðalstærð hans 2.05 cm/sek eða 1.771 km á sólarhring.



Viðauki 4: Staðarstraumsmælingar við Háubakka og í Sörlastaðavík í september og október 2018



**Akvaplan-niva AS**

Consulting and research on the environments and aquaculture

Org.nr: NO 937 375 158 MVA




Fransenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no

Customer information			
Title:	Háubakkar current measurements		
Report number (s):	60615.01 (12+ attachments)	Locality name:	Háubakkar
Locality number:	New	Map coordinates:	65°16.690 N 13°59.533 W
County:	Austurland		
Contact:	Operations managers/contacts: Þórður Þórðarsson and Kjartan Sigurðsson		
Customer:	ICE Fish Farm		

Main results from the current measurements				
Depth (m)	Max speed (cm/s)	Mean speed (cm/s)	Main direction water transport (degrees)	Mean temperature (degrees °C)
5	33,7	7,5	255	7,1
15	23,8	6,3	255	7,1
Information about the report				
Instruments (out/in):	14.09.2018	26.10.2018	Date of report:	09.11.2018
Responsible for field work:	Snorri Gunnarsson	Signature:		
Writer of report:	Stine Hermansen	Signature:		
Quality control	Kristine Steffensen	Signature:		

© 2018 Akvaplan-niva AS. This report can only be copied as a whole. Copying extracts from the report (text paragraphs, figures, tables, conclusion, etc.) reproduction in any other way, is only allowed after written approval from Akvaplan-niva AS.

## Table of contents

1 INTRODUCTION .....	2
2 METHOD .....	3
2.1 Deployment and recovery of current instruments .....	3
2.2 Position and depth .....	3
2.3 Rig description.....	4
2.4 Current measurements .....	4
3 RESULTS .....	6
3.1 Current measurements .....	6
3.2 Tidal current .....	6
3.3 Wind generated current .....	8
3.4 Abrupt influence of the coastal current .....	9
3.5 Spring flood and snow and ice melting .....	10
3.6 Data quality .....	10
4 INSTRUMENT DESCRIPTION .....	11
5 BIBLIOGRAPHY .....	12
6 APPENDIX .....	13
6.1 Current measurements .....	13
6.1.1 At 5 meters depth.....	13
6.1.2 At 15 meters depth.....	18
6.2 Riggskjema .....	23

# 1 Introduction

---

Akvaplan-niva AS has on behalf of ICE Fish Farms performed current measurements on the locality Háubakkar, Austurland. The measurements are performed to fulfill the criteria from the application form *Aquaculture in floating farms (20.01.2012)* issued by the Norwegian Directorate of Fisheries (Fiskeridirektoratet). The measurements also fulfill the demands from the Norwegian standard *NS 9415:2009 – Requirements for site survey, risk analyses, design, dimensioning, production, installation and operation*. There were no installations in the area that could have affected the measurements.

The method is in according to *NS 9425 – Part 1: Current measurement at fixed points*.

Form regarding current measurements and the requirements used in accredited surveys:

Reference	Requirements	Status
NS 9415:2009 5.2.1	Measurement position is representative for the whole locality	Yes
NS 9415:2009 5.2.1	The position is assumed to be for the maximum current speed	Yes
NS 9415:2009 5.2.1	Recording of currents at minimum every 10th minute	Yes
NS 9415:2009 5.2.1	Time, speed and direction is recorded in the entire period	Yes
NS 9415:2009 5.2.3	The measurement period is min. 28 days (one lunar phase)	Yes
NYTEK	External influences that has affected the measurements	No
APN Procedures	Procedure for current instruments and –data has been followed	Yes

## 2 Method

---

### 2.1 Deployment and recovery of current instruments

The instruments were deployed and recovered by personnel from Akvaplan-niva AS.

### 2.2 Position and depth

Position, measurement depth and total depth are given in Table 1 and the placement of the current measurements in relation to the area is illustrated in Figure 1.

*Table 1 Measurement depth, position, total depth, measurement period and –intervall for the current measurements*

Measurement depth	5 meters	15 meters
Position	N65°16,690 W13°59,533	N65°16,690 W13°59,533
Position depth	47 meters	47 meters
Date measurement period	14.09.2018- 14.10.2018	14.09.2018- 14.10.2018
Nr. of days	30 days	30 days
Date deployment - recovery	14.09.2018- 26.10.2018	14.09.2018- 26.10.2018
Data disruptions	Yes	Yes
Measurement interval	10 min	10 min
Navigation system	gps	gps
Determination of depth	Olex	Olex



Figure 1 Placement of the current measurement rig in relation to the locality Háubakkar. The locality is marked with a red flag, and the weather station with a blue cross.

## 2.3 Rig description

The instruments were placed on a single rig at 5 and 15 meters depth (appendix 6.2).

## 2.4 Current measurements

The placement of the current measurements were considered to represent the entire locality. Akvaplan-niva AS performed quality control and graphic presentation of data. The instruments were placed on one single rig.

In order to distinguish the tide component of the current, a harmonic analysis of the flow was performed. The current speed was first averaged over half an hour to remove noise from the time series before the analysis was performed. The tidal estimate and the variance of tide compared with the variance of the total current is calculated from the period 14.09.2018-19.10.2018.

The results from the harmonic analysis were used to reproduce the tidal contribution in the measurement series using a tidal model (Codiga, 2011). The total flow is the mean over ½-hour before the variance ellipses are estimated, so the variance of the two components is estimated on the same basis. The variance ellipses show a standard deviation of the variance to a) all the measurements and b) the reproduced tide component. Explained variance is estimated from the correlation ( $r$ ) between total current and tide current, and are calculated from the following formula:

*Explained variance = [correlation coefficient(speed\_tide, speed\_total )]<sup>2</sup>.*

This gives an estimate of how much of the total variance can be explained by the estimated tide component. It is important to note that these ellipses are not a classic tidal ellipse but a variance ellipse of the tidal component to the current. Furthermore, the tide is estimated from a model and not actual measurements.

## 3 Results

---

### 3.1 Current measurements

The results from the current measurements at 5 meters depth reveals that the main current direction and mass transport of water are defined to the west (255 degrees). Average current speed is 7,5 cm/s. 0,1 % of measurements are > 30 cm/s, 3,8 % of measurements are > 20 cm/s, 25,7 % of measurements are > 10 cm/s, 53,9 % of measurements are between 10 and 3 cm/s, 17,0 % of measurements are between 3 and 1 cm/s and 3,3 % of measurements are < 1 cm/s.

The results from the current measurements at 15 meters depth reveals that the main current direction and mass transport of water are defined to the west (240-255 degrees). Average current speed is 6,3 cm/s. 0,6 % of measurements are > 20 cm/s, 15,9 % of measurements are > 10 cm/s, 60,7 % of measurements are between 10 and 3 cm/s, 19,6 % of measurements are between 3 and 1 cm/s and 3,8 % of measurements are < 1 cm/s.

Maximum current speed in the measurement period at 5 and 15 meters depths was 33,7 and 23,8 cm/s, respectively.

### 3.2 Tidal current

The current measurements performed at the locality indicate that the tidal component of the current is small in comparison with the residual current. Table 2 show the results from the variance analysis for 5 meters and 15 meters depth. Explained variance is a statistical number of how much of the total variance in the area can be explained from the tidal current.

The numbers in Table 2 are relatively small. The estimated tidal current contribution at 5 and 15 meters depths can explain 17,3 % and 9,8 % in E-W-direction respectively, and 13,8 % and 7,0 % in N-S-direction of the variance in in the total current.

Table 2 Explained variance for the tidal component of total variance in the current (percentage)

Current component dir.	Depth	
	5 meters	15 meters
East-West	17,3 %	9,8 %
North-South	13,8 %	7,0 %

The results in Table 2 are reflected in **Error! Reference source not found.**, where it can be seen that the tidal ellipse is relatively small compared with the ellipse of total current. This indicates that the tidal water is not a dominating factor for the currents in the area.



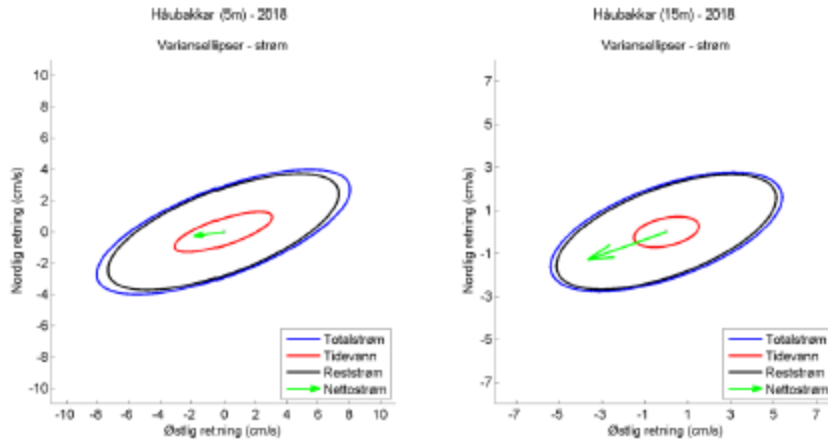


Figure 2. Variance ellipse for total current, tidal current and residual current at 5 and 15 meters. The ellipse shows the size of one standard deviation of the variance, both in direction and size. The blue curve shows the variance ellipse of the total flow and the red curve shows the variance ellipse of the tidal component. The black variance ellipse shows the residual current, ie the current that cannot be explained by the tide. The results are estimated from current data from the measurement period 14.09.2018-19.10.2018. The green arrow shows net current direction.

### 3.3 Wind generated current

Wind generated current will generally only be present at measurements at 5 meters depth or shallower, since the influence of wind declines with increasing depth. It is required to have strong wind from the same direction over a longer period of time to influence currents at 15 meters depth. This is seldom the case in coastal areas or fjords where fish farms are located. Data from monitoring station Dalatangi has been extracted from the Icelandic Weather Institute, Figure 3. The wind rose indicates that the highest wind speed is registered towards the south. Dalatangi is situated 19 km to the East of the Seyðisfjörður and will be more exposed of wind coming from the north, east and south. The fish farm location is situated in the innermost part of Seyðisfjörður and will be sheltered from winds from the north, south and west. Dalatangi is still considered to be a good indicator for the wind in the area due to the placement on the east coast and relatively short distance from the location.

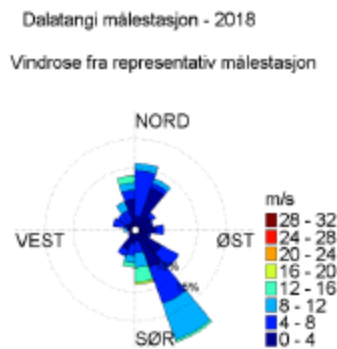


Figure 3 Wind rose for registrations at monitoring station Dalatangi during the measurement period. The figure illustrates the direction the wind is moving towards. The total length of of each color segment in each sector shows the distribution of wind speed in the corresponding sector.

During the period September-October there were three periods with wind above 15 m/s. In all these events the wind was directed from the north.

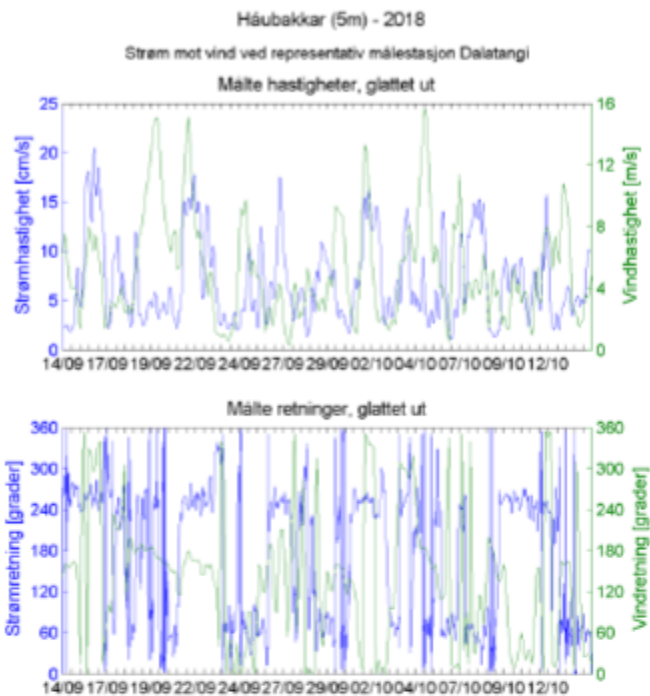


Figure 4 Normalized speed and direction for current/wind in the measurement period. The figure has been normalized (smoothed) to increase the readability. Wind and current directions are plotted so that they can be directly compared. Wind and current are going towards the specified directions.

It can be seen from Figure 4 that the high current speed often coincides with high wind speed. Furthermore, in these periods both the wind and the current directions were stable. The locality is somewhat sheltered from the north, where the highest wind speed was directed from. By considering the results assessment of the monitoring station's location compared to the locality, indicates that wind has had an effect on the currents in the area in the measurement period.

### 3.4 Abrupt influence of the coastal current

The measurement at 5 meters depth shows a steady reduction in temperature from just below 8 °C in the middle of September to just above 6 °C in the middle of October. There is a small drop in temperature between the 11<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> of October. The winds were coming from the south-southwest which would result in an increased current directed out of the fjord in the surface. This might have brought colder water from other places in the fjord or colder surface water downwards in the water column, thereby the decrease in temperature. The temperature at 15 meters depth also show a steady decrease in temperature from just below 8 °C in the beginning of the period to just above 6 °C in the end of the measurement period. The Icelandic Coastal Current is flowing clock wards around Iceland. This is a relatively fresh current

resulting from runoff from land. The current is heated by solar radiation in the summer and might reach temperatures higher than the ambient water masses. The decrease in temperature can therefore be explained by shorter days and a decrease in air temperature during the period. Abrupt influence of the coastal current can be seen as a sudden change in temperature, direction and/or speed. There is nothing in the results indicating that there has been any abrupt influence of from this current during the measurement period.

### 3.5 Spring flood and snow and ice melting

The measurements were performed in the period September-October, a period where snow and ice melting do not occur. There are rivers in the area which would result in some freshwater runoff, but there are no indications that this influenced the results.

### 3.6 Data quality

The results are analyzed in an in-house software, AdFontes. The current data are processed so that all data points that are exceeding fixed criteria from the instrument manufacturer together with all data points that are recorded 2 meters from the surface of the water (instrument not deployed) are removed from the data series. Quality control is performed by visual inspection in AdFontes. The removed data are logged and stored at Akvaplan-niva AS.

The presented results are directly from recorded data. There are no reduction of noise or data compression. The tidal currents are filtered with ½-hour interval.

Calibration of instruments are performed in according with recommendations from the manufacturers. History of calibration is stored at Akvaplan-niva AS.

## 4 Instrument description

---

The current measurements were performed by Seaguard point doppler from Aanderaa. Instrument description is given in Table 3.

*Table 3 Instrument description*

Measurement depth	5 m	15 m
Producer	Aanderaa	Aanderaa
Model	Seaguard 4420	Seaguard 4420
Measurement technology	Point doppler	Point doppler
Serial nr.	1891	1832
Accuracy	± 1 %	± 1 %
Resolution	0,1 mm/s	0,1 mm/s
Range	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s
Mean period duration	2,5 min	2,5 min
Raw measurements pr. aggregated data value	4	4
Modification	None	None
Calibration	APN-log	APN-log
Instrument log	APN-log	APN-log

## 5 Bibliography

---

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

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

NS 9415: 2009. Marine fish farms - Requirements for site survey, risk analyses, design, dimensioning, production, installation and operation

NS 9425-1. 1999. Oceanography - Part 1: Current measurement at fixed points.

## 6 Appendix

### 6.1 Current measurements

#### 6.1.1 At 5 meters depth

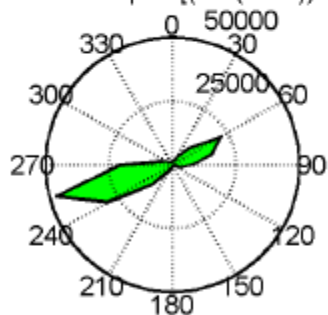
Summary Háubakkar 5 meters depth

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	33.7	7.9
Min	0.1	5.7
Gj.snitt	7.5	7.1
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0	
% av målinger > 30 cm/s	0.1	
% av målinger > 20 cm/s	3.8	
% av målinger > 10 cm/s	25.7	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	53.9	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	17	
% av målinger < 1 cm/s	3.3	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	18.7	
Residual strøm	2.1	
Residual retning	262	
Varians	29.2	0.3
Standardavvik	5.4	0.6
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.28	

:

Háubakkar (5m) - 2018

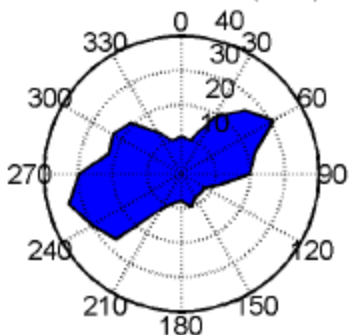
Total vanntransport  $[(m^3)/(m^2*s))*døgn]$



Total water transport

Háubakkar (5m) - 2018

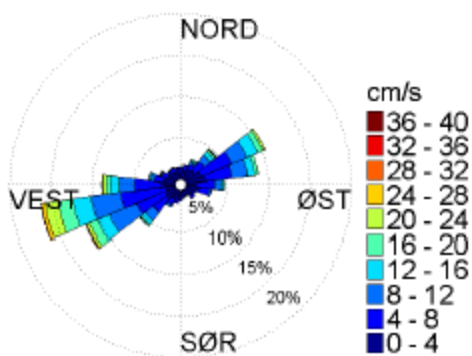
Maksimumsstrøm (cm/s)



*Maximum speed*

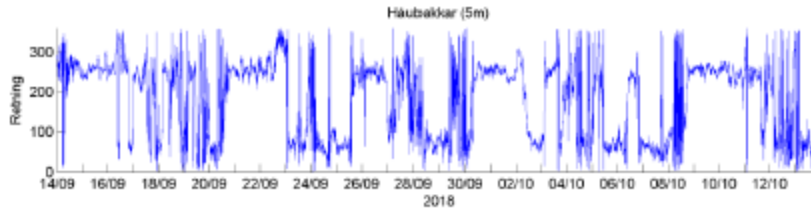
Háubakkar (5m) - 2018

Strømrose

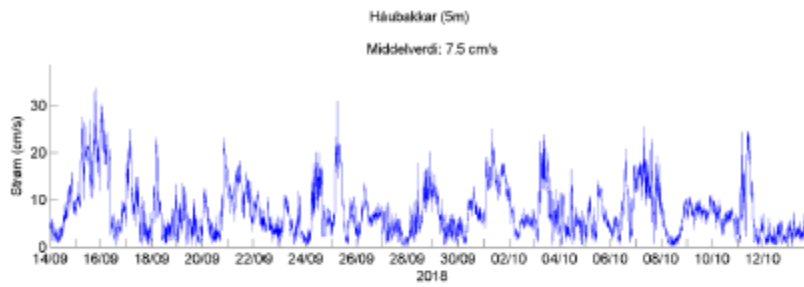


*Current speed and direction distribution. The total length of each sector illustrates the number of measurements (%) in the respective direction during the measurement period. The length of each color segment in each sector illustrates the relative distribution of measurements with corresponding current speed in each sector.*





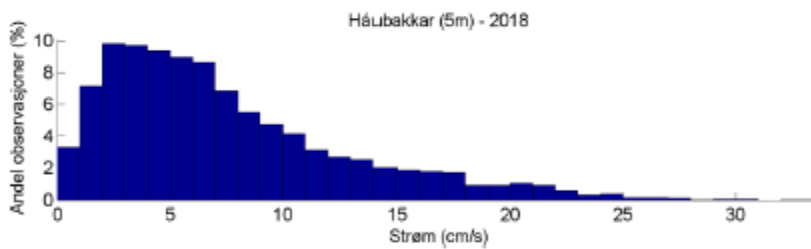
*Direction vs. time*



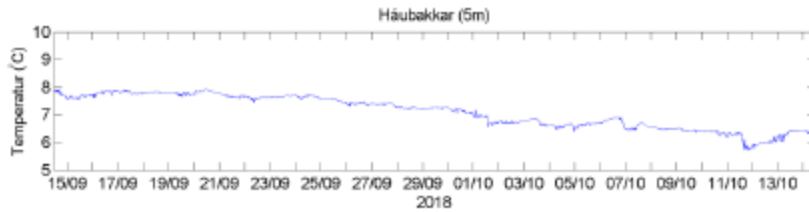
*Current speed (time series)*



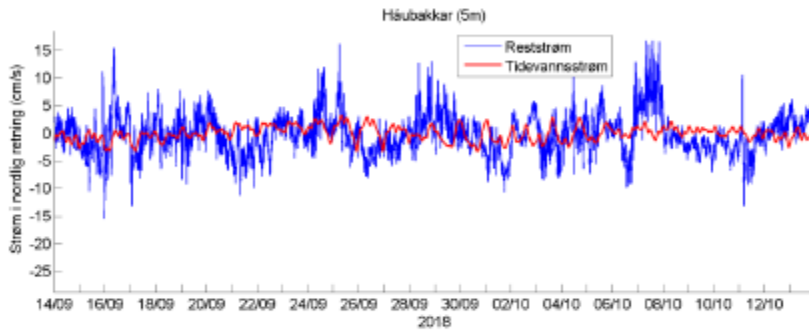
*Directional histogram*



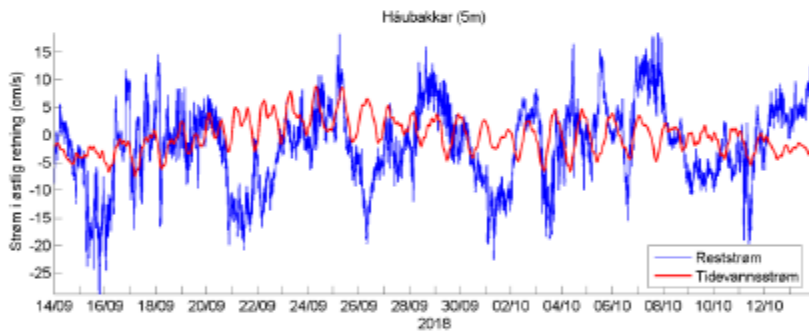
*Current speed histogram*



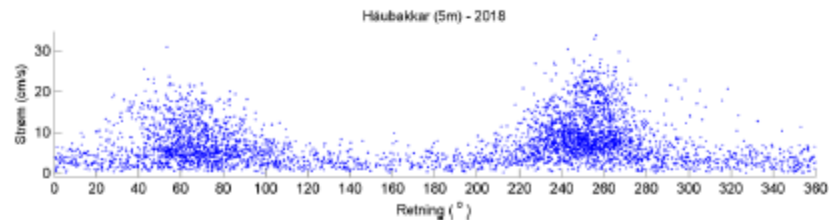
Temperature



Estimated tidal current in north/south direction at 5 meters depth. Negative values indicates current towards south. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Estimated tidal current in east/west direction at 5 meters depth. Negative values indicates current towards west. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Scatterplott for speed vs. direction.

Table that presents number of measurements, maximum speed, total water transport and daily water transport in the different sectors.

Retning	Antall málíngir (N)	Maks. stróm (cm/s)	Total vanntíransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Vanntíransport per dæg (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	63	11.4	1229.7	41
7.5 - 22.4	77	10.4	1786.7	59.6
22.5 - 37.4	117	19.3	4020.4	134
37.5 - 52.4	209	25.6	9542.7	318.2
52.5 - 67.4	447	31	22181.5	739.6
67.5 - 82.4	377	21.9	16128.1	537.7
82.5 - 97.4	206	20	7986.9	266.3
97.5 - 112.4	136	12.3	3626.5	120.9
112.5 - 127.4	57	7.8	1030.3	34.4
127.5 - 142.4	62	8.2	1157.7	38.6
142.5 - 157.4	37	7.9	530.5	17.7
157.5 - 172.4	40	9.8	705	23.5
172.5 - 187.4	51	7.9	943.9	31.5
187.5 - 202.4	68	9.1	1222.3	40.8
202.5 - 217.4	97	11.5	2667	88.9
217.5 - 232.4	242	26.8	10626.4	354.3
232.5 - 247.4	508	30.3	29637.3	988.1
247.5 - 262.4	710	33.7	47501.8	1583.8
262.5 - 277.4	385	29.7	20591.4	686.5
277.5 - 292.4	140	21.5	4767	158.9
292.5 - 307.4	93	22.7	3002.7	100.1
307.5 - 322.4	66	20.6	1484.9	49.5
322.5 - 337.4	69	14.1	1592	53.1
337.5 - 352.4	63	10.3	1101.4	36.7

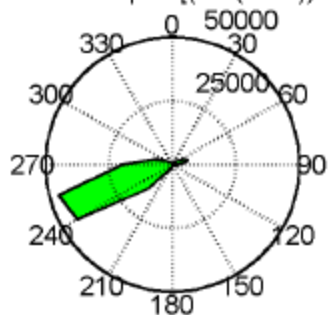
## 6.1.2 At 15 meters depth

Summary Háubakkar, 15 meters depth

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	23.8	7.9
Min	0.1	6.3
Gj.snitt	6.3	7.1
% av málíngler > 60 cm/s	0	
% av málíngler > 50 cm/s	0	
% av málíngler > 40 cm/s	0	
% av málíngler > 30 cm/s	0	
% av málíngler > 20 cm/s	0.6	
% av málíngler > 10 cm/s	15.9	
% av málíngler < 10 > 3 cm/s	60.7	
% av málíngler < 3 > 1 cm/s	19.6	
% av málíngler < 1 cm/s	3.8	
95-prosentil (95 % av málíngene er lavere enn denne verdien)	14.3	
Residual stróm	4.3	
Residual retning	251	
Varians	16.3	0.3
Standardavvik	4	0.5
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.68	

Háubakkar (15m) - 2018

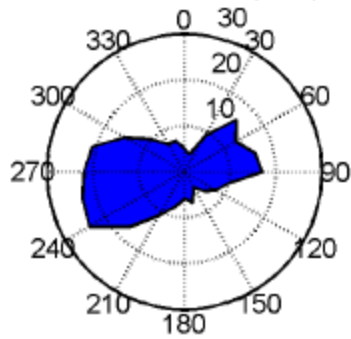
Total vanntransport  $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



Total water transport

Háubakkar (15m) - 2018

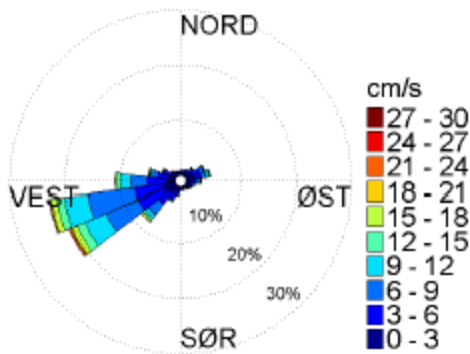
Maksimumsstrøm (cm/s)



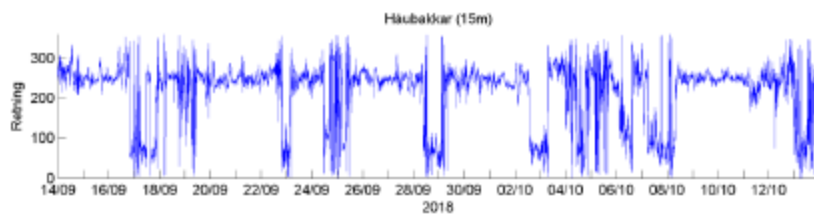
*Maximum speed*

Háubakkar (15m) - 2018

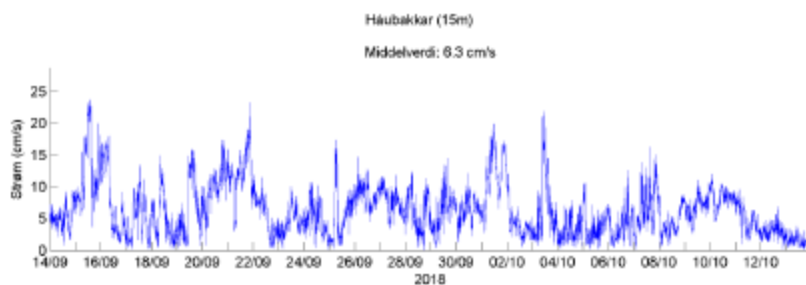
Strømrose



*Current speed and direction distribution. The total length of each sector illustrates the number of measurements (%) in the respective direction during the measurement period. The length of each color segment in each sector illustrates the relative distribution of measurements with corresponding current speed in each sector.*



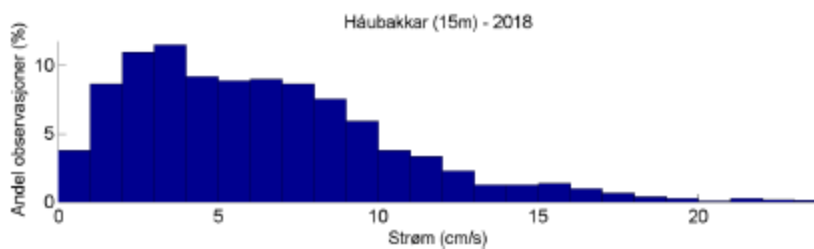
*Direction vs. time*



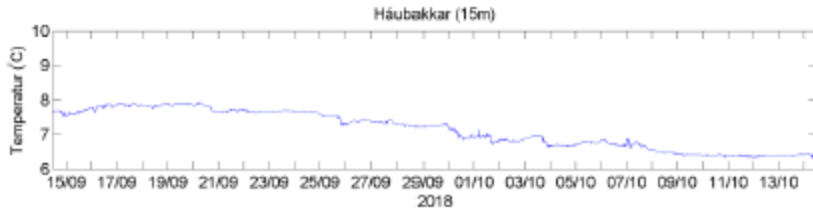
*Current speed (time series)*



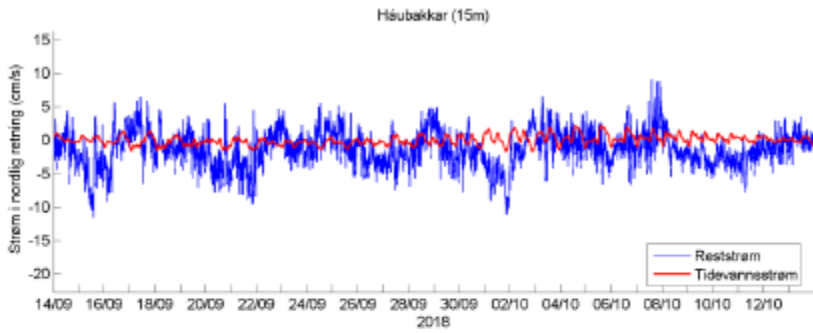
*Directional histogram*



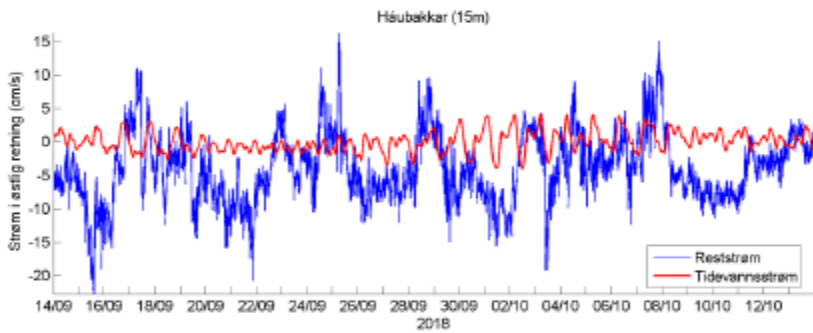
*Current speed histogram*



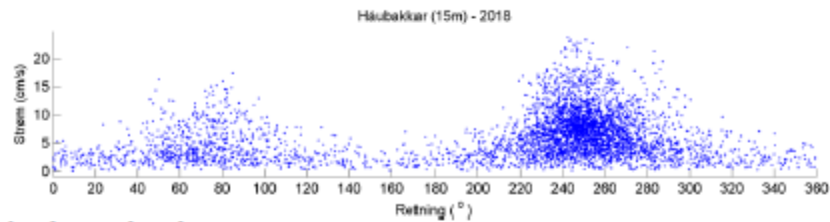
Temperature



Estimated tidal current in north/south direction at 15 meters depth. Negative values indicates current towards south. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Estimated tidal current in east/west direction at 15 meters depth. Negative values indicates current towards west. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



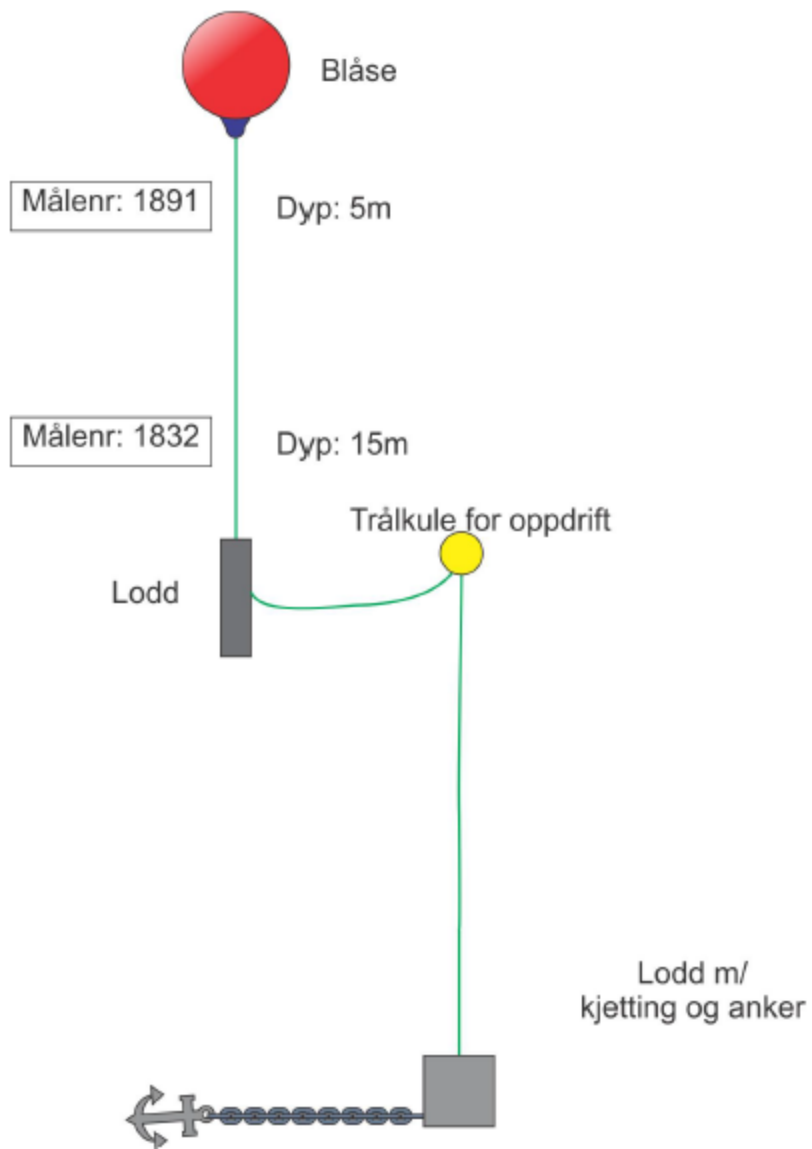
Scatterplott for speed vs. direction.

Table that presents number of measurements, maximum speed, total water transport and daily water transport in the different sectors.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Vanntransport per døgn (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	40	5.4	609.8	20.3
7.5 - 22.4	44	4.5	587.6	19.6
22.5 - 37.4	56	8.8	996.6	33.2
37.5 - 52.4	86	16.3	2153.8	71.8
52.5 - 67.4	162	12.5	4338.7	144.7
67.5 - 82.4	195	16	6603.7	220.2
82.5 - 97.4	120	17.4	3450.5	115
97.5 - 112.4	70	9.6	1757.9	58.6
112.5 - 127.4	50	7.9	812.3	27.1
127.5 - 142.4	40	6.4	614.2	20.5
142.5 - 157.4	21	4.4	279.6	9.3
157.5 - 172.4	32	7	386.2	12.9
172.5 - 187.4	32	6.2	528.1	17.6
187.5 - 202.4	71	7.5	1299.5	43.3
202.5 - 217.4	119	11.2	2779.8	92.7
217.5 - 232.4	347	17.2	13486.8	449.7
232.5 - 247.4	902	23.8	43339.1	1445
247.5 - 262.4	993	23.4	46555.1	1552.2
262.5 - 277.4	475	21.9	19791.6	659.9
277.5 - 292.4	215	21.3	7301	243.4
292.5 - 307.4	118	14.5	3076.9	102.6
307.5 - 322.4	59	9.6	1158.1	38.6
322.5 - 337.4	42	7.1	669.8	22.3
337.5 - 352.4	30	6.7	422.2	14.1



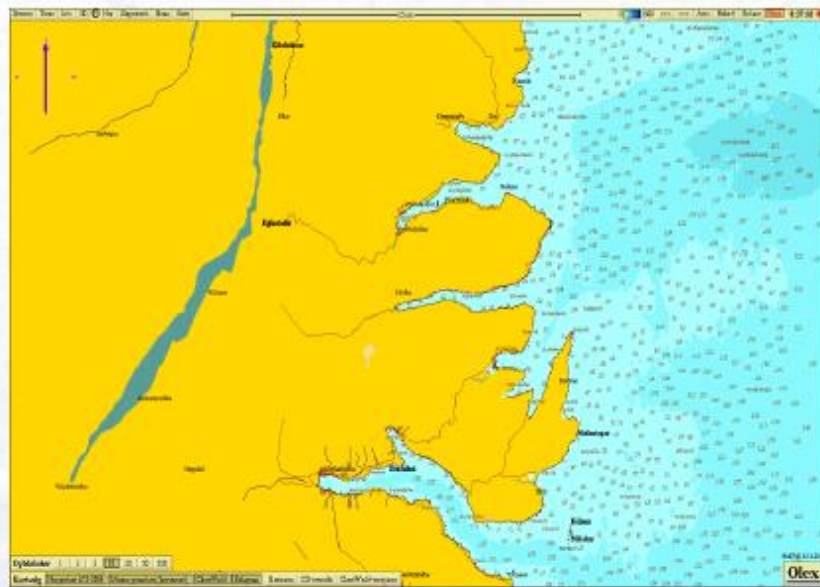
## 6.2 Riggskjema



## ICE Fish Farm



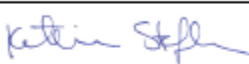
Sörlastaðavík current measurements

5 m and 15 m



Akvaplan-niva AS Report: 60615.02

Customer information			
Title:	Current measurements Sörlastaðavík		
Report number (s):	60615.02	Locality name:	Sörlastaðavík
Locality number:	New	Map coordinates:	65°17.066 N 13°53.974 W
County:	Austurland		
Contact:	Operations managers/contacts: Þórður Þórðarsson and Kjartan Sigurðsson		
Customer:	ICE Fish Farm		

Main results from the current measurements				
Depth (m)	Max speed (cm/s)	Mean speed (cm/s)	Main direction water transport (degrees)	Mean temperature (degrees °C)
5	37,0	8,3	75	7,1
15	23,8	5,0	75	7,2
Information about the report				
Instruments (out/in):	14.09.2018	26.10.2018	Date of report:	09.11.2018
Responsible for field work:	Snorri Gunnarsson	Signature:		
Writer of report:	Stine Hermansen	Signature:		
Quality control	Kristine Steffensen	Signature:		

© 2018 Akvaplan-niva AS. This report can only be copied as a whole. Copying extracts from the report (text paragraphs, figures, tables, conclusion, etc.) reproduction in any other way, is only allowed after written approval from Akvaplan-niva AS.

## Table of contents

1 INTRODUCTION .....	2
2 METHOD .....	3
2.1 Deployment and recovery of current instruments .....	3
2.2 Position and depth .....	3
2.3 Rig description .....	4
2.4 Current measurements .....	4
3 RESULTS .....	6
3.1 Current measurements .....	6
3.2 Tidal current .....	6
3.3 Wind generated current .....	8
3.4 Abrupt influence of the coastal current .....	9
3.5 Spring flood and snow and ice melting .....	10
3.6 Data quality .....	10
4 INSTRUMENT DESCRIPTION .....	11
5 BIBLIOGRAPHY .....	12
6 APPENDIX .....	13
6.1 Current measurements .....	13
6.1.1 At 5 meters depth .....	13
6.1.2 At 15 meters depth .....	18
6.2 Riggskjema .....	23

# 1 Introduction

---

Akvaplan-niva AS has on behalf of ICE Fish Farm performed current measurements on the locality Sörlastaðavík in Austurland, Iceland. The measurements are performed to fulfill the criteria from the application form *Aquaculture in floating farms (20.01.2012)* issued by the Norwegian Directorate of Fisheries (Fiskeridirektoratet). The measurements also fulfill the demands from the Norwegian standard *NS 9415:2009 – Requirements for site survey, risk analyses, design, dimensioning, production, installation and operation*. There were no installations in the area that could have affected the current measurements.

The method is in according to *NS 9425 – Part 1: Current measurement at fixed points*.

Form used for current measurements in accredited work:

Reference	Requirements	Status
NS 9415:2009 5.2.1	Measurement position is representative for the whole locality	Yes
NS 9415:2009 5.2.1	The position is assumed to be for the maximum current speed	Yes
NS 9415:2009 5.2.1	Recording of currents at minimum every 10th minute	Yes
NS 9415:2009 5.2.1	Time, speed and direction is recorded in the entire period	Yes
NS 9415:2009 5.2.3	The measurement period is min. 28 days (one lunar phase)	Yes
NYTEK	External influences that has affected the measurements	No
APN Procedures	Procedure for current instruments and –data has been followed	Yes

## 2 Method

---

### 2.1 Deployment and recovery of current instruments

The instruments were deployed and recovered by personnel from Akvaplan-niva AS.

### 2.2 Position and depth

Position, measurement depth and total depths are given in Table 1 and the placement of the current measurement in relation to the area is illustrated in Figure 1.

*Table 1 Measurement depth, position, total depth, measurement period and –intervall for the current measurements*

Measurement depth	5 meters	15 meters
Position	N65°17,066 W13°53,974	N65°17,066 W13°53,974
Position depth	68 meters	68 meters
Date measurement period	14.09.2018- 14.10.2018	14.09.2018- 14.10.2018
Nr. of days	30 days	30 days
Date deployment - recovery	14.09.2018- 26.10.2018	14.09.2018- 26.10.2018
Data disruptions	Yes	Yes
Measurement interval	10 min	10 min
Navigation system	gps	gps
Determination of depth	Olex	Olex

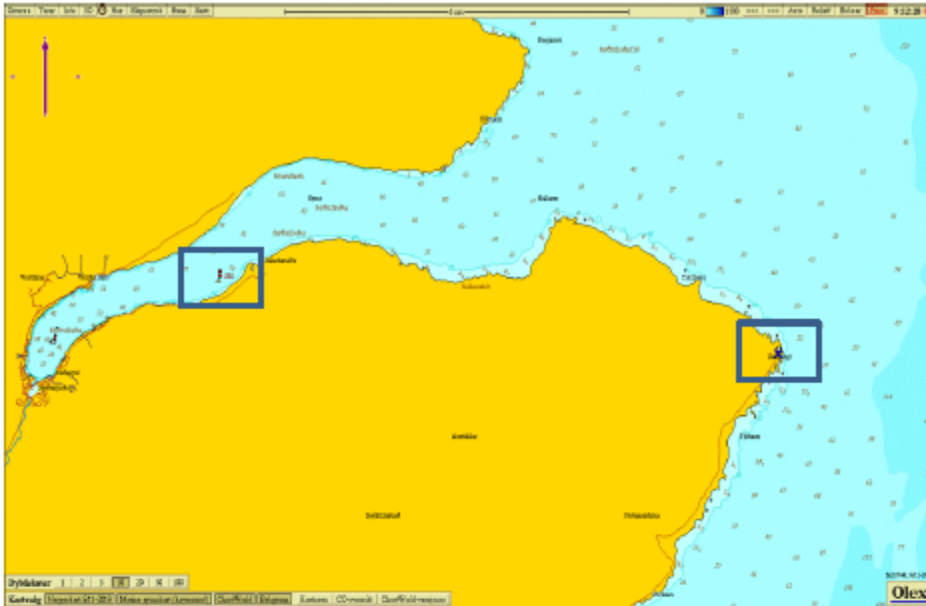


Figure 1 Placement of the current measurement rig in relation to the locality Sörlastaðavík. The current measurement is marked with a red flag, and the position of the weather station is marked with a blue cross.

## 2.3 Rig description

The instruments were placed on one single rig at 5 and 15 meters depth (appendix 6.2).

## 2.4 Current measurements

The placement of the current measurements were considered to represent the entire locality. Akvaplan-niva AS performed quality control and graphic presentation of data. The instruments were placed on one single rig.

In order to distinguish the tide component of the current, a harmonic analysis of the flow was performed. The current speed was first averaged over half an hour to remove noise from the time series before the analysis was performed. The tidal estimate and the variance of tide compared with the variance of the total current is calculated from the period 14.09.2018-19.10.2018.

The results from the harmonic analysis were used to reproduce the tidal contribution in the measurement series using a tidal model (Codiga, 2011). The total flow is the mean over ½-hour before the variance ellipses are estimated, so the variance of the two components is estimated on the same basis. The variance ellipses show a standard deviation of the variance to a) all the measurements and b) the reproduced tide component. Explained variance is estimated from the correlation ( $r$ ) between total current and tide current, and are calculated from the following formula:

*Explained variance = [correlation coefficient(speed\_tide, speed\_total)]<sup>2</sup>.*

This gives an estimate of how much of the total variance can be explained by the estimated tide component. It is important to note that these ellipses are not a classic tidal ellipse but a variance ellipse of the tidal component to the current. Furthermore, the tide is estimated from a model and not actual measurements.



## 3 Results

---

### 3.1 Current measurements

The results from the current measurements at 5 meters depth reveals that the main current direction and mass transport of water are defined to the east (75 degrees). Average current speed is 8,3 cm/s. 0,9 % of measurements are > 30 cm/s, 7,2 % of measurements are > 20 cm/s, 31,1 % of measurements are > 10 cm/s, 47,8 % of measurements are between 10 and 3 cm/s, 17,7 % of measurements are between 3 and 1 cm/s and 3,4 % of measurements are < 1 cm/s.

The results from the current measurements at 15 meters depth reveals that the main current direction and mass transport of water are defined to the east (75 degrees). Average current speed is 5,0 cm/s. 0,7 % of measurements are > 20 cm/s, 12,2 % of measurements are > 10 cm/s, 48,5 % of measurements are between 10 and 3 cm/s, 33,1 % of measurements are between 3 and 1 cm/s and 6,2 % of measurements are < 1 cm/s.

Maximum current speed in the measurement period at 5 and 15 meter depth was 37,0 and 23,8 cm/s, respectively.

### 3.2 Tidal current

The current measurements performed at the locality indicate that the tidal component of the current is small in comparison with the residual current. Table 2 show the results from the variance analysis for 5 meters and 15 meters depth. Explained variance is a statistical number of how much of the total variance in the area can be explained from the tidal current.

The numbers in Table 2 are relatively small. The estimated tidal current contribution at 5 and 15 meters depth can explain 14,2 % and 15,8 % in E-W-direction respectively, and 7,7 % and 14,4 % in N-S-direction of the variance in in the total current.

Table 2 Explained variance for the tidal component of total variance in the current (percentage)

Current component dir.	Depth	
	5 meters	15 meters
East-West	14,2 %	15,8 %
North-South	7,7 %	14,4 %

The results in Table 2 are reflected in Error! Reference source not found., where it can be seen that the tidal ellipse is relatively small compared with the ellipse of total current. This indicates that the tidal water is not a dominating factor for the currents in the area.

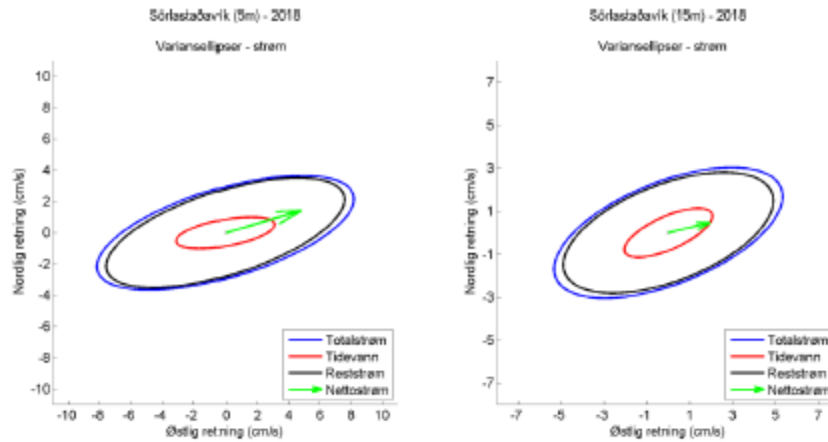


Figure 2. Variance ellipse for total current, tidal current and residual current at 5 and 15 meter. The ellipse shows the size of one standard deviation of the variance, both in direction and size. The blue curve shows the variance ellipse of the total flow and the red curve shows the variance ellipse of the tidal component. The black variance ellipse shows the residual current, ie. the current that cannot be explained by the tide. The results are estimated from current data from the measurement period 14.09.2018-19.10.2018. The green arrow shows net current direction.

### 3.3 Wind generated current

Wind generated current will generally only be present at measurements at 5 meters depth or shallower, since the influence of wind declines with increasing depth. It is required to have strong wind from the same direction over a longer period of time to influence currents at 15 meters depth. This is seldom the case in coastal areas or fjords where fish farms are located. Data from monitoring station Dalatangi has been extracted from the Icelandic Met Office, Figure 3. The wind rose indicates that the highest wind speed is registered towards south. Dalatangi is situated 15 km to the east of Sörlastaðavík and will be slightly more exposed of wind coming from the south, north and east. The fish farm location is situated in the middle of Seyðisfjörður on the south side. The location will be sheltered from winds from the north, south and east. Dalatangi is still considered to be a good indicator for the wind in the area due to the placement on the east coast and relatively short distance from the location.

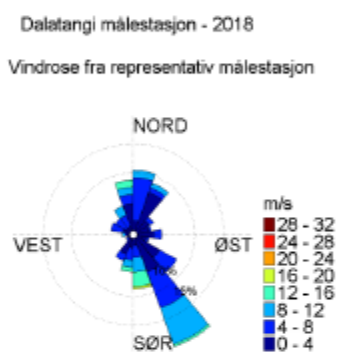


Figure 3. Wind rose for registrations at monitoring station bla bla during the measurement period. The figure illustrates the direction the wind is moving towards. The total length of each sector indicates the number of registrations (%) in the relevant direction. The length of each color segment in each sector shows the distribution of wind speed in the corresponding sector.

During the period September-October there were three periods with wind above 15 m/s. In all these events the wind was directed from the north.

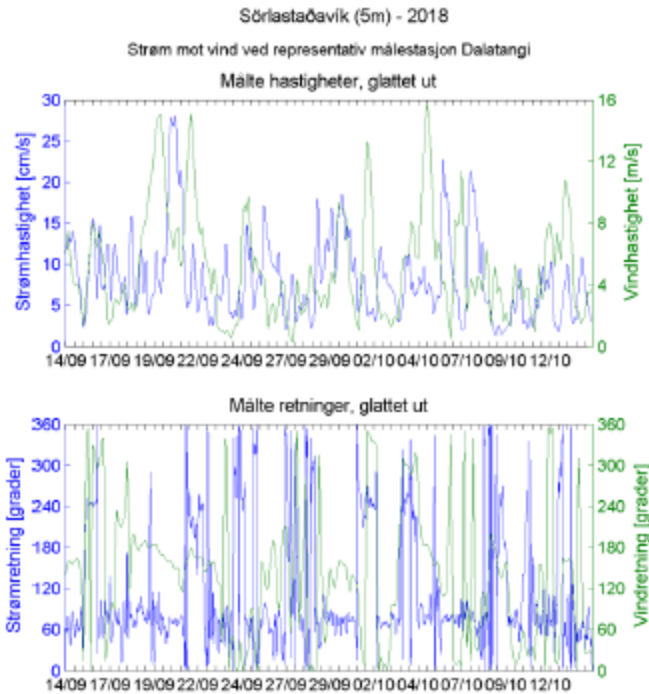


Figure 4. Normalized speed and direction for current /wind in the measurement period. The figure has been normalized(smoothed) to increase the redability. Wind and current directions are plotted so that they can be directly compared. Wind and current are going towards the specific directions.

From Figure 4 is can be seen that the high current speed often coincides with high wind speed. Furthermore, in these periods both the wind and the current directions were stable. The results indicate that the wind has an effect on the currents in the area in the measurement period.

### 3.4 Abrupt influence of the coastal current

The coastal current is located in the deeper parts of the water column, and is rarely shown at depths up to 15 meters. Abrupt influence of the coastal current can be seen as a sudden change in temperature, direction and/or speed. The measurement at 5 meters depth shows a steady reduction in temperature from just below 8 °C in the beginning of the period to 6,5 °C in the end of the period. The temperature at 15 meters depth also show a steady decrease in temperature from just below 8 °C in the middle of September to just above 6 °C in the middle of October. The Icelandic Coastal Current is flowing clock wards around Iceland. This is a relatively fresh current resulting from runoff from land. The current is heated by solar radiation in the summer and might reach temperatures higher than the ambient water masses. The decrease in temperature can therefore be explained by shorter days and a decrease in air temperature during the period. The current seems to follow the topography of the fjord and flow with land on its right hand side. Abrupt influence of the coastal current can be seen as a sudden change in temperature, direction and/or speed. There is nothing in the results indicating that there has been any abrupt influence from this current during the measurement period.

### 3.5 Spring flood and snow and ice melting

The measurements were performed in the period September-October, a period where snow and ice melting do not occur. There are rivers in the area which would result in some freshwater runoff, but there are no indications that this influenced the results.

### 3.6 Data quality

The results are analyzed in an in-house software, AdFontes. The current data are processed so that all data points that are exceeding fixed criteria from the instrument manufacturer together with all data points that are recorded 2 meters from the surface of the water (instrument not deployed) are removed from the data series. Quality control is performed by visual inspection in AdFontes. The removed data are logged and stored at Akvaplan-niva AS.

The presented results are directly from recorded data. There are no reduction of noise or data compression. The tidal currents are filtered with ½-hour interval.

Calibration of instruments are performed in according with recommendations from the manufacturers. History of calibration is stored at Akvaplan-niva AS.

## 4 Instrument description

---

The current measurements were performed by Seaguard point doppler from Aanderaa. Instrument description is given in Table 3.

*Table 3 Instrument description*

Measurement depth	5 m	15 m
Producer	Aanderaa	Aanderaa
Model	Seaguard 4420	Seaguard 4420
Measurement technology	Point doppler	Point doppler
Serial nr.	1871	1872
Accuracy	± 1 %	± 1 %
Resolution	0,1 mm/s	0,1 mm/s
Range	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s
Mean period duration	2,5 min	2,5 min
Raw measurements pr. aggregated data value	4	4
Modification	None	None
Calibration	APN-log	APN-log
Instrument log	APN-log	APN-log

## 5 Bibliography

---

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

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

NS 9415:2009. Marine fish farms - Requirements for site survey, risk analyses, design, dimensioning, production, installation and operation

NS 9425-1. 1999. Oceanography - Part 1: Current measurement at fixed points.

## 6 Appendix

### 6.1 Current measurements

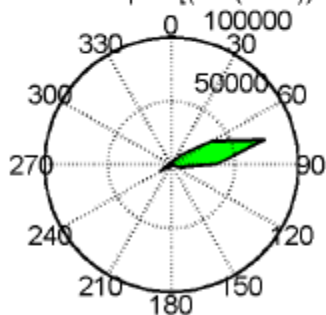
#### 6.1.1 At 5 meters depth

*Summary Sörlastaðavík, 5 meters depth*

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	37	8
Min	0.1	5.9
Gj.snitt	8.3	7.1
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0	
% av målinger > 30 cm/s	0.9	
% av målinger > 20 cm/s	7.2	
% av målinger > 10 cm/s	31.1	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	47.8	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	17.7	
% av målinger < 1 cm/s	3.4	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	22.4	
Residual strøm	5.6	
Residual retning	74	
Varians	43.2	0.3
Standardavvik	6.6	0.6
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.68	

Sörlastaðavík (5m) - 2018

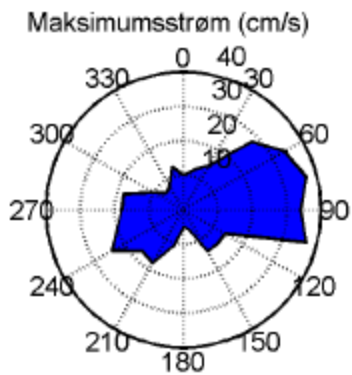
Total vanntransport [(m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>\*s))\*døgn]



*Total water transport*



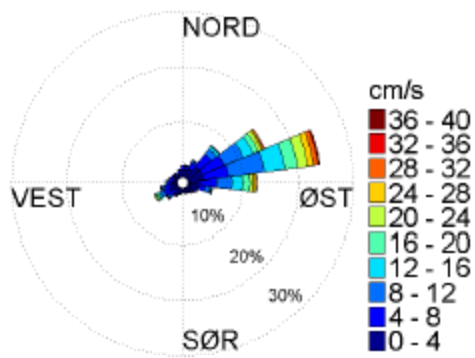
Sörlastaðavík (5m) - 2018



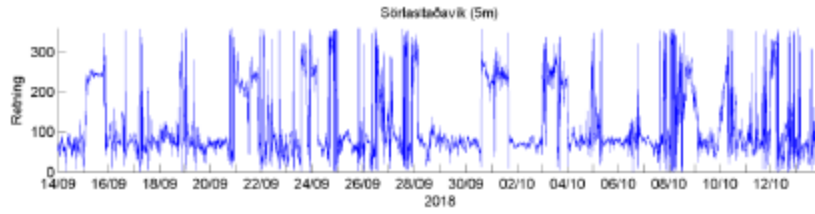
*Maximum speed*

Sörlastaðavík (5m) - 2018

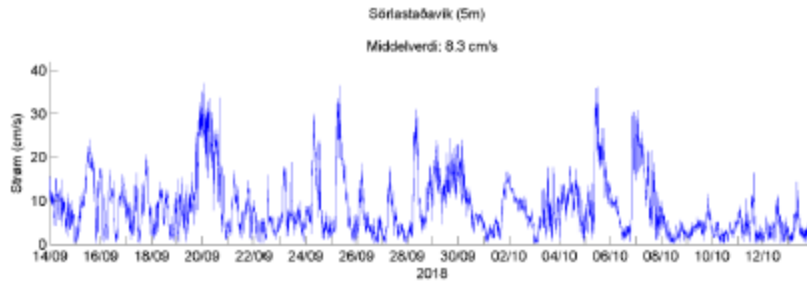
Strømrose



*Current speed and direction distribution. The total length of each sector illustrates the number of measurements (%) in the respective direction during the measurement period. The length of each color segment in each sector illustrates the relative distribution of measurements with corresponding current speed in each sector.*



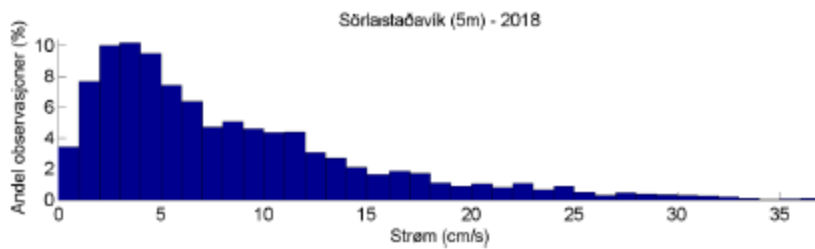
*Direction vs. time*



*Current speed (time series)*



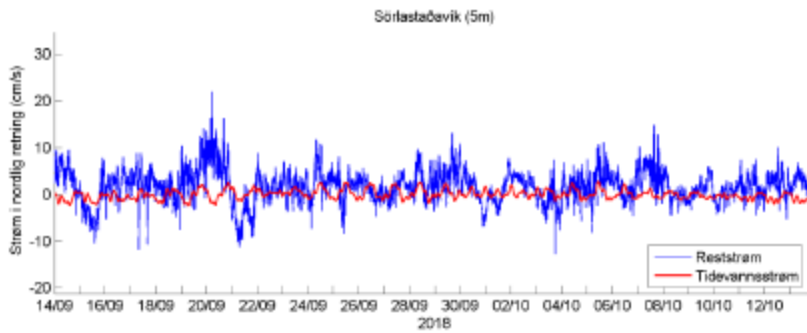
*Directional histogram*



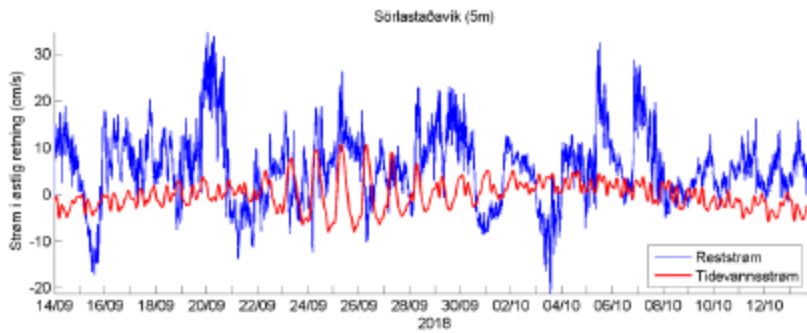
*Current speed histogram*



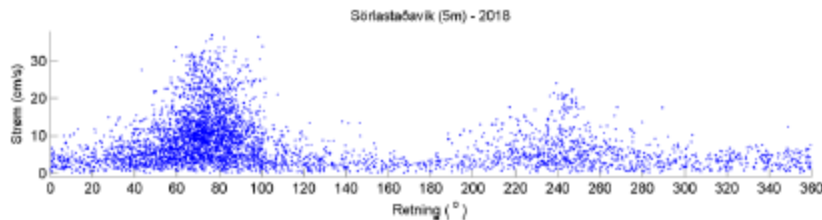
Temperature



Estimated tidal current in north/south direction at 5 meters depth. Negative values indicates current towards south. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Estimated tidal current in east/west direction at 5 meters depth. Negative values indicates current towards west. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Scatterplot for speed vs. direction.

Table that presents number of measurements, maximum speed, total water transport and daily water transport in the different sectors.

Retning	Antall málíngir (N)	Maks. ström (cm/s)	Total vanntransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Vanntransport per dæg (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	93	10	1872.9	62.4
7.5 - 22.4	95	11.9	2177.3	72.6
22.5 - 37.4	150	15	4360.9	145.4
37.5 - 52.4	325	27.6	12149.8	405.1
52.5 - 67.4	646	33.7	37289.3	1243.3
67.5 - 82.4	1038	37	76230.6	2541.6
82.5 - 97.4	545	33.6	34998.9	1166.9
97.5 - 112.4	196	36.5	7787.7	259.7
112.5 - 127.4	86	13.5	1988.5	66.3
127.5 - 142.4	63	13.9	1371.5	45.7
142.5 - 157.4	48	13.5	952.9	31.8
157.5 - 172.4	41	5.9	621.5	20.7
172.5 - 187.4	39	5.2	561	18.7
187.5 - 202.4	52	11.4	1251	41.7
202.5 - 217.4	74	17.7	2400	80
217.5 - 232.4	124	17	4490	149.7
232.5 - 247.4	198	24.1	9964.9	332.2
247.5 - 262.4	135	20.1	5049.1	168.3
262.5 - 277.4	89	17.7	2617.5	87.3
277.5 - 292.4	67	17.6	1579.6	52.7
292.5 - 307.4	58	10.3	1321.1	44
307.5 - 322.4	53	6.6	975.4	32.5
322.5 - 337.4	42	7.7	1085.5	36.2
337.5 - 352.4	63	12.5	1310.1	43.7

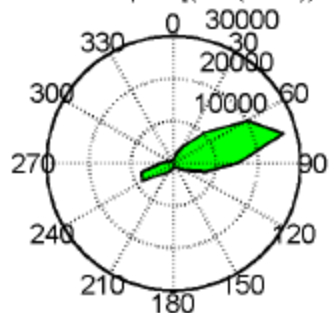
## 6.1.2 At 15 meters depth

Summary Sörlastaðavík, 15 meters depth

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	23.8	7.9
Min	0.1	6.1
Gj.snitt	5	7.2
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0	
% av målinger > 30 cm/s	0	
% av målinger > 20 cm/s	0.7	
% av målinger > 10 cm/s	12.2	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	48.5	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	33.1	
% av målinger < 1 cm/s	6.2	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	14.3	
Residual strøm	2.2	
Residual retning	77	
Varians	17.4	0.3
Standardavvik	4.2	0.5
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.44	

Sörlastaðavík (15m) - 2018

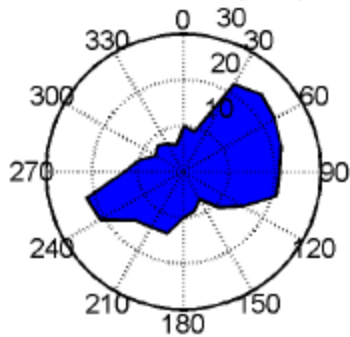
Total vantransport  $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



Total water transport

Sörlastaðavík (15m) - 2018

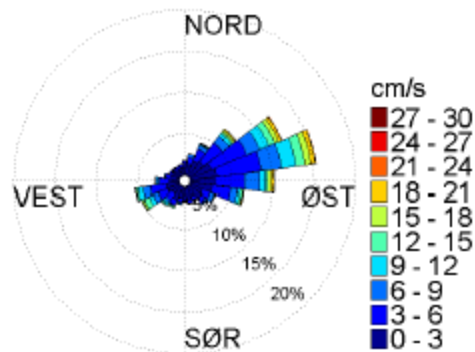
Maksimumsstrøm (cm/s)



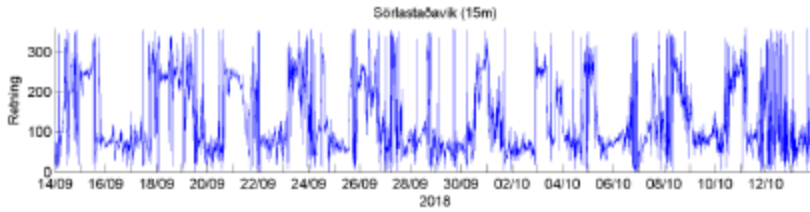
*Maximum speed*

Sörlastaðavík (15m) - 2018

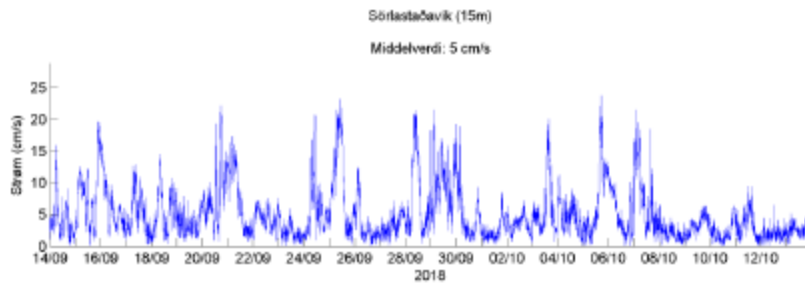
Strømrose



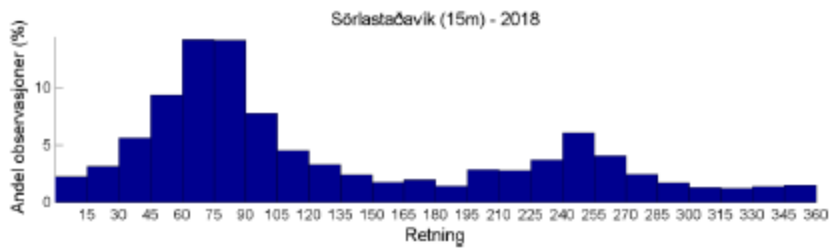
*Current speed and direction distribution. The total length of each sector illustrates the number of measurements (%) in the respective direction during the measurement period. The length of each color segment in each sector illustrates the relative distribution of measurements with corresponding current speed in each sector.*



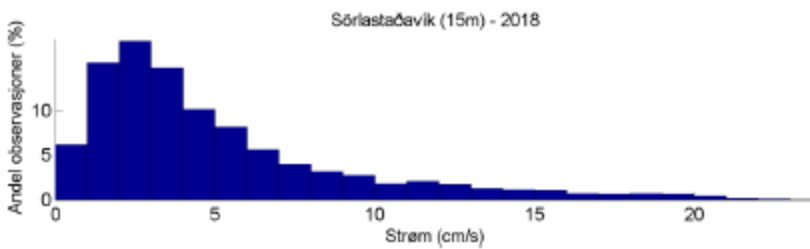
*Direction vs. time*



*Current speed (time series)*



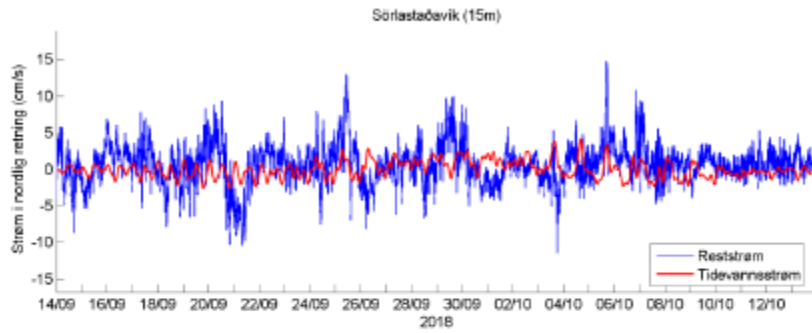
*Directional histogram*



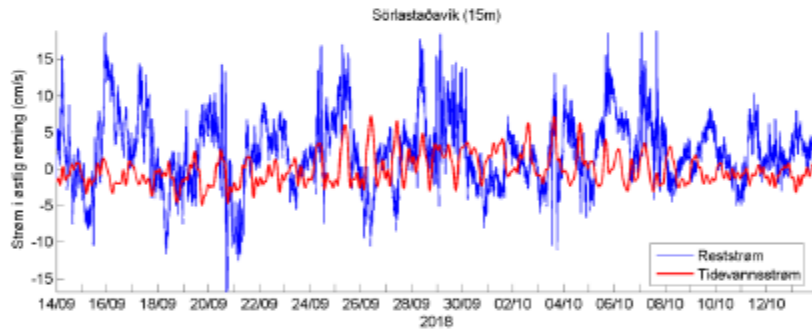
*Current speed histogram*



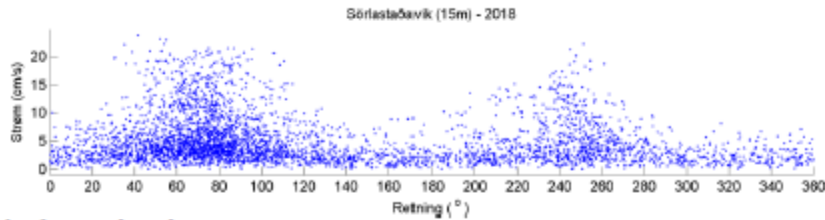
Temperature



Estimated tidal current in north/south direction at 15 meters depth. Negative values indicates current towards south. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Estimated tidal current in east/west direction at 15 meters depth. Negative values indicates current towards west. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



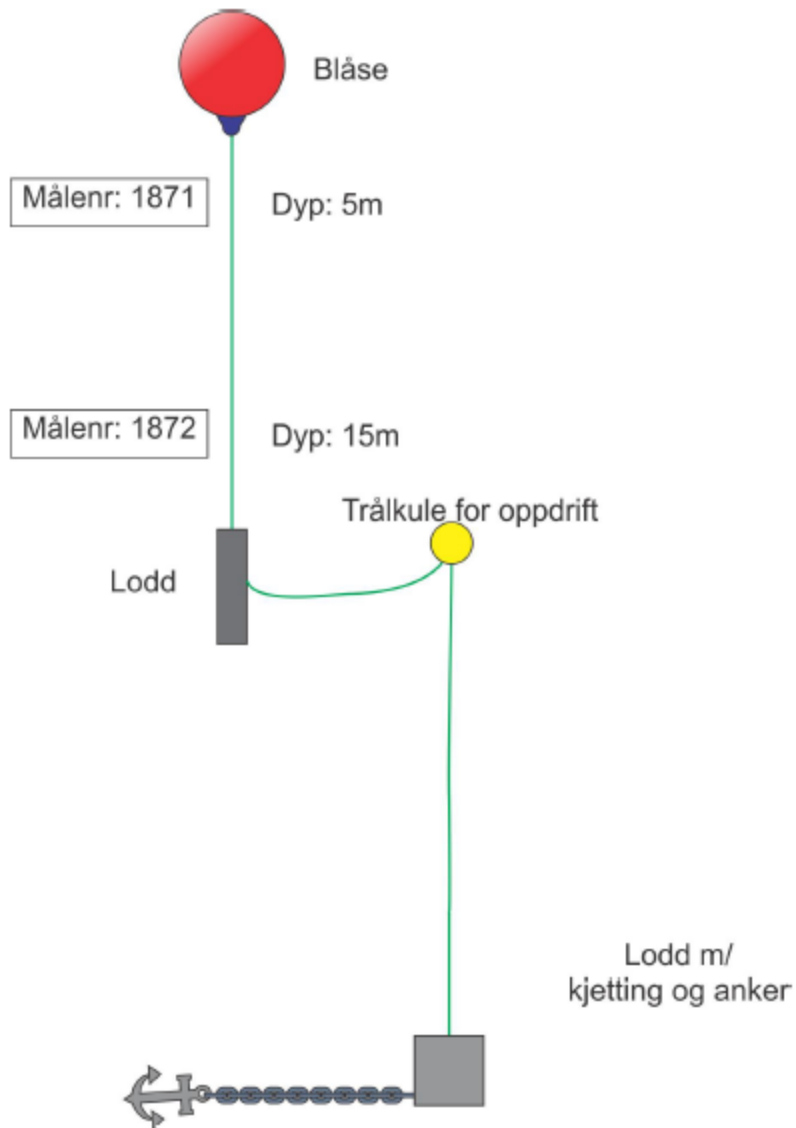
Scatterplot for speed vs. direction.



Table that presents number of measurements, maximum speed, total water transport and daily water transport in the different sectors.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Vanntransport per døgn (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	76	10.1	1159.1	38.6
7.5 - 22.4	114	8.7	2385.1	79.5
22.5 - 37.4	185	22.1	4589.1	153
37.5 - 52.4	311	23.8	10266.1	342.3
52.5 - 67.4	519	23	20268.3	675.8
67.5 - 82.4	663	21.5	26973.5	899.3
82.5 - 97.4	439	21.5	15368.2	512.4
97.5 - 112.4	288	20.7	8111.1	270.4
112.5 - 127.4	146	15.1	3437.5	114.6
127.5 - 142.4	120	10.8	2000.9	66.7
142.5 - 157.4	74	7.2	1097.5	36.6
157.5 - 172.4	87	9	1312.2	43.8
172.5 - 187.4	72	10.2	989.9	33
187.5 - 202.4	89	13.5	1835.8	61.2
202.5 - 217.4	115	14.4	2520.8	84
217.5 - 232.4	128	15.1	3758.2	125.3
232.5 - 247.4	216	21.2	8639.7	288.1
247.5 - 262.4	236	22.2	7890.2	263.1
262.5 - 277.4	127	13.3	3175.9	105.9
277.5 - 292.4	81	9.5	1625.6	54.2
292.5 - 307.4	62	6.9	796.6	26.6
307.5 - 322.4	57	8.2	810.3	27
322.5 - 337.4	55	6.6	900.6	30
337.5 - 352.4	59	6.3	822.4	27.4

## 6.2 Riggskjema



## Vöktunaráætlun Fiskeldis Austfjarða fyrir Seyðisfjörð

15.03.2020

### Inngangur:

Fiskeldi Austfjarða áætla að hefja eldi á 10.000 tonnum af laxi í sjókvíum á fjórum staðsetningum í Seyðisfirði. Hafrannsóknastofnun (2018) hefur gert burðarþolsmat fyrir Seyðisfjörð og er talið að fjörðurinn þoli 10.000 tonna lífmassa.

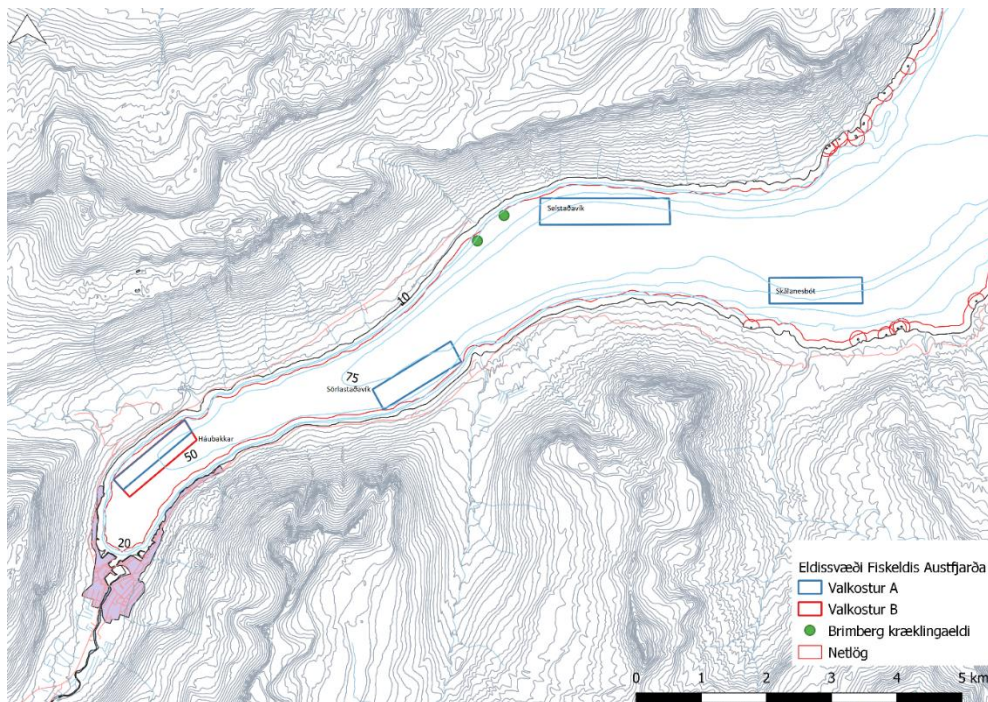
Fiskeldi Austfjarða er nú þegar með starfsemi í tveimur fjörðum, Berufirði og Fáskrúðsfirði og áætla fyrirtækið að efla það eldi í um 21.000 tonn á ár og hefur einnig áætlanir um 7.000 eldi í Stöðvarfirði.

Vöktunaráætlunin er unnin af RORUM ehf. fyrir og í samráði 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. maí ár hvert sem mælt er.

### Staðhættir og svæðislýsing:

Seyðisfjörður (Mynd 1) er mest um 14,3 km langur og er breidd fjarðarins er víða um 1,7 km. Flatarmál fjarðarins er áætlað 24 km<sup>2</sup>. Í miðju fjarðarins er dýpið víðast um 50-90 m, allt inn undir fjarðarbotn. Breidd fjarðarminnis móti úthafinu er um 2,3 km og utan fjarðarminnis er 100 m dýpi. Engir neðansjávarhryggir þvera fjörðinn. Fjörðurinn telst þannig mjög opinn fjörður, með mikil sjóskipti. Heildarrúmmál sjávar í Seyðisfirði er áætlað um 1,2 km<sup>3</sup>. Burðarþol fjarðarins er talið 10.000 tonn (Hafrannsóknastofnun 2018)



Mynd 1. Staðsetningar fiskeldissvæða Fiskeldis Austfjarða í Seyðisfirði.

## Eldri rannsóknir og fyrirbyggjandi gögn:

Árin 2016 til 2018 gerði Hafrannsóknastofnun rannsóknir vegna burðarþolsmats fjarðarins og mældi dýpt, strauma, hita, seltu, eðlisþyngd, súrefni og súrefnismettun (Hafrannsóknastofnum 2018). Þar segir m.a. „Athuganir á ástandi sjávar í firðinum á ýmsum árstímum sýna að vatnssúlan er líkt og víða í fjörðum nær öll uppblönduð að vetri. Stöðvar sunnanvert í firðinum sýna þó að þunnt ferskvatnslag er viðvarandi stóran hluta ársins. Að sumarlagi myndast eilítið heitara og ferskara yfirborðslag í efstu 15 til 20 metrum sjávarins í firðinum“. Hiti í firðinum var á bilinu 2.5°C til 9°C og talsvert kaldara var veturinn 2018 en 2017. Straumur í firðinum er að meðaltali 2-4 cm/s mismunandi eftir dýpi og staðsetningu. Heildarstraumurinn er inn fjörðinn að norðanverðu og út að sunnanverðu. Endurnýjunartími fjarðarins er talinn 10-11 dagar (Hafrannsóknastofnun 2018).

Fiskeldi Austfjarða fékk Náttúrustofu Austurlands til að gera rannsóknir á botni Seyðisfjarðar á þeim svæðum þar sem væntanlegt eldi verður og á hugsanlegum áhrifasvæðum eldisins (Erlín Emma Jóhannesdóttir o.fl., 2017a), en áður hafði hafði Hafrannsóknastofnun gert rannsóknir við fyrirhuguð fiskeldissvæði við Háubakka, Sörlastaðavík og Selstaðavík (Sigmar A, Steingrímsson, 2009).

Helstu niðurstöður Náttúrustofu Austurlands voru að burstaormar var ríkandi hópur botndýra á báðum svæðum. En teknar voru 8 stöðvar á hvoru svæði eða alls 16 stöðvar á báðum kviasvæðum. „Alls greindust 48 tegundir burstaorma við Háubakka en 52 tegundir í Sörlastaðavík. Samfélag burstaorma var svipað milli svæða og var tegundin *Chaetozone setosa* algengust á báðum stöðum. Við Háubakka var hlutfall hennar um 16% af heildarfjölda burstaorma en 19 % í

Sörlastaðavík. Önnur algengasta tegundin við Háubakka var svo *Galathowenia oculata* en hlutfall hennar var 15% og svo var tegund af ættkvísl *Euchone* þriðja algengasta tegundin með 13%. Í Sörlastaðavík var hins vegar *Maldane sarsi* önnur algengasta tegundin með 12% hlutfall af heildarfjölda burstaorma og svo tegundirnar *Galathowenia oculata* og *Prionospio steenstrupi* þriðju algengustu tegundirnar með hlutfall sem nam 9%“ (Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl. 2017a; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2019).

Tegundafjölbreytni (Shannon  $H' \log_2$ ) var svipuð á öllum stöðvum við Háubakka 3,9 og í Sörlastaðavík var hún einnig svipuð milli stöðva að meðaltali 4,0. Einsleitni ( $J'$ ) samfélagsins var eins á báðum svæðum, 0,8 í Sörlastaðavík og 0,8 við Háubakka.

Mikill þéttleiki og fjölbreytni botndýra í firðinum og líkist samsetningu botndýrasamfélaga á leðjubotni í öðrum fjörðum á Austfjörðum (Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. 2001; Jörundur Svavarsson og Guðmundur Víðir Helgason, 2002; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2007; Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl. 2012; Erlín Emma Jóhannsdóttir & Cristian Gallo 2015; Þorleifur Eiríksson & Böðvar Þórisson, 2004; Þorleifur Eiríksson og Guðmundur Víði Helgason, 2017; Þorleifur Eiríksson, o.fl. 2017; Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl., 2017b).

Gerðar voru redox mælingar í seti á sömu 16 staðsetningum firðinum og reyndist oxunargeta setsins mjög góð eins og er líka í Berufirði (Þorleifur Eiríksson o.fl. 2017) og Stöðvarfirði (Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl. 2017b). Einnig var mælt heildar köfnunarefni (TN), heildar lífrænt kolefni (TOC) og heildar fosfór (TP) í setinu (Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl. 2017a) og er ætlunin að nota þau gildi sem bakgrunnsgildi til samanburðar við vöktun fiskeldis í firðinum í framtíðinni.

## Staðsetning fiskeldissvæða og sýnatökustaða

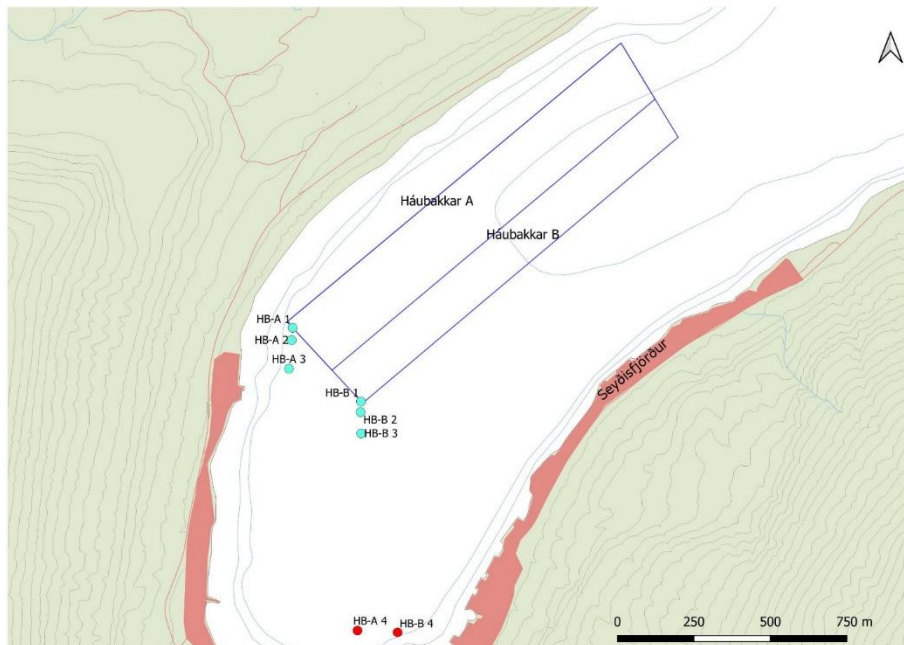
Samkvæmt áætlunum Fiskeldis Austfjarða er stefnt að því að ala um 10.000 tonn af laxi í Seyðisfirði og hafa verið skilgreind fjögur eldissvæði í firðinum. Gert er ráð fyrir 20 kvíum í heildina sem skiptast í tvær tíu kvíaeiningar. Tvö svæði verða í notkun á hverjum tíma og þriðja svæðið verður í hvíld.

Á mynd 2 til 4 má sjá kvísvæðin Háubakka, Sörlastaðavík, Selstaðavík og Skálanesbót og fyrirhuguð sýnatökustaði á botni fjarðanna sem hafa verið valdir í samræmi við staðalinn ISO 12878:2012 eins og fram kemur í kafla um aðferðafræði sýnatöku hér að aftan. Hnit eldissvæða eru í töflu 1, mynd 3, mynd 4 og hnit sýnatökustöðva á botni í töflu 2.

**Tafla 1. Heiti og staðsetning eldissvæða Fiskeldis Austfjarða í Seyðisfirði.**

Svæði	Norður	Vestur
Háubakkar A	65.280283	-13.97725
Háubakkar A	65.273117	-14.00130
Háubakkar A	65.274633	-14.004167
Háubakkar A	65.282000	-13.979317
Háubakkar B	65.279117	-13.975850

Háubakkar B	65.272083	-13.999350
Háubakkar B	65.274633	-14.004167
Háubakkar B	65.282000	-13.979317
Selstaðavík	65.303400	-13.814967
Selstaðavík	65.304783	-13.857750
Selstaðavík	65.308417	-13.856883
Selstaðavík	65.306967	-13.814617
Sörlastaðavík	65.286917	-13.887946
Sörlastaðavík	65.281250	-13.913867
Sörlastaðavík	65.284117	-13.916967
Sörlastaðavík	65.289817	-13.890050
Skálanesbót	65.291417	-13.754000
Skálanesbót	65.291417	-13.784550
Skálanesbót	65.294933	-13.784833
Skálanesbót	65.294900	-13.754183

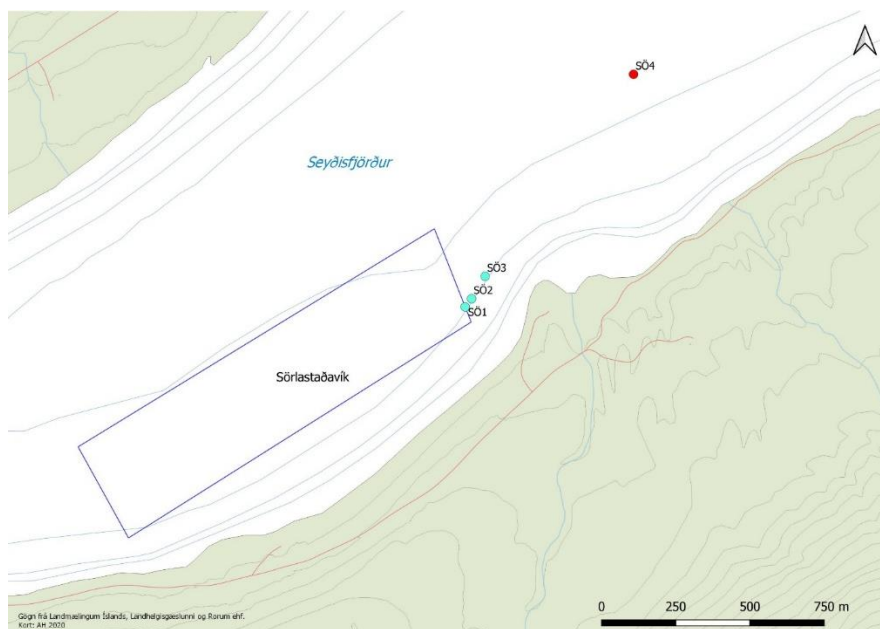


Mynd 2. Eldissvæðin Háubakkar A og B í Seyðisfirði ásamt sýnatökupunktum, grænir punktar, og viðmiðunarpunkti, rauður punktur (mynd: Adam Hoffritz).

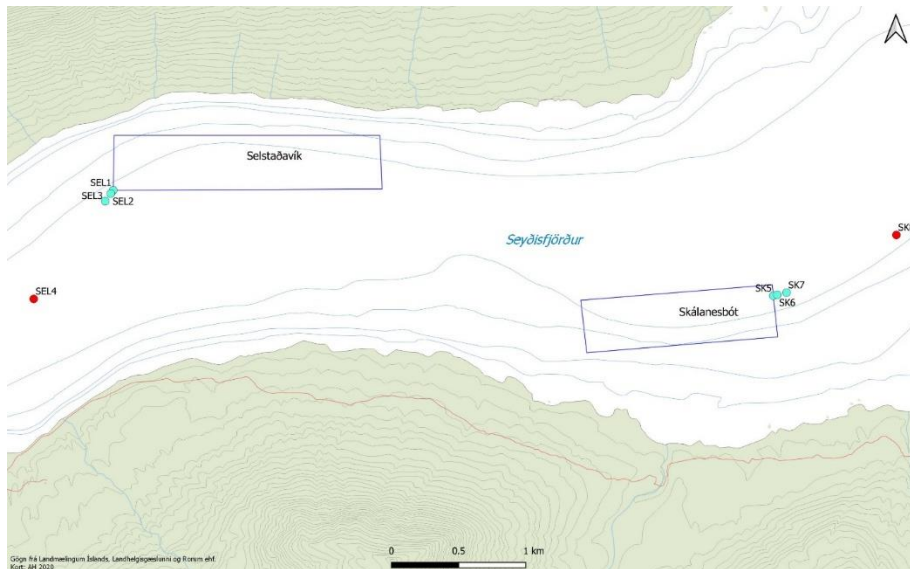
Tafla 2. Hnit sýnatökupunkta og viðmiðunarpunkta.

PunktaNr	Sýnatökusvæði	Eldissvæði	Y	X
HB-A 1	Nærsvæði	Háubakkar A	65.274448	-14003811

HB-A 2	Millisvæði	Háubakkar A	65.27409	-1400395
HB-A 3	Fjarsvæði	Háubakkar A	65.273258	-140043
HB-A 4	Viðmiðun	Háubakkar A	65.265455	-14000962
HB-B 1	Nærsvæði	Háubakkar B	65.272135	-13999448
HB-B 2	Millisvæði	Háubakkar B	65.271826	-13999535
HB-B 3	Fjarsvæði	Háubakkar B	65.271204	-13999614
HB-B 4	Viðmiðun	Háubakkar B	65.265308	-13998172
SEL1	Nærsvæði	Selstaðaví	65.304783	-1385775
SEL2	Millisvæði	Selstaðaví	65.30458	-13858171
SEL3	Fjarsvæði	Selstaðaví	65.304106	-13859155
SEL4	Viðmiðun	Selstaðavík	65.298005	-13871792
SK5	Nærsvæði	Skálanesbót	65.294166	-13754145
SK6	Millisvæði	Skálanesbót	65.294209	-13753504
SK7	Fjarsvæði	Skálanesbót	65.294304	-13752008
SK8	Viðmiðun	Skálanesbót	65.297518	-13733784
SÖ1	Nærsvæði	Sörlastaðavík	65.28739	-13888289
SÖ2	Millisvæði	Sörlastaðavík	65.28762	-1388778
SÖ3	Fjarsvæði	Sörlastaðavík	65.288262	-13886673
SÖ4	Viðmiðun	Sörlastaðavík	65.293983	-13874808



Mynd 3. Eldissvæðið Sörlastaðavík í Seyðisfirði ásamt sýnatökupunktum, grænir punktar, og viðmiðunarpunkti, rauður punktur (mynd: Adam Hoffritz).



Mynd 4. Eldissvæðin Selstaðavík og Skálanesbót í Seyðisfirði ásamt sýnatökupunktum, grænir punktar, og viðmiðunarpunkti, rauður punktur (mynd: Adam Hoffritz).

## Aðferðir

### Aðferðir við botnsýnatöku

Vöktunaráætlunin byggir á ISO 12878:2012 staðlinum. Samkvæmt honum eru skilgreind þrjú áhrifasvæði umhverfis kvíassvæðin, nærsvæði (local impact zone) sem er við fiskeldiskvíar, millisvæði (intermediate impact zone) sem er í 30 m fjarlægð frá kvíum og fjarssvæði (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 (myndir 3-4).

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

Við upphaf eldis á hverju svæði og ávallt við upphaf nýrra kynslóða verða tekin sýni á öllum stöðvum á svæðinu auk viðmiðunastöðvar. Tíðni mælinga fer eftir ástandi áhrifasvæðis sem verður kannað árlega. Ef ástand svæðis er slæmt (engin infauna) þarf að endurtaka sýnatöku árlega 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.



### 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 viðmiðunarsvæði á öllum kvíasvæðum á sömu staðsetningu og botnsýni og á sama tíma. Sýni verða tekin í 1 L flösku 50 cm fyrir neðan sjávaryfirborð. Sýnum verður komið fyrir í kæliboxi og send eins fljótt og auðið er til efnagreiningar hjá viðurkenndri rannsóknastofu á heildar köfnunarefni og fosfór í sýnunum, hitastig verður einnig skráð á hverjum stað.

### Tímasetning sýnatöku:

Sýnataka mun fara fram að hausti og niðurstöðum skilað fyrir 1. maí sama ár.

### Vöktunarskýrsla:

Fiskeldi Austfjarða mun senda frá sér vöktunarskýrslu fyrir 1. maí 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, Halldór W. Stefánsson & Cristian Gallo. 2017a. Rannsóknir á lífríki Seyðisfjarðar - Botndýr, mælingar í seti, fuglar og þörungur í fjöru. Náttúrustofa Austurlands. NA-170175.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Halldór W. Stefánsson & Cristian Gallo. 2017b. Rannsóknir á lífríki Stöðvarfjarðar - Botndýr, mælingar í seti, fuglar og þörungur í fjöru. Náttúrustofa Austurlands. NA-170174.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Þorleifur Eiríksson & Böðvar Þórisson. 2012. Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði - Unnið fyrir HB Granda. Náttúrustofa Austurlands & Náttúrustofa Vestfjarða.
- Hafrannsóknarstofnun. 2018. Mat á burðarþoli Seyðisfjarðar m.t.t. sjókvíaeldis. Hafrannsóknarstofnun (23.8.2018).
- Hafsteinn G. Guðfinnsson, Héðinn Valdimarsson, Steingrímur Jónsson, Jóhannes Briem, Jón Ólafsson, Sólveig Ólafsdóttir, Ástþór Gíslason og Sigmar A. Steingrímsson. 2001. Rannsóknir

- á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000. Reykjavík, Hafrannsóknarstofnun.
- Jörundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason. 2002. Lífríki á botni Mjóafjarðar. Fjölrit Líffræðistofnunar Háskólans nr. 63.
- Þorleifur Eiríksson & Böðvar Þórisson. 2004. Botndýr í Berufirði og Fáskrúðsfirði. Unnið fyrir Salar-Islandica. Náttúrustofa Vestfjarða, 9-04.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson & Gunnar Steinn Gunnarsson. 2007. Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði. Unnið fyrir Salar-Islandica. Náttúrustofa Vestfjarða, 5-07.
- Þorleifur Eiríksson og Guðmundur Víði Helgason. 2017. Botndýr á kvísvæði Laxa fiskeldis í Reyðarfirði. RORUM 2017 003
- Þorleifur Eiríksson, Leon Moodley, Guðmundur Víðir 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.
- Þorleifur Eiríksson, Þorgerður Þorleifsdóttir og Guðmundur Víðir Helgason (2019). Botndýr í utanverðum Seyðisfirði. RORUM 006 19.

## Viðauki 6: Rannsóknir á lífríki Seyðisfjarðar





### **Rannsóknir á lífríki Seyðisfjarðar** **-Botndýr, mælingar í seti, fuglar og þörungar í fjöru**



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

NA- 170175  
Neskaupstaður  
Desember 2017 – Endurskoðað í september 2018

 		<input type="checkbox"/> Egilsstaðir <input checked="" type="checkbox"/> Neskaupstaður
Skýrsla nr: NA-170175	Dags: Desember 2017 – Endurskoðuð í september 2018.	Dreifing: Lokuð
Heiti skýrslu (aðal- og undirtitill): Rannsóknir á lífríki Seyðisfjarðar -Botndýr, mælingar í seti, fuglar og þörungar í fjöru		Upplag: 5 Síðufjöldi: 44
Ljósmynd á forsíðu: Horft yfir svæðið við Sörlastaðavík í sunnanverðum Seyðisfirði. Ljós. KÁ.		Fjöldi korta: Fjöldi viðauka: 4
Höfundar: Erlín Emma Jóhannsdóttir, Halldór W. Stefánsson og Cristian Gallo		
Unnið fyrir: Fiskeldi Austfjarða		
Samvinnuaðilar:		
<p>Vegna fyrirhugaðs fiskeldis á tveimur svæðum í Seyðisfirði óskaði Fiskeldi Austfjarða eftir grunnrannsóknnum á botndýralífi og efnamælingum í seti innan fyrirhugaðra fiskeldissvæða og í nágrenni þeirra. Einnig var gerð athugun á þekju þörunga og mengun í fjöru og gerð grein fyrir heimildum um fuglalíf í firðinum.</p> <p><b>Botndýr og mælingar í seti</b></p> <p>Sýnum af botni var safnað samkvæmt ISO 12878:2012 staðli. Sýni voru tekin á 16 stöðum, átta við Háubakka norðan megin í Seyðisfirði og átta við Sörlastaðavík, sunnan megin. Þrjár sýnatökustaðir voru staðsettir innan fyrirhugaðs fiskeldissvæðis og fimm fyrir utan á báðum stöðum. Á hverri sýnatökustöð var fjórum sýnum safnað með Van Veen botngreip. Þrjú sýni voru tekin til greininga á botndýrum og mælinga á pH gildi, hita og oxunargetu (redox) setsins. Fjórdá sýnið var tekið til efnamælinga á lífrænu kolefni (TOC), heildar köfnunarefni (TN), heildar fosfór (TP) og heildarmagni lífrænna leifa (Total organic content). Niðurstöður mælinga sýndu að oxunargetan í setinu var mjög góð og innan þess sem telst eðlilegt þegar um bakgrunsgildi er að ræða. Burstaormar voru algengasti dýrahópurinn á báðum stöðum. Þráðormar voru einnig nokkuð áberandi dýrahópur. Tegundasamsetning botndýra í Seyðisfirði svipar til þess sem hefur fundist í öðrum fjörðum á Austurlandi. Við fiskeldi safnast upp lífrænar leifar undir kvíum sem veldur ójafnvægi á botndýrafánu. Tegundir sem þola uppsöfnun lífrænna leifa fjölga sér en aðrar sem eru viðkvæmar fyrir því hverfa oftast en ekki undir eldiskvíunum. Þær koma þó oftast aftur þegar svæðin eru hvíld. Því er ekki talið að áhrif fiskeldis á botndýralíf séu varanleg.</p> <p><b>Fuglalíf</b></p> <p>Sjókviöldi í Seyðisfirði mun laða að ýmsar tegundir fugla. Af 46 fuglategundum sem fjallað er um í firðinum eru 22 á valista. Líklega mun fiskeldi hafa lítil neikvæð áhrif á fugla sem hér eru til skoðunar.</p> <p><b>Þörungar í fjöru</b></p> <p>Alls voru fimm snið könnuð, tvö við fyrirhuguð fiskeldissvæði við Háubakka norðan til í Seyðisfirði og tvö í Sörlastaðavík sunnan megin og eitt viðmiðunarsnið utan þessa svæða norðan fjarðar. Einnig var kannað hvor rusl eða önnur sýnileg mengun væri á svæðinu. Á hverju sniði voru stöðvar settar út með jöfnu millibili. Á hverri stöð var 1X1 m rammi settur niður og þekja þörunga metin innan hans. Niðurstöðurnar sýndu augljósa beltaskipting þörunga. Klóþang var ríkjandi um miðbik fjörunnar á báðum stöðum innan fyrirhugaðra fiskeldissvæða en skúfapang var ríkjandi á viðmiðunarstöð. Nokkuð var um rusl í fjörunni við Háubakka og einnig varð vart við olímengun á því svæði, bæði í sjó og fjöru.</p>		
Lykilorð: Seyðisfjörður, botndýr, lífríki, fuglar, fjara, fiskeldi		ISSN nr:
Yfirfarið: KÁ		ISBN nr:

## Efnisyfirlit

Efnisyfirlit.....	4
Myndaskrá.....	5
Töfluskrá.....	5
Inngangur.....	6
Rannsóknarsvæðið.....	7
Botndýr og mælingar í seti.....	7
Aðferðir.....	7
Sýnataka og úrvinnsla sýna.....	7
Umreikningur á redox gildum.....	9
Töluleg úrvinnsla.....	9
Niðurstöður.....	9
Lýsing á botnsýnum og mælingar í seti.....	9
Botndýr.....	12
Umræður.....	16
<b>Fuglar</b> .....	17
Aðferðir.....	17
Niðurstöður og umræða.....	18
Þörungar í fjöru.....	21
Aðferðir.....	21
Niðurstöður.....	21
<b>Umræða</b> .....	25
Pakkir.....	25
Heimildir.....	26
Viðauki I- Meðalfjöldi hópa/tegunda botndýra á átta stöðvum við Háubakka (A til H) og átta stöðvum við Sörlastaðavík (I til P) í Seyðisfirði 2017.....	I
Viðauki II-Meðalfjöldi hópa/tegunda á stöðvum (3 sýni) sem liggja til grundvallar fyrir útreikninga á fjölbreytni botndýra í Seyðisfirði 2017.....	VII
Viðauki III-Pekja þörungna, fjörusvertu og fastra dýra á fimm sniðum í fjöru í Seyðisfirði.....	XII
Viðauki IV- Skýrsla Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands um efnamælingar í seti.....	XV

## Myndaskrá

1. mynd. Yfirlit yfir sýnatökustaði á botni í júní 2017 (grænir punktar, A-H), fyrri rannsóknir Hafrannsóknastofnunar árið 2002 (appelsínugulir kassar) og könnun á þekju þörungum, mengun og rusli í fjöru á sniðum (gulir punktar snið (SN1-SN5) og í jöðrum fyrirhugaðra fiskeldissvæða (hvítir punktar (J1-J4) (Landhelgisgæslan 2016, Landmælingar Íslands 2013 og 2016). Háubakkar eru norðan fjarðar og Sörlastaðavík sunnan fjarðar. Afmörkun fiskeldissvæða (rauðar línur) er skv. hnitsettum upplýsingum frá Fiskeldi Austfjarða. .... 7
2. mynd. Meðalþéttleiki botndýrahópa á m<sup>2</sup> á hverri stöð (A-H) við Háubakka og í Sörlastaðavík (I-P) í Seyðisfirði. .... 13
3. mynd. Hlutfallslegur fjöldi (% af heildarfjölda) burstaorma eftir tegundum á tveimur svæðum í Seyðisfirði 2017. .... 15
4. mynd. Olíumengun á sjónum í nágrenni Háubakka í Seyðisfirði. .... 24

## Töfluskrá

- Tafla 1. Yfirlit yfir dýpi (faðmar) og staðsetningu botnstöðva í Seyðisfirði 2017. .... 8
- Tafla 2. Lýsing á lit, áferð og lykt botnsýna í Seyðisfirði 9. og 19 júní 2017. .... 10
- Tafla 3. Meðaltal þriggja mælinga á, pH gildum, hita og redox gilda ( $E_{mælt}$ ), í setsýnum á átta stöðum (A-H) við Háubakka og átta stöðum í Sörlastaðavík (I-P) í Seyðisfirði í júní 2017. Auk þess er gefið upp gildi sem þarf að bæta við mælda gildið ( $E_{ref.pot}$ ) sem fylgir með nemanum (Thermo Fisher Scientific inc., 2007) sem mælt er með og er sú tala háð hita í setinu. Umreiknuð gildi ( $E_{SHE}$ ) fást með jöfnunni  $E_{SHE} = E_{mælt} + E_{ref.pot}$ . .... 11
- Tafla 4. Niðurstöður mælinga á heildar köfnunarefni (TN), heildar lífrænu kolefni (TOC), heildar fosfór og heildarmagni lífrænna leifa (Tot.org cont) í setsýnum á átta stöðum (A-H) við Háubakka og á átta stöðum (I-P) í Sörlastaðavík í Seyðisfirði í júní 2017. Allar niðurstöður eru gefnar upp miðað við 0 % rakainnihald (Niðurstöður frá efnagreiningum Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands, 2017). .... 12
- Tafla 5. Yfirlit yfir fjölda tegunda (S), meðalfjöldi dýra á fermetra (N, að þráðormum, árfætlum og ögnum undanskildum), jafnræðisstuðul Pileous (J') og Shannons fjölbreytni (H') á tveimur svæðum í Seyðisfirði árið 2017. .... 14
- Tafla 6. Þekktar fuglategundir í Seyðisfirði ásamt stöðu þeirra á svæðinu og metnum áhrifum fiskeldis í sjó á þær. .... 18
- Tafla 7. Tíðni (%) einstakra þörungategunda, fjörusvertu og fastra dýra í 1 x 1 m reitum á sniðum 1-5 og fjöldi þörungategunda/hópa. .... 23

## Inngangur

Áformað er að hefja sjókvíaeldi á tveimur svæðum í Seyðisfirði, við Háubakka að norðanverðu og í Sörlastaðavík að sunnanverðu. Forsvarsmenn Fiskeldis Austfjarða ehf. óskuðu eftir því að Náttúrustofa Austurlands ynni grunnrannsóknir á botndýralífi, efnamælingar í seti og mat á þekju þörunga í fjöru á fyrirhuguðum fiskeldissvæðum og svæðum þar í kring. Jafnframt var óskað eftir heimildaöflun varðandi fuglalíf í firðinum.

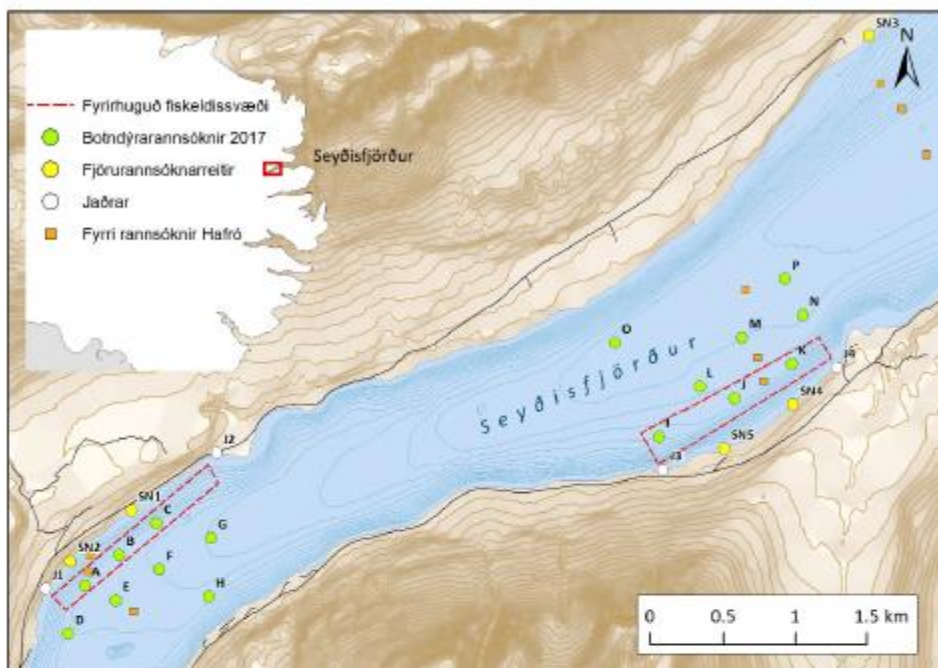
Hafrannsóknastofnun vann grunnrannsóknir á botndýralífi árið 2002 í Seyðisfirði á þremur svæðum vegna fyrirhugaðs fiskeldis, Við Háubakka, í Sörlastaðavík og í Selstaðavík (Sigmar Arnar Steingrímsson, 2009). Rannsóknir á botndýrum hafa verið gerðar í allmörgum fjörðum á Austurlandi í tengslum við bæði sjókvíaeldi og stóriðju. Meðal fyrirbyggjandi rannsókna sem tengjast fiskeldi í sjó má nefna rannsóknir á botndýralífi í Mjóafirði (Jörundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason, 2002), Norðfirði (Þorleifur Eiríksson o.fl., 2003a), Reyðarfirði (Þorleifur Eiríksson o.fl., 2003b) Berufirði og Fáskrúðsfirði (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson, 2004) og Stöðvarfirði (Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl., 2017). Hafrannsóknastofnun gerði umfangsmikla rannsókn á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði árið 2001 vegna fyrirhugaðs álvers við Hraun (Hafsteinn G. Guðfinnsson, o.fl., 2001) sem og á grunnástandi botndýralífs í Héraðsflóa árið 2006 vegna byggingu Kárahnjúkavirkjunar (Steinunn Hilma Ólafsdóttir og Sigmar Arnar Steingrímsson, 2007). Þá hafa allnokkrar athuganir á botndýrum verið gerðar vegna kröfu um vöktunarmælingar í starfsleyfum fiskeldisfyrirtækja. Flestar hafa verið gerðar í Berufirði, árin 2006 (Þorleifur Eiríksson o.fl., 2007), 2011 (Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl., 2011), 2015 en þá voru auk þess gerðar efnamælingar í seti (Erlín Emma Jóhannsdóttir og Cristian Gallo, 2015) og 2017 (Erlín Emma Jóhannsdóttir, 2017 óbirt gögn). Vöktun á botni undir fiskeldiskvíum í Mjóafirði var gerð einu sinni, árið 2003 á starfsárum Sæsilsfurs (Þorleifur Eiríksson o.fl. 2003c).

Ekki fór fram sérstök athugun á fuglum í tengslum við fyrirhuguðu fiskeldi í sjó í Seyðisfirði og því verður samantektin um fugla sem hér er lögð fram ekki tæmandi fyrir svæðið, sem verður að teljast miður. Eldri upplýsingar um fugla geta gefið einhverja mynd af fuglalífi, en sérstök úttekt myndi staðfesta og bæta í þær eyður sem eru óhjákvæmilega fyrir hendi. Gera má ráð fyrir að fuglalíf í Seyðisfirði sé með svipuðu sniði og annarsstaðar á Austfjörðum. Þar koma margæsir (*Branta bernicla*) reglulega við á leið sinni til varpstöðva í Kanada en að mestu leiti koma margæsir við á vestanverðu landinu vor og haust. Þá hefur margæs verið sumarlangt í Seyðisfirði og fellt þar fjaðrir (Ólafur Pétursson, munnleg heimild, 2009). Svæðið er að öðru leiti dæmigert búsvæði sjófugla og ýmsa vatna- og sundfugla.

Fjörur eru vinsæl útivistarsvæði og hefur gildi þeirra aukist undanfarið með aukinni aðsókn í hvers konar útvist. Lítið eða ekkert hefur verið kannað hvort og hvaða áhrif aukin næringarefni frá fiskeldi í sjó hefur á þörunga í fjörum hér á landi og er því mikilvægt að hafa upplýsingar um grunnástand áður en fiskeldi í sjó hefst. Erlendar rannsóknir hafa sýnt að aukin næringarefni frá fiskeldi geta leitt til þess að þekja sumra tegunda grænþörunga (t.d. *Ulva* spp og *Chaetomorpha* spp) aukist nálægt fiskeldissvæðum (Oh o.fl., 2015). Einnig hafa komið fram breytingar á vexti og lífmassa ásætupörunga á þangi af ættkvísl *Fucus*, þannig að ásætutegundir í flokki brún- og rauðþörunga hverfa og í staðin vaxa grænþörungar á þanginu (Ronnberg, 1991 og Hemmi o.fl., 2005).

## Rannsóknarsvæðið

Rannsóknarsvæðið er á fyrirhuguðu fiskeldissvæði við Háubakka og Sörlastaðavík í Seyðisfirði sem og á viðmiðunarstöðvum á botni og í fjöru (. mynd).



1. mynd. Yfirlit yfir sýnatökustaði á botni í júní 2017 (grænir punktar, A-H), fyrri rannsóknir Hafrrannsóknastofnunar árið 2002 (appelsínugulir kassar) og könnun á þekju þörungna, mengun og rusli í fjöru á sniðum (gulir punktar snið (SN1-SN5) og í jöðrum fyrirhugaðra fiskeldissvæða (hvítir punktar (J1-J4) (Landhelgisgæslan 2016, Landmælingar Íslands 2013 og 2016). Háubakkar eru norðan fjarðar og Sörlastaðavík sunnan fjarðar. Afmörkun fiskeldissvæða (rauðar línur) er skv. hnitsettum upplýsingum frá Fiskeldi Austfjarða.

Þegar mat er lagt á möguleg áhrif sjókvíaeldis á fugla í fjörðum er áhrifasvæðið allur fjörðurinn, ásamt fjörunni og nánasta umhverfi. Ytri mörk svæðisins er því við mynni Seyðisfjarðar milli Borgarness í norðri og Tröllaness í austri. Fuglar eru þó hreyfanlegir og færa sig auðveldlega til innan rannsóknarsvæðisins og einnig út fyrir það.

## Botndýr og mælingar í seti

### Aðferðir

#### **Sýnataka og úrvinnsla sýna**

Sýnataka fór fram í Seyðisfirði þann 9. og 19. júní 2017, samkvæmt ISO 12878:2012 staðli en hann fjallar um grunnrannsóknir sem og vöktun á mjúkbotni sjávar þar sem fiskeldi er fyrirhugað eða starfrækt (Staðlaráð Íslands, 2016). Alls voru 16 sýnatökustaðir settir niður á kort áður en sýnataka fór fram, átta við Háubakka norðan megin í Seyðisfirði og átta við



Sörlastaðavík sem er sunnan megin. Þrjár sýnatökustaðir voru staðsettir innan fyrirhugaðs fiskeldissvæðis og fimm fyrir utan á báðum svæðum (. mynd og *Tafla 1*). Dýpt var skráð af dýptarmæli um borð í bátnum við hverja stöð. Sýnum var safnað með Van Veen botngreip (flatarmál=200 og 250 cm<sup>2</sup> stöð D). Greipin var látin síga niður á hlið bátsins og hífð upp með línuspili. Sýni var notað ef greip var vel lokuð og set var í henni. Á hverri stöð voru fjögur sýni tekin, þrjú til greininga á botndýrum en eitt til efnagreininga.

*Tafla 1. Yfirlit yfir dýpi (faðmar) og staðsetningu botnstöðva í Seyðisfirði 2017.*

Staðsetning	Dýpi		Hnit	
	Faðmar	m	Lat	Long
Háubakkar				
A	26	44	65.2758	-14.0000
B	27	45	65.2776	-13.9945
C	27	45	65.2794	-13.9885
D	25	42	65.2729	-14.0030
E	26	44	65.2747	-13.9955
F	29	48	65.2765	-13.9887
G	31	52	65.2782	-13.9806
H	25	42	65.2745	-13.9816
Sörlastaðavík				
I	34	57	65.2822	-13.9126
J	38	64	65.2842	-13.9012
K	33	55	65.2861	-13.8923
L	40	67	65.2851	-13.9062
M	43	71	65.2880	-13.8994
N	43	72	65.2891	-13.8900
O	44	73	65.2883	-13.9180
P	45	74	65.2915	-13.8923

Í þremur sýnum á hverri stöð var mælt, í fyrstu 2 cm setsins, svokallað redox gildi eða oxunargeta (**reduction–oxidation reaction**) og hiti með Eutech instrument mæli og Thermo fisher scientific Orion 9678BNWP nema. Einnig var pH gildi mælt 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. Sýnunum var loks komið fyrir í 4 L fötu og 8% formalíni hellt á þau ásamt boraxi til að koma í veg fyrir að kalkhlutar lífvera leystust upp. Við söfnun á sýnum til efnagreiningavar efsta lag setsins, um 2 cm, skafið af með plastskeið og komið fyrir í tveimur plastdolum og sett í kæli. Sýnin voru fryst við heimkomu og síðar send til Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands til efnagreiningar á lífrænu kolefni (TOC), heildar köfnunarefni (TN), heildar fosfór (TP) og heildarmagni lífrænna leifa (Total organic content) .

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

Þess að um ungvíði var að ræða og/eða eintök illa farin. Þau eintök eru skilgreind sem cf í texta og töflum.

### Umreikningur á redox gildum

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

### Töluleg úrvinnsla

Meðalþéttleiki botndýra fyrir hverja stöð var reiknað út frá öllum greipum viðkomandi stöðvar. Fjölbreytni botndýrasamfélaga var metin með Shannon-Wiener  $H'$  fjölbreytileika stuðli (Magurran, 2004) og var PRIMER 6 forritið notað við útreikninga. Í Viðauka II má sjá greiningar og meðalfjölda á hverri stöð sem liggja til grundvallar fyrir útreikninga á fjölbreytni og jafnræði. Sumar tegundir voru sameinaðar í ættkvísl eða ætt fyrir útreikninga. Þráðormar (Nematoda) voru ekki með við útreikninga á fjölbreytni, en kveðið er á um að þeim eigi að sleppa í *ISO staðli 12878:2012* (Staðlaráð Íslands, 2016). Árfætlur (Copepoda) og agnir (Mysida) voru einnig teknar út fyrir útreikningana.

Shannon-Wiener fjölbreytni stuðull  $H'$ :

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

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

Jafnræðisstuðull Pielous  $J'$ :

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

## Niðurstöður

### Lýsing á botnsýnum og mælingar í seti

Allar greipar voru vel lokaðar og fullar af seti. Í öllum tilvikum var botngerðin grábrún leðja. Á stöðvum J, L og O við Sörlastaðavík var leðjan mjög þétt. Engin brennisteinslykt fannst af sýnunum (*Tafla 2*).

Tafla 2. Lýsing á lit, áferð og lykt botnsýna í Seyðisfirði 9. og 19 júní 2017.

Staðsetning	Litur og áferð	Lykt
<b>Háubakkar</b>		
A	Brún/grá leðja	Engin
B	Brún/grá leðja	Engin
C	Brún/grá leðja	Engin
D	Brún/grá leðja	Engin
E	Brún/grá leðja	Engin
F	Brún/grá leðja	Engin
G	Brún/grá leðja	Engin
H	Brún/grá leðja	Engin
<b>Sörlastaðavík</b>		
I	Brún/grá leðja	Engin
J	Mjög þétt brún/grá leðja	Engin
K	Brún/grá leðja	Engin
L	Mjög þétt brún/grá leðja	Engin
M	Brún/grá leðja	Engin
N	Brún/grá leðja	Engin
O	Mjög þétt brún/grá leðja	Engin
P	Brún/grá leðja	Engin

Gildi pH var mjög svipað milli stöðva og mældist að meðaltali 7,13 (spönn 7,06–7,20) við Háubakka en að meðaltali 7,20 (spönn 7,09–7,29) við í Sörlastaðavík. Hiti í seti var að meðaltali 4,3°C (spönn 4,1–4,5°C) við Háubakka en 3,99°C (spönn 3,90–4,13°C) í Sörlastaðavík. Redox gildi voru jákvæð á öllum stöðvum og voru umreiknuð ( $E_{SHE}$ ) gildi að meðaltali 392,7 mV (Spönn 339,6 til 486,1 mV), við Háubakka en að meðaltali 350,1 mV (spönn 301,3 til 388,6mV) í Sörlastaðavík (Tafla 3).

Tafla 3. Meðaltal þriggja mælinga á, pH gildum, hita og redox gilda ( $E_{melt}$ ), í setsýnum á átta stöðum (A-H) við Háubakka og átta stöðum í Sörlastaðavík (I-P) í Seyðisfirði í júní 2017. Auk þess er gefið upp gildi sem þarf að bæta við mældu gildið ( $E_{ref,pot}$ ) sem fylgir með nemanum (Thermo Fisher Scientific inc., 2007) sem mælt er með og er sú tala háð hita í setinu. Umreiknuð gildi ( $E_{h_{SHE}}$ ) fást með jöfnunni  $E_{h_{SHE}}=E_{melt}+E_{ref,pot}$ .

Staðsetning	pH	Hiti (°C)	Redox (mV)		
			Meðaltal mældra gilda ( $E_{melt}$ )	Uppgefið gildi ( $E_{ref,pot}$ )	Umreiknuð gildi ( $E_{h_{SHE}}$ )
Háubakkar					
A	7,06	4,5	132,5	218	350,5
B	7,11	4,2	145,5	218	363,5
C	7,20	4,4	121,6	218	339,6
D	7,19	4,3	268,1	218	486,1
E	7,07	4,2	189,3	218	407,3
F	7,20	4,2	243,1	218	461,1
G	7,12	4,1	121,6	218	339,6
H	7,10	4,5	176,1	218	394,1
Sörlastaðavík					
I	7,09	4,1	124,1	218	342,1
J	7,19	4,0	135,9	218	353,9
K	7,20	4,1	170,6	218	388,6
L	7,17	3,9	109,6	218	327,6
M	7,18	3,9	139,1	218	357,1
N	7,22	4,0	132,5	218	350,5
O	7,23	3,9	83,3	218	301,3
P	7,29	4,0	161,4	218	379,4

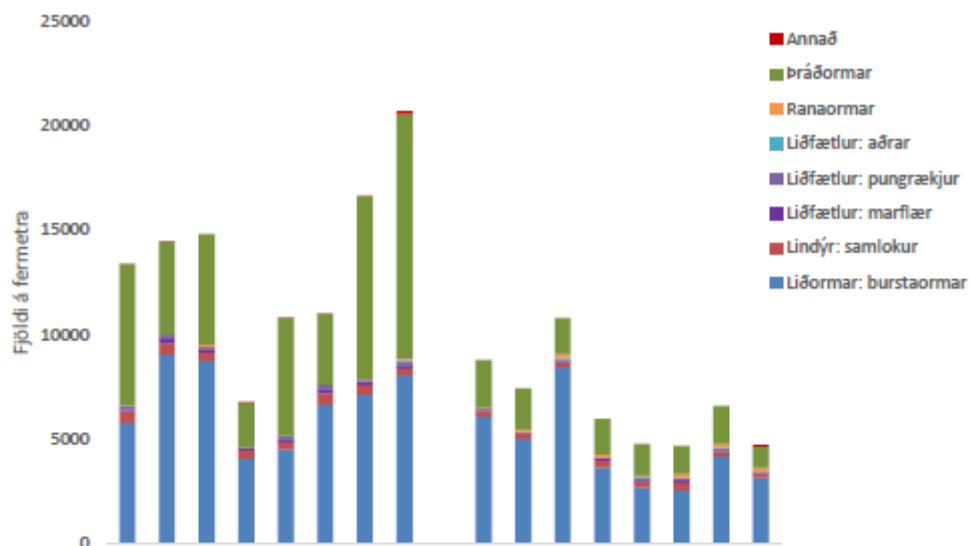
Við Háubakka var heildar köfnunarefni (TN) að meðaltali 1,38 mg/g (1,28–1,65 mg/g). Heildarmagn lífræns kolefnis (TOC) var þar að meðaltali 13,51 mg/g (spönn 12,47–15,17 mg/g), heildar fosfór að meðaltali 1,75 mg/g (spönn 1,62–1,90 mg/g) og heildarmagn lífrænna leifa var að meðaltali 75,34 mg/g (spönn 61,11–82,71 mg/g). Við Sörlastaðavík mældust gildin mjög svipuð og við Háubakka. Heildar köfnunarefni var að meðaltali 1,48 mg/g, heildarmagn lífræns kolefnis var að meðaltali 12,27 mg/g og heildarmagn lífrænna leifa að meðaltali 69,04 mg/g. Heildar fosfórstyrkur var þar að meðaltali 1,85 mg/g (Tafla 4 og Viðauki IV).

Tafla 4. Niðurstöður mælinga á heildar köfnunarefni (TN), heildar lífrænu kolefni (TOC), heildar fosfór og heildarmagn lífrænna leifa (Tot.org cont) í setsýnum á átta stöðum (A-H) við Háubakka og á átta stöðum (I-P) í Sörlastaðavík í Seyðisfirði í júní 2017. Allar niðurstöður eru gefnar upp miðað við 0 % rakainnihald (Niðurstöður frá efnagreiningum Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands, 2017).

Staðsetning	Heildar köfnunarefni (TN, mg/g)	Heildarmagn lífræns kolefnis (TOC, mg/g)	Heildar fosfór (P-tot, mg/g)	Heildarmagn lífrænna leifa (Tot.org cont, mg/g)
<b>Háubakkar</b>				
A	1,33	12,9	1,71	75,8
B	1,29	12,8	1,62	75,1
C	1,28	12,8	1,62	76,4
D	1,65	15,2	1,69	82,1
E	1,42	14,3	1,88	79,5
F	1,36	13,6	1,79	61,1
G	1,28	12,5	1,82	69,9
H	1,44	14,1	1,90	82,7
<b>Sörlastaðavík</b>				
I	1,40	12,9	1,81	60,2
J	1,36	12,1	1,81	73,0
K	1,48	12,4	1,83	69,1
L	1,48	12,1	1,85	68,4
M	1,51	12,6	1,93	67,5
N	1,52	12,5	1,81	78,3
O	1,54	11,8	1,93	71,0
P	1,53	11,8	1,87	64,8

#### Botndýr

Að meðaltali fundust 13.545 dýr á fermetra (spönn 6.760–20.567) við Háubakka sem greindust í a.m.k. 66 flokkunareiningar. Þéttleiki dýra var um helmingi minni í Sörlastaðavík eða 6.706 dýr á fermetra (spönn 4.767–10.783) sem greindust í a.m.k. 63 flokkunareingar (. mynd og Viðauki III). Burstaormar (Polychaeta) var sá dýrahópur sem var ríkjandi á botni í Seyðisfirði. Við Háubakka voru að meðaltali 8.050 einst./m<sup>2</sup> og nam hlutfall þeirra 50% af heildarfjölda botndýra. Þráðormar (Nematoda) voru svo annar algengasti dýrahópurinn þar með 6.013 einstaklingar á fermetra sem var um 44% hlutfall af heildarfjölda botndýra. Þráðormar voru ríkjandi dýrahópur í fjórum (A, E, G og H) af átta stöðvum með hlutfall sem nam 51%–57%. Samlokur (Bivalvia) voru svo þriðji algengasti dýrahópurinn við Háubakka með hlutfall sem nam 3%. Punggrækjur (Cumacea) og marflær (Amphipoda) voru með 1% hlutfall af heildarfjölda botndýra. Í Sörlastaðavík var þéttleiki burstaorma um helmingi minni (4.452 einst./m<sup>2</sup>) en við Háubakka en hlutfall þeirra af heildarfjölda botndýra var nokkuð meira eða 66%. Næst algengasti dýrahópurinn voru svo þráðormar, líkt og við Háubakka, og var þéttleiki þeirra 1.673 einstaklingar á fermetra sem var um 25% hlutfall af heildarfjölda botndýra. Ranaormar (Nemertea) voru svo með um 2% hlutfall og punggrækur rétt um 1%. Aðrir dýrahópar höfðu mun minni þéttleika (. mynd og Viðauki III).



2. mynd. Meðalþéttleiki botndýrahópa á m<sup>2</sup> á hverri stöð (A–H) við Háubakka og í Sörlastaðavík (I–P) í Seyðisfirði.

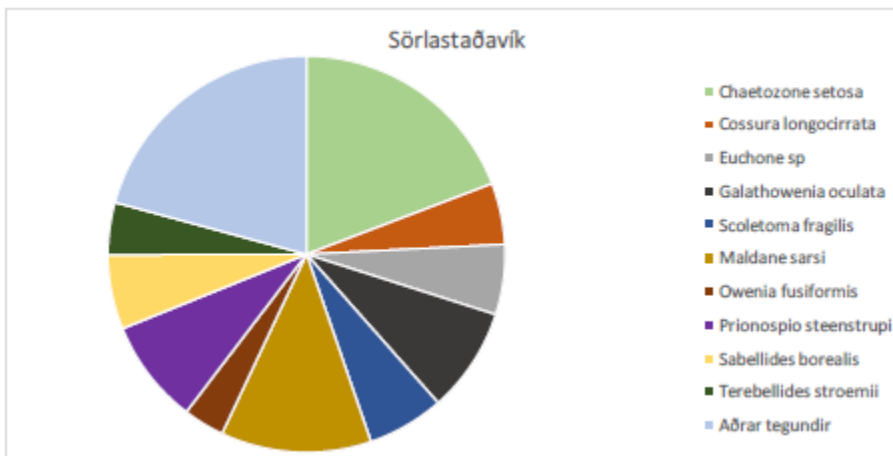
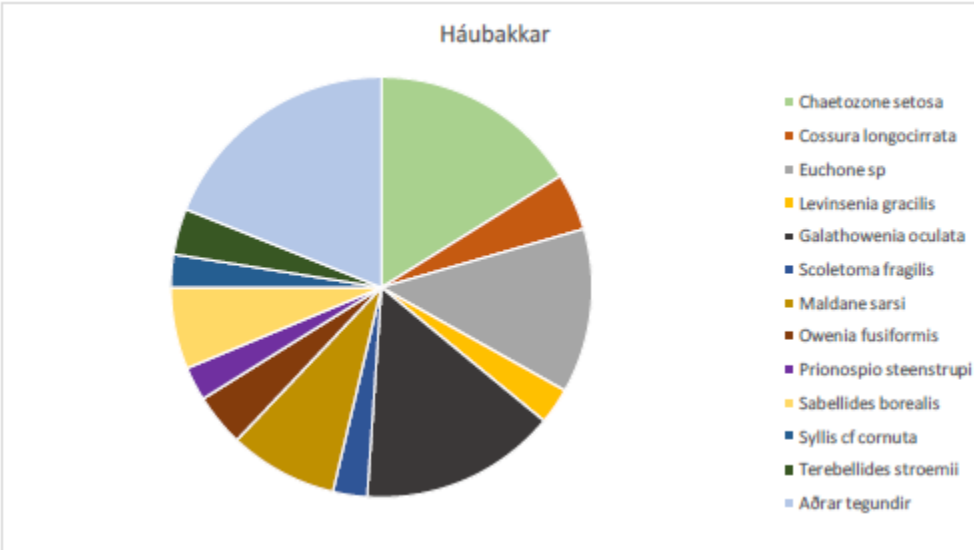
Meðalfjöldi tegunda/hópa var svipaður milli svæða eða 32 við Háubakka (spönn 28 til 36) og 31 í Sörlastaðavík (spönn 28–41). Flestar tegundir fundust á stöð K (41) við Sörlastaðavík en fæstar voru þær á stöð J á sama stað og á stöð F við Háubakka (28 tegundir/hópar) (Tafla 5). Fjölbreytni Shannons ( $H' \log_2$ ) var svipuð á öllum stöðvum við Háubakka 3,9 (spönn 3,8 til 4,0). Í Sörlastaðavík var hún einnig svipuð milli stöðva og samanborið við Háubakka eða að meðaltali 4,0 (spönn 3,7–4,3). Jafnræði ( $J'$ ) milli tegunda var eins milli svæða, 0,8 í Sörlastaðavík og 0,8 við Háubakka (Tafla 5).

Tafla 5. Yfirlit yfir fjölda tegunda (S), meðalfjölda dýra á fermetra (N, að þráðormum, árfætlum og ögnum undanskildum), jafnræðisstuðul Pileous (J') og Shannons fjölbreytni (H') á tveimur svæðum í Seyðisfirði árið 2017.

Staðsetning	S	N	J'	H'(log <sub>e</sub> )	H'(log <sub>2</sub> )
<b>Háubakkar</b>					
A	32	6.617	0,772	2,677	3,862
B	34	10.017	0,752	2,650	3,823
C	33	9.500	0,753	2,631	3,796
D	34	4.627	0,783	2,761	3,984
E	29	5.167	0,816	2,747	3,963
F	28	7.600	0,825	2,750	3,967
G	30	7.867	0,803	2,732	3,941
H	36	8.867	0,771	2,761	3,984
Meðaltal	32	7.533	0,784	2,714	3,915
<b>Sörlastaðavík</b>					
I	32	6.483	0,742	2,572	3,711
J	28	5.433	0,805	2,681	3,868
K	41	9.067	0,752	2,793	4,030
L	27	4.267	0,855	2,816	4,063
M	30	3.250	0,841	2,862	4,128
N	29	3.333	0,878	2,957	4,266
O	35	4.767	0,789	2,806	4,048
P	27	3.600	0,841	2,774	4,002
Meðaltal	31	5.025	0,813	2,783	4,015

Alls greindust 48 tegundir burstaorma við Háubakka en 52 tegundir í Sörlastaðavík. Samfélag burstaorma var svipað milli svæða og var tegundin *Chaetozone setosa* algengust á báðum stöðum. Við Háubakka var hlutfall hennar um 16% af heildarfjölda burstorma en 19 % í Sörlastaðavík. Önnur algengasta tegundin við Háubakka var svo *Galathowenia oculata* en hlutfall hennar var 15% og svo var tegund af ættkvísl *Euchone* þriðja algengasta tegundin með 13%. Í Sörlastaðavík var hins vegar *Maldane sarsi* önnur algengasta tegundin með 12% hlutfall af heildarfjölda burstaorma og svo tegundirnar *Galathowenia oculata* og *Prionospio steenstrupi* þriðju algengastu tegundirnar með hlutfall sem nam 9%.

Af öðrum tegundum sem fundust á báðum stöðum og voru með þéttleika sem nam 3 til 8% má nefna tegundirnar *Cossura longocirrata*, *Terebellides stroemii*, *Sabellides borealis* og *Scoletoma fragilis*. Aðrar tegundir voru sjaldgæfari (. mynd).



3. mynd. Hlutfallslegur fjöldi (% af heildarfjölda) burstaorma eftir tegundum á tveimur svæðum í Seyðisfirði 2017.

Alls fundust 17 tegundir/hópar krabbadýra (Crustacea) við Háubakka og 12 tegundir/hópar við Sörlastaðavík. Af þeim krabbadýrum sem unnt var að greina til tegunda þá voru tvær tegundir af ættkvísl *Eudorella* (*Eudorella* sp og *Eudorella emarginata*) í flokki pungrækja algengastar á báðum stöðum með hlutfall sem nam 42% (Háubakkar) og 35% (Sörlastaðavík) af heildarfjölda krabbadýra. Ættkvísl *Leucon*, einnig í flokki pungrækja, var jafnframt nokkuð algeng með 15% og 19% hlutfall af heildarþéttleika krabbadýra. Ógreindar marflær (mest ungvíði) voru með hlutfallslegan þéttleika sem nam 20% af heildarfjölda krabbadýra. Algengustu marflærnar voru tegundir af undirætt Oedicerodidae og tegundin *Monoculodes longirostris* við Háubakka en undirættin Lysianassidae var algengust við Sörlastaðavík.



Prettán tegundir lindýra fundust við Háubakka, 11 tegundir samloka (Bivalvia) og tvær tegundir snigla (Gasteropoda). Við Sörlastaðavík voru tegundirnar alls níu og allar af flokki samloka. Gljánytla (*Ennucula tenuis*) var lang algengust á báðum svæðunum. Þéttleiki hennar var að meðaltali 234 einstaklingar á fermetra við Háubakka og nam hlutfall hennar 54% af heildarfjölda lindýra þar. Við Sörlastaðavík var þéttleikinn að meðaltali 202 einst./m<sup>2</sup> og var hlutfall hennar 78% af heildarfjölda lindýra. Við Háubakka voru tegundirnar *Macoma calcarea* og *Nuculana pernula* einnig nokkuð áberandi með þéttleika sem nam 17 % og 10% af heildarfjölda botndýra. *Nuculana pernula* var önnur algengasta tegundin (6%) við Sörlastaðavík en þar var einnig tegundin *Thyasira* sp með svipaðan fjölda. Þær sniglategundir sem fundust *Bulbus smithii* cf og *Cylichna alba* cf voru í mjög litlum þéttleika (17 og 13 einst./m<sup>2</sup>) og fundust einungis á tveimur stöðvum við Háubakka.

Skrápdýr (Echinodermata) fundust einungis við Háubakka og voru það bara slöngustjörnur (Ophiuroidea). Ættkvíslin *Ophiura* fannst þar en í litlum þéttleika. Sæbelgir (Sipunculidae) fundust á tveimur stöðum við Háubakka (E og H) og einni stöð (K) Við Sörlastaðavík en í litlum þéttleika.

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

## Umræður

Fyrirhuguð fiskeldissvæði eru yfir mjúkum botni og var brún grá leðja sem einkenni sjávarbotninn á báðum svæðunum (Háubakkar og Sörlastaðavík) í Seyðisfirði en leðja er sú botngerð sem er ráðandi í mörgum austfirskum fjörðum (t.d. Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. 2001; Jörundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason, 2002; Sigmar Arnar Steingrímsson, 2009; Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl. 2017).

Í heildina var botndýralífið mjög svipað milli fyrirhugaðra fiskeldissvæða við Háubakka og Sörlastaðavík í Seyðisfirði en það einkenndist af tegundum burstaorma sem lifa annaðhvort sem yfirborðsætur eða grafa sig niður í setið (Fauchald og Jumars, 1979; Jumars o.fl., 2014). Þannig samsetning tegunda endurspeglar vel samsett og rótgróin samfélög á botni sjávar (Pearson og Rosenberg, 1978; Rhoads og Germano, 1986). Burstaormar sem eru grotætur og hafa sama fæðuöflunarháttinn á og lýst er hér að ofan eru algengir á mjúkum botni víðar á Austfjörðum (t.d. Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. 2001; Jörundur Svavarsson, 2002; Þorleifur Eiríksson o.fl., 2003a; Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl. 2017).

Samfélög botndýra í þessari rannsókn er mjög svipuð og fannst á botni Seyðisfjarðar árið 2002 en þá voru burstaormar algengasta tegundin og þráðormar næst algengastir líkt og nú. Þéttleiki algengustu tegundanna var þó önnur í rannsóknunum árið 2002 og var *Maldane sarsi* algengasta tegundin þá en *Chaetozone setosa* sem var algengasta burstaorma tegundin í þessari rannsókn var önnur algengasta tegundin við Háubakka og Sörlastaðavík. Tegundirnar *Sabellides borealis* og *Owenia fusiformis* fundust ekki í fyrri rannsókn en voru í þónokkrum þéttleika árið 2017 (.mynd) (Sigmar Arnar Steingrímsson, 2009). Sá munur sem sást á tegundasamsetningu og þéttleika einstakra tegunda ef þessar rannsóknir eru bornar saman gæti verið sá að sýnin voru ekki tekin á sömu stöðum og mun færri sýni (bæði greipar

og stöðvar) voru á hverjum stað í rannsóknunum árið 2002. Auk þess voru sýnin tekin á mismunandi dýpi og tíma, í september árið 2002 (Sigmar Arnar Steingrímsson, 2009) en júní í þessari rannsókn.

Oxunargeta (redox) setsins var mjög góð og mældust redox gildi öll hærri en +300 mV. Bakgrunnsgildi og/eða viðmiðunargildi (umhverfismörk) fyrir redox gildi í seti eru ekki gefin upp eða skilgreind í reglugerðum/stöðlum hér á landi en gildi hærri en +100 mV teljast bakgrunnsgildi og endurspeglar eðlilegt ástand sets (Hargarve o.fl. 2008; Zettler o.fl., 2007; Wildish o.fl. 2001; Brooks o.fl., 2003). Niðurstöður á efnamælingum í seti (TN, TOC, TP og total organic content), sem og redox mælingarnar, í Seyðisfirði eru bakgrunnsgildi og segja til um magn ofangreindra efna áður en fiskeldi hefst á þessum svæðum. Litlar upplýsingar eru til um styrk þessara efna almennt í botnseti hér við land og hafa bakgrunnsgildi og/eða viðmiðunargildi (umhverfismörk) heldur ekki verið skilgreind fyrir þessi efni í reglugerðum/stöðlum hér á landi. Norðmenn hafa sett mörk fyrir heildarmagn lífræns kolefnis og telst ástand sets mjög gott ef gildin eru <20 mg/g (Molvær o.fl., 2004). Gildin í Seyðisfirði voru öll undir þeim mörkum.

Við fiskeldi safnast upp lífrænar leifar og við það breytist samsetning botndýra þannig að þær tegundir sem ekki þola aukningu á lífrænum leifum hverfa. Mikilvægt er því að hvíla svæðin með reglulegu millibili. Samkvæmt 3. grein reglugerðar nr. 401/2012 um fiskeldi skal hvíldartími eldissvæða vera að minnsta kosti 90 dagar. Á hvíldartímanum brotna lífrænu leifarnar niður og í framhaldi af því má búast við að botndýr sem lifa í nágrenninu og þola ekki uppsöfnun lífrænna leifa geti fært sig á svæðið aftur. Því er ekki talið að áhrif fiskeldis á botndýralíf séu varanleg ef þau eru hvíld með reglulegu millibili og í þann tíma sem tekur botndýralífið að endurheimtast. Mjög misjafnt er hins vegar hversu langan tíma það tekur en það fer eftir straumum og hversu mikil uppsöfnun var á lífrænum leifum undir eldiskvíunum. Því er mikilvægt að meta hvert svæði fyrir sig eftir hvíldartíma áður en fiskur er settur aftur út.

## Fuglar

### Aðferðir

Heimilda um fugla í Seyðisfirði var aflagð og þær skoðaðar með tilliti til fiskeldis í sjó. Stuðst var við ferðadagbækur starfsmanns Náttúrustofu Austurlands (Halldór W. Stefánsson, ferðadagbækur, 2001, 2012 og 2015). Auk þess fengust upplýsingar um fugla frá staðkunnugum á Seyðisfirði og í Mjóafirði. Náttúrustofan kannaði fuglalíf í Seyðisfirði árið 1997 sem nýtist hér að hluta til (Halldór W. Stefánsson, 1998). Einnig var fuglalíf í fjörum kannað af stofunni árin 1998 og 2000 (Skarphéðinn G. Þórisson, 2000). Gögn úr vetrarfuglatalningum Náttúrufræðistofnunar Íslands frá Seyðisfirði frá árunum 1987-1989 (Skarphéðinn G. Þórisson, 2000) og árunum 2002-2016 (Náttúrufræðistofnun Íslands 2017) nýttust við þessa samantekt. Þá er á fuglanetsíðunni Ebird skrásettir fuglar sem áhugamenn um fugla hafa séð í Seyðisfirði (Ebird, 2013-2017). Hér verður vitnað í gögn af þeirri síðu fyrir tímabilið 2013-2017 til staðfestingar á eldri upplýsingum.

Flestar athuganirnar eru frá vori og sumri en minna um vetrarathuganir. Samantektin byggir á þeim tegundum sem teljast til vatna- og sundfugla, þar með taldir sjófuglar, og þeirra sem nýta sér fjöruna á einn eða annan hátt t.d. vaðfuglar. Fuglategundum sem nota alla jafna

svæði innar til landsins, svokallaðir landfuglar eins og flestir spörfuglar, rjúpur (*Lagopus mutus*) og ránfuglar er sleppt í þessari samantekt.

Kannað var hve margar tegundir væru nýjum válista Náttúrufræðistofnunar Íslands (2018). og mat lagt á möguleg áhrif fiskeldis á þær. Jafnframt voru nýlega skilgreind mikilvæg fuglasvæði á Íslandi skoðuð m.t.t. staðsetningar fyrirhugaðs fiskeldis í Seyðisfirði (Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Borgný Katrínardóttir, Guðmundur A. Guðmundsson og Svenja N.V. Auhage, 2016)

Sumar tegundirnar geta tilheyrt ýmsum flokkum í samantektartöflu, t.d. verið faliðaðar, átt leið um Seyðisfjörð líkt og umferðarfuglar, verið gestir eða verið varpfuglar. Sumir varpfuglarnir s.s. svartfuglarnir eru staðbundnir. Til einföldunar er einn flokkur látinn standa fyrir hverja tegund og þá í flestum tilvikum sá flokkur sem álitinn var líklegastur fyrir tegundina. Þá var staða sumra tegunda óþekkt (tafla 6).

Áhrif sjókvíaeldis á fugla voru metin eftirfarandi: *veruleg og neikvæð, lítil eða engin* (tafla 6). Ekki er tekin afstaða til óbeinna áhrifa eins og eldisvarna, þar sem „óæskilegum“ tegundum er yfirleitt bægt frá en öðrum ekki. Við mat á áhrifum fiskeldis á fugla verður stuðst við skýrslu Samherja frá 2002 og skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 1999, þar sem þekkt eru áhrif á æðarfugl, máfa, skarfa og fleiri fugla- og dýrategundir. Einnig voru erlendar heimildir um mögulega áhrif fiskeldis á fuglalíf skoðaðar. T.d. samantektar grein frá Nýja Sjálandi (Forrest 2007) og grein frá Noregi um áhrif fugla vegna umferðar í tengslum við fiskeldi (Follestad, 2015).

## Niðurstöður og umræða

Samkvæmt heimildum er hér um að ræða 46 fuglategundir sem eru til skoðunar vegna fiskeldisáforma í Seyðisfirði. Líkt og víða á Austfjörðum eru máfar, andfuglar, vaðfuglar og sjófuglar þar mest áberandi.

Þar sem ekki gafst færi á að fylla í eyður yfir fuglaþekkinguna í Seyðisfirði má fastlega gera ráð fyrir að þar séu fleiri tegundir en hér er gerð grein fyrir.

Tafla 6. Þekktar fuglategundir í Seyðisfirði ásamt stöðu þeirra á svæðinu og metnum áhrifum fiskeldis í sjó á þær.

Tegund	Válisti	Staða	Áhrif
1. Lómur <i>Gavia stellatta</i>		Gestur	Lítill
2. Himbrimi ( <i>Gavia immer</i> )	VU	Gestur	Lítill
3. Fýll <i>Fulmarus glacialis</i>	EN	Algeng	Lítill
4. Dilaskarfur <i>Phalacrocorax*</i>		Gestur	Lítill
5. Álfur <i>Cygnus cygnus</i>		Fáliðuð	Engin
6. Heiðgæs <i>Anser****</i>		Gestur	Engin
7. Blesgæs <i>Anser albifrons***</i>	EN	Umferðarfugl	Engin
8. Margæs <i>Branta bernicla**</i>		Umferðarfugl	Lítill
9. Grágæs <i>Anser anser</i>		Algeng	Engin
10. Rauðhöfðaönd <i>Anas</i>		Fáliðuð	Engin
11. Urtönd <i>Anas crecca</i>		Fáliðuð	Engin
12. Stökkönd <i>Anas</i>		Algeng	Engin

Tegund	Válisti	Staða	Áhrif
13. Gulönd ( <i>Mergus merganser</i> )	VU	Sjaldgæfur gestur	Engin
14. Skúfönd <i>Aythya fuligula</i>		Fáliðuð	Engin
15. Duggönd <i>Aythya marila</i>	EN	Fáliðuð	Engin
16. Æður <i>Somateria mollissima</i>	VU	Algeng	Lítill
17. Straumönd <i>Histrionicus</i>		Algeng	Lítill
18. Hávella <i>Clangula hyemalis</i>	NT	Vetrarfugl	Lítill
19. Toppönd <i>Mergus serrator</i>		Fáliðuð	Lítill
20. Tjaldur <i>Haematopus*****</i>	VU	Algeng	Engin
21. Sandlóa <i>Charadrius hiaticula</i>		Óþekkt	Engin
22. Heiðlóa <i>Pluvialis apricaria</i>		Óþekkt	Engin
23. Sendlingur <i>Calidris maritima</i>	EN	Vetrarfugl	Engin
24. Lóuþræll <i>Calidris alpina</i>		Óþekkt	Engin
25. Hrossagaukur <i>Gallinago</i>		Óþekkt	Engin
26. Jaðrakan <i>Limosa limosa</i>		Óþekkt	Engin
27. Spói <i>Numenius phaeopus</i>		Óþekkt	Engin
28. Stelkur <i>Tringa totanus</i>	NT	Algeng	Engin
29. Tildra <i>Arenaria interpres</i>		Umferðarfugl	Engin
30. Óðinshani <i>Phalaropus</i>		Gestur	Engin
31. Hettumáfur <i>Larus ridibundus</i>		Algeng	Lítill
32. Stormmáfur <i>Larus canus</i>		Fáliðuð	Lítill
33. Sílamáfur <i>Larus fuscus</i>		Fáliðuð	Engin
34. Hvítmáfur <i>Larus</i>	EN	Fáliðuð	Engin
35. Silfurháfur <i>Larus argentatus</i>	NT	Algeng	Lítill
36. Bjartmáfur <i>Larus glaucoides</i>		Gestur	Lítill
37. Svartbakur <i>Larus marinus</i>	EN	Algeng	Lítill
38. Rita <i>Rissa tridactyla</i>	VU	Óþekkt	Lítill
39. Kría <i>Sterna paradisaea</i>	VU	Óþekkt	Engin
40. Stuttnefja <i>Uria lomvia</i>	EN	Fáliðuð	Engin
41. Langvía <i>Uria aalge</i>	VU	Algeng	Lítill
42. Álka <i>Alca torda</i>	NT	Algeng	Lítill
43. Teista <i>Cephus grylle</i>	EN	Fáliðuð	Lítill
44. Haftyrðill <i>Alle alle</i>	RE	Vetrarfugl	Lítill
45. Lundi <i>Fratercula arctica</i>	CR	Algeng	Lítill
46. Hrafn <i>Corvus corax</i>	VU	Algeng	Engin

\*Þóra Guðmundsdóttir, munnleg heimild, 12.10.2007. \*\*Ólafur Pétursson, munnleg heimild, 28.8.2009. \*\*\*Sólveig Sigurðardóttir, tölvupóstur fenginn þann 21.11.2011. \*\*\*\*Ólafur Pétursson, tölvupóstur fenginn þann 30.10.2017. \*\*\*\*\*Skúli Sveinsson, munnleg heimild 9.3.2010.

Samkvæmt nýjum válista flokkast viðkomandi tegundir í 6. töflu eftirfarandi: RE útdauðar tegundir á Íslandi, CR tegund í bráðri hættu, EN tegund í hættu, VU tegund í nokkurri hættu og NT tegund í yfirvofandi hættu.

Af 46 fuglategundum sem eru taldar upp í 6. töflu, eru 22 á válista (Náttúrufræðistofnun Íslands 2018). Ólíklegt er að þær verði fyrir neikvæðum áhrifum fiskeldisáforma í Seyðisfirði. Haftyrðill er eina tegundin sem telst til útdauðra tegunda á Íslandi sem varptegund þó tegundin sé allalengur vetrargestur.

Náttúrustofan metur áhrif fiskeldis í Seyðisfirði lítil á 20 tegundir þ.á m. margæsir og engin á 26 tegundir (tafla 6). Þekkt er að ýmsar dýrategundir laðast að sjókvíum. Þetta á t.d. við um fugla sem eru í leit að fæðu og sækja í aukið fæðuframboði vegna næringarefna sem koma frá eldi. Þá laðar fiskeldi gjarnan að aðra fæðu, s.s. aðra fiska eða seiði sem geta vakið forvitni fugla, hvala, sela og minka (Samherji 2002). Reynsla fiskeldis í Eskifirði á árunum 1988-1997 sýndi að kræklingur sem sest á kvíar laðar að æðarfugl (Sigtryggur Hreggviðsson, munnleg heimild, 2001). Það eru einkum máfar, fiskiætur og æður sem sækja að eldiskvíum og njóta í mörgum tilvikum góðs af. Sumar tegundir laðast að kvíum í fæðuleit og aðrar sækja í vernd sem af eldinu hlýst. Því getur mögulegt aukið fæðuframboð komið ýmsum fuglategundum til góða í Seyðisfirði og vart við neikvæðum áhrifum eldis á fugla að búast. (Samherji 2002 og Hörður Kristinsson o.fl. 1999). Samantektarskýrsla um vistfræðileg áhrif sjókvíaeldis á Nýja Sjálandi benti til að möguleg áhrif á fugla væru ekki vel skilgreind, en rannsóknir þar hafa sýnt fram á að sjókvíar laði að ýmsa sjófugla sem njóta góðs af auknu fæðuframboði við kvíar. Þar var einnig bent á að aukið sjókvíaeldi takmarki mögulega búsvæði einhverra fuglategunda, en með vel ígrunduðu staðarvali má draga úr slíkum áhrifum (Forrest o.fl. 2007). Þá er þekkt að bátaumferð geti haft fælandi áhrif á ófleyga fugla (Follestad, A. 2015) en umfang slíkrar truflunar ætti að vera innan þolmarka í Seyðisfirði.

Seyðisfjörður sker sig úr frá öðrum fjörðum austanlands hvað fugla varðar, þar sem margæsir (*Branta bernicla*) koma þar við reglulega á leið sinni til varpstöðva í Kanada en að mestu leiti kemur tegundin við á vestanverðu landinu vor og haust. Þá hefur margæs verið sumarlengt í Seyðisfirði og felld þar fjaðrir (Ólafur Pétursson, munnleg heimild, 2009). Ólíklegt er að fiskeldisáform muni hafa áhrif á margæsir í firðinum.

Nýlega voru skilgreind mikilvægustu fuglasvæðin á Íslandi (Kristinn H. Skarphéðinsson o.fl. 2016). Alls voru skilgreind 121 svæði um allt land. Eitt þeirra er Skálanesbjarg sem er yst í Seyðisfirði sunnanverðum. Bjargið er álitnið alþjóðlega mikilvæg sjófuglabbyggð með meira en 10 þúsund varppör af fýlum. Ekki er líklegt að fyrirhugað fiskeldi innarlega í Seyðisfirði hafi áhrif á fýlabbyggðina í Skálanesbjargi, né heldur á álku, langvíu og silfurmaf sem þar verpa (Sigfús Vilhjálmsson á Brekku í Mjóafirði, munnlegar heimildir).

## Pörungar í fjöru

### Aðferðir

Könnun á fjöru var gerð þann 23. og 25. ágúst 2017 í Seyðisfirði þegar stórstreymt var. Alls voru fimm snið könnuð, tvö við fyrirhuguð fiskeldissvæði við Háubakka norðan til í Seyðisfirði og tvö í Sörlastaðavík sunnan megin og eitt viðmiðunarsnið utan þessara svæða norðan fjarðar. Auk þess var litið eftir rusli og mengun í jöðrum fiskeldissvæðanna (. mynd). Við útlagningu sniða var málband strengt þvert á fjöru frá efstu mörkum, sem var nálægt efri mörkum klettadoppu (*Littorina saxatilis*), og að neðstu mörkum fjörunnar (0 m). Stöðvar voru staðsettar eftir lengdarmælingum á sniðinu með um 1–3 m bili. Á sniði eitt og tvö voru lagðar niður fimm stöðvar (A–E), á sniði fjögur voru sex stöðvar (A–F), á sniði þrjú voru átta stöðvar (A–H) og á sniði fimm sjö stöðvar (A–G). Munur á hæð flóðs og fjöru var um 1,3 m á þessum tíma og var hæðarbil á milli stöðva um 0,2–0,3 m. Á hverri stöð var lagður niður 1x1 m rammi og þekja þörunga, fjörusvertu og fastra dýra ákvörðuð. Fjörubeði var einnig lýst gróflega á öllum sniðum. Við greiningu þörungategunda var notast meðal annars við fræðslurit Ferðafélags Íslands eftir Agnar Ingólfsson o.fl. (1986). Á hverjum stað var einnig skráð hvort sæist til mengunar eða rusls.

### Niðurstöður

Á öllum stöðum sem rannsóknin tók til einkenndist fjörubeðurinn af stórgryti eða hnallungum. Þekjumælingar á þörungum undir Háubökkum og í Sörlastaðavík sýna að klóþang (*Ascophyllum nodosum*) er ríkjandi tegund á flestum stöðvum og var þekjan víða >50%. Einna minnst var af klóþangi á efstu og neðstu stöðvunum og myndaði það nokkuð áberandi belti um miðbik fjörunnar. Bólupang (*Fucus vesiculosus*) var einnig nokkuð áberandi á sumum stöðvum á þessum sniðum en í mismiklum þéttleika. Skúfaþang/belgjaþang (*Fucus distichus*) var sumstaðar áberandi neðarlega í fjörunni. Á viðmiðunarsniði (snið 3) var skúfaþang hins vegar ríkjandi þangtegund. Klapparþang (*Fucus spiralis*) var á efstu stöðvunum á sniði 3 en það náði ekki verulegri þekju. Klóþang og bólupang fundust ekki á sniði 3. Söl (*Palmaria palmata*) fannst á öllum sniðum í mis miklum þéttleika en einna mest bar á því á neðstu stöðvunum. Kólgugrös (*Devaleraea ramentacea*) og brimskúfur (*Acrosiphonia arcta*) voru líka útbreiddir þörungar en mesti þéttleiki þeirra var á sniði 3 á neðstu stöðinni. Fjöldi tegunda af þörungum var frá 11 til 17 tegundir/hópar. Flestar tegundir fundust á viðmiðunarsniði (snið 3) en fæstar á sniði fimm (

Tafla 7).

Hrúðurkarl (*Semibalanus balanoides*) fannst á öllum sniðum og í nær öllum stöðvum, er mesta þekja var á stöðvum á sniðum 3 - 5. Kræklingur (*Mytilus edulis*) fannst líka á öllum sniðum og var útbreiddur um nær alla fjöruna en fannst ekki á efstu stöðvum (A). Þekjan var mest um miðbik fjörunnar og neðst (C-E) og var einna mest af honum á sniði 4 og var hann allur fremur smár.

Niðurstöður þekjumælinga á þörungum, fjörusvertu og föstum dýrum má finna í viðauka III.

Tafla 7. Tíðni (%) einstakra þörungategunda, fjörusvertu og fastra dýra í 1 x 1 m reitum á sniðum 1-5 og fjöldi þörungategunda/hópa.

Hópar/tegundir	Íslenskt heiti	Snið					Tíðni (%)
		1	2	3	4	5	
<i>Fucus distichus f. evanescens</i>	Skúfabang	x	x	x			60
<i>Fucus distichus f. typica</i>	Belgjabang		x	x	x	x	80
<i>Fucus vesiculosus</i>	Bólubang	x	x		x	x	80
<i>Fucus spiralis</i>	Klapparbang	x		x			40
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Klóbang	x	x		x	x	80
	brúnþörungar ógr.	x	x	x		x	80
<i>Laminaria digitata</i>	Hrossapari			x	x	x	60
<i>Laminaria saccharina</i>	Beltispari			x			20
<i>Palmaria palmata</i>	Söl	x	x	x	x	x	100
<i>Rhodomela lycopodioides</i>	Surtarjafni		x	x	x	x	80
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Skollagrös	x	x	x		x	80
<i>Chorda filum</i>	Skollapvengur	x					20
<i>Devaleraea ramentacea</i>	Kólgugrös	x	x	x	x	x	100
<i>Ulva lactuca</i>	Grænhimna	x	x	x	x		80
	Græn sliikja			x			20
	Grænþráður ógr.	x	x	x			60
<i>Porphyra umbilicalis</i>	Purpurahimna			x			20
<i>Acrosiphonia arcta</i>	Brimskúfur	x	x	x	x	x	100
Corallinacea	Kalkskorpa	x	x	x	x		80
	Skorpa				x		20
	Rauðbrún sliikja	x					20
<i>Hildebrandia rubra</i>	Dumbrauð skorpa	x	x	x	x	x	100
<i>Verucaria maura</i>	Fjörusverta		x	x	x		60
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur	x	x	x	x	x	100
<i>Semibalanus balanoides</i>	Hrúðurkarl	x	x	x	x	x	100
	Fjöldi þörungategunda/hópa	15	14	17	12	11	

Ofarlega í fjörinni undir Háubökkum á sniði 1 var nokkuð um rusl, en þar eru gamlir ruslahaugar og losnar ruslið úr þeim og rennur niður í fjöruna. Á neðstu stöðinni var vart við olíumengun á sjónum (. mynd). Austan við snið 1, við enda fyrirhugaðs fiskeldissvæðis (jaðar 2) (. mynd), var einnig sýnileg olíumengun í sjónum og greinileg olíulykt. Ekki var mikið um rusl þar líkt og á sniði 1. Þar sem malarfjörinni sleppti (í vestur) var fjaran nokkuð stórgrýtt. Efst var fjörusverta og bólubang var efsta brúnþörungalagið, klóbang var fyrir miðju og söl og hrossapari neðst svipað og á sniðum 1 og 2. Marglyttur sáust í sjónum og í fjöru.

Vestan megin við jaðar fyrirhugaðs fiskeldissvæðis (J1) var efnisgeymslusvæði. Töluvert var af rusli í fjörinni t.d. netadræsur, trefjapokar, járnarusl, kaplar, spítarusl, brúsar, kaðlar o.fl. Fjaran var stórgrýtt og var fjörusverta áberandi efst. Bólubang efsta brúnþörungalagið og klóbang fyrir miðju líkt og á sniðum. Græn sliikja sást á steinum.





4. mynd. Olíumengun á sjónum í nágrenni Háubakka í Seyðisfirði.

Jaðrar austan og vestan (J3 og J4) við enda fiskeldssvæðisins í Sörlastaðavík voru kannaðir. Mun minna var um rusl þar en við Háubakka en dálítið var um reknar spýtur. Ekki sást olíumengun. Fjörubeðurinn var grýttur og var fjörusverta efst og svo bólupang og klóþangið fyrir miðju líkt og á sniðum 4 og 5. Söl og belgþapang og söl og hrossapari voru alveg neðst. Dauðar marglyttur voru í fjörumáli og lifandi í sjó.

## Umræða

Út frá sniðunum fjórum í fjörunni við fyrirhuguð fiskeldissvæði og könnun á jöðrum fyrirhugaðra fiskeldissvæða er hægt að flokka fjöruna bæði við Háubakka og í Sörlastaðavík sem klóþangsfjöru. Náttúrufræðistofnun Íslands hefur einnig flokkað fjöruna undir Háubökkum þar sem snið 1 var sem klóþangsfjöru (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016). Slík fjöruvistgerð er útbreidd um land allt þar sem brimasemi er lítil. Smádýralíf er þar tegundaauðugt enda gott skjól í þykkum þangbunkum. Vistgerðin hefur hátt verndargildi og er mikilvægt fæðusvæði fyrir fugla s.s. eins og æðarfugl og vaðfugla (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016). Af tegundasamsetningu þörungna á viðmiðunarstöðinni (stöð 3) má ætla að brimasemi sé þar meiri en á fyrirhuguðum fiskeldissvæðum, enda komið nokkuð utar í fjörðinn, því þar var skúfaþang ríkjandi þangtegund en sú tegund er áberandi þar sem brims gætir talsvert eða mikið. Auk skúfaþangs voru þar þörungar eins og brimskúfur, söl og purpurahimna en þessar þörungategundir er oft að finna þar sem brimasemi er nokkur (Agnar Ingólfsson, 2006). Skúfaþangfjörur hafa miðlungs verndargildi (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016). Allar þörungategundirnar sem voru greindar í rannsókninni hafa fundist í fjöru hér við land og á Austfjörðum (t.d. Agnar Ingólfsson o.fl., 1986, Inga Dagmar Karlsdóttir, 2000; Agnar Ingólfsson, 2006).

Olíumengunin í fjöru undir Háubökkum kemur að öllum líkindum úr flaki olíuskipsins El Grillo sem var sökkt í Seyðisfirði árið 1944. Síðsumars þegar sjór hlýnar stígur olía upp á yfirborð sjávar úr flakinu. Þegar skip sigla inn fjörðinn ýta þau olíuflekkunum í átt að landi og sést þá mengunin í fjörunum (Heilbrigðiseftirlit Austurlands, 2017).

## Þakkir

Páli Ágústssyni á bátnum Auðbjörgu eru færðar þakkir fyrir að fara með okkur í sýnatöku á botndýrum og aðstoð við sýnatöku.

## Heimildir

- Agnar Ingólfsson, Hrefna Sigurjónsdóttir, Karl Gunnarsson og Eggert Pétursson (1986). *Fjörulíf*. Reykjavík: Ferðafélag Íslands.
- Agnar Ingólfsson (2006). The intertidal seashore of Iceland and its animal communities. *Zoology of Iceland*, 1 (7), 1-85.
- Brooks, K.M., Stierns, A. R., Mahnkenb, C.V.W. & Blackburn, D.B. (2003). Chemical and biological remediation of the benthos near Atlantic salmon farms. *Aquaculture* 219, 355 – 377.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Þorleifur Eiríksson & Böðvar Þórisson (2011). *Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði. Unnið fyrir HB Granda*. Neskaupstað: Náttúrustofa Austurlands.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir & Cristian Gallo (2015). *Botndýrarannsóknir og efnagreiningar á sjó og seti vegna fiskeldis í Berufirði 2015*. Unnið fyrir Fiskeldi Austfjarða. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Halldór W. Stefánsson & Cristian Gallo (2017). *Rannsóknir á lífríki Stöðvarfjarðar. –Botndýr, mælingar í seti, fuglar og þörungur í fjöru*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Halldór W. Stefánsson og Cristian Gallo (2017). *Rannsóknir á lífríki Stöðvarfjarðar. –Botndýr, mælingar í seti, fuglar og þörungur í fjöru*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Ebird (2017). Seyðisfjörður 2013-2017. Skoðað í nóvember 2017 á <http://ebird.org/ebird/hotspot/L3139284?yr=all&m=&rank=mrec>
- 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.
- Follesstad, A. (2015). Effekter av forstyrrelser på fugl og pattedyr fra akvakulturanlegg i sjø – en litteraturstudie . – NINA Rapport 1199. 44 s.
- Forrest, B., Keeley, N., Gillespie, P., Hopkins, G., Knight, B. and Govier, D. (2007). *Review of the Ecological Effects of Marine Finfish Aquaculture: Final Report*. Prepared for Ministry of Fisheries. Cawthron Report No. 1285.
- Guðrún Á. Jónsdóttir og Inga Dagmar Karlsdóttir (2000). *Könnun á lífríki leirunnar í botni Seyðisfjarðar*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Hafsteinn G. Guðfinnsson, Héðinn Valdimarsson, Steingrímur Jónsson, Jóhannes Briem, Jón Ólafsson, Sólveig Ólafsdóttir, Ástþór Gíslason og Sigmar A. Steingrímsson (2001). *Rannsóknir á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000*. Reykjavík: Hafrannsóknarstofnun.
- Halldór W. Stefánsson (1998). *Fuglalíf við byggð undir Bjólfi í Seyðisfirði 1997*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Heilbrigðiseftirlit Austurlands (2017). *Olíumengun frá El Grillo í Seyðisfirði*. Fundargerð 6. september 2017. Skoðað þann 23. nóvember 2017 á slóð [http://haust.is/index.php/fundargerdir/174-fundargerd-6-sept-2017#Fundargerd136\\_9\\_3](http://haust.is/index.php/fundargerdir/174-fundargerd-6-sept-2017#Fundargerd136_9_3)
- Hargarve, B. T., Holmer, M. & Newcobe, C.P. (2008). Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. *Marine Pollution Bulletin* 56, 810–824.
- Hemmi, A., Makinen, A., Jormalainen, V., & Honkanen, T., (2005). Responses of growth and phlorotannins in *Fucus vesiculosus* to nutrient enrichment and herbivory. *Aquatic Ecology* 39, 201–211.

- Hörður Kristinsson, Halldór Walter Stefánsson, Guðmundur Guðjónsson og Ólafur K. Nielsen (1999). *Gróður og fuglalíf við Lón og Auðbjargarstaði í Kelduhverfi*. Unnið fyrir Vegagerðina á Akureyri. NÍ-99021. Akureyri, desember 1999.
- Inga Dagmar Karlsdóttir (2000). *Skráning og flokkun fjörugerða og fjöruvista*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir (ritstjórar) (2016). *Vistgerðir á Íslandi. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar Íslands nr. 54*. Garðabær.
- Jumars P.A., Kelly M. Dorgan & Sara M. Lindsay, (2014). Diet of worms emended: an update of polychaete feeding guilds. Supplemental material: *Annual Review of Marine Science*. 7:497-520.
- Jörundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason (2002). Lífríki á botni Mjóafjarðar. *Fjölrit Líffræðistofnunar Háskólans nr. 63*.
- Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Borgný Katrínardóttir, Guðmundur A. Guðmundsson og Svenja N.V. Auhage (2016). Mikilvæg fuglasvæði á Íslandi. *Fjölrit Náttúrufræðistofnunar Íslands nr. 55*. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Landhelgisgæslan (2016). Dýptarlínur í Seyðisfirði– Vektoragögn afhent frá Landhelgisgæslunni.
- Landmælingar Íslands (2013). Leyfi, samkvæmt 31. gr. upplýsingalaga nr. 140/2012 og lögum um landmælingar og grunnkortagerð nr. 103/2006, fyrir gjaldfrjáls gögn frá Landmælingum Íslands. Sótt 01.11.2016 á <http://www.lmi.is/wp-content/uploads/2013/10/Leyfi-fyrirgjaldfrj%C3%A1ls-g%C3%B6gn-LM%C3%8D-Almennir-skilm%C3%A1lar.pdf>
- Landmælingar Íslands (2016). IS50v vektorgögn. Sótt 23.12.2016 á: <http://atlas.lmi.is/LmiData/index.php>
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., & Sorensen, J. (2004). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning*. Norway: Norsk institutt for vannforskning.
- Náttúrufræðistofnun Íslands (2018). *Válisti fugla 2018*. Sótt 02.09.2018 <https://www.ni.is/midlun/utgafa/valistar/fuglar/valisti-fugla>
- Náttúrufræðistofnun Íslands (2017). *Vetrarfuglatalningar*. Sótt 14.12.2017 <http://www.ni.is/greinar/vetrarfuglatalningar-nidurstodur>
- Oh, E.S., Edgar, G.J., Kirkpatrick, J.B., Stuar-Smith, R.D. & Barrett N.S. (2015). Broad-scale impacts of salmon farms on temperate macroalgal assemblages on rocky reefs. *Marine Pollution Bulletin* 98, 201–209.
- Ólafur Pétursson, munnleg heimild, 28.8.2009.
- Ólafur Pétursson, tölvupóstur fenginn þann 30.10.2017.
- Pearson T.H. & Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review* 16, 229–311.
- Reglugerð um fiskeldi nr. 401/2012.
- Rhoads D.C. & Germano J.D. (1986). Interpreting long-term changes in benthic community structure: a new protocol, *Hydrobiologia* 142: 291–308.
- Ronnberg, O. (1991). Changes in the benthic vegetation in the Åland archipelago. *Forandringar i bottenvegetation i alandska skargardsvatten* 67, 102–106.
- Thermo Fisher Scientific inc. (2007). User guide. Redox/ORP electrodes. Skoðað 25.12. 2017 <https://tools.thermofisher.com/content/sfs/manuals/D15841~.pdf>
- Samherji (2002). *Reyðarlax. Allt að 6000 tonna laxeldisstöð í Reyðarfirði. Mat á umhverfisáhrifum*. Samherji. Stefánsson, H.W. & Þórisson, S. (1999).

- Sigfús Vilhjálmsson á Brekku í Mjóafirði 2. mars 2018, munnlegar heimildir.
- Sigmar Arnar Steingrímsson (2009). *Botndýralíf í Seyðisfirði*: Rannsókn gerð í tengslum við undirbúning á laxeldi í sjó. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun.
- Skarphéðinn G. Þórisson (2000). *Könnun á mikilvægi leirunnar í botni Seyðisfjarðar fyrir fugla*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Skúli Sveinsson, munnleg heimild 9.3.2010.
- Sólveig Sigurðardóttir, tölvupóstur fenginn þann 21.11.2011.
- Staðlaráð Íslands (2016). *Environmental monitoring of the impacts from marine finfish farms on soft bottom*. IDT ISO 12878:2012.
- Steinunn Hilma Ólafsdóttir & Sigmar Arnar Steingrímsson (2007). *Kárahnjúkavirkjun. Botndýralíf í Héraðsflóa. Grunnástand fyrir virkjun Jökulsár á Dal og Jökulsár í Fljótssdal*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun.
- Wildish, D. J., Hargrave, B. T. & Pohle, G. (2001). Cost-effective monitoring of organic enrichment resulting from salmon mariculture. *Journal of Marine Science* 58, 469–476.
- Zettler, M.L., Schiedek, D. & Bobertz, B. (2007). Benthic biodiversity indices versus salinity gradient in the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 55, 258–270.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason (2003a). *Botndýr í botni Norðfjarðar*. Unnið fyrir Síldarvinnsluna (SVN). Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason (2003b). *Botndýr við fyrirhugaðar fiskeldiskvíar í Reyðarfirði*. Unnið fyrir Reyðarlax (Samherja). Bolungarvík: Náttúrustofa.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Sindri Sigurðsson (2003c). *Botndýr við fiskeldiskvíar í Mjóafirði*. Unnið fyrir Sæsifur (Samherja). Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða.
- Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson (2004). *Botndýr í Berufirði og Fáskrúðsfirði*. Unnið fyrir Salar-Islandica. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Gunnar Steinn Gunnarsson (2007). *Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði*. Unnið fyrir Salar-Islandica. Bolungarvík; Náttúrustofa Vestfjarða.
- Þóra Guðmundsdóttir, munnleg heimild, 12.10. 2007.

**Viðauki I-** Meðalfjöldi hópa/tegunda botndýra á átta stöðvum við Háubakka (A til H) og átta stöðvum við Sörlastaðavík (I til P) í Seyðisfirði 2017.

I

	Háubakkar							
	A	B	C	D	E	F	G	H
<b>Anellida Polychaeta</b>								
<i>Ampharete cf</i>								
<i>petersenae</i>	0	0	17	13	0	0	33	0
Ampharetidae	33	250	450	187	233	417	417	17
<i>Aricidea suecica</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Artacama proboscidea</i>	17	0	0	27	17	0	33	0
<i>Capitella capitata</i>	0	0	0	0	0	17	0	0
<i>Caulleriella cf bioculata</i>	0	17	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone setosa</i>	1333	1833	1867	493	650	1050	733	733
<i>Chone sp</i>	0	0	0	13	0	0	0	0
Cirratulidae	17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cossura longocirrata</i>	283	600	450	0	83	367	467	133
<i>Eteone longa</i>	117	100	133	67	33	0	0	17
<i>Euchone papillosa</i>	217	467	250	187	117	67	0	100
<i>Euchone sp</i>	450	600	800	467	483	817	950	850
Flabelligeridae	17	17	0	0	0	0	0	0
<i>Galathowenia oculata</i>	900	1683	1350	613	700	767	1050	1100
<i>Goniada maculata</i>	33	67	17	0	0	0	17	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	17	0	17	13	0	33	33	0
<i>Laphania boeckii cf</i>	17	50	150	27	33	33	117	133
<i>Levinsenia gracilis</i>	0	50	33	187	250	183	83	717
Lumbrineridae	33	50	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris/ Scoletoma</i>								
<i>sp</i>	83	17	0	93	117	17	0	0
<i>Maldane sarsi</i>	333	400	233	267	500	583	700	1483
<i>Mediomastus fragilis</i>	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Melinna elisabethae</i>	0	0	0	13	17	0	0	17
<i>Nephtys cf incisa</i>	0	0	0	0	0	0	17	0
<i>Nephtys sp</i>	17	17	0	0	0	17	17	17
<i>Ophelina acuminata</i>	0	0	17	0	17	0	0	0
<i>Orbinia norvegica cf</i>	0	0	0	0	0	0	17	0
<i>Owenia fusiformis</i>	0	33	200	13	50	200	683	1000
<i>Parougia nigridentata</i>	100	67	67	67	17	33	33	217
<i>Parougia/Ophryotracha</i>								
<i>sp</i>	67	33	0	0	17	133	0	0
<i>Pholoe minuta/inornata</i>	67	0	0	40	0	0	0	100
Phyllodoce								
<i>groenlandica cf</i>	0	17	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllodoce maculata</i>	0	17	17	0	0	0	0	17
<i>Praxillella sp</i>	0	0	0	27	0	33	17	17
<i>Prionospio sp</i>	17	50	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio steenstrupi</i>	100	283	317	93	150	167	133	100
<i>Rhodine sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	33
<i>Sabellides borealis</i>	417	567	333	240	267	500	600	467
<i>Scalibregma inflatum</i>	17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoletoma fragilis</i>	0	100	233	40	100	183	233	200

II

	Háubakkar							
	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Scoloplos armiger</i>	0	33	0	0	0	0	17	0
Sphaerodoridae	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Sphaerodoridium cf guerritai</i>	0	50	33	0	0	0	0	0
<i>Sphaerodoropsis philippi cf</i>	0	0	0	13	0	0	0	0
Syllidae	200	333	400	267	117	350	183	233
<i>Syllides sp</i>	0	33	0	0	0	0	0	0
<i>Syllis cf cornuta</i>	100	150	433	80	0	117	183	133
<i>Syllis/Typosyllis sp</i>	167	0	0	0	0	0	0	0
Terebellidae	250	583	717	280	400	250	267	83
<i>Terebellides stroemii</i>	350	483	200	227	133	317	83	117
<b>Mollusca Bivalvia</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astarte crenata</i>	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Astarte sp</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Cerastoderma ciliatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Ennucula tenuis</i>	367	333	283	240	83	350	217	0
<i>Macoma calcarea</i>	100	67	33	67	100	17	17	183
<i>Nuculana pernula</i>	17	17	17	13	50	33	133	83
<i>Nuculana minuta</i>	0	33	0	0	17	0	0	0
<i>Nuculana sp</i>	33	17	0	0	33	50	33	0
<i>Thyasira flexuosa</i>	33	33	33	0	0	33	0	0
<i>Thyasira sp</i>	0	0	17	67	50	17	50	0
<i>Yoldia hyperborea</i>	0	0	0	0	0	17	17	17
<b>Mollusca Gasteropoda</b>								
<i>Bulbus smithii cf</i>	17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cylichna alba cf</i>	0	0	0	13	0	0	0	0
<b>Arthropoda</b>								
<b>Amphipoda</b>	17	117	0	13	50	133	117	67
<i>Arrhis phyllonyx cf</i>	17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Harpinia sp</i>	0	0	0	13	17	17	0	0
Lysianassidae	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Monoculodes longirostris</i>	0	33	33	27	0	0	17	17
Oedicerodidae	17	83	50	0	0	0	0	0
<i>Tiron spiniferus cf</i>	17	0	0	0	0	0	0	0
<b>Arthropoda Copepoda</b>	0	0	0	0	0	17	0	0
<b>Arthropoda Cumacea</b>								
<i>Brachydiastylis resima</i>	0	17	0	0	0	0	0	0
<i>Diastylis cf scorpioides</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Diastylis sp</i>	0	0	0	0	17	33	0	67
<i>Eudorella emarginata</i>	117	33	33	53	83	17	33	50
<i>Eudorella sp</i>	50	100	50	27	50	200	100	67
<i>Leucon nasica</i>	17	0	17	0	33	0	0	0
<i>Leucon sp</i>	17	50	50	0	67	33	0	67
<b>Arthropoda Isopoda</b>								
<i>Pleurogonium sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	50

### III



	Háubakkar							
	A	B	C	D	E	F	G	H
<b>Arthropoda Mysida</b>	0	0	0	0	0	0	0	33
<b>Arthropoda Tanaidacea</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Echinodermata</b>								
<b>Ophiuroidea</b>								
<i>Ophiura albida</i>	0	17	0	0	0	0	0	0
<i>Ophiura sp</i>	0	17	0	13	0	0	17	17
<b>Nemertea</b>	17	0	67	0	0	0	0	67
<i>Cerebratulus sp</i>	0	0	33	0	0	0	0	0
<b>Sipunculidae</b>	0	0	0	0	17	0	0	33
<b>Nematoda</b>	6767	4450	5300	2133	5633	3367	8750	11700

#### IV

	Sörlastaðavík							
	I	J	K	L	M	N	O	P
<b>Anellida Polychaeta</b>								
<i>Ampharetidae</i>	83	133	183	200	200	0	83	33
<i>Aphelochoaeta multibranchis cf</i>	0	0	33	0	0	0	0	0
<i>Artacama proboscidea</i>	17	0	0	17	17	0	17	0
<i>Ceratocephale loveni cf</i>	0	0	0	0	0	0	17	0
<i>Chaetozone setosa</i>	1950	1067	2267	367	150	250	533	250
<i>Cossura longocirrata</i>	517	267	633	0	0	183	133	50
<i>Diplocirrus sp</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Eteone cf flava</i>	0	0	0	0	0	17	0	0
<i>Eteone longa</i>	33	67	67	33	17	0	17	33
<i>Euchone papillosa</i>	50	17	167	0	33	17	17	0
<i>Euchone sp</i>	383	150	233	200	233	67	283	183
<i>Exogone sp</i>	17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galathowenia oculata</i>	550	350	350	450	283	200	550	317
<i>Gattyana cf cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	17	0
<i>Goniada maculata</i>	17	17	17	17	0	0	0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	33	17	0	17	50	17
<i>Lanassa venusta cf</i>	0	0	0	0	0	17	17	0
<i>Laphania boeckii cf</i>	0	33	117	0	17	0	17	17
<i>Levinsenia gracilis</i>	17	17	133	17	17	17	17	0
<i>Maldane sarsi</i>	350	200	1133	450	483	167	983	600
<i>Mediomastus fragilis</i>	17	33	50	0	0	0	0	0
<i>Melinna elisabethae</i>	0	0	0	0	0	0	17	0
<i>Melinna sp</i>	0	0	0	0	17	0	0	17
<i>Neoamphitrite sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Nephtys cf incisa</i>	33	17	17	0	0	0	0	17
<i>Nephtys sp</i>	0	0	0	17	0	17	17	17
<i>Nothria conchylega</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Ophelina acuminata</i>	33	17	33	17	17	50	0	0
<i>Owenia fusiformis</i>	317	133	367	183	33	33	50	83
<i>Parougia nigridentata</i>	117	200	117	67	83	183	50	17
<i>Pholoe minuta/inornata</i>	0	0	50	0	0	0	17	0
<i>Phyllodoce maculata</i>	17	0	17	17	0	0	0	17
<i>Polydora spp</i>	0	0	33	0	0	0	0	0
<i>Polyphysia crassa cf</i>	0	0	0	0	0	0	17	0
<i>Praxillella praetermissa</i>	0	0	0	0	0	17	0	0
<i>Praxillella sp</i>	17	0	33	0	17	0	0	0
<i>Prionospio steenstrupi</i>	350	650	417	383	250	433	233	317
<i>Rhodine loveni</i>	0	0	100	0	0	0	0	0
<i>Sabellides borealis</i>	417	450	233	167	217	117	267	300
<i>Sabellides sp</i>	0	0	0	0	0	0	17	0
<i>Scalibregma inflatum</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Scoletoma fragilis</i>	300	367	417	400	217	250	117	167
<i>Scoloplos armiger</i>	17	0	67	83	150	200	133	117
<i>Sphaerodoridae</i>	0	50	0	0	0	0	0	0
<i>Sphaerodoridium cf guerritai</i>	0	0	0	0	0	0	33	0

V

	Sörlastaðavík							
	I	J	K	L	M	N	O	P
<i>Sphaerodoridium sp</i>	0	0	0	17	0	0	0	0
<i>Sphaerodoropsis philippi cf</i>	0	0	0	50	17	0	17	0
<i>Spio sp</i>	33	0	0	0	0	0	0	0
Syllidae	117	250	283	133	0	100	200	150
<i>Syllis cf cornuta</i>	100	267	167	50	50	17	33	67
Terebellidae	67	33	250	83	33	33	117	50
<i>Terebellides stroemii</i>	133	217	383	200	117	117	83	267
<b>Mollusca Bivalvia</b>	17	0	17	0	0	0	0	0
<i>Abra nitida</i>	17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ennucula tenuis</i>	150	200	67	300	200	333	183	183
<i>Macoma calcarea</i>	0	17	0	0	0	0	0	0
<i>Nuculana pernula</i>	0	0	50	33	50	0	0	0
<i>Nuculana sp</i>	0	0	17	17	0	0	0	0
<i>Thyasira flexuosa</i>	17	17	0	0	17	0	17	0
<i>Thyasira sp</i>	33	0	33	0	17	17	0	17
<i>Yoldia hyperborea</i>	0	17	17	0	0	17	0	0
<b>Arthropoda Amphipoda</b>	17	0	33	100	50	33	17	17
<i>Arrhis phyllonyx cf</i>	0	0	0	0	0	17	0	0
Lysianassidae	0	0	0	0	0	50	17	0
<i>Monoculodes longirostris</i>	0	17	0	0	0	0	0	0
Oedicerodidae	0	0	0	0	0	17	0	0
<b>Arthropoda Copepoda</b>	0	0	17	0	0	0	0	0
<b>Arthropoda Cumacea</b>								
<i>Diastylis sp</i>	0	0	17	0	17	0	0	17
<i>Eudorella emarginata</i>	50	0	50	17	33	17	17	17
<i>Eudorella sp</i>	17	17	50	17	33	67	50	33
<i>Leucon nasica</i>	17	0	0	0	0	0	0	17
<i>Leucon sp</i>	33	33	0	0	50	50	50	17
<b>Arthropoda Tanaidacea</b>	0	0	50	0	33	0	83	0
<b>Nemertea</b>	50	117	200	150	67	200	167	167
<b>Platyhelminthes</b>	0	0	0	0	17	0	0	0
Sipunculidae	0	0	17	0	0	0	0	0
<b>Nematoda</b>	2300	1983	1717	1683	1533	1317	1817	1033

**Viðauki II**-Meðalfjöldi hópa/tegunda á stöðvum (3 sýni) sem liggja til grundvallar fyrir útreikninga á fjölbreytni botndýra í Seyðisfirði 2017.

VII

	Háubakkar							
	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Ampharete cf petersenae</i>	0	0	17	13	0	0	33	0
Amphipoda	17	117	0	13	50	133	117	67
<i>Aricidea suecica</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Arrhis phyllonyx cf</i>	33	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artacama proboscidea</i>	17	0	0	27	17	0	33	0
<i>Astarte crenata</i>	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Astarte sp</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Brachydiastylis resima</i>	0	17	0	0	0	0	0	0
<i>Bulbus smithii cf</i>	17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Capitella capitata</i>	0	0	0	0	0	17	0	0
<i>Caulleriella cf bioculata</i>	0	17	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastoderma ciliatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Ceratocephale loveni cf</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerebratulus sp</i>	0	0	33	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone setosa</i>	1333	1833	1867	493	650	1050	733	733
<i>Chone sp</i>	0	0	0	13	0	0	0	0
Cirratulidae	17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cossura longocirrata</i>	283	600	450	0	83	367	467	133
<i>Cylichna alba cf</i>	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Diastylis cf scorpioides</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Diastylis sp</i>	0	0	0	0	17	33	0	67
<i>Diplocirrus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ennucula tenuis</i>	367	333	283	240	83	350	217	0
<i>Eteone cf flava</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eteone longa</i>	117	100	133	67	33	0	0	17
<i>Euchone sp</i>	667	1067	1050	653	600	883	950	950
<i>Eudorella emarginata</i>	167	133	83	80	133	217	133	117
<i>Exogone sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
Flabelligeridae	17	17	0	0	0	0	0	0
<i>Galathowenia oculata</i>	900	1683	1350	613	700	767	1050	1100
<i>Gattyana cf cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Goniada maculata</i>	33	67	17	0	0	0	17	0
<i>Harpinia sp</i>	0	0	0	13	17	17	0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	17	0	17	13	0	33	33	0
<i>Lanassa venusta cf</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laphania boeckii cf</i>	17	50	150	27	33	33	117	133
<i>Leucon nasica</i>	33	50	67	0	100	33	0	67
<i>Levinsenia gracilis</i>	0	50	33	187	250	183	83	717
Lysianassidae	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Macoma calcarea</i>	100	67	33	67	100	17	17	183
<i>Maldane sarsi</i>	333	400	233	267	500	583	700	1483
<i>Mediomastus fragilis</i>	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Melinna sp</i>	0	0	0	13	17	0	0	17
<i>Monoculodes longirostris</i>	0	117	83	27	0	0	17	17

### VIII

	Háubakkar							
	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Nemertea</i>	17	0	67	0	0	0	0	67
<i>Neoamphitrite</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys</i> sp	17	17	0	0	0	17	33	17
<i>Nothria conchylega</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nuculana pernula</i>	50	22	17	13	75	83	167	83
<i>Nuculana minuta</i>	0	45	0	0	25	0	0	0
<i>Ophelina acuminata</i>	0	0	17	0	17	0	0	0
<i>Ophiura</i> sp	0	33	0	13	0	0	17	17
<i>Owenia fusiformis</i>	0	33	200	13	50	200	683	1000
<i>Parougia nigridentata</i>	167	100	67	67	33	167	33	217
<i>Pholoe minuta/inornata</i>	67	0	0	40	0	0	0	100
<i>Phyllodoce maculata</i>	0	33	17	0	0	0	0	17
Platyhelminthes	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurogonium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	50
<i>Polydora</i> spp	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polyphysia crassa</i> cf	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Praxillella praetermissa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Praxillella</i> sp	0	0	0	27	0	33	17	17
<i>Prionospio steenstrupi</i>	117	333	317	93	150	167	133	100
<i>Rhodine loveni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhodine</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	33
<i>Sabellides borealis</i>	450	817	783	427	500	917	1017	483
<i>Scalibregma inflatum</i>	17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoletoma fragilis</i>	117	167	233	133	217	200	233	200
<i>Scoloplos armiger</i>	0	33	0	0	0	0	33	0
Sipunculidae	0	0	0	0	17	0	0	33
Sphaerodoridae	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Sphaerodoridium</i> cf <i>guerritai</i>	0	50	33	0	0	0	0	0
<i>Sphaerodoridium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphaerodoropsis philippi</i> cf	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Spio</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syllides</i> sp	0	33	0	0	0	0	0	0
<i>Syllis</i> cf <i>cornuta</i>	467	483	833	347	117	467	367	367
Tanaidacea	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Terebellides stroemii</i>	600	1067	917	507	533	567	350	200
<i>Thyasira flexuosa</i>	33	33	50	67	50	50	50	0
<i>Tiron spiniferus</i> cf	17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Yoldia hyperborea</i>	0	0	0	0	0	17	17	17

IX

	Sörlastaðavík							
	I	J	K	L	M	N	O	P
<i>Abra nitida</i>	17	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	17	0	33	100	50	33	17	17
<i>Aphelochaeta multibranchis</i> <i>cf</i>	0	0	33	0	0	0	0	0
<i>Aricidea suecica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arrhis phyllonyx cf</i>	0	0	0	0	0	33	0	0
<i>Artacama proboscidea</i>	17	0	0	17	17	0	17	0
Bivalvia	17	0	17	0	0	0	0	0
<i>Ceratocephale loveni cf</i>	0	0	0	0	0	0	17	0
<i>Chaetozone setosa</i>	1950	1067	2267	367	150	250	533	250
<i>Cossura longocirrata</i>	517	267	633	0	0	183	133	50
<i>Diastylis sp</i>	0	0	17	0	17	0	0	17
<i>Diplocirrus sp</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Ennucula tenuis</i>	150	200	67	300	200	333	183	183
<i>Eteone cf flava</i>	0	0	0	0	0	17	0	0
<i>Eteone longa</i>	33	67	67	33	17	0	17	33
<i>Euchone sp</i>	433	167	400	200	267	83	300	183
<i>Eudorella emarginata</i>	67	17	100	33	67	83	67	50
<i>Exogone sp</i>	17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galathowenia oculata</i>	550	350	350	450	283	200	550	317
<i>Gattyana cf cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	17	0
<i>Goniada maculata</i>	17	17	17	17	0	0	0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	33	17	0	17	50	17
<i>Lanassa venusta cf</i>	0	0	0	0	0	17	17	0
<i>Laphania boeckii cf</i>	0	33	117	0	17	0	17	17
<i>Leucon nasica</i>	50	33	0	0	50	50	50	33
<i>Levinsenia gracilis</i>	17	17	133	17	17	17	17	0
Lysianassidae	0	0	0	0	0	50	17	0
<i>Macoma calcarea</i>	0	17	0	0	0	0	0	0
<i>Maldane sarsi</i>	350	200	1133	450	483	167	983	600
<i>Mediomastus fragilis</i>	17	33	50	0	0	0	0	0
<i>Melinna sp</i>	0	0	0	0	17	0	17	17
<i>Monoculodes longirostris</i>	0	17	0	0	0	0	0	0
Nemertea	50	117	200	150	67	200	167	167
<i>Neoamphitrite sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Nephtys sp</i>	33	17	17	17	0	17	17	33
<i>Nothria conchylega</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Nuculana pernula</i>	0	0	67	50	50	0	0	0
<i>Ophelina acuminata</i>	33	17	33	17	17	50	0	0
<i>Owenia fusiformis</i>	317	133	367	183	33	33	50	83
<i>Parougia nigridentata</i>	117	200	117	67	83	183	50	17
<i>Pholoe minuta/inornata</i>	0	0	50	0	0	0	17	0
<i>Phyllodoce maculata</i>	17	0	17	17	0	0	0	17
Platyhelminthes	0	0	0	0	17	0	0	0
<i>Polydora spp</i>	0	0	33	0	0	0	0	0
<i>Polyphysia crassa cf</i>	0	0	0	0	0	0	17	0
<i>Praxillella praetermissa</i>	0	0	0	0	0	17	0	0

X

	Sörlastaðavík							
	I	J	K	L	M	N	O	P
<i>Praxillella sp</i>	17	0	33	0	17	0	0	0
<i>Prionospio steenstrupi</i>	350	650	417	383	250	433	233	317
<i>Rhodine loveni</i>	0	0	100	0	0	0	0	0
<i>Sabellides borealis</i>	500	583	417	367	417	117	367	333
<i>Scalibregma inflatum</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Scoletoma fragilis</i>	300	367	417	400	217	250	117	167
<i>Scoloplos armiger</i>	17	0	67	83	150	200	133	117
Sipunculidae	0	0	17	0	0	0	0	0
Sphaerodoridae	0	50	0	0	0	0	0	0
<i>Sphaerodoridium cf guerritai</i>	0	0	0	0	0	0	33	0
<i>Sphaerodoridium sp</i>	0	0	0	17	0	0	0	0
<i>Sphaerodoropsis philippi cf</i>	0	0	0	50	17	0	17	0
<i>Spio sp</i>	33	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syllis cf cornuta</i>	217	517	450	183	50	117	233	217
Tanaidacea	0	0	50	0	33	0	83	0
<i>Terebellides stroemii</i>	200	250	633	283	150	150	200	317
<i>Thyasira flexuosa</i>	50	17	33	0	33	17	17	17
<i>Yoldia hyperborea</i>	0	17	17	0	0	17	0	0



**Viðauki III**-Þekja þörunga, fjörusvertu og fastra dýra á fimm sniðum í fjöru í Seyðisfirði.

XII

Snið 1- Háubakkar		Stöðvar				
Tegund/hópur	Íslenskt heiti	A	B	C	D	E
<i>Fucus distichus</i>	Skúfabang				12,5-25	1 - 6,25
<i>Fucus vesiculosus</i>	Bólubang		50-100	12,5-25		
<i>Fucus spiralis</i>	Klapparbang	1 - 6,25				
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Klóbang		1 - 6,25	50-100	50-100	
	brúnþörungar ógr.		1 - 6,25			
<i>Palmaria palmata</i>	Söl				1 - 6,25	
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Skollagrös				<1	50-100
<i>Chorda filum</i>	Skollapvengur					<1
<i>Devaleraea ramentacea</i>	Kólgugrös					1 - 6,25
<i>Ulva lactuca</i>	Grænhimna				<1	
	Grænþráður ógr.	<1				
<i>Acrosiphonia arcta</i>	Brimskúfur					12,5-25
Corallinacea	Kalkskorpa				1 - 6,25	1 - 6,25
	Rauðbrún sliokja	50-100				
<i>Hildebrandia rubra</i>	Dumbrauð skorpa		1 - 6,25	12,5-25		
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur		<1	1 - 6,25	1 - 6,25	<1
<i>Semibalanus balanoides</i>	Hrúðurkarl			1 - 6,25	1 - 6,25	

Snið 2-Háubakkar		Stöðvar				
Tegund/hópur	Íslenskt heiti	A	B	C	D	E
<i>Fucus distichus f. evanescens</i>	Skúfabang				1 - 6,25	25-50
<i>Fucus distichus f. typica</i>	Belgjabang			25-50		
<i>Fucus vesiculosus</i>	Bólubang		1 - 6,25	6,25 - 12,5	25-50	
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Klóbang		50-100	1 - 6,25,6	25-50	<1
	brúnþörungar ógr.	6,25 - 12,5				
<i>Palmaria palmata</i>	Söl				1 - 6,25	1 - 6,25
<i>Rhodomela lycopodioides</i>	Surtarjafni					<1
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Skollagrös		<1	<1	<1	1 - 6,25
<i>Devaleraea ramentacea</i>	Kólgugrös					1 - 6,25
<i>Ulva lactuca</i>	Grænhimna					<1
	Grænþráður ógr.		<1			
<i>Acrosiphonia arcta</i>	Brimskúfur				<1	1 - 6,25
<i>Verucaria maura</i>	Fjörusverta	12,5 - 25				
Corallinacea	Kalkskorpa				<1	1 - 6,25
<i>Hildebrandia rubra</i>	Dumbrauð skorpa		<1	<1	1 - 6,25	1 - 6,25
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur		<1	<1	1 - 6,25	6,25 - 12,5
<i>Semibalanus balanoides</i>	Hrúðurkarl	<1	<1	<1	<1	<1

### XIII

Snið 3 - viðmiðunarsnið

Tegund/hópur	Íslenskt heiti	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Fucus distichus f. evanescens</i>	Skúfabang			<1	6,25 - 12,5	50-100	25-50	12,5 - 25	
<i>Fucus distichus f. typica</i>	Belgjábang			6,25 - 12,5	12,5 - 25	12,5 - 25	1 - 6,25		
<i>Fucus spiralis</i>	Klapparbang		1 - 6,25	12,5 - 25					
	brúnþörungar ógr.		1 - 6,25	12,5 - 25	<1		<1		<1
<i>Laminaria digitata</i>	Hrossaþari								12,5 - 25
<i>Laminaria saccharina</i>	Beltisþari								<1
<i>Palmaria palmata</i>	Söl					1 - 6,25	1 - 6,25	6,25 - 12,5	1 - 6,25
<i>Rhodomeela lycopodioides</i>	Surtarjafni								1 - 6,25
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Skollagrös						1 - 6,25	1 - 6,25	1 - 6,25
<i>Devaleraea ramentacea</i>	Kólgugrös				1 - 6,25	<1	1 - 6,25	12,5 - 25	25-50
<i>Porphyra umbilicalis</i>	Purpurahimna				1 - 6,25	<1		<1	
<i>Ulva lactuca</i>	Grænhimna			<1	<1	<1			<1
	Græn slika	<1							
	Grænþráður ógr.			<1					
<i>Acrosiphonia arcta</i>	Brimskúfur				1 - 6,25		12,5 - 25	50-100	12,5 - 25
<i>Verucaria maura</i>	Fjörusverta	1 - 6,25	1 - 6,25						
Corallinacea	Kalkskorpa					<1	1 - 6,25	<1	1 - 6,25
<i>Hildebrandia rubra</i>	Dumbrauð skorpa			6,25 - 12,5	25-50	12,5 - 25			
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur			<1	<1	12,5 - 25	<1	1 - 6,25	1 - 6,25
<i>Semibalanus balanoides</i>	Hrúðurkarl		<1	6,25 - 12,5	<1	1 - 6,25	<1	<1	

Snið 4 - Sörlastaðavík

Tegund/hópur	Íslenskt heiti	A	B	C	D	E	F
<i>Fucus distichus f. evanescens</i>	Skúfabang						
<i>Fucus distichus f. typica</i>	Belgjábang				1 - 6,25	25-50	12,5 - 25
<i>Fucus vesiculosus</i>	Bólubang	6,25 - 12,5	50-100	1 - 6,25			25-50
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Klóþang		25-50	50-100			
<i>Elachista fucicola</i>	Þangló			<1			
<i>Laminaria digitata</i>	Hrossaþari						25-50
<i>Palmaria palmata</i>	Söl			6,25 - 12,5	6,25 - 12,5	25-50	12,5 - 25
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Skollagrös						<1
<i>Devaleraea ramentacea</i>	Kólgugrös				<1	6,25 - 12,5	6,25 - 12,5
<i>Ulva lactuca</i>	Grænhimna			<1	<1	<1	<1
<i>Acrosiphonia arcta</i>	Brimskúfur				1 - 6,25	1 - 6,25	1 - 6,25
<i>Verucaria maura</i>	Fjörusverta	50-100					
Corallinacea	Kalkskorpa			<1			1 - 6,25
	Skorpa	1 - 6,25					
<i>Hildebrandia rubra</i>	Dumbrauð skorpa		25-50	1 - 6,25	1 - 6,25		
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur		1 - 6,25	25-50	12,5 - 25	1 - 6,25	1 - 6,25
<i>Semibalanus balanoides</i>	Hrúðurkarl	<1	6,25 - 12,5	1 - 6,25	<1	<1	<1

Snið 5 - Sörlastaðavík

Tegund/hópur	Íslenskt heiti	A	B	C	D	E	F	G
<i>Fucus distichus f. typica</i>	Belgjábang				<1	50-100	50-100	
<i>Fucus vesiculosus</i>	Bólubang	6,25 - 12,5	25-50	12,5 - 25				
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Klóþang		50-100	50-100	50-100	1 - 6,25		
<i>Elachista fucicola</i>	Þangló					<1	1 - 6,25	
<i>Laminaria digitata</i>	Hrossaþari							6,25 - 12,5
<i>Palmaria palmata</i>	Söl					<1	12,5 - 25	12,5 - 25
<i>Rhodomeela lycopodioides</i>	Surtarjafni							<1
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Skollagrös			<1		<1	1 - 6,25	1 - 6,25
<i>Devaleraea ramentacea</i>	Kólgugrös							25-50
<i>Acrosiphonia arcta</i>	Brimskúfur					<1	6,25 - 12,5	6,25 - 12,5
<i>Hildebrandia rubra</i>	Dumbrauð skorpa		1 - 6,25	6,25 - 12,5	25-50	12,5 - 25		
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur			<1	6,25 - 12,5		6,25 - 12,5	1 - 6,25
<i>Semibalanus balanoides</i>	Hrúðurkarl		<1		6,25 - 12,5	6,25 - 12,5	1 - 6,25	

## XIV

Viðauki IV- Skýrsla Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands um efnamælingar í seti.

Enr	Merking Dags. Sýnatöku	Sýni	TN mg/g	TC mg/g	TOC mg/g	P-tot mg/g	OM* mg/g
138671	6/19/2017	Seyðisfj. st. A	1.33	13.6	12.9	1.71	75.8
138673	6/19/2017	Seyðisfj. st. B	1.29	13.7	12.8	1.62	75.1
138675	6/19/2017	Seyðisfj. st. C	1.28	14.0	12.8	1.62	76.4
138677	6/9/2017	Seyðisfj. st. D	1.65	15.1	15.2	1.69	82.1
138679	6/19/2017	Seyðisfj. st. E	1.42	13.7	14.3	1.88	79.5
138681	6/19/2017	Seyðisfj.st. F	1.36	13.5	13.6	1.79	61.1
138683	6/19/2017	Seyðisfj. st. G	1.28	13.9	12.5	1.82	69.9
138685	6/19/2017	Seyðisfj. st. H	1.44	14.1	14.1	1.90	82.7
138687	6/19/2017	Seyðisfj. st. I	1.40	13.5	12.9	1.81	60.2
138689	6/19/2017	Seyðisfj. st. J	1.36	12.5	12.1	1.81	73.0
138691	6/19/2017	Seyðisfj. st. K	1.48	13.2	12.4	1.83	69.1
138693	6/19/2017	Seyðisfj. st. L	1.48	14.0	12.1	1.85	68.4
138695	6/19/2017	Seyðisfj. st. M	1.51	13.3	12.6	1.93	67.5
138697	6/19/2017	Seyðisfj. st. N	1.52	13.1	12.5	1.81	78.3
138699	6/19/2017	Seyðisfj.st. O	1.54	13.4	11.8	1.93	71.0
138701	6/19/2017	Seyðisfj. st. P	1.53	13.0	11.8	1.87	64.8

\*OM (organic matter), mg/g=1000-LOI  
LOI: Loss on Ignition (mg/g)

## 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 7: Yfirlýsing dýralæknis fisksjúkdóma vegna laxalúsar á Austfjörðum

DÝRALÆKNIR FISKSJÚKDÓMA  
VETERINARY OFFICER FOR FISH DISEASES



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



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

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

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

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

Respectfully;



Gísli Jónsson  
Veterinary Officer for Fish Diseases



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

## Viðauki 8: Leiðbeiningar frá MAST um lúsatalningu



### Leiðbeiningar um lúsatalningu og vöktun lúsasmits í sjókvíum

#### Markmið

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

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

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

Réttar aðferðir við talningu gera upplýsingarnar áreiðanlegri og bæta velferð fisksins og vinnuaðstæður þeirra sem telja.

#### Lýsing

##### 1. Undirbúningur

###### Starfsmenn og undirbúningur:

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

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

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

##### 2. Tíðni og umfang talningar

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

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

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

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

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

## Lýsing

### 3. Framkvæmd tainingar



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

#### Fiskur sóttur í tainingu:

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

#### Svæfing fyrir tainingu:

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

## Lýsing











#### Tainingu:

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



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

#### Bestemmelsesnøkkel for lakselus

Plásing	Fastlenda (kvíanna 1-4)				Svæfing				Kvenbrokka
									
Kvívast ca 0,7 mm	Fastlenda 1 ca 1,1 mm	Fastlenda 2 ca 1,3 mm	Fastlenda 3 ca 2,1 mm	Fastlenda 4 ca 2,3 mm	Svæfing 1 hvar, 3,4 mm	Svæfing 1 hvar, 3,6 mm	Svæfing 2 hvar, ca 4,3 mm	Svæfing 2 hvar, 5,2 mm	Kvenbrokka hvar, 5,4 mm

EVERY OCEAN. EVERY FISH.

Kvenbrokka  
hvar, 5,4 mm

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

### Lýsing

#### 4. Skráningar

##### Skráning fyrir eldislús og eldisstöð:

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

#### Velferð fískisins

##### Atriði sem hafa þer í huga:

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

#### Slyasleppingar



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

##### Öryggi og vinnuvernd

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

##### Niðurstaða

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

Talningarniðurstöður skal senda undirritaðri sem heildur utan um upplýsingarnar.

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



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

Skráningarblað  
Lúsatalning

Þyngd:	
Fjöldi í kvfi:	

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

Athugasemdir (Veður, frávik)



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

Skráningarblað  
Lúsatalning

Þyngd:	
Fjöldi í kvfi:	

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

Athugasemdir (Veður, frávik)



11. júní 2019

Pórður Þórðarson

Fiskeldi Austfjarða

Svar við meðfylgjandi athugasemd

„8. Áhættumatsniðurstaða varðandi Breiðdalsá“

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

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

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

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

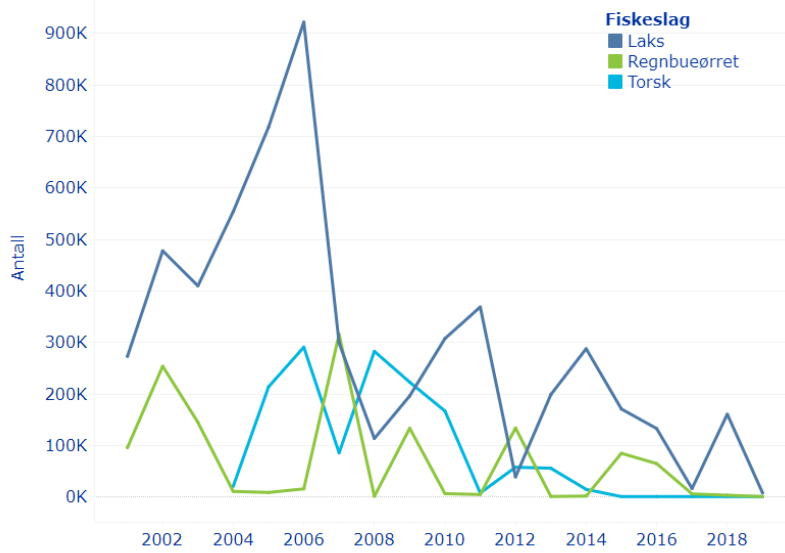
(<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/eva.12777>). Það er því alveg ljóst að útreikningar þeir sem hér eru framkvæmdir standast ekki skoðun og geta ekki legið til grundvallar mati á hvort leyfi til fiskeldis standist lög.

Virðingarfyllt,

Þorleifur Ágústsson

Þorleifur Eiríksson

### Rømming 2001-2019



## Viðauki 10: Upplýsingar um afla sem veiddur var í Seyðisfirði

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

Veiðar í Seyðisfirði 2005-2017 samkvæmt afladagbókum:

ár	veidarf	heiti	aflí
2010	Handfæri	Þorskur	0,8
2011	Handfæri	Þorskur	0,51
2012	Handfæri	Þorskur	3,34
2013	Handfæri	Þorskur	1,285
2014	Handfæri	Þorskur	3,9
2015	Handfæri	Þorskur	0,35
2016	Handfæri	Þorskur	3,35
2010	Handfæri	Annað	0,04
2011	Handfæri	Annað	0,0075
2012	Handfæri	Annað	0,001
2014	Handfæri	Annað	0,126
2005	Lína	Þorskur	3,77
2006	Lína	Þorskur	1,477
2007	Lína	Þorskur	1,107
2008	Lína	Þorskur	0,079
2010	Lína	Þorskur	0,99
2012	Lína	Þorskur	4,15
2017	Lína	Þorskur	0,003
2005	Lína	Ýsa	5,2
2006	Lína	Ýsa	4,759
2007	Lína	Ýsa	2,158
2008	Lína	Ýsa	0,229
2010	Lína	Ýsa	0,24
2012	Lína	Ýsa	2,606
2012	Lína	Steinbítur	0,002
2012	Lína	Hlýri	0,005
2016	Lína	Hrognkelsi	6,87
2017	Lína	Hrognkelsi	5,16
2005	Lína	Annað	0,005
2007	Lína	Annað	0,31
2008	Lína	Annað	0,047
2010	Lína	Annað	0,004
2012	Lína	Annað	0,049
2017	Lína	Annað	0,056
2005	Net	Þorskur	50,635
2006	Net	Þorskur	19,415
2007	Net	Þorskur	9,737
2008	Net	Þorskur	38,899

2009	Net	Þorskur	11,489
2010	Net	Þorskur	37,103
2011	Net	Þorskur	12,833
2012	Net	Þorskur	16,45
2013	Net	Þorskur	0,43
2014	Net	Þorskur	16,55
2015	Net	Þorskur	9,07
2016	Net	Þorskur	21,34
2017	Net	Þorskur	2,89
2005	Net	Ýsa	10,672
2006	Net	Ýsa	21,142
2007	Net	Ýsa	20,365
2008	Net	Ýsa	91,19
2009	Net	Ýsa	42,284
2010	Net	Ýsa	49,445
2011	Net	Ýsa	36,075
2012	Net	Ýsa	17,779
2013	Net	Ýsa	0,14
2014	Net	Ýsa	0,35
2015	Net	Ýsa	1,15
2016	Net	Ýsa	4,53
2017	Net	Ýsa	2,58
2005	Net	Steinbítur	0,262
2006	Net	Steinbítur	0,19
2007	Net	Steinbítur	0,32
2008	Net	Steinbítur	0,061
2009	Net	Steinbítur	0,63
2010	Net	Steinbítur	0,2
2011	Net	Steinbítur	0,006
2015	Net	Steinbítur	0,03
2010	Net	Tindaskata	0,265
2011	Net	Tindaskata	0,05
2012	Net	Tindaskata	1,257
2016	Net	Tindaskata	0,13
2005	Net	Hlýri	0,008
2006	Net	Hlýri	0,042
2007	Net	Hlýri	0,035
2008	Net	Hlýri	0,622
2009	Net	Hlýri	0,063
2010	Net	Hlýri	1,125
2011	Net	Hlýri	0,053
2015	Net	Hlýri	0,084
2016	Net	Hlýri	0,028

2005	Net	Annað	0,415
2006	Net	Annað	0,43
2007	Net	Annað	0,321
2008	Net	Annað	2,555
2009	Net	Annað	1,018
2010	Net	Annað	1,023
2011	Net	Annað	1,588
2012	Net	Annað	1,307
2014	Net	Annað	0,04
2015	Net	Annað	0,19
2016	Net	Annað	0,16
2017	Net	Annað	0,04



Fiskeldi Austfjarða

# Gæðahandbók sjókvíaeldis

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  
3-16-2020



## Inngangur

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

Gildissvið einstakra eftirlitsstofnanna:

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

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

## Gæðastjórnun

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

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

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

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

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
  - Starfslýsingar og samningar við starfsmenn.
3. Virkt eftirlit
  - Hvað á að vakta
  - Hver annast eftirlit
  - Hvernig eftirlit fer fram
  - Skráningar. Hver skráir hvað.

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

## Starfstöðvar

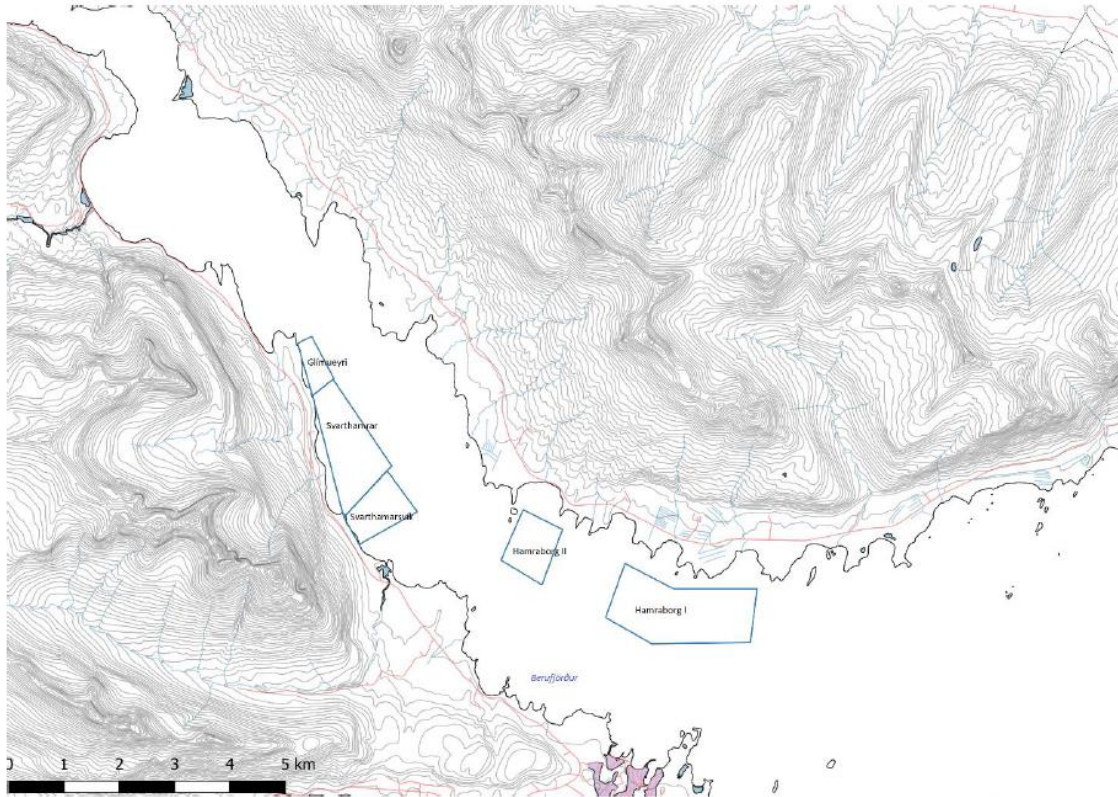
Starfstöðvar	
Heiti	Staðsetning
Berufjörður	Glímeyri
Berufjörður	Svarthamarsvík
Berufjörður	Svarthamrar
Berufjörður	Hamraborg I
Berufjörður	Hamraborg II
Fárskrúðsfjörður	Eyri/Fagraeyri
Fáskrúðsfjörður	Höfðahúsabót

Fáskrúðsfjörður	Æðasker
-----------------	---------

Sjá starfs- og rekstraleyfis hnit og myndir á næstu síðum

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

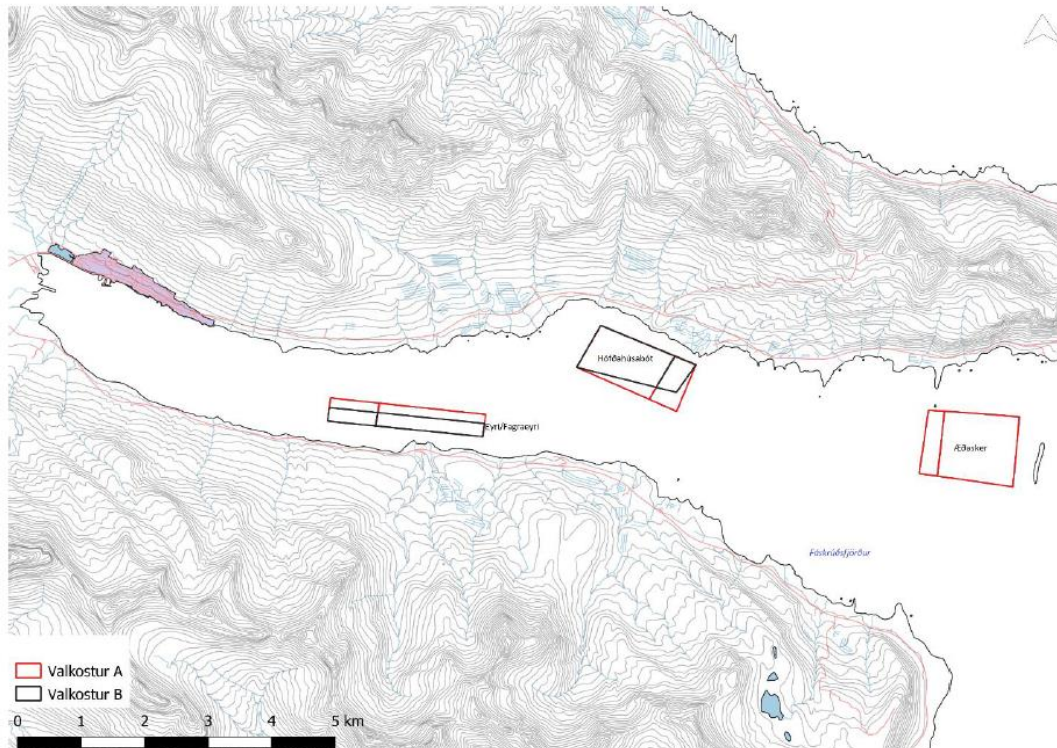
Sjá starfs- og rekstarleyfi hnit og myndir en verið er að vinna að frekari uppbyggingu starfsstöðva.



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

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

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

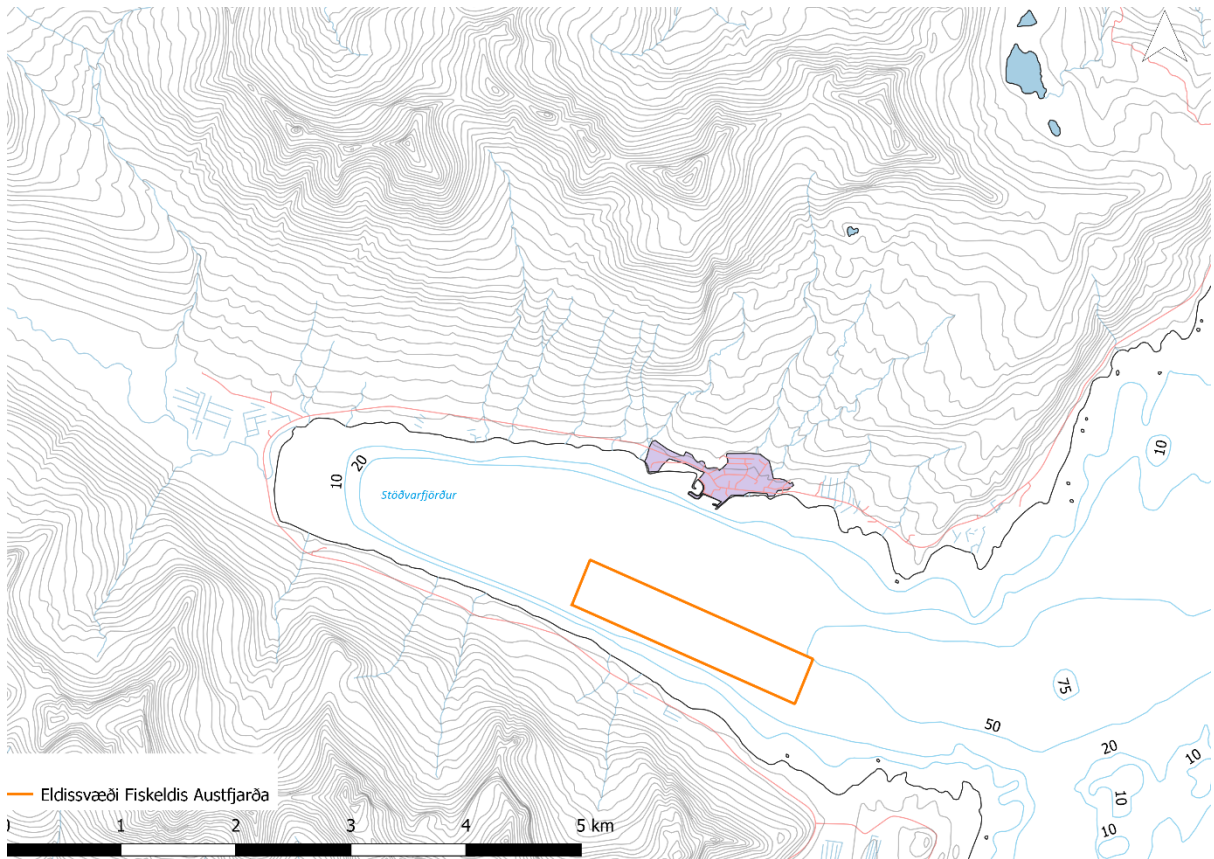


Á kortinu má sjá staðsetningar sjókvíaldis í starfsleyfi Fiskeldis Austfjarða. Svæði B (svartur kassi) undir kvíarnar sjálfar og tengdan búnað en að botnfestingar liggja inn á svæði A (rauðirassar). Hér að neðan má sjá hnit fyrir sjókvíaldi í starfsleyfinu.

## Viðauki 2

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

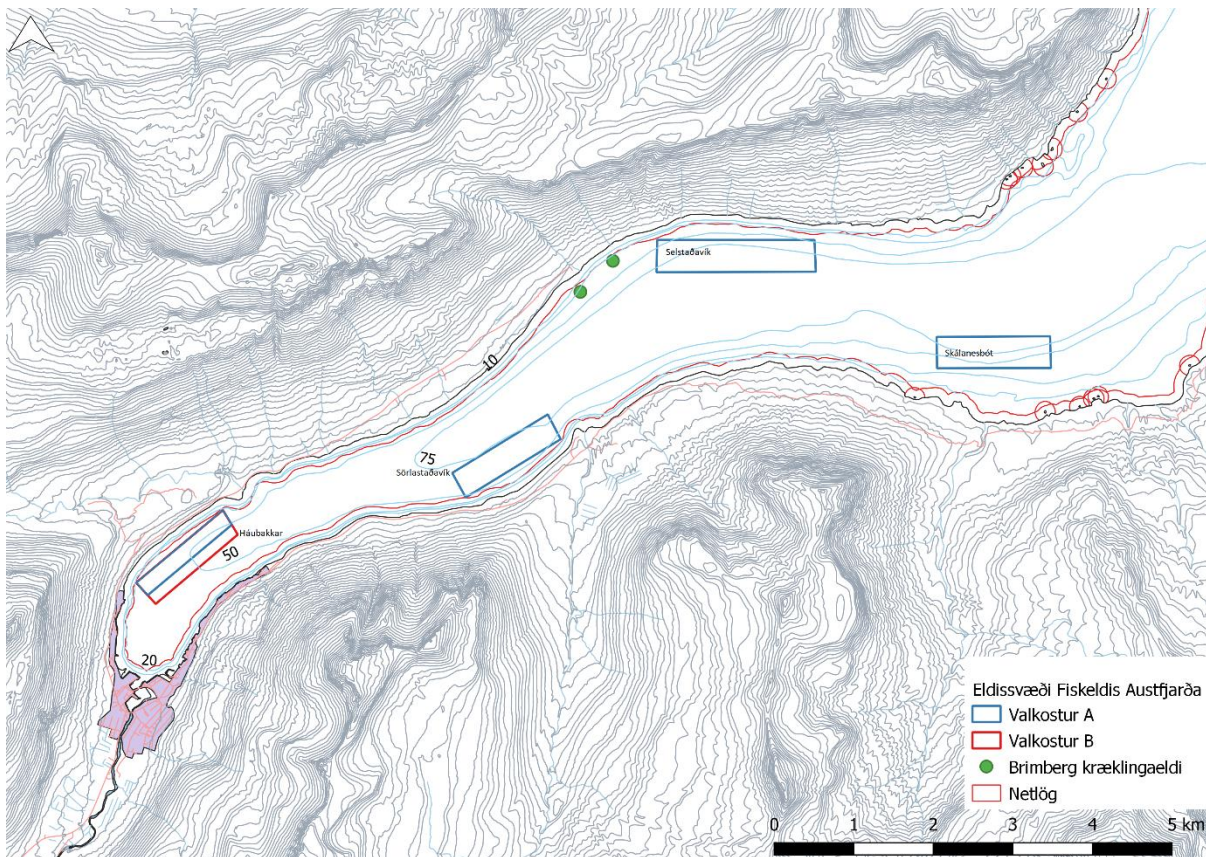
Hnit eldis í Fáskrúðsfirði.



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

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

Fjörður	Norðurhnit	Vesturhnit	Eldistegund	Fyrirtæki
Stöðvarfjörður	64°49.698 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	Kræklingur	Stöðvardalur ehf. (rekstrarleyfi)
Stöðvarfjörður	64°50.227	13°56.156	Kræklingur	Stöðvardalur ehf. (rekstrarleyfi)



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

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

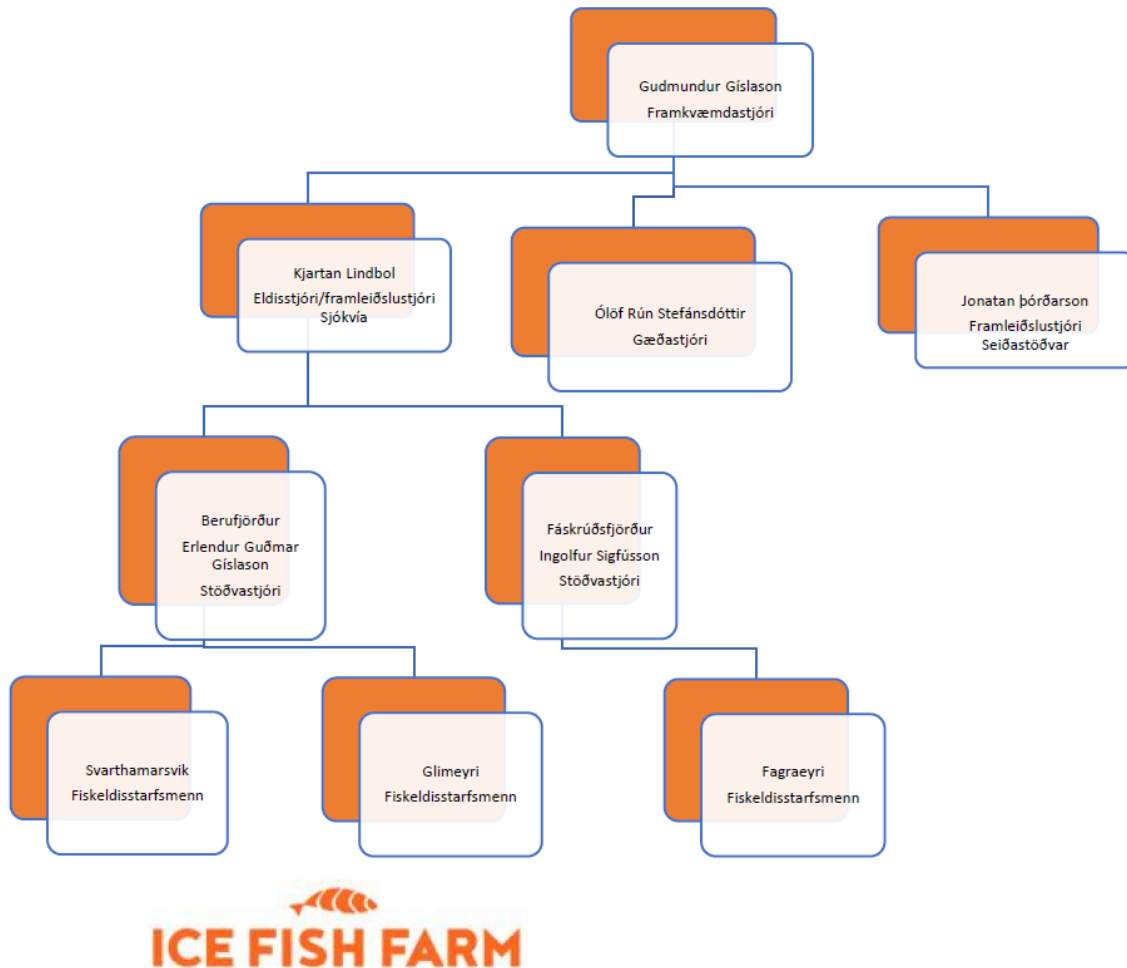
FJÖRÐUR	SVÆÐI	NORÐURHNIT	VESTURHNIT	NORÐURHNIT	VESTURHNIT	TEGUND	FYRIRTÆKI
		Valkostur A		Valkostur B			
SEYÐISFJÖRÐUR	Háubakkar	65°16.478	14°00.250	65°16.478	14°00.250	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Háubakkar	65°16.387	14°00.078	65°16.325	13°59.961	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Háubakkar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

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



## Stjórnun og skipulag

### Skipurit vegna sjóeldis



#### Hlutverk stjórnenda.

Framkvæmdastjóri: Ábyrgð skv. lögum um hlutafélag.

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 Gottskálf Friðgeirsson	591-2000
MAST	Gísli Jónsson og Rúnar Tryggvason og Hjörtur Methúsalemsson	530-4800
Lýsi hf/ Melta	Jón Ágúst Þorsteinsson	525-8100
RORUM	Þorleifur Eiríksson	864-7999
JMI island	Höskuldur Steinarsson	699-2691
Egersund iceland- þjónustustöð fyrir netin	Barði Westin	787-6050
Búlandstindur/sláturvinnsla	Elís Grétarsson	863-1022
Brunnbátur/ soulendoy		833-6877

## Umhverfismarkmið Fiskeldi Austfjarða hf.

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

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

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

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

## Öryggi og þjálfun starfsmanna

### Formáli

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

### Umfang

Verklagsreglurnar skulu ná yfir alla starfsemi hjá FA.

### Verklagsreglur

FA áformar að framfylgja ofangreindri stefnu á eftirfarandi hátt:

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

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

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

### Tilkynning um vinnuslys

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

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

### Þjálfun starfsmanna

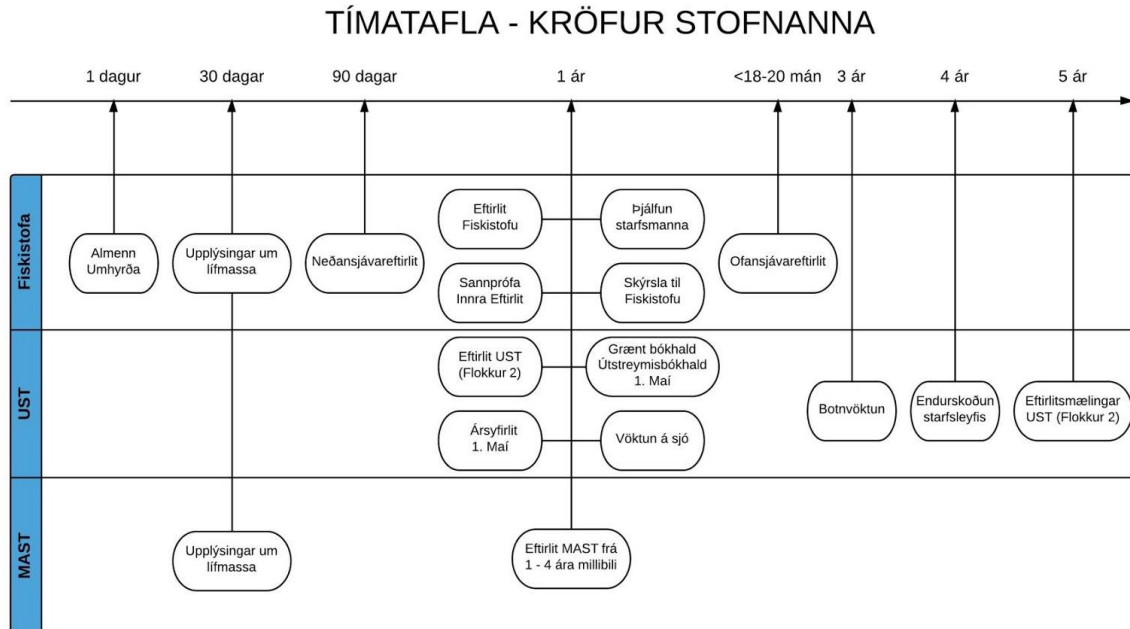
Framkvæmdastjóri fyrirtækisins skal sjá til þess að starfsmenn hafi þjálfun sem uppfyllir opinberar kröfur ásamt gæðakröfum fyrirtækisins. Allir starfsmenn FA eiga að hafa fengið þjálfun í öllum þeim tækjabúnaði sem þeir þurfa að nota og öllum þeim aðgerðum sem þeir þurfa að framkvæma. Starfsmenn eru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

ÞJÁLFUN STARFSMANNA				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags. 30. 01. 2019 Endurskoðað 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja skal að starfsmenn fái þjálfun sem hefur það að markmiði að hindra og bregðast rétt við slysasleppingum, mengun á umhverfi og slæmri heilsu fiska. Að nýliðum sé ljóst hvernig þeir eigi að sinna störfum sínum samkvæmt verklagsreglum í gæðahandbók og fái viðunandi verkþjálfun frá leiðbeinanda. Að starfsmenn þekki vel til verklagsreglna og fari eftir þeim við störf.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri			
<b>ÞEKING OG KUNNÁTTA:</b>	Öllum starfsmönnum er úthlutað áætlun um hverju skal ljúka og hvenær í samstarfi við stöðvarstjóra. Til að framfylgja lögum og reglugerðum þurfa starfsmenn að ljúka öllum krítískum þáttum þjálfunaráætlunar sinnar 1 mánuði eftir að þeir hefja störf.  Krítískir þættir:  a. Innan árs eftir að starfsmaður hefur starf í laxeldisstöð skal hann hafa kynnt sér: i. Tjón sem getur átt sér stað á náttúrulegum laxastofnum við slysasleppingu ii. Helstu ástæður fyrir slysasleppingum og hvernig best er að koma í veg fyrir þær			

	<p>iii. Hvaða reglur gilda um veiðar á eldisfiski, sem sleppur úr kví, og hvernig framkvæma skal veiðar á þeim</p> <p>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</p> <p>c. Öllum starfsmönnum skal kynnt gæðakerfi/gæðahandbók eldisstöðvar og þær verklagsreglur og varúðarráðstafanir sem notast er við.</p> <p>Dýralæknar eru hvattir til að eyða tíma í að upplýsa starfsmenn um heilsu fiska á meðan á reglubundnum heimsóknnum stendur. Það er gert til að halda þekkingu starfsmanna við og bæta hana.</p>
<p><b>NÝLIÐAR</b></p>	<p>Nýliðar eru kynntir fyrir næsta yfirmanni þeirra eru og framleiðsluferli lýst. Nýliðar skulu fá fræðslu um efni gæðahandbókar og hvernig gæðastjórnunarkerfið nýtist við starfinu.. Nýliðar skulu fá viðunandi fræðslu um öryggis- og umgengisreglur fyrirtækisins leiðbeinanda. Eftir starfsmaður hefur hafið störf skal honum kynntar þær verklagsreglur sem eiga við hverju sinni og fá ítarlega verkþjálfun samhliða frá leiðbeinanda, og honum gerð grein fyrir hvaða verkþáttum hann verði ábyrgur.</p>
<p><b>STARFSMANNAFUNDUR / FRÆÐSLA</b></p>	<p>A.m.k. árlega skal halda fund með öllum starfsmönnum um efni gæðahandbókar, breytingar á henni og nýjar áherslur skulu kynntar vel. Verklagsreglur yfir farnar og athugað hvort þær séu í samræmi við aðferðir sem notaðar eru og viðmið séu rétt. Athugað hvort breytingar hafa verið gerðar á reglugerð um fiskeldi og farið yfir helstu þætti í henni sem snúa beint að starfsmönnum.</p>
<p><b>SKRÁNING:</b></p>	<p>Þjálfunarskrá er gerð fyrir hvern og einn starfsmann út frá eyðublaðinu „Þjálfunarskrá“.</p>

## Kröfur Eftirlitsaðila

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



### ALMENN UMHIRÐA

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

#### **GRÆNT BÓKHULD & ÚSTREYMISBÓKHULD UST**

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

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

#### **ÁRSSKÝRSLA UST**

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

#### **UMHVERFISVÖKTUN**

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

#### **EFTIRLIT MAST**

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

<http://www.mast.is/library/Listar/ListiFiskeldisfyirtaekiIslandi1301GJ2.pdf> er hægt að sjá opinbera skrá eldisfyirtækja þar sem fram kemur áhættustig og tíðni eftirlits.

#### **OFANSJÁVAREFTIRLIT**

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

#### **ENDURSKOÐUN STARFSLEYFIS**

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

#### **EFTIRLITSMÆLINGAR UST**

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

## Innra eftirlit

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

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

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

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



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

Móttökueftirlit netpoka				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags. 10.11.18 Endurskoðunar: 16.09.19 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun UST
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja að allar kröfur við móttökueftirlit á netpoka séu uppfylltar.			
<b>TÍÐNI:</b>	Við móttöku á netpoka, nýjum eða úr viðgerð.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvastjóri ber ábyrgð að tekið sé eftirlit þegar netapokar koma.			
<b>FRAMKVÆMDARADILI:</b>	Stöðvarstjóri eða aðrir starfsmenn			
<b>EFTIRLIT</b>	Við móttöku á netpoka skal farið yfir hvort netpokinn sé í samræmi við pöntun og merkingar og vottorð skoðað. Við sjósetningu á netpoka, sem kemur úr viðgerð, er gerð úttekt á þvotti, böðun með gróðurhamlandi efnum og athugað hvort göt eða slit finnist á pokanum. Köfunareftirlit á poka er framkvæmt eftir ísetningu hans.			
<b>VIÐMIÐ</b>	<p>Netpoki skal uppfylla kröfur í viðauka 2 í reglugerð um fiskeldi.</p> <p>Hver netpoki skal merktur með birgðanúmeri sem fest er með varanlegu merki innan eins metra fyrir ofan sjólinnutóg á hringlaga netpoka eða á einu horni hans. Netpoki skal einnig merktur framleiðanda og framleiðsluári.</p> <p>Við flutning skal pakka netpoka í umbúðir til að tryggt sé að hann skemmist ekki við flutning.</p> <p>Með netpoka skal fylgja vottorð frá framleiðanda þar sem fram kemur:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. nafn framleiðanda, birgðanúmer netpoka og framleiðsluár,</li> <li>2. stærð netpoka og styrkleikaflokkur,</li> <li>3. efnisgerð, styrkleiki nets, leysisgarns og tógs sem notað er til að styrkja netpokann, staðfesting á að netpokinn sé unninn samkvæmt pöntun, að hann hafi verið framleiddur eftir viðurkenndum staðli og að haft hafi verið eftirlit með framleiðslunni,</li> <li>4. tilvísun í notkunar- og viðhaldshandbók,</li> <li>5. undirskrift forsvarsmanns eldisstöðvar.</li> </ol> <p>Ef netpoki er að koma úr viðgerð frá netaverkstæði skulu fylgja með niðurstöður eftirlitsins samkvæmt kröfum í viðauka 3, II. hluta í reglugerð um fiskeldi.</p>			
<b>ÚRBÆTUR:</b>	Ef fram kemur í eftirliti að einhverju sé ábótavant skal netpoki endursendur eða gert við hann og það tilkynnt framleiðanda eða netaverkstæði.			
<b>SKRÁNING:</b>	Allar skráningar eru nú í HAVBRUKSLOGGEN. Við móttöku á nýjum netpoka skal komið á ferilskráningu þar sem niðurstöður móttökueftirlits og aðrar upplýsingar um netpokann eru skráðar. Niðurstöður eftirlits með netpoka, sem er að koma úr viðgerð, eru skráðar í <b>Ferilskrá</b> viðkomandi netpoka. Frávik eru skráð samkv. verklagsreglunni <b>Frávik og Úrbætur</b> .			

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

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

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

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

Þörungablómi				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags nov 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun Mast /Hafró
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja að heilsu fiska stafar ekki hætta af svifþörungum.			
<b>TÍÐNI:</b>	Vor, sumar og haust:      Daglega Aðrir árstímar:      Vikulega			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri ber ábyrgð að eftirlit sé virkt			
<b>FRAMKVÆMDARADILI:</b>	Eldisstjóri og aðrir starfsmenn			
<b>EFTIRLIT:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Sjónkýpi er mælt með neðansjávarmyndavél eða hvítri, hringlaga skífu (30 cm í þvermál)</u> sem er látin síga niður þar til hún er ekki lengur sjáanleg. Mæling er tekin á meðan hjart er þar sem birta getur haft veruleg áhrif á niðurstöðuna.</li> <li>• Atferli fiska og fódurupptaka er könnuð með neðansjávarmyndavél.</li> </ul>			
<b>VIÐMIÐ:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Að sjónkýpi sé meira en 3 metrar.</li> <li>• Engin blæðing eru í tálknum eða óeðlilega mikið slím og ekki uppsöfnun á saur.</li> <li>• Breytingar á lit sjávar, hann getur orðið rauður, brúnn, rauðbrúnn, hvítleitur, gulleitur eða grænn, það fer eftir tegundum hver liturinn er eða aurburði.</li> <li>• Eftirfarandi atferlisþættir séu ekki til staðar: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Minni fódurtaka (allar tegundir af skaðlegu svifi)</li> <li>○ Fiskurinn leitar upp í yfirborðið og gapir eftir lofti (svif sest á tálkn og dregur úr súrefnisupptöku þeirra)</li> <li>○ Fiskurinn er sljór eða sjúkur (allar tegundir af skaðlegu svifi)</li> </ul> </li> </ul>			
<b>ÚRBÆTUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stöðva fódrun þar til tryggt er að þörungar eigi ekki sök.</li> <li>• Ekki hreyfa við fiski.</li> <li>• Sjósýni send til greiningar til Hafrannsóknarstofnunar.</li> <li>• Samband haft við dýralækni fisksjúkdóma og frekari aðgerðir gerðar í samstarfi við hann</li> <li>• Framkvæma viðbragðsáætlun vegna þörungablóma.</li> <li>• Árangursríkt getur verið að dæla djúpsjó við kvíar upp á yfirborðið og fá þannig „ferskan” sjó upp í efstu metrana þar sem fiskurinn heldur sig.</li> <li>• Mikilvægt er að setja af stað viðbragðsáætlanir um „sjúkdóma og massadauða“ og „neyðarslátrun“ ef aðstæður kalla eftir því.</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Upplýsingar skráðar á eyðublaðið <b>Daglegt eftirlit/ FISH TALK/HAVBRUKSLOGGEN</b> eftir því sem við á.</li> <li>• Frávik eru skráð samkv. verklagsreglunni <b>Frávik og Úrbætur</b> ef það er ekki hægt að framkvæma úrbætur strax.</li> <li>•</li> </ul>			

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

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

## Sannprófun

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

### 1. Tímasetning:

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

### 2. Framkvæmdaraðilar:

1. 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:

1. Hvort fyrirbyggjandi ráðstöfunum hafi verið framfylgt varðandi:
  1. Viðhald á eldisstöðinni
    - Hefur viðhald verið framkvæmt samkv. notendahandbókum framleiðenda.
  2. Þjálfun:
    - Er þörf á meiri og betri þjálfun?
    - Eru þjálfunaráætlanir nógu góðar?
  3. Verklagsreglur/viðbragðsáætlanir:
    - Nógu góðar, í samræmi við lög og reglugerðir, er þörf á úrbótum?
    - Er þeim fylgt eftir?
    - Má fækka þeim eða er þörf á fleirum?
  4. 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.
  5. Áhættugreining
    - Farið yfir áhættugreiningu og þörf á úrbótum.
  6. Skráningar
    - Er eitthvað sem þarf að breyta í skjalastjórnun?
- b. Í árlegri sannprófun skal framkvæmd ítarleg úttekt á öllum búnaði eldisstöðvarinnar. Við eftirlit með köfun eða neðansjávarmyndatöku skal m.a. athuga:
  0. hvort festingar séu í lagi,
  1. hvort floteining sé heil,
  2. sannprófun viðhaldsáætlunar eldisstöðvar.

### 4. Úrbætur

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

### 5. Skráning

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



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

## Vöktunaráætlun

### INNGANGUR

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

### STAÐSETNING

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

### STAÐA RANNSÓKNA

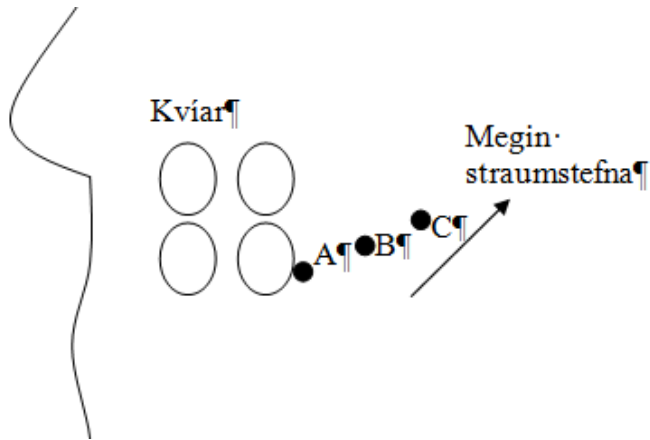
Nokkrar athuganir á botndýralífi hafa verið gerðar í Berufirði og Fáskrúðsfirði, Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2012). Innan fiskeldissvæðisins hafa verið gerðar athuganir frá 2001, Náttúrustofa Austfjarða og Vestfjarða auk þess er nú stórt verkefni í gangi með Þorleifi Ágústssyni og Þorleifi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

### Staðsetning sýnatökustöðva

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

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

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



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

## Vöktun á botni

### Tæki

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

### Fjöldi stöðva og sýna

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

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

## 5.2 Frequency of operational monitoring of local impact zone

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

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

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

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

### Meðhöndlun sýna

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

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

### ÚRVINNSLA Á SÝNUM, SKÝRSLUGERÐ

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

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

### VÖKTUN Á STRANDSJÓ

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

### NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Niðurstöður mælinga verða sendar á Umhverfisstofnun.

## Viðbragðsáætlanir

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

Slysaslepping				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags júlí 2017 Enduskoðað. 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun Fiskistofa
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja að viðbragðsáætlun vegna slysasleppinga sé í fullu samræmi við kröfur stjórnvalda um endurheimtur á fiski, tilkynningarskyldu og skýrslugerð.			
<b>UMFANG:</b>	Ef slysaslepping hefur átt sér stað eða rökstuddur grunur leikur á um að fiskur hafi sloppið úr eldiskvíum skulu starfsmenn bregðast fljótt og örugglega við þannig að komið sé í veg fyrir að meira af fiski sleppi. Yfirvöldum er tilkynnt slysasleppingin til Fiskistofu án tafar og veiðar á eldislax hafnar. Einnig skal tilkynna Umhverfisstofnun á <a href="mailto:ust@ust.is">ust@ust.is</a> og MAST á <a href="mailto:mast@mast.is">mast@mast.is</a> . Fiskistofu skal tilkynnt þetta skriflega innan 12 tíma frá því að slysaslepping uppgötvast. Öll viðbrögð skulu vera skv reglugerð 1170/2015 viðauki 4.. Sjá viðurlög í kafla um lög og reglugerðir.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri ber ábyrgð á að viðbragðsáætlun sé sett í gang eftir að slysaslepping uppgötvast.			
<b>VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:</b>	<p>Viðbrögð við slysasleppingu skulu vera í þessari röð:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Leita að orsökum og koma í veg fyrir að meira af fiski sleppi. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Samband haft við kafara: Fiskeldisþjónustan s:855-4551 Samuel í Ktech</li> <li>2. Gat á neti er fundið annað hvort með myndavél á báti eða kafara.</li> <li>3. Ef það finnst gat á netinu skal það lokað strax, netinu skipt út fyrir nýtt eða lagfært.</li> </ol> </li> <li>. Tilkynna til Fiskistofu um slysasleppingu munnlega: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sími Fiskistofu er 569-7900</li> </ol> </li> <li>. Hefja veiðar á fiski eftir að búið er að tilkynna Fiskistofu. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Staðsetning: <b>Djúpivogur; Gjafar SU 90- 8631022 Elli.</b></li> </ol> </li> <li>b. 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. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ATH: Ef slysaslepping á sér stað á göngutíma laxfiska skal veiðin vera í samráði við Fiskistofu.</li> </ol> </li> </ol> <p>Tilkynna til Fiskistofu um slysasleppingu skriflega eins fljótt og mögulegt er:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Skrifleg tilkynning skal berast innan 12 klst. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fylla skal út eyðublaðið <b>Tilkynning um slysasleppingu</b> að hluta/fullu og sent á eftirfarandi netfang: <a href="mailto:mast@mast.is">mast@mast.is</a></li> </ol> </li> <li>a. Skrifleg skýrsla skal berast innan viku.</li> </ul> </li></ul>			

<p><b>SKRÁNING:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Fylla skal út eyðublaðið <b>Tilkynning um slysasleppingu</b> að fullu og sent á eftirfarandi netfang: <a href="mailto:fiskistofa@fiskistofa.is">fiskistofa@fiskistofa.is</a></li> <li>b. Skrifleg tilkynning skal berast til sveitarfélaga og næstu veiðifélaga ef liggur rökstuddur grunur um strokufisk úr eldi.</li> <li>. Næsta Sveitarfélag er Djúpavogshreppur fyrir leyfið í Berufirði. senda skal tilkynningu á eftirfarandi netfang: <a href="mailto:djupivogur@djupivogur.is">djupivogur@djupivogur.is</a></li> <li>. Næsta sveitarfélag er Fjarðabyggð fyrir leyfið í Fáskrúðsfirði. senda skal tilkynningu á eftirfarandi netfang: <a href="mailto:fjardabyggd@fjardabyggd.is">fjardabyggd@fjardabyggd.is</a></li> <li>. Næsta veiðifélag sem er vegna beggja leyfa er Veiðifélag Breiðdælinga. senda skal tilkynningu á eftirfarandi netfang: <ul style="list-style-type: none"> <li>. <a href="mailto:heydalir@simnet.is">heydalir@simnet.is</a></li> </ul> </li> </ul> <p>Eyðublaðið <b>Tilkynning um slysasleppingu</b> er í kaflanum Eyðublöð og einnig á rafrænu formi á vef Fiskistofu á slóðinni: <a href="http://www.fiskistofa.is/media/eydublod/Slysaslepping.pdf">http://www.fiskistofa.is/media/eydublod/Slysaslepping.pdf</a>. Eintak af útfylltu eyðublaði skal einnig geyma í <b>(viðkomandi skjalastjórnunarkerfi)</b>. Verklagsreglan <b>Frávik og Úrbætur</b> er framkvæmd.</p>
-------------------------	---

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

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

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

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

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



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

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

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

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

## Verklagsreglur

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

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

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

Skipt um netpoka				Skjalanúmer Skjal nr.																								
Útgáfunr. 2	Dags Júlí 2018 Endurskoðað: 16.01.20	Skrifað af Jónatani Þórðarsyn	Samþykkt af Erlendi Gíslasyn	Stofnun MAST																								
<b>MARKMIÐ:</b>	Koma í veg fyrir slysasleppingu þegar skipt er um netpoka.																											
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri																											
<b>UNDIRBÚNINGUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tæmir allan fisk úr kví áður en nótaskipti hefjast.</li> <li>Hreinsa ásætur af floteiningu, sérstaklega hrúðurkarl og krækling áður en skipt er um netpoka.</li> <li>Séu innsigli og umbúðir órofið (sjá <b>móttökueftirlit</b>) telst netpoki hæfur til sjósetningar.</li> <li>Þegar skipt er um netpoka má straumur ekki vera of mikill og veður almennt gott.</li> </ul> <p>Eldisstjóri metur aðstæður í hvert sinn, breytilegt eftir vindátt o.fl.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lágmarksfjöldi þáttakenda eru þrír starfsmenn, kafari getur verið einn af þeim. Kafari yfirfer poka áður en fiski er sleppt í hann.</li> <li>Netpoka skal hafa lágmarks möskvastærð m.t.t. fiskistærðar, samkvæmt töflu hér að neðan:</li> </ul> <table border="1" data-bbox="532 905 906 1150"> <thead> <tr> <th colspan="3">Lágmarks möskvastærð</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>				Lágmarks möskvastærð			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 möskvastærð																												
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																										
<b>VERKREGLUR:</b>	<p><b>Nótaskipti með fiski í kví æskileg aðferð.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Byrjað er á því að smeygja nýju nótinni niður með gamla pokanum.</li> <li>8 tóg eru bundin með jöfnu millibili í nýju nótina og á handrið kvíar.</li> <li>Nýja nótin er látin sökkva niður og opnast hún fyrir neðan gamla pokann.</li> <li>Tóginn eru sett inn á koppa og nýja nótin dregin utan um þá gömlu.</li> <li>Kafari fer niður og tekur nýju nótina út:</li> <li>Áður en gamla nótin er fjarlægð er <b>Neðansjávareftirlit</b> með köfun framkvæmt.</li> <li>Öll bönd eru leyst af eldri poka, hún látin hanga á krókum handriðs.</li> <li>Nýja nótin er bundin á hringinn og hoppneti tillt á handrið.</li> <li>Stöðvarstjóri eða staðgengill hans skal samþykkja frágang netpoka áður en fiskur er settur/fluttur yfir í nýjan netpoka.</li> <li>Míðjuband gamla pokans er fest í krana, hann leystur niður allan hringinn og hann síðan hífður upp á röngunni. Fiskurinn hvolfist þá í nýja pokann.</li> <li>Eftirlitsferð er farin á kvína til að tryggja að allar festingar séu rétt bundnar.</li> </ul>																											



<b>SKRÁNING:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Allar skráningar netpoka eru í Havbruksloggen.</b> Skráð er í ferilskrá beggja netpoka hvar núverandi staðsetning þeirra sé.</li> <li>• <b>Ferilskrá viðkomandi netpoka er flutt til í (viðkomandi skjalastjórnunarkerfi) þannig að hún sé undir réttri kví. Havbruksloggen.</b></li> </ul>
------------------	---

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

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

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

Dráttur á sjókví með lifandi fiski				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. 10.12 2014 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Koma í veg fyrir tjón á sjókví í drætti sem getur leitt til að fiskur sleppi eða drepist.			
<b>HELSTU ÁHÆTTUÞÆTTIR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gat komi á netpoka þegar dregið er af miklum krafti og álag verður of mikið á einstaka möskva.</li> <li>• Of hratt dregið, fiskur slæst utan í netpoka, afhreistrast og drepst.</li> <li>• Þyngingar of léttar og/eða kví dregin of hratt þannig að netpoki aflagist og skemmist með þeim afleiðingum að fiskur sleppur út.</li> </ul>			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri og skipstjóri dráttarbáts.			
<b>VERKREGLUR:</b>	<b>FRAMKVÆMD FLUTNINGS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ef draga á sjókvíar út fyrir starfssvæði stöðvar þarf að fá leyfi frá Fiskistofu</li> <li>• Minnisþingar: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Flutning á lifandi fiski skal tilkynna til Matvælastofnunar (sbr. 41. gr. VII. kafla í Reglugerð um fiskeldi Nr. 1170/2015)</li> <li>○ Nota grunnan netpoka</li> <li>○ Taka skal mið af veðri og straumum þegar flutningur er skipulagður</li> <li>○ Ekki draga fleiri en eina kví í einu</li> <li>○ Festa kví sem dregin er að minnsta kosti á tveimur stöðum í dráttarstefnu</li> <li>○ Ekki má draga kví hraðar en 1,8 sjómílar/klst.</li> <li>○ Nota tóg sem er að lágmarki 32 mm þykkt</li> <li>○ Gæta að því að tóg sé að lágmarki 300 metrar, þegar notaður er stór bátur, til að koma í veg fyrir að straumiða frá skrúfu berist inn í netpokann</li> <li>○ Einn starfsmaður að lágmarki skal vera á kví (eða í fylgdar-/hjálparbáti). Hann skal hafa yfirlit með líðan fisksins, gæta að því að þyngingar komi í veg fyrir að pokinn lyftist og pokist og að allt gangi vel fyrir sig</li> <li>○ Hjálparbáti skal gera viðvart um dráttinn og hann gerður klár þannig að hann geti veitt aðstoð með stuttum fyrirvara. Dráttur á kví skal ekki hefjast án þess að virkt fjarskiptasamband sé milli hjálpar- og dráttarbáts</li> </ul> </li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Flutningur á kví skráður í 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
<b>MARKMIÐ:</b>	Koma í veg fyrir að þjónustubátar valdi skemmdum á sjókvíum með þeim afleiðingum að fiskur sleppur út.			
<b>HELSTU ÁHÆTTUÞÆTTIR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skrúfa þjónustubáts geri gat á netpoka.</li> <li>• Þjónustubátur sigli á sjókví.</li> <li>• Þjónustubátur sem festur er við sjókvíar veldur skemmdum á þeim.</li> <li>• Báturinn beri ekki með sér smit/ sé sóttreinsaður.</li> </ul>			
<b>UNDIRBÚNINGUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um borð í þjónustubáti þarf að vera kort af staðsetningu eldiseininga, festinga og annars búnaðar sem tilheyrir eldinu.</li> <li>•</li> </ul>			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri			
<b>VERKREGLUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stöðvarstjóri gerir skipstjóra þjónustubáts grein fyrir því hvernig á að leggjast upp að eldiseiningu m.t.t. strauma og vinda.</li> <li>• <b>Ekki skal leggjast upp að kví ef vindhraði er meira en 20 m/sek</b></li> <li>• Stöðvarstjóri ákveður tímasetningu á aðkomu þjónustubáta og tekur mið af aðstæðum hverju sinni.</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Stöðvarstjóri			

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

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

## Eyðublöð

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



Frávik/Úrbætur				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags juli 2018 Endurskoðað: 16.01.20	Farið yfir af: ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>TEGUND FRÁVIKS (BÚNAÐUR, FISKUR, UMHVERFI, STARFSMENN):</b>			<b>ALVARLEIKI (0-5):</b>	
Lýsing á 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
<b>LÖG:</b>	Lög um hollustuhætti og mengunarvarnir nr. 7/1998			
<b>REGLUGERÐIR:</b>	Reglugerð nr. 550/2018 með síðari breytingum – <i>eftirlit</i> Reglugerð nr. 1289/2012 Reglugerð um grænt bókhald nr. 851/2002 Reglugerð um útstreymisbókhald nr. 990/2008			
<b>ANNAD:</b>	Starfsleyfi viðkomandi rekstraraðila			

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

## Viðauki 12: Vátryggingaskírteini og yfirlýsing frá Tryggingamiðstöðinni vegna Seyðisfjarðar



- Fiskeldi Austfjarða hf.  
Guðmundur Gíslason  
Nesbala 122  
170 Seltjarnarnesi

### Vátryggingaskírteini

Samrit skírteinis  
Kennitala 520412-0930  
Netfang eggjahvita@gmail.com

---

## Ábyrgð

---

### Ábyrgðartrygging:

Skírteinisnúmer: 2888986  
Vátryggingartímabil: Frá 1. janúar 2019 til 31. desember 2019  
Starfsemi: Bráðamengun V/Seyðisfjörður  
Vátryggingarfjárhæð: Hámarksbætur í hverju einstöku tjónsatviki og samanlagt á vátryggingarárinu eru kr. 300.000.000  
Eigin áhættu: 15% í hverju tjóni, þó minnst kr. 107.000 og mest kr. 1.070.000  
Sundurliðun: Lýsing á starfsemi:  
Fiskeldi Seyðisfjörður  
Skilmálar: Um vátryggingu þessa gilda skilmálar Tryggingamiðstöðvarinnar nr. 200 ([www.tm.is/skim/skm200v3r111st.pdf](http://www.tm.is/skim/skm200v3r111st.pdf)) svo og þeir sérstöku skilmálar ogleða skildagar sem tilgreindir eru. Vakin er athygli á almennum undantekningum vegna tjóna á munum samkvæmt 7. grein vátryggingarskilmálanna, sérstaklega er varðar tjón á munum í vörslu vátryggðs.

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

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

Gert 14.05.2019/Þórir Ingbórsson  
Reykjavík 14.05.2019  
TRYGGINGAMIÐSTÖÐIN



Fiskeldi Austfjarða hf.  
Nesbala 122  
170 Seltjarnarnesi

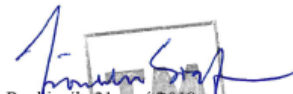
### Yfirlýsing

Það lýsist hér með yfir að Tryggingamiðstöðin hf. kt. 660269-2079 mun, að uppfylltum skilyrðum, veita Fiskeldi Austfjarða hf. kt. 520412-0930 váttryggingu til grundvallar rekstrarleyfis 10.000 tonna framleiðslu á laxi í Seyðisfirði, kynslóðaskipti eldi.

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

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

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

  
Reykjavík, 21. maí 2019  
TRYGGINGAMIÐSTOÐIN HF.  
Þóroddur Sigfússon

## Viðauki 13: Lokaðar kvíar í sjó og landeldi - valkostagreining

### Lokaðar kvíar í sjó

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

### Umhverfisaðstæður

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

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

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

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

<sup>1</sup> Martinsen, 2015

<sup>2</sup> Lekang, 2013

<sup>3</sup> Fiskeridepartementet, 1997

<sup>4</sup> Haaland, 2017

<sup>5</sup> Haaland, 2017

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

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

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

Heimild: Svásand, 2016

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

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

<sup>6</sup> Haaland, 2017

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

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

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

### 8.3.1 Mannvirki og landnotkun

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

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

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

Heimild: Haaland, 2017

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

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

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

<sup>10</sup> Terjesen, 2017

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

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

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

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

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

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

### Rekstur og kostnaður

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

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

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

<sup>14</sup> Martinsen, 2013



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

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

## Landeldi

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

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

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

Valkosturinn felst í að byggð verði landeldisstöð í og við Seyðisfjörð. Stöðin á að geta framleitt allt að 10.000 tonn af laxi á ári. Bæði er fjallað um gegnumstreymisstöðvar og endurnýtingarstöðvar (e. RAS Recirculating Aquaculture System). Fiskeldi Austfjarða áætla að undir slíka stöð þyrfti um 30 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 10.000 tonn fylgir mikið umhverfisálag. Tengist það helst staðsetningu og stærð mannvirkisins (sjá umfjöllun kafla 4.4.2), aðgengi að vatni og notkun á því, aðgengi og notkun á rafmagni og velferð eldisfiskins og sjúkdómahættu. Slíkt álag er óhjákvæmilegt ef til þess kemur að slíkt mannvirki yrði reist í Seyðisfirði.

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

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

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

<sup>17</sup> ISFA, 2016

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

Landeldisstöð Fiskeldis Austfjarða myndi vera staðsett við ströndina nærri sjó til þess að unnt sé að nýta saltvatn við framleiðsluna. Vatnsnotkun 10.000 tonna landeldisstöðvar er um 10.000 l/s á ári sem er gríðarlegt magn. Ef stöðin væri gegnumstreymisstöð þarf að tryggja að vatnið sem notað er sé sem næst kjörhita eða um 10°C. Til þess þarf jarðhita til að hita upp grunnvatnið en hann finnst ekki á Austfjörðum. Gegnumstreymisstöðvar er aðeins hægt að byggja á Reykjanesi og í Öxarfirði þar sem háhitasvæði er að finna.<sup>19</sup> Af þessum sökum myndi rekstur stórrar gegnumstreymisstöðvar aldrei ganga upp á köldu svæði eins og á Austfjörðunum. Ef horft er til endurnýtingarstöðvar (RAS kerfi) þá gildir það sama um hana, en ekki hefur náðst góður eldisárangur í slíkum stöðvum þar sem ekki hefur tekist að tryggja góð vatnsgæði.<sup>20</sup>

Rafmagn hér á landi er fyrst og fremst framleitt með vatnsfalls- eða jarðvarmavirkjunum. Þannig virkjunum fylgir mikið jarðrask og annað rask á umhverfi sem þó er mismikið eftir stærð virkjana. Til þess að framleiða 1 kg af laxi þarf að nota 6-10 kWh af rafmagni eftir því hverjar landfræðilegar aðstæður eru. Í útreikningum Fiskeldis Austfjarða er miðað við að nota 8 kWh til að framleiða 1 kg á laxi í landeldisstöð. Heildar rafmagnsnotkun slíkrar stöðvar yrði því um 80.000.000 kWh á ári eða 0,08 TWh á ári. Eðlilega þá vakna upp spurningar um hvort slík orka sé til staðar í núverandi orkukerfi eða hvort bæta þurfi úr því með því að byggja virkjun. Þá ber að spyrja sig hvort menn vilji umhverfisáhrif er slík virkjun myndi hafa og vísast um það til umfjöllunar um virkjunarframkvæmdir hér á landi.

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

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

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

<sup>18</sup> ISFA, 2016

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

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

<sup>21</sup> Bjørndal o.fl., 2018

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

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

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

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

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

### Mannvirki og landnotkun

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

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

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

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

<sup>26</sup> Bjørndal o.fl., 2018

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

<sup>28</sup> Bjørndal o.fl., 2018

<sup>29</sup> ISFA, 2016

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

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

### Rekstur og kostnaður

Kostnaður við rekstur og fjármögnun landeiddisstöðva 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 netakvía.<sup>31</sup> Norskar rannsóknir sýna svipaðar niðurstöður.<sup>32</sup> 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.<sup>33</sup> Nokkur kostnaðarmunur er á byggingu endurnýtingarstöðva og gegnumstreymisstöðva.<sup>34</sup> Framkvæmdaraðilinn rekur í dag tvær landeiddisstöðvar og búa stjórnendur félagsins yfir gríðarlegri þekkingu og reynslu af slíkum rekstri.

Hægt er að bera kostnað við byggingu endurnýtingastöðvar Atlantic Sapphire í Flórída<sup>35</sup> við framkvæmd Fiskeldis Austfjarða um aukið sjókvíaeldi Seyðisfirði (tafla 4). Byggingarkostnaðurinn í Flórída er um 344.000 kr/rúmmetra, sem er svo dýrt að slíkar endurnýtingarstöðvar verða aðeins byggðar við markaðinn eins og verið er að gera í Flórída ríki og Main ríki í Bandaríkjunum, en aldrei á Íslandi vegna þess að flutningurinn á markaðinn er svo dýr eða 2 USD/kg. Þessir 2 USD/kg er í raun hagnaðurinn sem næst með staðsetningunni. Til þess er og að líta að byggingarkostnaður er mun hærri á Íslandi en í USA og er ekki tekið tillit til þess hér. Framleiðni á rúmmetra í endurnýtingarstöð er í besta falli 127 kg af laxi á ári, sem gerir kröfu til meira eldisrýmis en ella til að ná framleiðslu framkvæmdar. Gera má því ráð fyrir að 10.000 tonna endurnýtingarstöð kosti um 28 milljarða króna, en til samanburðar þá er fjárfestingin við uppbyggingu 10.000 tonna sjókvíastöðvar um 2,3 milljarðar króna. Í þessum útreikningum er stuðst við rauntölur frá Atlantic Sapphire<sup>36</sup> og skýrslu frá NTNU og SINTEF.<sup>37</sup>

---

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

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

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

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

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

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

<sup>37</sup> Bjørndal o.fl., 2018

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

Samanburður á fjárfestingu og framleiðslukostnaði á laxi í landeldi og sjókvíaelði.				
Landeldi Endurnýtingarstöð(RAS) Seyðisjörður			Sjókvíaelði Seyðisfjörður	
Fjárfesting á rúmmeter	355.000	Ikr	Fjárfesting á rúmmeter	2.310
Framleiðsla á rúmmeter	127	Kg	Framleiðsla á rúmmeter	10
Fjárfesting per framleitt kg/ár	2.795	Ikr	Fjárfesting per framleitt kg/	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	4,4
Fóður	182	Ikr	Fóður	182
Fóðurstuðull	1,1	#	Fóðurstuðull	1,2
Fóður per kg	200,2	Ikr	Fóður per kg	218,4
Dauði á ári	3	%	Dauði á ári	3
Launakostnaður	25,61	Ikr	Launakostnaður	41,86
Afskriftir per kg	140	Ikr	5% Afskriftir per kg	35
Viðhaldskostnaður	36	Ikr	Viðhaldskostnaður	4,8
3% vextir á fjárfestingu	84	Ikr	5% vextir á fjárfestingu	12
Tryggingar	1,69		Tryggingar	1,69
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 óslægt	324
Samtals kostnaður lifandi	526		Total	371
Slægt afhent keflavík	781		Slægt afhent keflavík	592
Flug til USA	180		Flug til USA	180
Slægt pakkað afhent USA	961		Slægt pakkað afhent USA	772
Fjárfesting 10.000 tn	27.952.755.906		Fjárfesting 20.000 tn	2.309.523.810

Nauðsynlegt að bera saman kostnað og fjárfestingu við byggingu gegnumstreymisstöðvar við fyrirhugað sjókvíaelði í Seyðisfirði (tafla 5). Eins og fyrra dæmið byggist þetta á erlendum og innlendum reynslutölum. 3 ha lands þarf til þess að framleiða hver 1000 tonn af laxi á landi.<sup>38</sup> Þannig að 10.000 tonna landeldi tekur um 20,4 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 dugir engan veginn og er rekstrarlíkan sem gengur aldrei upp sbr. útreikninga. Fyrir 10.000 tonna

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

landeldisstöð á Austfjörðum má gera ráð fyrir heildarfjárfestingu uppá 25 milljarða króna, miðað við 5°C ársmeðalhita.

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

Samanburður á fjárfestingu og framleiðslukostnaði á laxi í landeldi og sjókvíaelði.					
Landeldi gegnumstreymisstöðvar ísland. MV 5 gráðu meðalhita.			Sjókvíaelði Seyðisfjörður		
Fjárfesting á rúmmeter	100.000	Ikr		Fjárfesting á rúmmeter	2.310
Framleiðsla á rúmmeter	40	Kg		Framleiðsla á rúmmeter	10
Fjárfesting per kg/ár	2.500	Ikr		Fjárfesting per kg/ár	231
Kwst per kg	8	#		Kwst per kg	0,4
ikr/kwst	11	kr		ikr/kwst	11
Rafmagnskostnaður/kg	88	Ikr		Rafmagnskostnaður/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 10.000 tn	25.000.000.000				2.309.523.810

#### Heimildir:

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

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

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

- Boulet, D. Struthers, A. & Gilbert, É., (2010). *Feasibility Study of Closed-Containment Options for the British Columbia Aquaculture Industry*. Innovation & Sector Strategies Aquaculture Management Directorate Fisheries & Oceans Canada.
- Calabrese, S., Nilsen, T. O., Kolarevic, J., Ebbesson, L. O. E., Pedrosa, C., Fivelstad, S., Handeland, S. O. (2017). Stocking density limits for post-smolt atlantic salmon (*salmo salar* L.) with emphasis on production performance and welfare. *Aquaculture*, 468, 363-370.
- Canadian Science Advisory Secretariat (2018). *Assessing Potential Technologies for Closed-Containment Saltwater Salmon Aquaculture*. Canadian Science Advisory Secretariat.
- Fiskeridepartementet, N.-O. (1997). Forskrift om desinfeksjon av inntaksvann til og avlopsvann fra akvakulturrelatert virksomhet.
- Haaland, S.K. (2017). *Semi-closed-containment systems in Atlantic salmon production: Comparative analysis of production strategies*. NTNU.
- Handeland, S. (2016). Postsmoltproduksjon æi semilukkede anlegg; resultat fra en komparativ feltstudie. In *Fremtidens smoltproduksjon, at sunndalsøra 25-26. oktober 2016*.
- Helgi Thorarensen (2018). *Eru fleiri kostir raunhæfir fyrir laxeldi á Vestfjörðum?*. Sótt af <https://kjarninn.is/skodun/2018-10-05-eru-fleiri-kostir-raunhaefir-fyrir-laxeldi-vestfjordum/>.
- ISFA (2016). *The Evolution of Land Based Atlantic Farms*. International Salmon Farmers Association.
- Iversen, A., Andreassen, O., Hermansen, Ø., Larsen, T. A., & Terjesen, B. F. (2013). Opp-
- Iversen, A., Hermansen, Ø., Andreassen, O., Brandvik, R., Marthinussen, A., & Nystøyl, R. (2015). Kostnadsdrivere i lakseoppdrett. Nofima.
- Lekang, O.-I. (2013). *Aquaculture engineering (2nd edition)*. Somerset: Somerset, NJ, USA: John Wiley & Sons.
- Martinsen, S. (2013). *Assessment of Atlantic Salmon Farming in Floating Closed-Containment Systems*. Nekton AS & Smola Hatchery and Smola Farm.
- Martinsen, S. (2015). Teknologioversikt semi-lukkede anlegg i sjo. In *Tekset 2015*.
- MSC AS (2015). *Aquadomen skadet i stormen Ole*. Sótt af <http://mscaqua.no/aktuelt/skadet.html>.
- Pinfold, G. (2014). *Feasibility of Land-Based Closed-Containment Atlantic Salmon Operations in Nova Scotia*. Nova Scotia Department of Fisheries and Aquaculture.
- Svåsand T., Karlsen Ø., Kvamme B.O., Stien L.H., Taranger G.L. & Boxaspen K.K. (red.). (2016). Risikovurdering av norsk fiskeoppdrett 2016. *Fisken og havet*, særnr. 2-2016.
- Terjesen, B. F. (2017). *Lukkede anlegg land og sjø som tiltak mot lakselus*. In *Ctrlacqua* (Ed.), Rensefiskkonferansen. FHF.
- Timmons, M. B., Ebeling, J., Wheaton, F. W., Summerfelt, S. T., & Vinci, B. J. (2010). *Recirculating aquaculture systems* (3rd ed.). Cayuga Aqua Ventures.

# Viðauki 14: Yfirlýsing frá Stapa jarðfræðistofu dagsett 19. september 2019



Stapi ehf  
Arnúla 19  
Pósthólf 8040  
128 Reykjavík

Sími 581 4975  
Gsm 893 3206  
Fax 568 5062  
stapi@xnet.is

19. september 2019

Pórður Þórðarson, framkvæmdastjóri  
Fiskeldi Austfjarða hf  
Nesbala 122  
170 Seltjarnarnesi

## VARÐAR: Öflun sjávar úr borholum fyrir 10.000 tonna laxeldisstöð í Seyðisfirði

Varðandi fyrirspurn yðar um möguleika þess að afla 10.000 l/s sjávar úr borholum fyrir 10.000 tonna eldisstöð við Seyðisfjörð er rétt að líta til árangurs þeirra borana sem fram hafa farið víða á Suðaustur- og Austurlandi vegna jarðhitaleitar og öflunar fersks, ísalts vatns og sjávar, m.a. við Seyðisfjörð.

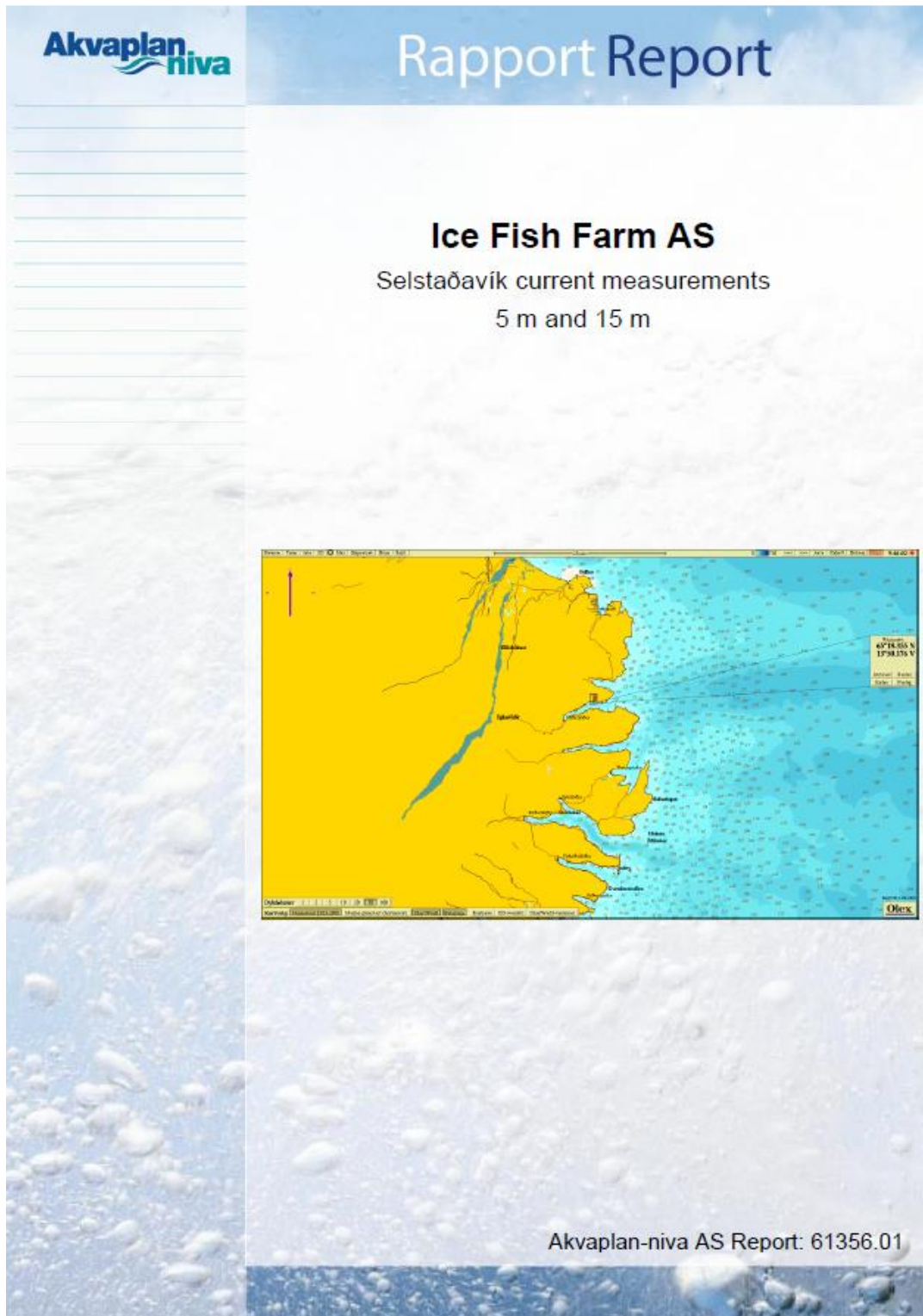
- 1) Jarðlög á Austfjörðum eru almennt séð mjög þétt og vatnsleiðni í berglögnum mjög treg og nær eingöngu bundin við sprungur í jarðlagastaflaum og malarríkar áreyrar.
- 2) Jarðhiti er til staðar á nokkrum stöðum þar sem berglögin eru nógu sprungin til að vatn seytili nægilega djúpt til að hitna, leita upp aftur og mynda jarðhitakerfi þegar vatnið stígur upp til yfirborðs. Flest eru þó jarðhitakerfin lítil á þessu landssvæði og hvert svæði, eða kerfi, gefur einungis af stærðargráðunni 10–100 l/s af vatni í dælingu með allt að 200 m niðurdrætti.
- 3) Á jarðhitasvæðunum eru til borholur í berg, sem gefa yfir 20 l/s í dælingu. Við Hoffell í Nesjum í Hornafirði er það t.d. mat Íslenskra orkurannsóknna (sjá Ársskýrslu ÍSOR, 2018) að jarðhitasvæðið þar geti staðið undir 35–45 l/s meðalársvinnslu, miðað við að dælt sé úr tveimur holum. Annars staðar þykir gott að ná 0,5–1,0 l/s af volgu eða köldu vatni úr hverri holu sem boruð er í berg, rétt nægilegu magni fyrir einstaka býli, heimili eða sumarbústað.
- 4) Á áreyrum í fjarðarbotnum Fjarðabyggðar hafa verið boraðar holur, 7"–14" víðar, sem geta gefið 10–50 l/s í dælingu. Einnig hafa verið boraðar holur á Austurfjörtanga við Hornafjörð, sem skila svipuðu magni af ísöltum og fullsöltum sjó. Áreyrar, aurkeilur og önnur laus jarðlög þurfa hins vegar að hafa rétta samsetningu af mól og sandi til að þau séu þökkalega vatnsgæf og vatnið hreint. Sandur, silt og leir gefa hins vegar lítið eða ekkert vatn, auk þess sem það litla magn sem næst getur verið mjög gruggugt.
- 5) Til að ná þeim 10.000 l/s af sjó, sem 10.000 tonna laxeldisstöð við Seyðisfjörð þyrfti, gæti þurft að bora a.m.k. 220 holur sem hver gæfi 50 l/s. Þetta er að mínu viti alls ekki mögulegt, og jafnvel þó borað væri í áreyrina fyrir botni fjarðarins leyfir rýmið hvorki þetta margar holur né dælingu. Kostnaður við boranir af þessari stærðargáðu yrði auk þess vart undir 650 milljónum króna.

Virðingarfyllst,

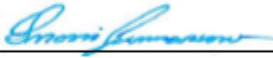


Ómar Bjarki Smárason  
jarðfræðingur



Viðauki 15: Staðarstraumsmælingar í Selstaðavík og Skálanesbót í júlí og ágúst 2019



Customer information			
Title:	Current measurement 5 and 15 meters Selstaðavík		
Report number (s):	61356.01 (11 + attachments)	Locality name:	Selstaðavík
Locality number:	New	Map coordinates:	65°18.355 N 13°50.176 W
County:	Seyðisfjörður	Land:	Iceland
Contact:	Operations manager/contact: Kjartan D. Sigurðsson		
Customer:	Ice Fish Farm		

Main results from the current measurements				
Depth (m)	Max speed (cm/s)	Mean speed (cm/s)	Main direction water transport (degrees)	Mean temperature (degrees °C)
5	25,3	6,1	105	7,5
15	25,2	4,1	285-300	7,1
Information about the report				
Instruments:	08.07.2019	12.08.2019	Date of report:	16.08.2019
Responsible for field work:	Snorri Gunnarsson	Signature:		
Writer of report:	Stine Hermansen	Signature:		
Quality control	Kristine Steffensen	Signature:		

© 2019 Akvaplan-niva AS. This report can only be copied as a whole. Copying extracts from the report (text paragraphs, figures, tables, conclusion, etc.) reproduction in any other way, is only allowed after written approval from Akvaplan-niva AS.

## Table of contents

1 INTRODUCTION.....	2
2 METHODOLOGY.....	3
2.1 Deployment and recovery of current instruments.....	3
2.2 Position and depth.....	3
2.3 Rig description.....	4
2.4 Current measurements.....	4
3 RESULTS.....	6
3.1 Current measurements.....	6
3.2 Tidal current.....	6
3.3 Wind generated current.....	7
3.4 Influence of the coastal current.....	8
3.5 Snow and ice melting.....	9
3.6 Data quality.....	9
4 INSTRUMENT DESCRIPTION.....	10
5 BIBLIOGRAPHY.....	11
6 APPENDIX.....	12
6.1 Current measurements.....	12
6.1.1 At 5 meters depth.....	12
6.1.2 At 15 meters depth.....	17
6.2 Rig form.....	22

# 1 Introduction

---

Akvaplan-niva AS has on behalf of Ice Fish Farm performed current measurements on the locality Selstaðavík, in Seyðisfjörður on Iceland. The measurements are performed to fulfill the criteria from the application form *Aquaculture in floating farms (20.01.2012)* issued by the Norwegian Directorate of Fisheries (Fiskeridirektoratet). The measurements also fulfill the demands from the Norwegian standard *NS 9415:2009 – Requirements for site survey, risk analyses, design, dimensioning, production, installation and operation*. There were no installations in the ocean at the time that could affect the measurements.

The methodology is in according to *NS 9425 – Part 1: Current measurement at fixed points*.

From for current measurements that is used in accredited work:

Reference	Requirements	Status
NS 9415:2009 5.2.1	Measurement position is representative for the whole locality	Ok
NS 9415:2009 5.2.1	The position is assumed to be for the maximum current speed	Ok
NS 9415:2009 5.2.1	Recording of currents at minimum every 10th minute	Ok
NS 9415:2009 5.2.1	Time, speed and direction is recorded in the entire period	Ok
NS 9415:2009 5.2.3	The measurement period is min. 28 days (one lunar phase)	Ok
NYTEK	External influences that has affected the measurements	No
APN Procedures	Procedure for current instruments and – data has been followed	Ok

## 2 Methodology

---

### 2.1 Deployment and recovery of current instruments

The instruments were deployed and recovered by personnel from Akvaplan-niva AS.

### 2.2 Position and depth

Position, measurement depth and total depth are given in Table 1. The placement in relation to the fish farm is illustrated in Error! Reference source not found..

*Table 1 Measurement depth, position, total depth, measurement period and –interval for the current measurements*

Measurement depth	5 meters	15 meters
Position	N65°18,355 W13°50,176	N65°18,355 W13°50,176
Position depth	86 meters	86 meters
Date measurement period	09.07.2019-08.08.2019	09.07.2019-08.08.2019
Nr. of days	30 days	30 days
Dato deployment - recovery	08.07.2019-12.08.2019	08.07.2019-12.08.2019
Data disruptions	No	No
Measurement interval	10 min	10 min
Navigation system	gps	gps
Determination of depth	Olex	Olex

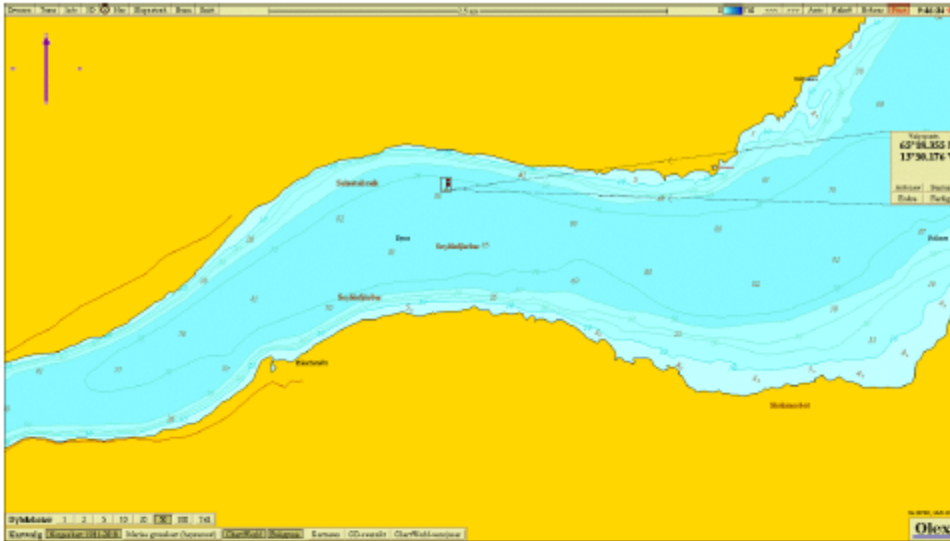


Figure 1. Placement of the current measurement rig in relation to the locality Selstaðavík.

## 2.3 Rig description

The instruments were put on a rig with instruments at 5- and 15-meters depth (appendix 6.2).

## 2.4 Current measurements

The position of the rig is considered to be representative for the entire location. Akvaplan-niva AS performed quality control and graphic presentation of data.

In order to distinguish the tide component of the current, a harmonic analysis of the flow was performed. The current speed was first averaged over half an hour to remove noise from the time series before the analysis was performed. The tidal estimate and the variance of tide compared with the variance of the total current is calculated from the period 08.07.19-12.08.2019.

The results from the harmonic analysis were used to reproduce the tidal contribution in the measurement series using a tidal model (Codiga, 2011). The total flow is the mean over ½-hour before the variance ellipses are estimated, so the variance of the two components is estimated on the same basis. The variance ellipses show a standard deviation of the variance to a) all the measurements and b) the reproduced tide component. Explained variance is estimated from the correlation ( $r$ ) between total current and tide current, and are calculated from the following formula:

$$\text{Explained variance} = [\text{correlation coefficient}(\text{speed\_tide}, \text{speed\_total})]^2.$$

This gives an estimate of how much of the total variance can be explained by the estimated tide component. It is important to note that these ellipses are not a classic tidal ellipse but a variance ellipse of the tidal component to the current. Furthermore, the tide is estimated from a model and not actual measurements.

## 3 Results

---

### 3.1 Current measurements

The results from the current measurements at 5 meters depth reveals that the main current direction and mass transport of water are defined to the east (105 degrees), with a return current to the west-northwest (255). Average current speed is 6,1 cm/s. 0,6 % of measurements are > 20 cm/s, 15,1 % of measurements are > 10 cm/s, 62,1 % of measurements are between 10 and 3 cm/s, 19,2 % av of measurements are between 3 and 1 cm/s and 3,6 % of measurements are < 1 cm/s.

The results from the current measurements at 15 meters depth reveals that the main current direction and mass transport of water are defined to the west-northwest (285-300 degrees), with a return current to the east (105 degrees). Average current speed is 4,1 cm/s. 1,0 % of measurements are > 20 cm/s, 7,2 % of measurements are > 10 cm/s, 41,7 % of measurements are between 10 and 3 cm/s, 41,6 % av of measurements are between 3 and 1 cm/s and 9,5 % of measurements are < 1 cm/s.

Maximum current speed in the measurement period at 5- and 15-meter depth was 25,3 and 25,2 cm/s, respectively.

### 3.2 Tidal current

The current measurements performed at the locality indicate that the tidal component of the current is small to moderate in comparison with the residual current. Table 2 show the results from the variance analysis for 5 meters and 15 meters depth. Explained variance is a statistical number of how much of the total variance in the area can be explained from the tidal current.

The numbers in Table 2 are relatively small to moderate. The estimated tidal current contribution at 5- and 15-meters depth can explain 39,2 % and 21,6 % in E-W-direction respectively, and 19,6 % and 16,8 % in N-S-direction of the variance in in the total current.

Table 2. Explained variance for the tidal component of total variance in the current (percentage)

Current component dir.	Depth	
	5 m	15 m
East-West	39,2 %	21,6 %
North-South	19,6 %	16,8 %

The results in Table 2 are reflected in Figure 2, where it can be seen that the tidal ellipse at 5 meters depth is relatively moderate compared with the ellipse of the residual current. At 15 meters depth the tidal ellipse is relatively small compared with the ellipse of the residual current. This indicates that the tidal current is contributing to the total current, but is not dominating.



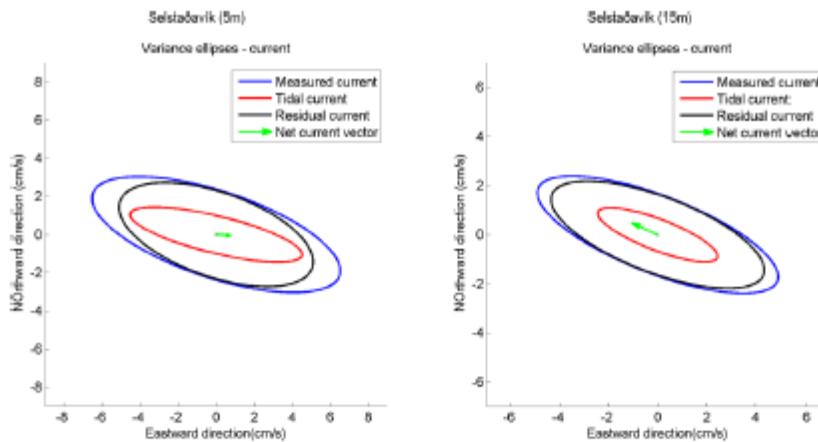


Figure 2. Variance ellipse for total current, tidal current and residual current at 5 and 15 meters. The ellipse shows the size of one standard deviation of the variance, both in direction and size. The blue curve shows the variance ellipse of the total flow and the red curve shows the variance ellipse of the tidal component. The black variance ellipse shows the residual current, ie the current that cannot be explained by the tide. The results are estimated from current data from the entire measurement the period 08.07.2019-12.08.2019. The green arrow shows net current direction.

### 3.3 Wind generated current

Wind generated current will generally only be present at measurements at 5 meters depth or shallower, since the influence of wind declines with increasing depth. It is required to have strong wind from the same direction over a longer period of time to influence currents at 15 meters depth. This is seldom the case in coastal areas or fjords where fish farms are located. Data from monitoring station Dalatangi has been extracted from the Icelandic MET-office, Figure 3. The wind rose indicates that the highest wind speed was registered towards the south.

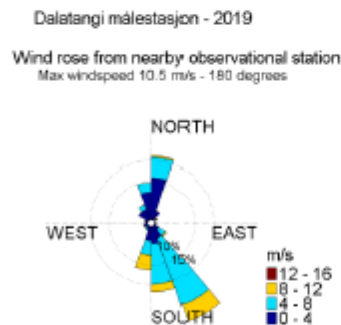


Figure 3. Wind rose for registrations at monitoring station Dalatangi during the measurement period. The figure illustrates the direction the wind is moving towards. The total length of each sector indicates the number of registrations (%) in the relevant direction. The length of each color segment in each sector shows the distribution of wind speed in the corresponding sector.

During the period July-August there was relatively calm winds and it was only two registered occasions where the wind was above 10 m/s. The highest windspeed was measured on the 24<sup>th</sup> of July and was directed toward the south, Figure 4.

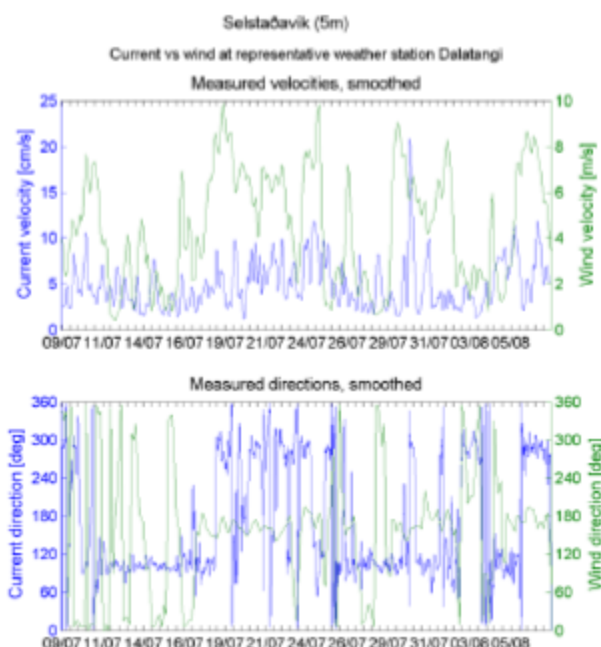


Figure 4. Normalized speed and direction for current/wind in the measurement period. The figure has been normalized (smoothed) to increase the readability. Wind and current directions are plotted so that they can be directly compared. Wind and current are going towards the specified directions.

High windspeed coincides partly with high current speed, Figure 4, during the measurement period. This occurs often when the wind is directed eastwards along the fjord. The monitoring station is located at south side of the entrance of the fjord and is more exposed than the location of wind from all directions. The results indicate that wind has had an effect on the current during the measurement period.

### 3.4 Influence of the coastal current

The Icelandic coastal current flows clockwise around Iceland. The current is relatively fresh and is influenced by solar heating in the summer and can make the surface water warmer than the ambient water masses. The temperature curve at 5 meters depth is varying between 6,3 °C and 9,3 °C. There are some periods where warmer water is transported into the area, with the warmest water in the end of July. This was a period with relatively high current speed, and the current is directed towards the northwest in the fjord. The measurements at 15 meters show a temperature curve varying between 6,2 °C and 8 °C. At the end of July there can be observed a heating in the timeseries. There was an increase in current speed at the same time coming from

the south east. This probably resulted in that warmer water from further out the fjord was brought into the area.

### 3.5 Snow and ice melting

The measurement was performed during July-August, a period where snow and ice melting normally don't occur. There are some freshwater resources in the area, but there are no signs that these have affected the measurements.

### 3.6 Data quality

The results are analyzed in an in-house software, AdFontes. The current data are processed so that all data points that are exceeding fixed criteria from the instrument manufacturer together with all data points that are recorded 2 meters from the surface of the water (instrument not deployed) are removed from the data series. Quality control is performed by visual inspection in AdFontes. The removed data are logged and stored at Akvaplan-niva AS.

The presented results are directly from recorded data. There are no reduction of noise or data compression. The tidal currents are filtered with ½-hour interval.

Calibration of instruments is performed in according with recommendations from the manufacturers. History of calibration is stored at Akvaplan-niva AS.

## 4 Instrument description

---

The current measurements were performed by Seaguard single point instruments from Aanderaa. Instrument description is given in Table 3.

Table 3. Instrument description

Measurement depth	5 m	15 m
Producer	Aanderaa	Aanderaa
Model	Seaguard 4420	Seaguard 4420
Measurement technology	Single point	Single point
Serial nr.	893	891
Accuracy	± 1 %	± 1 %
Resolution	0,1 mm/s	0,1 mm/s
Range	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s
Mean period duration	2,5 min	2,5 min
Raw measurements pr. aggregated data value	4	4
Modification	None	None
Calibration	APN-log	APN-log
Instrument log	APN-log	APN-log

## 5 Bibliography

---

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

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

NS 9415: 2009. Marine fish farms - Requirements for site survey, risk analyses, design, dimensioning, production, installation and operation

NS 9425-1. 1999. Oceanography - Part 1: Current measurement at fixed points.

Vedur.is

## 6 Appendix

### 6.1 Current measurements

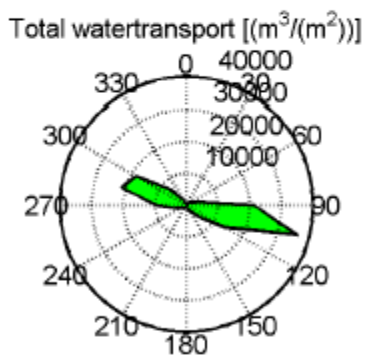
#### 6.1.1 At 5 meters depth

Summary Selstaðavík, 5 meters depth

	Speed (cm/s)	Temperature (°C)
Max	25.3	9.3
Min	0	6.3
Mean	6.1	7.5
% of the measurements > 60 cm/s	0	
% of the measurements > 50 cm/s	0	
% of the measurements > 40 cm/s	0	
% of the measurements > 30 cm/s	0	
% of the measurements > 20 cm/s	0.6	
% of the measurements > 10 cm/s	15.1	
% of the measurements < 10 > 3 cm/s	62.1	
% of the measurements < 3 > 1 cm/s	19.2	
% of the measurements < 1 cm/s	3.6	
95-prosentil (95 % of the measurements is lower than this value)	13.1	
Residual current speed	8.3	
Residual current direction	3.2	
Variance	5.5	NaN
Standard deviation	0.9	NaN
Stability (Neumanns parameter)	95	

:

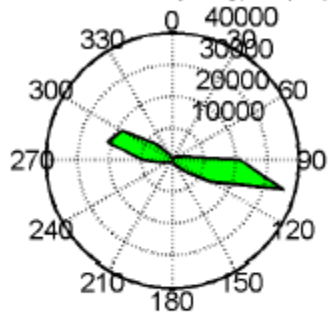
Selstaðavík (5m)



Total water transport

Selstaðavík (5m)

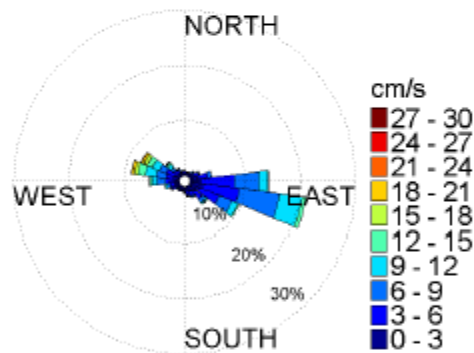
Total watertransport  $[(m^3)/(m^2)]$



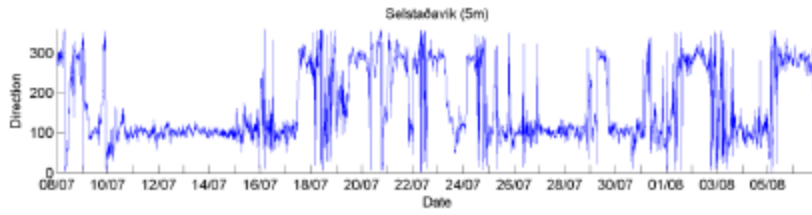
*Maximum speed*

Selstaðavík (5m) - 2019

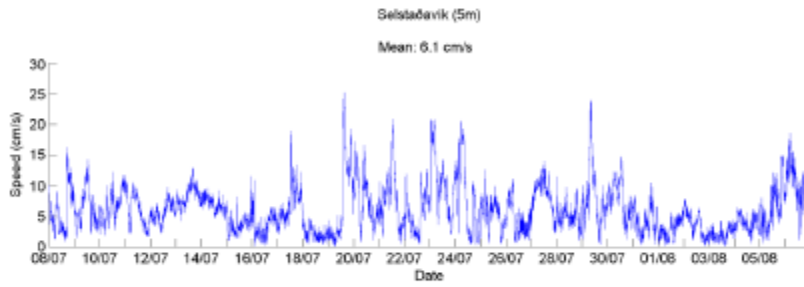
Rose plot - current velocity



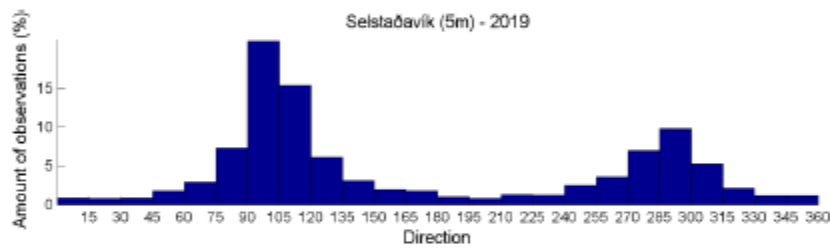
*Current speed and direction distribution. The total length of each sector illustrates the number of measurements (%) in the respective direction during the measurement period. The length of each color segment in each sector illustrates the relative distribution of measurements with corresponding current speed in each sector.*



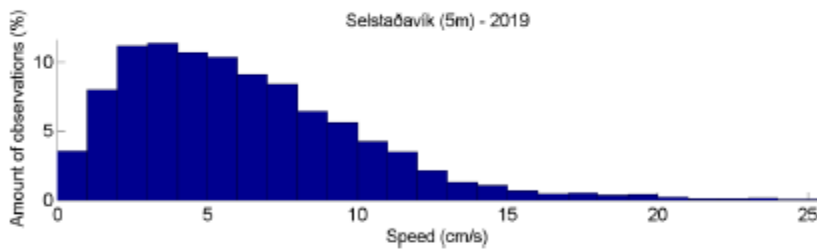
*Current direction (time series)*



*Current speed (time series)*



*Directional histogram*

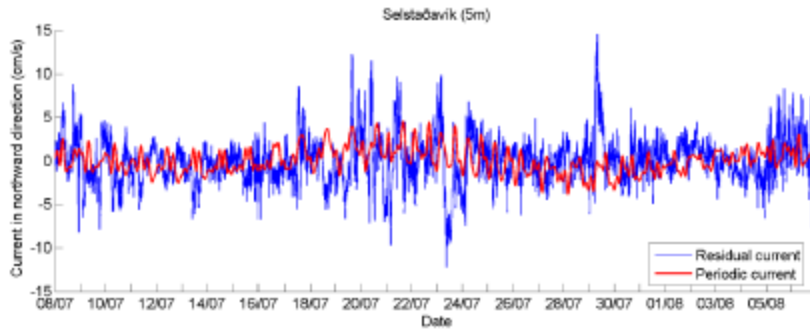


*Current speed histogram*

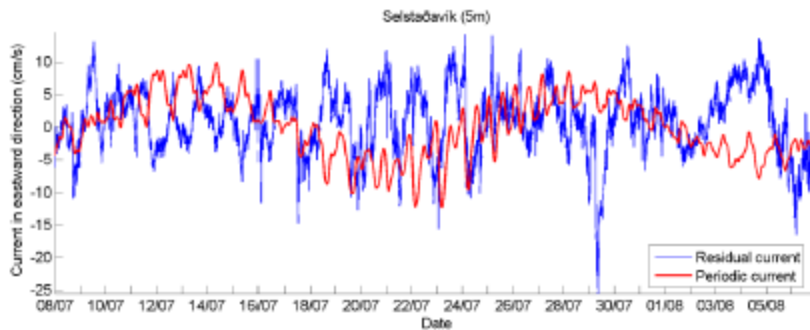




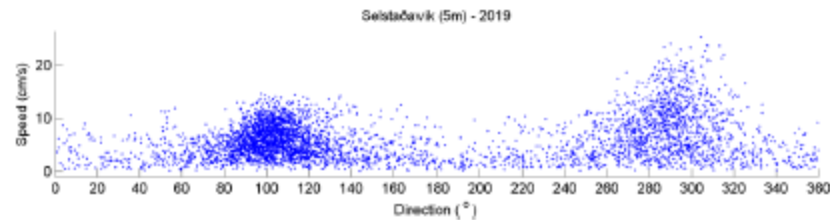
Temperature (time series)



Estimated tidal current in north/south direction at 5 meters depth. Negative values indicate current towards south. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Estimated tidal current in east/west direction at 5 meters depth. Negative values indicate current towards west. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Scatter plot for speed vs. direction.

Table that presents number of measurements, maximum speed, total water transport and daily water transport in the different sectors.

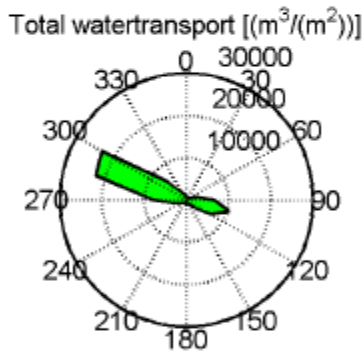
Direction	Num. of measurem.(N)	Max speed (cm/s)	Total watertransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Water transport per day (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	41	9.2	903.7	30.1
7.5 - 22.4	34	8.9	760.3	25.3
22.5 - 37.4	35	10.5	563.1	18.8
37.5 - 52.4	56	11.3	1257.4	41.9
52.5 - 67.4	89	11.9	1959.2	65.3
67.5 - 82.4	168	11.7	4120.7	137.4
82.5 - 97.4	615	13.6	21448.1	715.1
97.5 - 112.4	913	14.6	36510	1217.3
112.5 - 127.4	420	14.5	14162.6	472.2
127.5 - 142.4	186	14.2	5374.8	179.2
142.5 - 157.4	99	11.5	2278.7	76
157.5 - 172.4	81	12.5	1867.9	62.3
172.5 - 187.4	52	10.1	980.2	32.7
187.5 - 202.4	40	9.7	557.7	18.6
202.5 - 217.4	46	10.2	912.6	30.4
217.5 - 232.4	44	10.4	1099.7	36.7
232.5 - 247.4	79	10.5	1732	57.7
247.5 - 262.4	115	13	3618.8	120.7
262.5 - 277.4	235	18.6	9802.9	326.8
277.5 - 292.4	381	24	21310.8	710.5
292.5 - 307.4	330	25.3	18437.3	614.7
307.5 - 322.4	151	23.7	7041.7	234.8
322.5 - 337.4	68	16.6	1848.7	61.6
337.5 - 352.4	42	8.1	755.7	25.2

## 6.1.2 At 15 meters depth

Summary Selstaðavík, 15 meters depth

	Speed (cm/s)	Temperature (°C)
Max	25.2	8
Min	0	6.2
Mean	4.1	7.1
% of the measurements > 60 cm/s	0	
% of the measurements > 50 cm/s	0	
% of the measurements > 40 cm/s	0	
% of the measurements > 30 cm/s	0	
% of the measurements > 20 cm/s	1	
% of the measurements > 10 cm/s	7.2	
% of the measurements < 10 > 3 cm/s	41.7	
% of the measurements < 3 > 1 cm/s	41.6	
% of the measurements < 1 cm/s	9.5	
95-percentil (95 % of the measurements is lower than this value)	13.4	
Residual current speed	4.9	
Residual current direction	1.8	
Variance	2.9	NaN
Standard deviation	1.3	NaN
Stability (Neumanns parameter)	295	

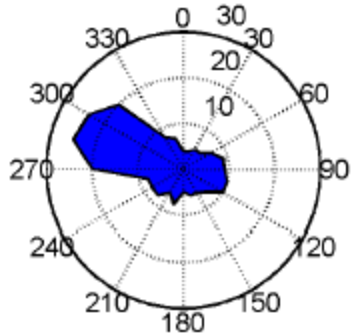
Selstaðavík (15m)



Total water transport

Selstaðavík (15m) - 2019

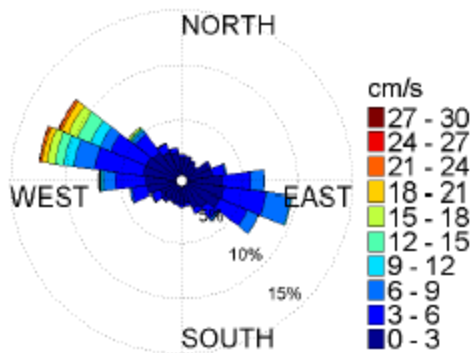
Maximum current velocity (cm/s)



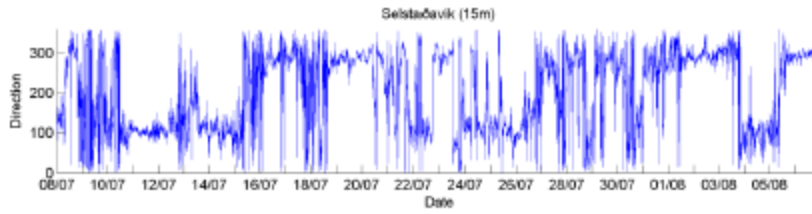
*Maximum speed*

Selstaðavík (15m) - 2019

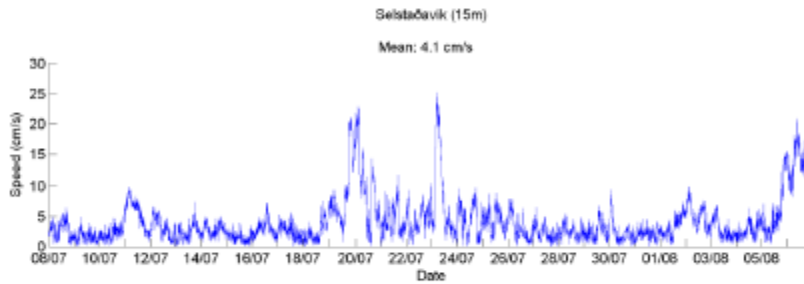
Rose plot - current velocity



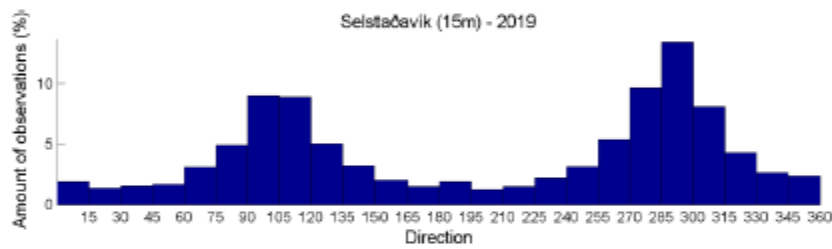
*Current speed and direction distribution. The total length of each sector illustrates the number of measurements (%) in the respective direction during the measurement period. The length of each color segment in each sector illustrates the relative distribution of measurements with corresponding current speed in each sector.*



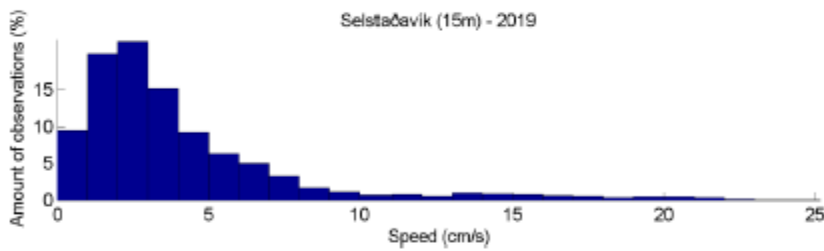
*Direction (time series)*



*Current speed (time series)*



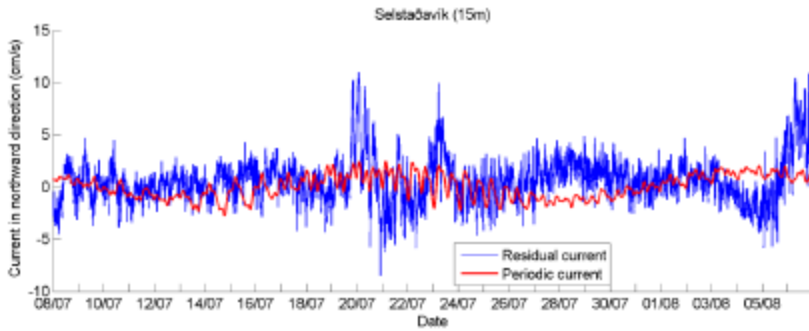
*Directional histogram*



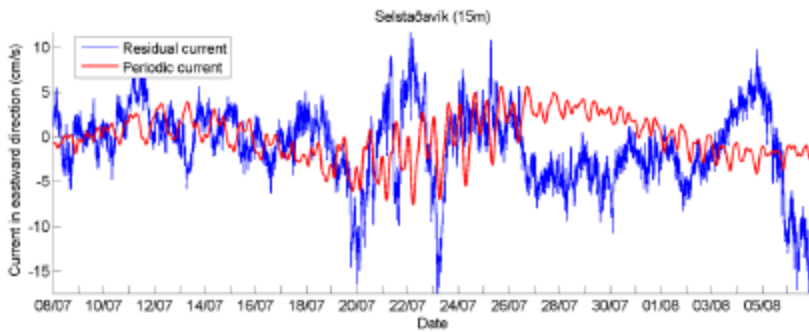
*Current speed histogram*



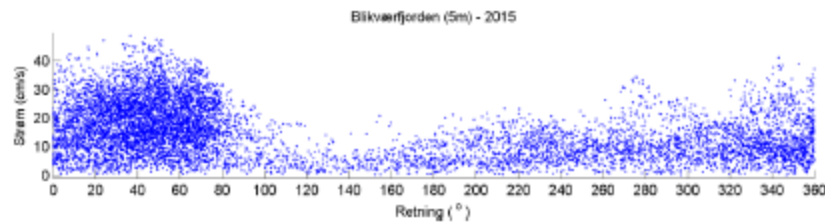
Temperature time series



Estimated tidal current in north/south direction at 15 meters depth. Negative values indicate current towards south. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Estimated tidal current in east/west direction at 15 meters depth. Negative values indicate current towards west. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Scatter plot for speed vs. direction.

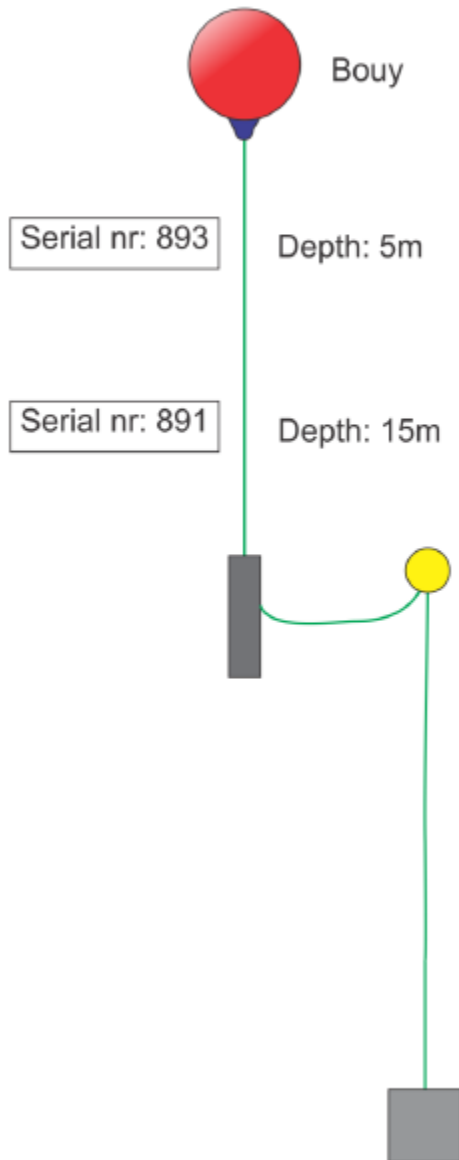
Table that presents number of measurements, maximum speed, total water transport and daily water transport in the different sectors.

Direction	Num. of measurem.(N)	Max speed (cm/s)	Total watertransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Water transport per day (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	83	4	971.4	32.4
7.5 - 22.4	76	4	817.2	27.2
22.5 - 37.4	67	4.7	652.2	21.7
37.5 - 52.4	55	5.3	649.4	21.7
52.5 - 67.4	103	6.8	1205.6	40.2
67.5 - 82.4	158	8.7	2630.1	87.7
82.5 - 97.4	300	9.4	6616.6	220.6
97.5 - 112.4	415	9.8	10499	350
112.5 - 127.4	305	9.8	6667.1	222.3
127.5 - 142.4	169	7	2865.3	95.5
142.5 - 157.4	111	6.3	1425.3	47.5
157.5 - 172.4	72	6.1	966.6	32.2
172.5 - 187.4	76	4.6	905.9	30.2
187.5 - 202.4	66	7.6	756.1	25.2
202.5 - 217.4	61	6.1	725.3	24.2
217.5 - 232.4	75	8.1	963.1	32.1
232.5 - 247.4	106	7.9	1667.4	55.6
247.5 - 262.4	184	8.4	3042.2	101.4
262.5 - 277.4	304	19.6	7769.4	259
277.5 - 292.4	540	25.2	22274	742.6
292.5 - 307.4	502	24.4	23179.7	772.8
307.5 - 322.4	246	19.7	5993.8	199.8
322.5 - 337.4	138	8.3	2051.1	68.4
337.5 - 352.4	108	6.7	1346.7	44.9

## 6.2 Rig form

Position: N65°18.355 W13°50.176

Date: 08.07.2019-12.08.2019

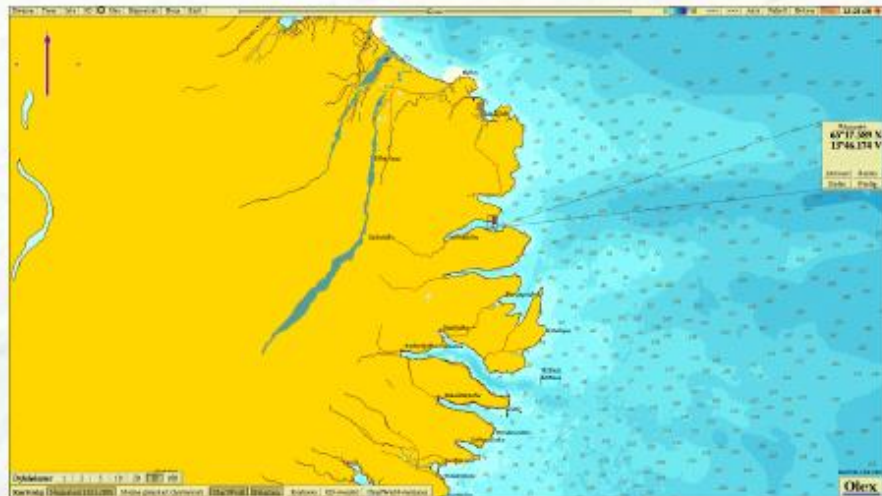




## Ice Fish Farm




Skálanesbót current measurements

5 m and 15 m



Akvaplan-niva AS Report: 61356.02

Customer information			
Title:	Current measurements at 5 and 15 meters Skálanesbót		
Report number (s):	61356.02 (11+ attachments)	Locality name:	Skálanesbót
Locality number:	New	Map coordinates:	65°17.589 N 13°46.174 W
County:	Seyðisfjörður	Land:	Iceland
Contact:	Operations manager/contact: Kjartan D. Sigurðsson		
Customer:	Ice Fish Farm		

Main results from the current measurements				
Depth (m)	Max speed (cm/s)	Mean speed (cm/s)	Main direction water transport (degrees)	Mean temperature (degrees °C)
5	34,7	4,5	270	7,6
15	20,9	3,4	105	7,1
Information about the report				
Instruments:	08.07.2019	12.08.2019	Date of report:	16.08.2019
Responsible for field work:	Snorri Gunnarsson	Signature:		
Writer of report:	Stine Hermansen	Signature:		
Quality control	Kristine Steffensen	Signature:		

© 2019 Akvaplan-niva AS. This report can only be copied as a whole. Copying extracts from the report (text paragraphs, figures, tables, conclusion, etc.) reproduction in any other way, is only allowed after written approval from Akvaplan-niva AS.

## Table of contents

1 INTRODUCTION.....	2
2 METHODOLOGY.....	3
2.1 Deployment and recovery of current instruments.....	3
2.2 Position and depth.....	3
2.3 Rig description.....	4
2.4 Current measurement.....	4
3 RESULTS.....	6
3.1 Current measurements.....	6
3.2 Tidal current.....	6
3.3 Wind generated current.....	7
3.4 Influence of the coastal current.....	8
3.5 Snow and ice melting.....	9
3.6 Data quality.....	9
4 INSTRUMENT DESCRIPTION.....	10
5 BIBLIOGRAPHY.....	11
6 APPENDIX.....	12
6.1 Current measurements.....	12
6.1.1 At 5 meters depth.....	12
6.1.2 At 15 meters depth.....	17
6.2 Rig form.....	22

# 1 Introduction

---

Akvaplan-niva AS has on behalf of Ice Fish Farm performed current measurements on the locality Skálanesbót, Seyðisfjörður in Iceland. The measurements are performed to fulfill the criteria from the application form *Aquaculture in floating farms (20.01.2012)* issued by the Norwegian Directorate of Fisheries (Fiskeridirektoratet). The measurements also fulfill the demands from the Norwegian standard *NS 9415:2009 – Requirements for site survey, risk analyses, design, dimensioning, production, installation and operation*. There were no installations in the area that could have affected the measurements.

The methodology is in according to *NS 9425 – Part 1: Current measurement at fixed points*.

Form for current measurements used in accredited work:

Reference	Requirements	Status
NS 9415:2009 5.2.1	Measurement position is representative for the whole locality	Ok
NS 9415:2009 5.2.1	The position is assumed to be for the maximum current speed	Ok
NS 9415:2009 5.2.1	Recording of currents at minimum every 10th minute	Ok
NS 9415:2009 5.2.1	Time, speed and direction is recorded in the entire period	Ok
NS 9415:2009 5.2.3	The measurement period is min. 28 days (one lunar phase)	Ok
NYTEK	External influences that has affected the measurements	No
APN Procedures	Procedure for current instruments and –data has been followed	Ok

## 2 Methology

---

### 2.1 Deployment and recovery of current instruments

The instruments were deployed and recovered by personnel from Akvaplan-niva AS.

### 2.2 Position and depth

Position, measurement depth and total depth are given in Table 1. The placement in relation to the fish farm is illustrated in Error! Reference source not found..

*Table 1. Measurement depth, position, total depth, measurement period and –intervall for the current measurements*

Measurement depth	5 meters	15 meters
Position	N65°46,589 W13°46,174	N65°46,589 W13°46,174
Position depth	82 meters	82 meters
Date measurement period	09.07.2019-08.08.2019	09.07.2019-08.08.2019
Nr. of days	30 days	30 days
Dato deployment - recovery	08.07.2019-12.08.2019	08.07.2019-12.08.2019
Data disruptions	No	No
Measurement interval	10 min	10 min
Navigation system	Gps	Gps
Determination of depth	Olex	Olex

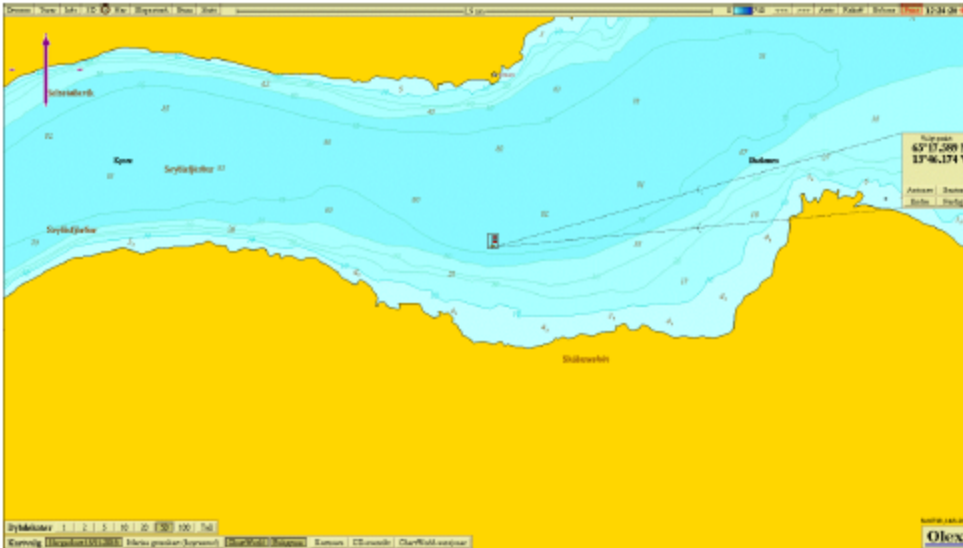


Figure 1. Placement of the current measurement rig in relation to the locality Skálanesbót.

## 2.3 Rig description

The instruments were put on a rig with instruments at 5- and 15-meters depth (appendix 6.2).

## 2.4 Current measurement

The position for the current measurements were considered to be representative for the entire location. Akvaplan-niva AS performed quality control and graphic presentation of data.

In order to distinguish the tide component of the current, a harmonic analysis of the flow was performed. The current speed was first averaged over half an hour to remove noise from the time series before the analysis was performed. The tidal estimate and the variance of tide compared with the variance of the total current is calculated from the period 08.07.2019-12.08.2019.

The results from the harmonic analysis were used to reproduce the tidal contribution in the measurement series using a tidal model (Codiga, 2011). The total flow is the mean over ½-hour before the variance ellipses are estimated, so the variance of the two components is estimated on the same basis. The variance ellipses show a standard deviation of the variance to a) all the measurements and b) the reproduced tide component. Explained variance is estimated from the correlation ( $r$ ) between total current and tide current, and are calculated from the following formula:

$$\text{Explained variance} = [\text{correlation coefficient}(\text{speed\_tide}, \text{speed\_total})]^2.$$

This gives an estimate of how much of the total variance can be explained by the estimated tide component. It is important to note that these ellipses are not a classic tidal ellipse but a variance ellipse of the tidal component to the current. Furthermore, the tide is estimated from a model and not actual measurements.

## 3 Results

---

### 3.1 Current measurements

The results from the current measurements at 5 meters depth reveals that the main current direction and mass transport of water are defined to the west (270 degrees), with a residual current to the east (105 degrees). Average current speed is 4,5 cm/s. 0,9 % of measurements are > 20 cm/s, 8,2 % of measurements are > 10 cm/s, 45,9 % of measurements are between 10 and 3 cm/s, 37,8 % av of measurements are between 3 and 1 cm/s and 8,1 % of measurements are < 1 cm/s.

The results from the current measurements at 15 meters depth reveals that the main current direction and mass transport of water are defined to the east (105 degrees), with a strong return current to the west (270 degrees). Average current speed is 3,4 cm/s. 3,0 % of measurements are > 10 cm/s, 42,3 % of measurements are between 10 and 3 cm/s, 43,4 % av of measurements are between 3 and 1 cm/s and 11,2 % of measurements are < 1 cm/s.

Maximum current speed in the measurement period at 5- and 15-meter depth was 34,7 and 20,9 cm/s, respectively.

### 3.2 Tidal current

The current measurements performed at the locality indicate that the tidal component of the current is small in comparison with the residual current. Table 2 show the results from the variance analysis for 5 meters and 15 meters depth. Explained variance is a statistical number of how much of the total variance in the area can be explained from the tidal current.

The numbers in Table 2 are relatively small. The estimated tidal current contribution at 5- and 15-meters depth can explain 24,3 % and 10,7 % in E-W-direction respectively, and 9,5 % and 12,5 % in N-S-direction of the variance in in the total current.

Table 2. Explained variance for the tidal component of total variance in the current (percentage)

Current component dir.	Depth	
	5 m	15 m
East-West	24,3 %	10,7 %
North-South	9,5 %	12,5 %

The results in Table 2 are reflected in Error! Reference source not found., where it can be seen that the tidal ellipse is relatively small compared to the ellipse of the residual current. This indicates that the tidal current is not a dominating force of the total current.



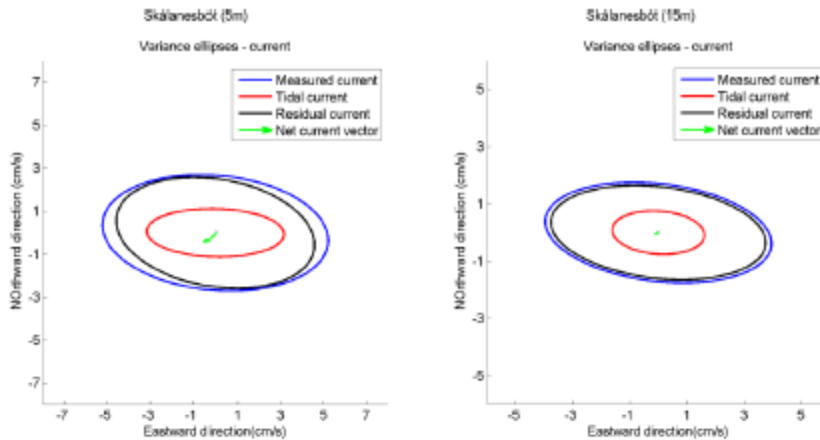


Figure 2. Variance ellipse for total current, tidal current and residual current at 5 and 15 meters. The ellipse shows the size of one standard deviation of the variance, both in direction and size. The blue curve shows the variance ellipse of the total flow and the red curve shows the variance ellipse of the tidal component. The black variance ellipse shows the residual current, ie the current that cannot be explained by the tide. The results are estimated from current data from the entire measurement the period 08.07.2019-12.08.2019. The green arrow shows net current direction.

### 3.3 Wind generated current

Wind generated current will generally only be present at measurements at 5 meters depth or shallower, since the influence of wind declines with increasing depth. It is required to have strong wind from the same direction over a longer period of time to influence currents at 15 meters depth. This is seldom the case in coastal areas or fjords where fish farms are located. Data from monitoring station Dalatangi has been extracted from the Icelandic MET-office, Figure 3. The wind rose indicates that the highest wind speed is registered towards the south.

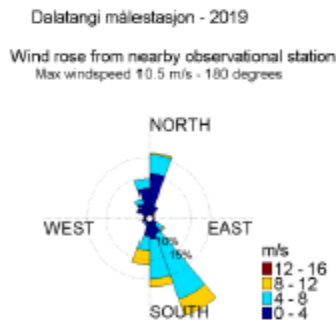


Figure 3. Wind rose for registrations at monitoring station Dalatangi during the measurement period. The figure illustrates the direction the wind is moving towards. The total length of each sector indicates the number of registrations (%) in the relevant direction. The length of each color segment in each sector shows the distribution of wind speed in the corresponding sector.

The period July-August had relatively calm winds. There was only registered two occasions with wind above 10 m/s, Figure 4. The highest wind speed was measured on the 24th of July and was directed towards the south.

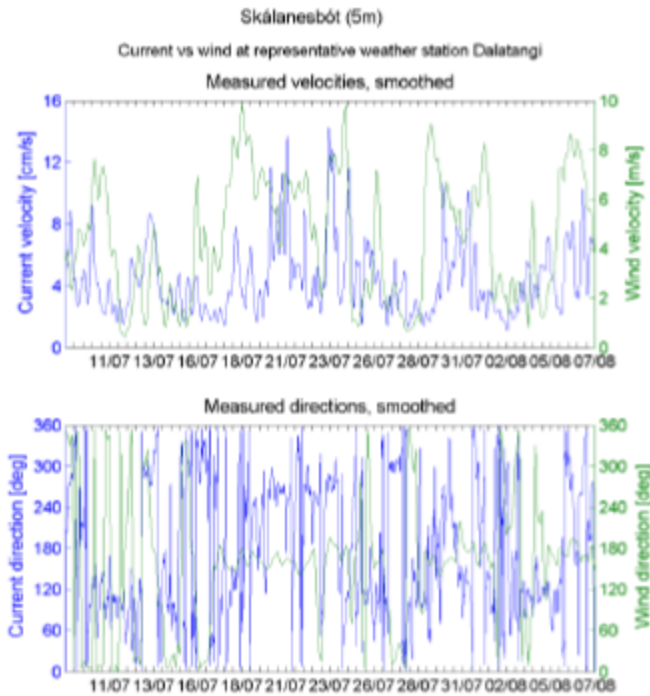


Figure 4. Normalized speed and direction for current/wind in the measurement period. The figure has been normalized (smoothed) to increase the readability. Wind and current directions are plotted so that they can be directly compared. Wind and current are going towards the specified directions.

High current speed coincides relatively often with high windspeeds (Figure 4). Furthermore, in these periods both the current and wind direction are relatively stable. The monitoring station is located east of the location at the entrance of the fjord and is slightly more exposed from wind from all directions. By considering the results assessment of the monitoring station's location compared to the locality indicates that wind has had an effect on the currents in the area in the measurement period.

### 3.4 Influence of the coastal current

The Icelandic coastal current flows clockwise around Iceland. The current is relatively fresh and is influenced by solar heating in the summer and can make the surface water warmer than the ambient water masses. The temperature curve for the measurement at 5 meters vary between 6,4 °C and 9,2 °C during the period. The warmest water is seen in the end of July. This was a period with relatively strong currents going out the fjord. The temperature at 15 meters depth show a relatively stable curve, with temperature varying between 6,2 °C and 8,0 °C.

### 3.5 Snow and ice melting

The measurement was performed during July-August, a period where snow and ice melting normally don't occur. There are some freshwater resources in the mountain areas south of the location, however there are no signs that this have affected the measurements.

### 3.6 Data quality

The results are analyzed in an in-house software, AdFontes. The current data are processed so that all data points that are exceeding fixed criteria from the instrument manufacturer together with all data points that are recorded 2 meters from the surface of the water (instrument not deployed) are removed from the data series. Quality control is performed by visual inspection in AdFontes. The removed data are logged and stored at Akvaplan-niva AS.

The presented results are directly from recorded data. There are no reduction of noise or data compression. The tidal currents are filtered with ½-hour interval.

Calibration of instruments is performed in according with recommendations from the manufacturers. History of calibration is stored at Akvaplan-niva AS.

## 4 Instrument description

---

The current measurements were performed by Seaguard single point instruments from Aanderaa. Instrument description is given in Table 3.

Table 3. Instrument description

Measurement depth	5 m	15 m
Producer	Aanderaa	Aanderaa
Model	Seaguard 4420	Seaguard 4420
Measurement technology	Single point	Single point
Serial nr.	899	894
Accuracy	± 1 %	± 1 %
Resolution	0,1 mm/s	0,1 mm/s
Range	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s
Mean period duration	2,5 min	2,5 min
Raw measurements pr. aggregated data value	4	4
Modification	None	None
Calibration	APN-log	APN-log
Instrument log	APN-log	APN-log

## 5 Bibliography

---

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

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

NS 9415: 2009. Marine fish farms - Requirements for site survey, risk analyses, design, dimensioning, production, installation and operation

NS 9425-1. 1999. Oceanography - Part 1: Current measurement at fixed points.

Vedur.is

## 6 Appendix

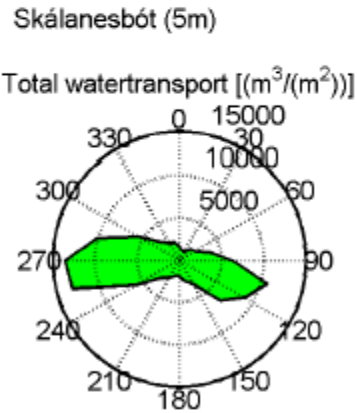
### 6.1 Current measurements

#### 6.1.1 At 5 meters depth

Summary Skálanesbót, 5 meters depth

	Speed (cm/s)	Temperature (°C)
Max	34.7	9.2
Min	0	6.4
Mean	4.5	7.6
% of the measurements > 60 cm/s	0	
% of the measurements > 50 cm/s	0	
% of the measurements > 40 cm/s	0	
% of the measurements > 30 cm/s	0	
% of the measurements > 20 cm/s	0.9	
% of the measurements > 10 cm/s	8.2	
% of the measurements < 10 > 3 cm/s	45.9	
% of the measurements < 3 > 1 cm/s	37.8	
% of the measurements < 1 cm/s	8.1	
95-prosentil (95 % of the measurements is lower than this value)	12.4	
Residual current speed	5.7	
Residual current direction	1.9	
Variance	3.2	NaN
Standard deviation	0.7	NaN
Stability (Neumanns parameter)	227	

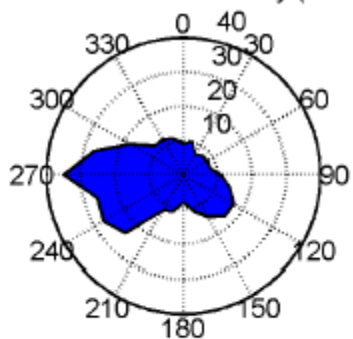
:



Total water transport

Skálanesbót (5m) - 2019

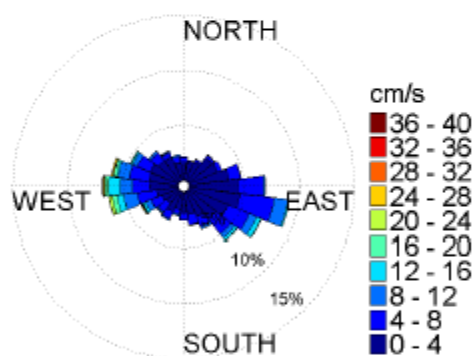
Maximum current velocity (cm/s)



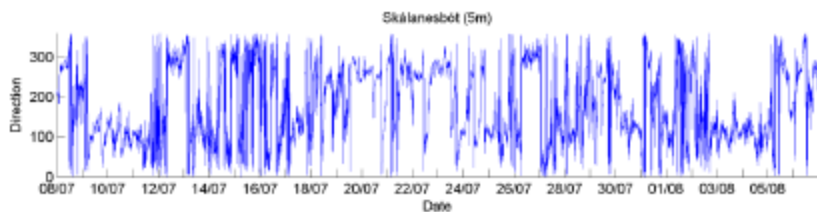
*Maximum speed*

Skálanesbót (5m) - 2019

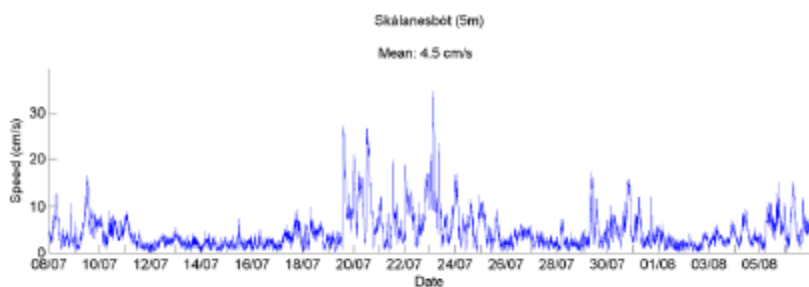
Rose plot - current velocity



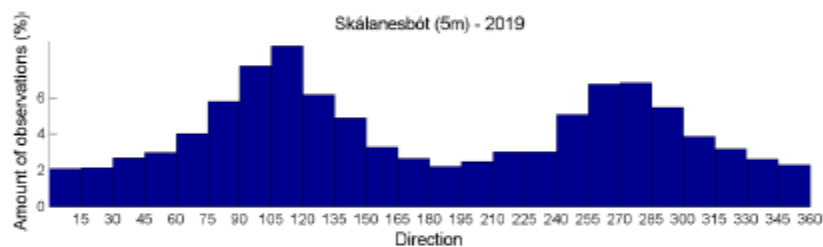
*Current speed and direction distribution. The total length of each sector illustrates the number of measurements (%) in the respective direction during the measurement period. The length of each color segment in each sector illustrates the relative distribution of measurements with corresponding current speed in each sector.*



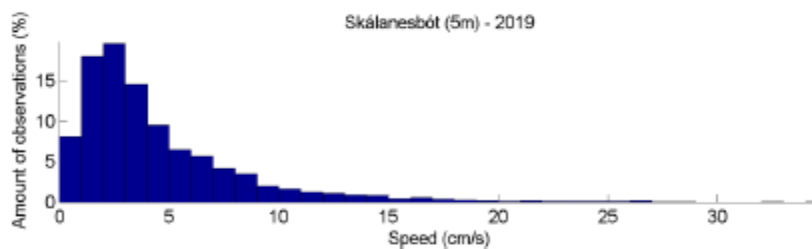
*Current direction (time series)*



*Current speed (time series)*



*Directional histogram*

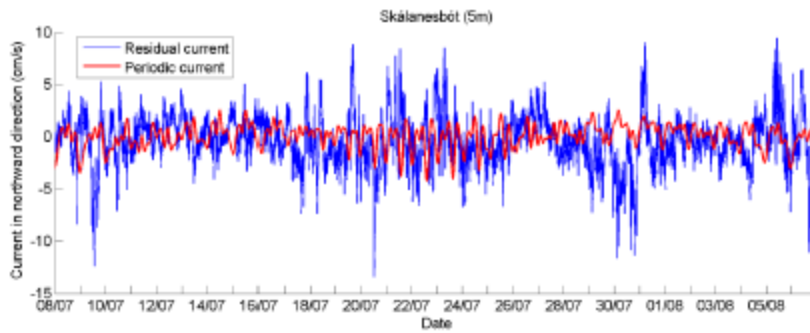


*Current speed histogram*

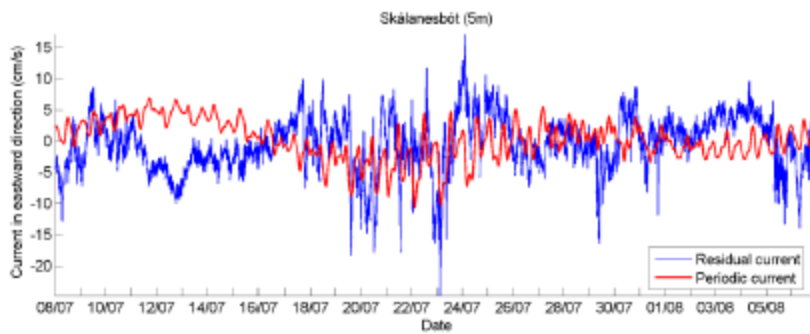




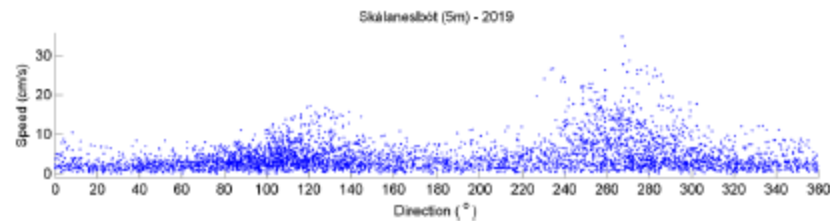
Temperature (time series)



Estimated tidal current in north/south direction at 5 meters depth. Negative values indicates current towards south. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Estimated tidal current in east/west direction at 5 meters depth. Negative values indicate current towards west. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Scatter plot for speed vs. direction.

Table that presents number of measurements, maximum speed, total water transport and daily water transport in the different sectors.

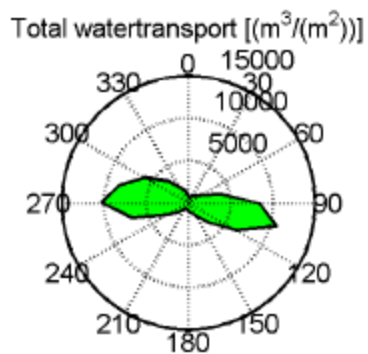
Direction	Num. of measurem.(N)	Max speed (cm/s)	Total watertransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Water transport per day (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	94	8.7	1595.9	53.2
7.5 - 22.4	81	10.4	1229.9	41
22.5 - 37.4	94	7	1227.5	40.9
37.5 - 52.4	133	8.4	1849.5	61.7
52.5 - 67.4	140	8	2121.9	70.7
67.5 - 82.4	203	8	3685.3	122.9
82.5 - 97.4	299	10.9	6311.1	210.4
97.5 - 112.4	392	13.9	10777	359.3
112.5 - 127.4	310	17.1	8930.4	297.7
127.5 - 142.4	247	16.7	6843.4	228.2
142.5 - 157.4	161	14.3	3332.8	111.1
157.5 - 172.4	135	10.7	2638.9	88
172.5 - 187.4	110	7.7	1951.6	65.1
187.5 - 202.4	96	11.1	1921.8	64.1
202.5 - 217.4	122	11.9	2360	78.7
217.5 - 232.4	116	24	2967.4	98.9
232.5 - 247.4	160	26.6	5935.4	197.9
247.5 - 262.4	276	26.3	13164.9	438.9
262.5 - 277.4	297	34.7	13571	452.5
277.5 - 292.4	264	27.1	10088.2	336.4
292.5 - 307.4	207	17.8	5605.5	186.9
307.5 - 322.4	152	11.9	3063.2	102.1
322.5 - 337.4	128	12.1	2329.6	77.7
337.5 - 352.4	103	11	2161.6	72.1

### 6.1.2 At 15 meters depth

Summary Skálanesbót, 15 meters depth

	Speed (cm/s)	Temperature (°C)
Max	20.9	8
Min	0.1	6.2
Mean	3.4	7.1
% of the measurements > 10 cm/s	3	
% of the measurements < 10 > 3 cm/s	42.3	
% of the measurements < 3 > 1 cm/s	43.4	
% of the measurements < 1 cm/s	11.2	
95-prosentil (95 % of the measurements is lower than this value)	8.5	
Residual current speed	0.1	
Residual current direction	245	
Variance	7.3	0.1
Standard deviation	2.7	0.4
Stability (Neumanns parameter)	0.03	

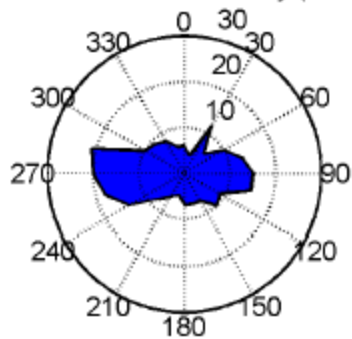
#### Skálanesbót (15m)



Total water transport

Skálanesbót (15m) - 2019

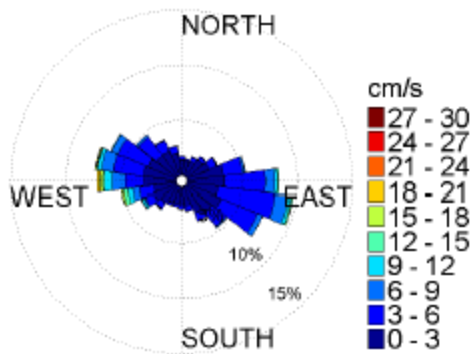
Maximum current velocity (cm/s)



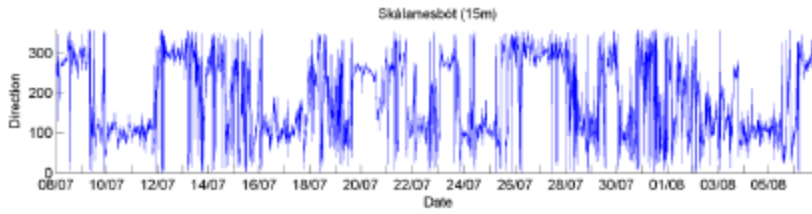
*Maximum speed*

Skálanesbót (15m) - 2019

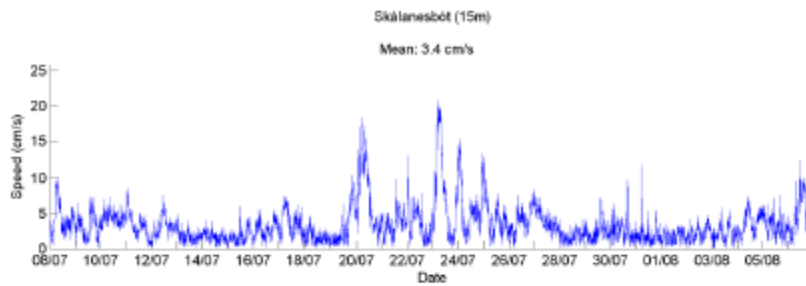
Rose plot - current velocity



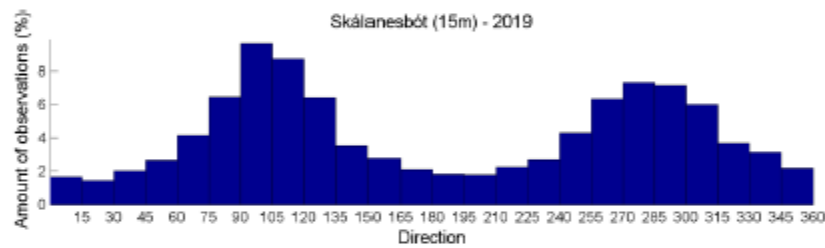
*Current speed and direction distribution. The total length of each sector illustrates the number of measurements (%) in the respective direction during the measurement period. The length of each color segment in each sector illustrates the relative distribution of measurements with corresponding current speed in each sector.*



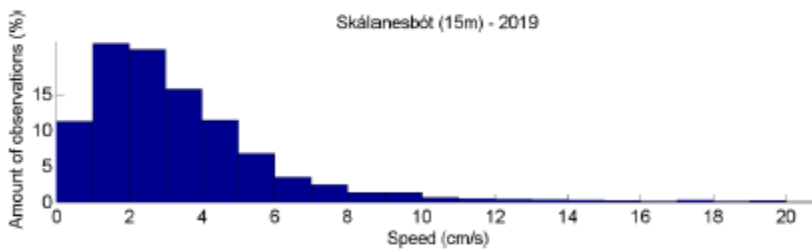
*Current direction (time series)*



*Current speed (time series)*



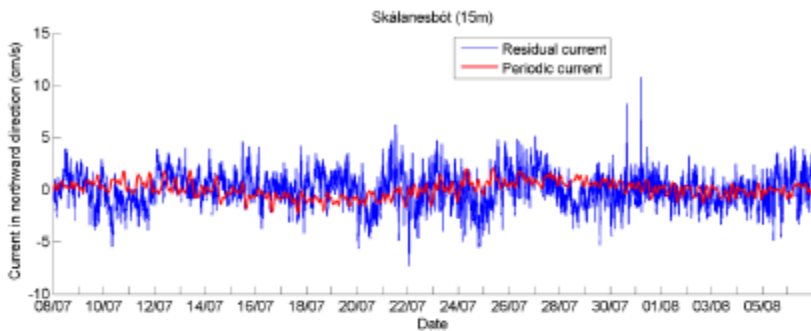
*Current directional histogram*



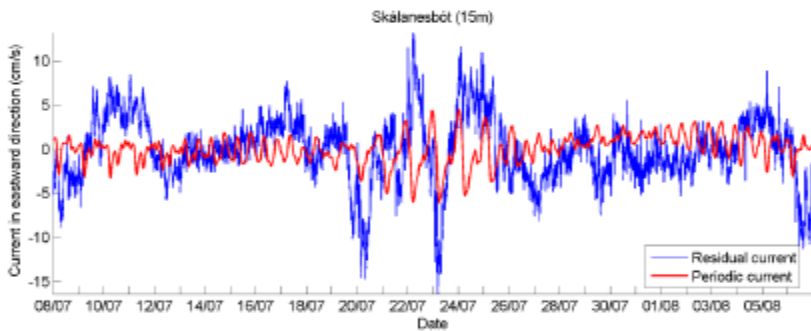
*Current speed histogram*



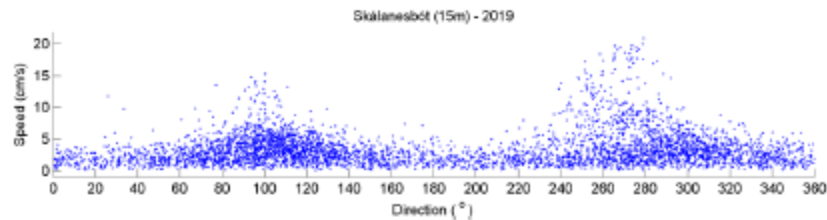
Temperature (time series)



Estimated tidal current in north/south direction at 15 meters depth. Negative values indicates current towards south. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



Estimated tidal current in east/west direction at 15 meters depth. Negative values indicate current towards west. The red graph is for tidal current, blue graph is for residual current.



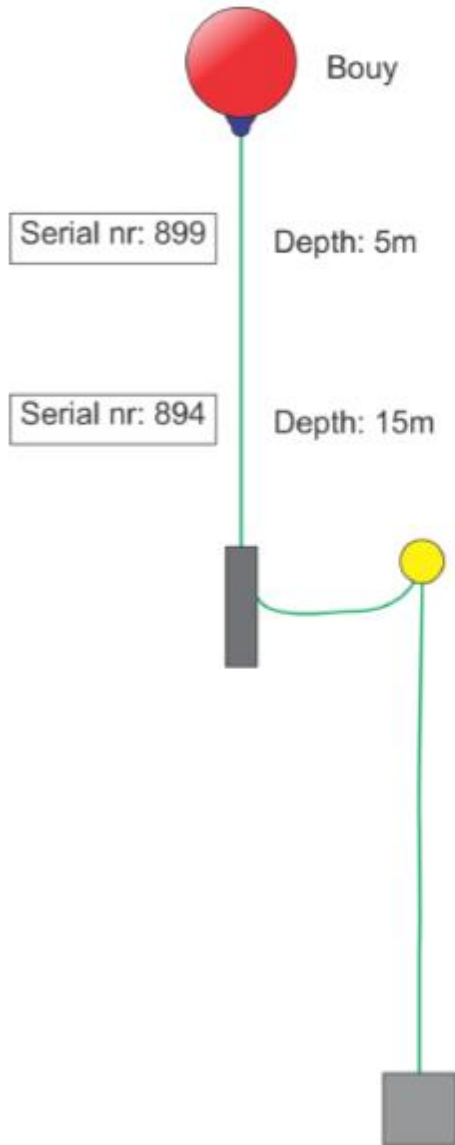
Scatter plot for speed vs. direction.

Table that presents number of measurements, maximum speed, total water transport and daily water transport in the different sectors.

Direction	Num. of measurem.(N)	Max speed (cm/s)	Total watertransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Water transport per day (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	75	6	904.3	30.2
7.5 - 22.4	63	3.7	653.9	21.8
22.5 - 37.4	82	11.7	1099.8	36.7
37.5 - 52.4	98	6.3	1156.9	38.6
52.5 - 67.4	131	9.9	1907.8	63.6
67.5 - 82.4	229	13.5	3968.9	132.3
82.5 - 97.4	360	14.8	8407.8	280.3
97.5 - 112.4	418	15.3	10855.8	361.9
112.5 - 127.4	323	9.4	6536	217.9
127.5 - 142.4	201	9.8	3311.8	110.4
142.5 - 157.4	142	6.7	1835	61.2
157.5 - 172.4	94	7.4	1236.4	41.2
172.5 - 187.4	84	7.1	1059.6	35.3
187.5 - 202.4	77	4.7	815.6	27.2
202.5 - 217.4	78	6.2	873.4	29.1
217.5 - 232.4	112	8	1577	52.6
232.5 - 247.4	150	13.8	2848.3	95
247.5 - 262.4	219	18.4	6903.1	230.2
262.5 - 277.4	311	19.8	10318.6	344
277.5 - 292.4	320	20.9	8359.5	278.7
292.5 - 307.4	280	9.9	6030.7	201.1
307.5 - 322.4	204	8.8	3779.6	126
322.5 - 337.4	152	7.5	2274	75.8
337.5 - 352.4	117	6	1564.6	52.2

## 6.2 Rig form

Position: 65°17.589N 13°46.174W  
Date: 08.07.2019-12.08.2019





15. JÚLÍ 2019

VIÐHORF FERÐAMANNA  
TIL FISKELDIS Á AUSTFJÖRÐUM

JÚLÍ 2019

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

## Viðhorf ferðamanna til fiskeldis á Austfjörðum

### Kynning:

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

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

### Forsendur:

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

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

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

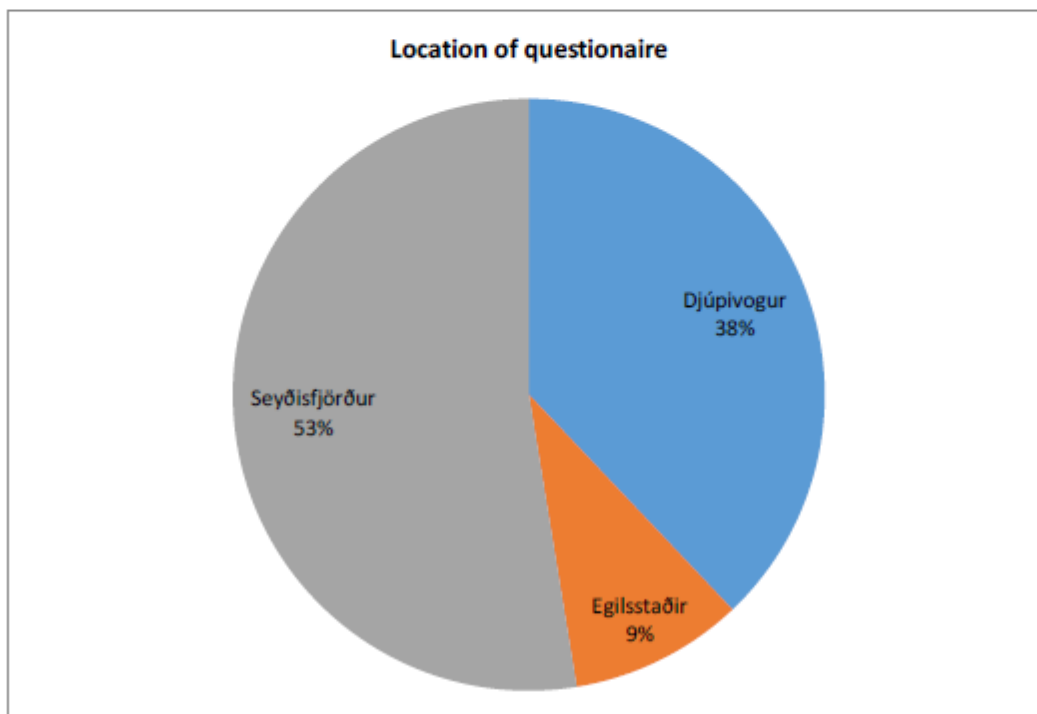
Markmiðið með þessari uppbyggingu á könnuninni var að fá almennar og hlutlausar upplýsingar frá svarendum áður en spurt væri beint út í skoðanir þeirra á fiskeldi.

## Aðferðarfræði:

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

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

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



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

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

### **Svörun:**

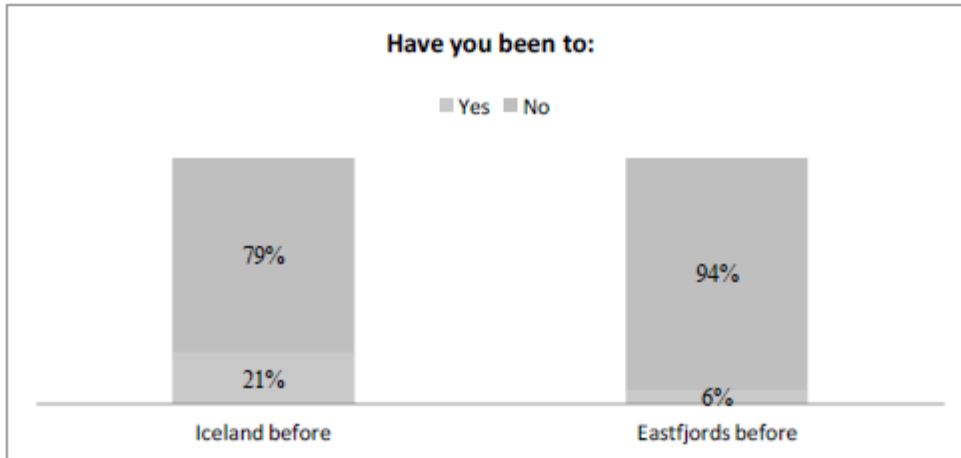
Svörun var best meðal yngra fólks sem var jákvæðara til þátttöku í verkefninu en eldra fólk. Samtals fengu 160 svör frá þremur bæjum á Austfjörðum. Til samanburðar tóku 153 ferðamenn þátt í könnun Atvest árið 2014 af þeim voru 146 fullnægjandi svör. Flestir svarendur koma frá Þýskalandi, Kína, Frakklandi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

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

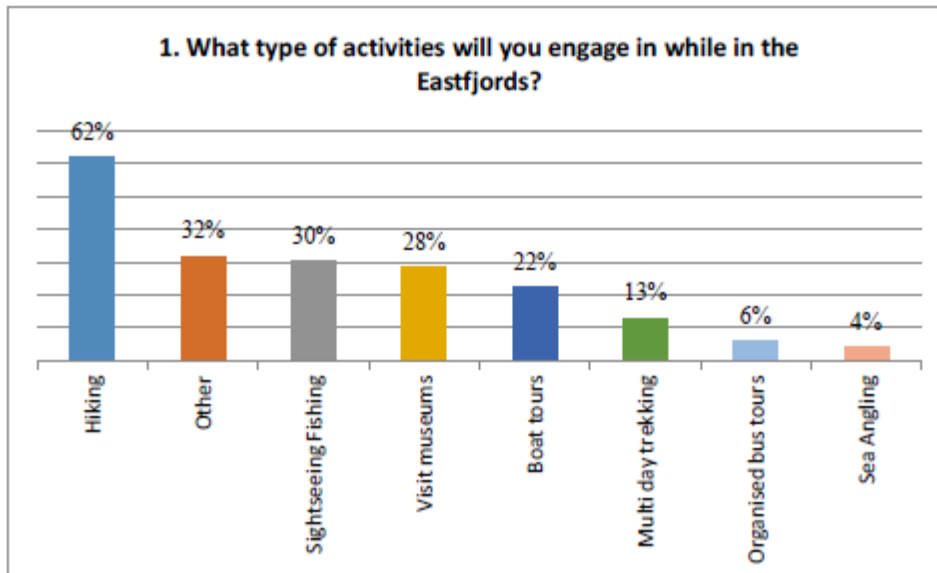
Aldursskipting þátttakenda var mest hjá yngri hópum og eftir því sem fólk var eldra var minni áhugi á þátttöku. Yngra fólkið var almennt áhugasamt um rannsóknina og Austfirði. Flestir sögðust hafa lokið háskólaprófi.

## 1. Ferðamáti og fyrirætlanir:

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

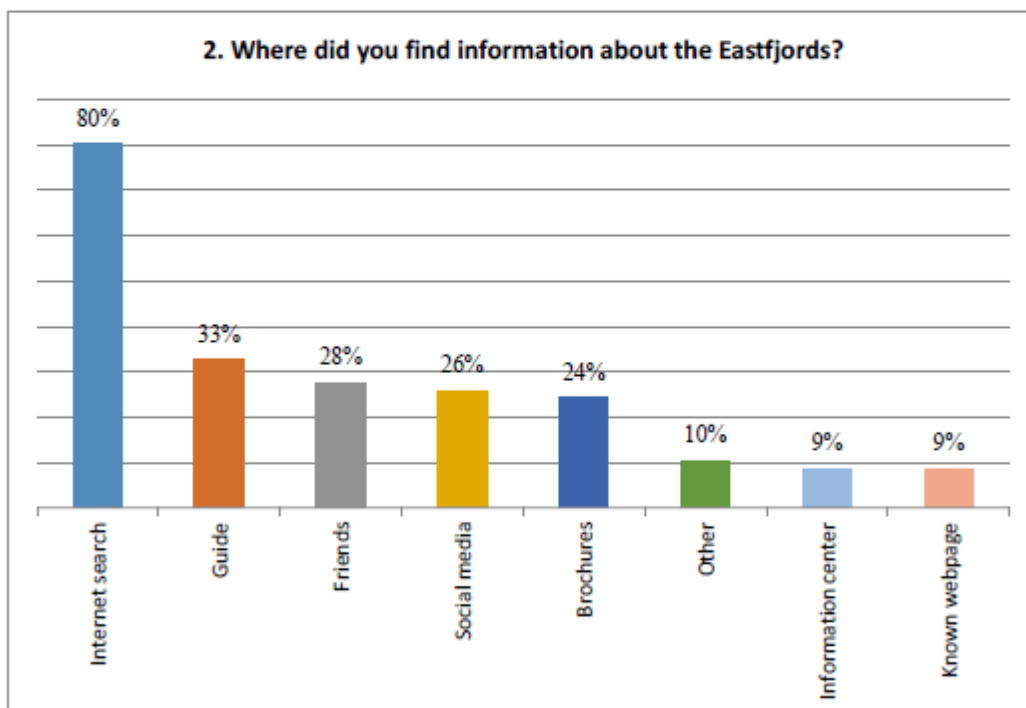


Auk þess var spurt um fyrirætlanir ferðamanna á ferð sinni um Austfirði.



## 2. Upplýsingar um Austfirði

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

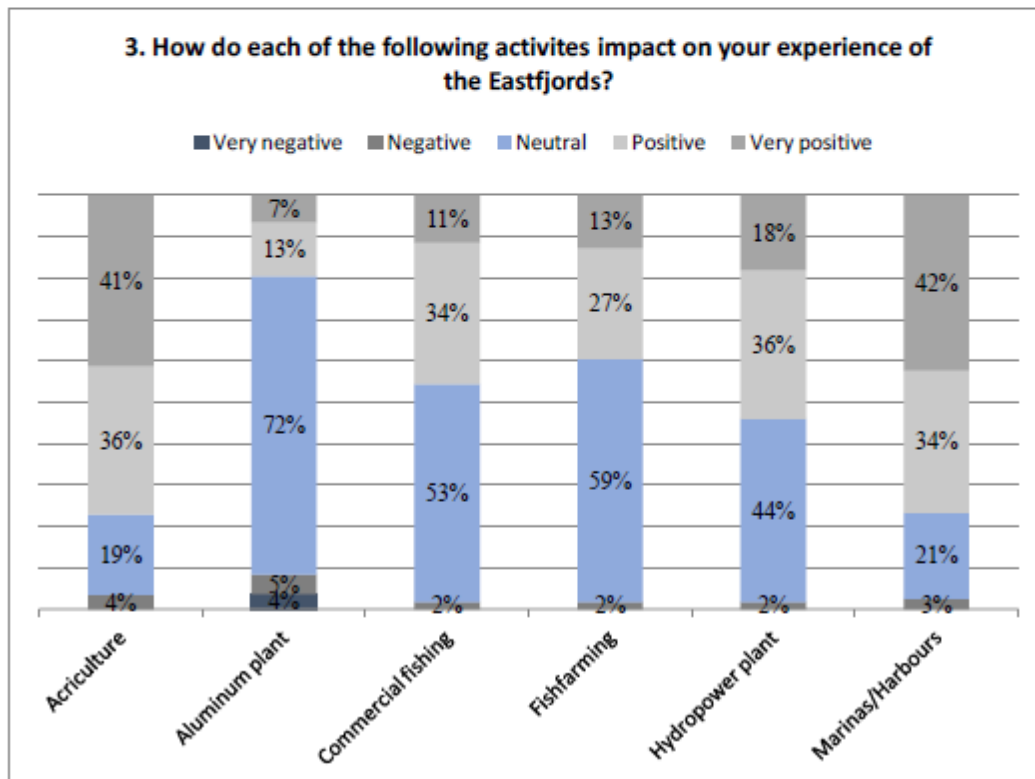


### 3. Ásýnd strandlengju Austfjarða

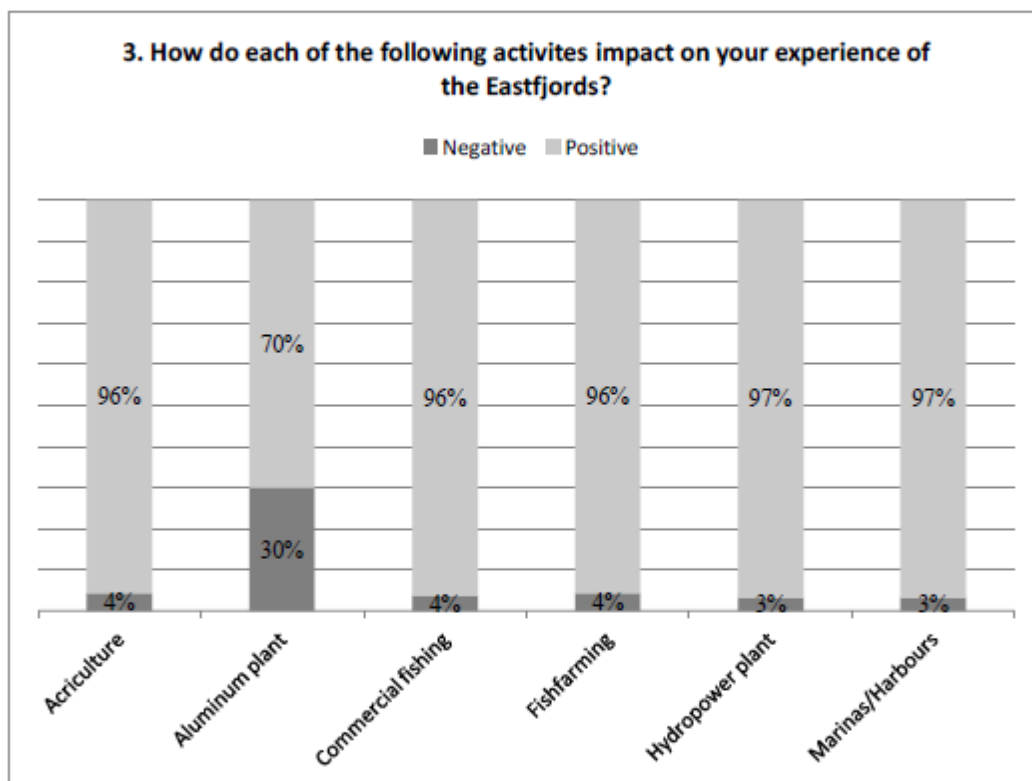
Þátttakendur voru spurðir um viðhorf gagnvart mannvirkjum eða starfsemi við strandlengjuna, án þess þó að tilgreina eitthvað frekar hvað félli þar undir.

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

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



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





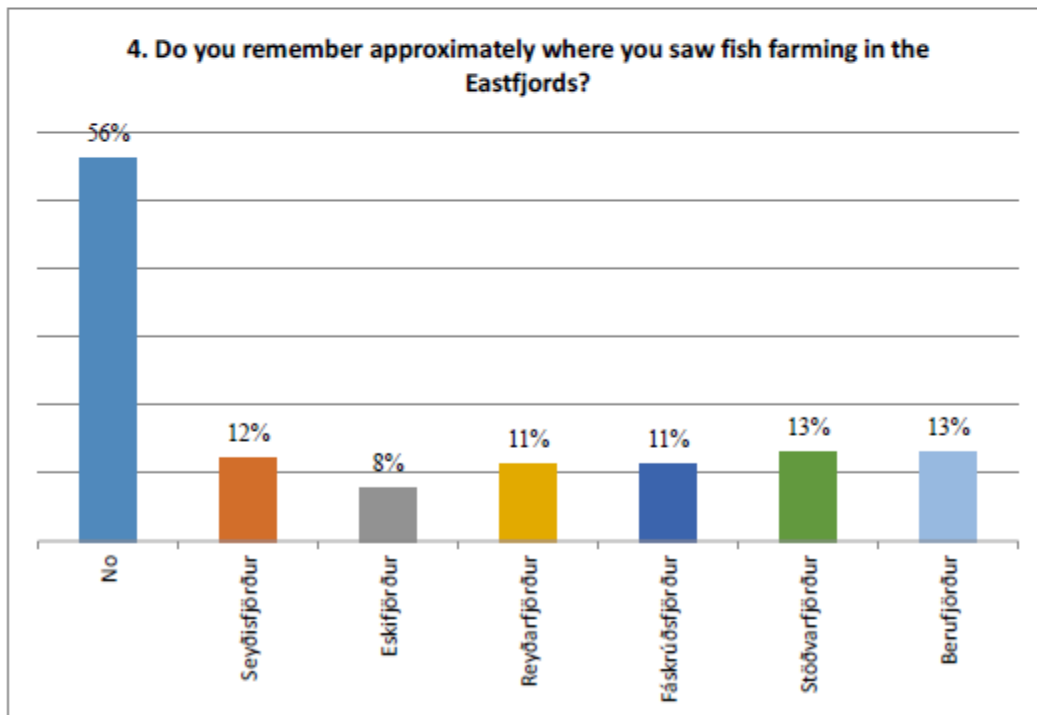
#### 4. Staðsetning fiskeldis á Austfjörðum

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

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

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

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

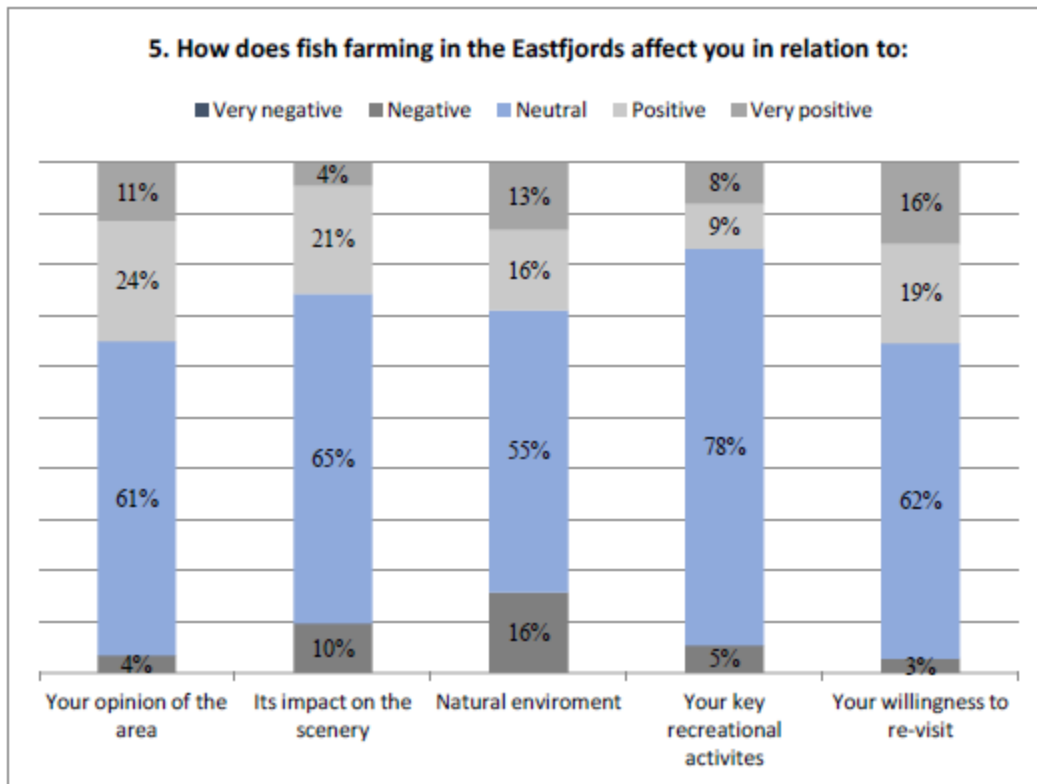


## 5. Ásýnd strandlengju Austfjarða

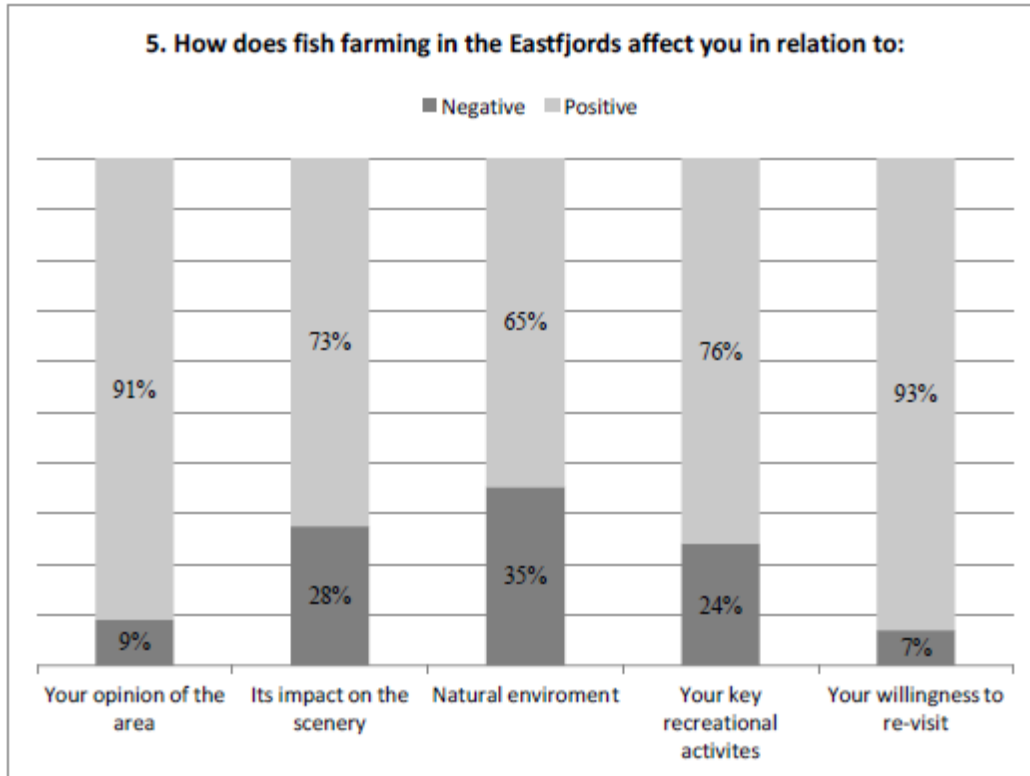
Við spurðum þátttakendur hvernig áhrif fiskeldi á Austfjörðum hefði á upplifun þeirra af Austfjörðum sem og hvort, og þá hvernig, aukin þróun í fiskeldi á Austfjörðum myndi hafa áhrif á þau.

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

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



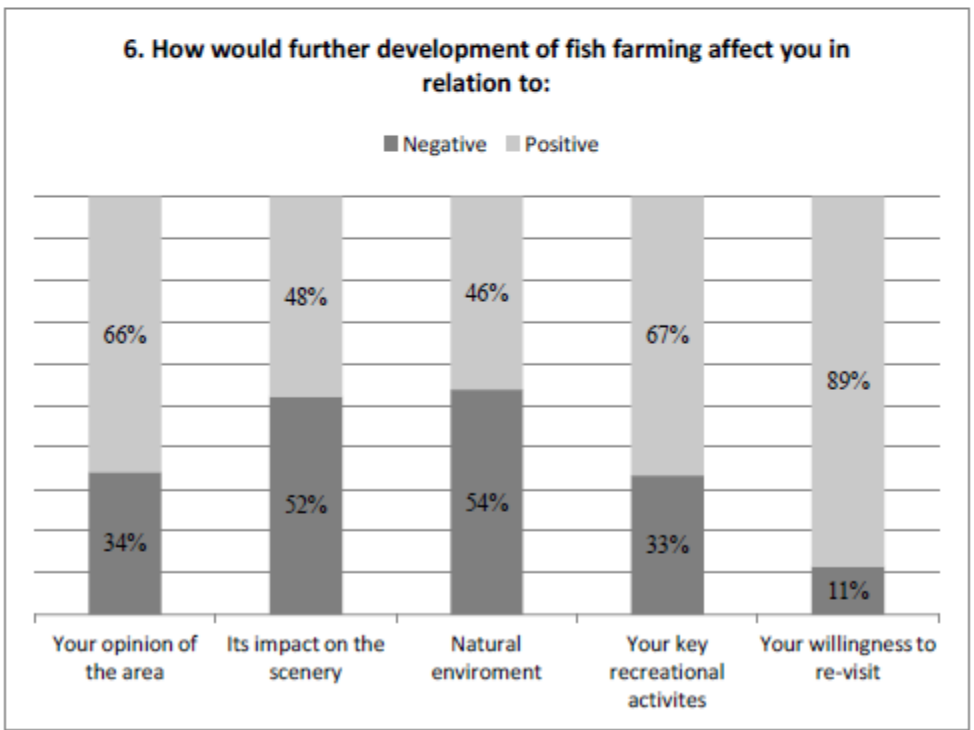
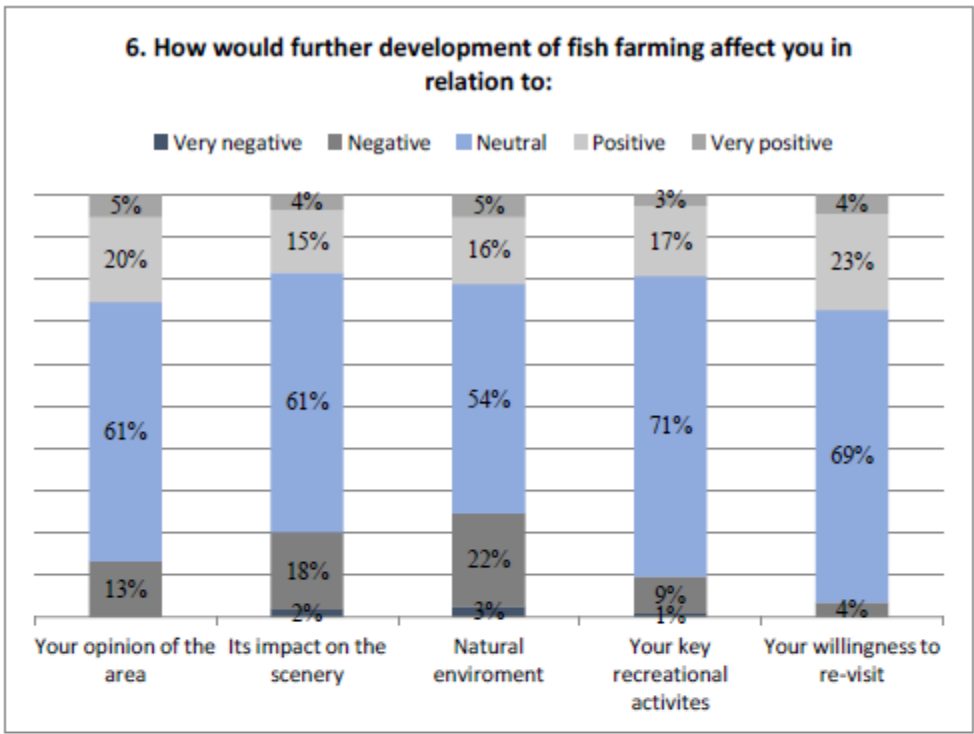
Spurt var um áhrifin á; skoðun þeirra á svæðinu, ásýnd landslags, náttúrulegt umhverfi, afþreyingu þátttakenda og vilja til að ferðast aftur til Vestfjarða. Rúmlega helmingur svarenda þótti fiskeldi vera hlutlaus áhrifavaldur eins og það er í dag.



## 6. Frekari þróun fiskeldis á Austfjörðum

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

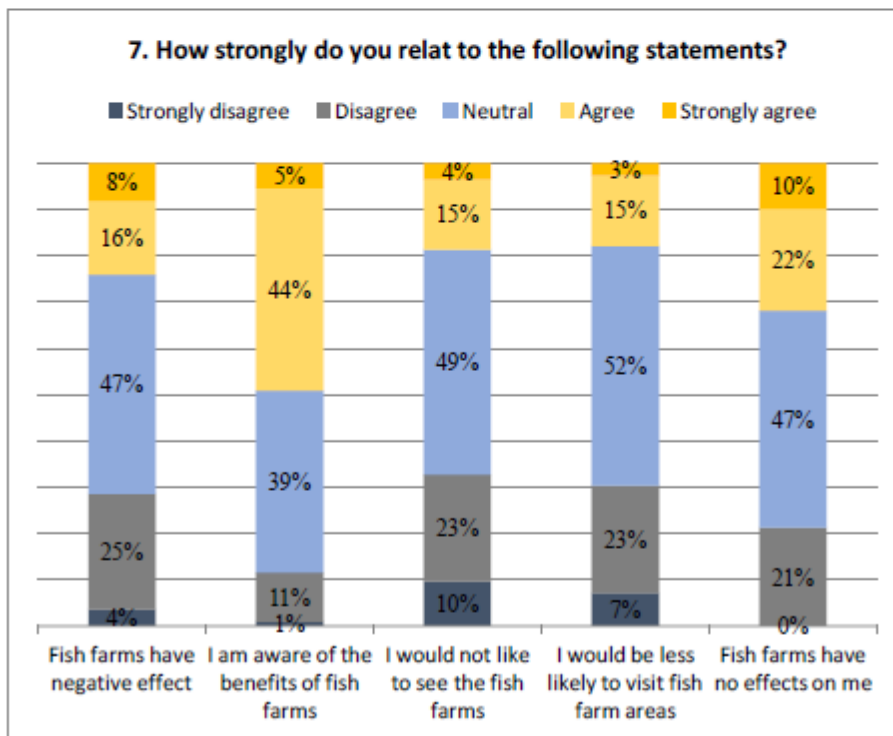
Það má því gera ráð fyrir að þetta fólk hafi ekki myndað sér skoðun á fiskeldi og þar af leiðandi hefur fiskeldi væntanlega ekki haft mikil áhrif á upplifun þeirra af svæðinu. Niðurstöðurnar eru sambærilegar könnun sem gerð var á Vestfjörðum fyrir 5 árum þar sem spurningar voru þær sömu og notaður voru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



## 7. Viðhorf ferðamanna til fiskeldis á Austfjörðum

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

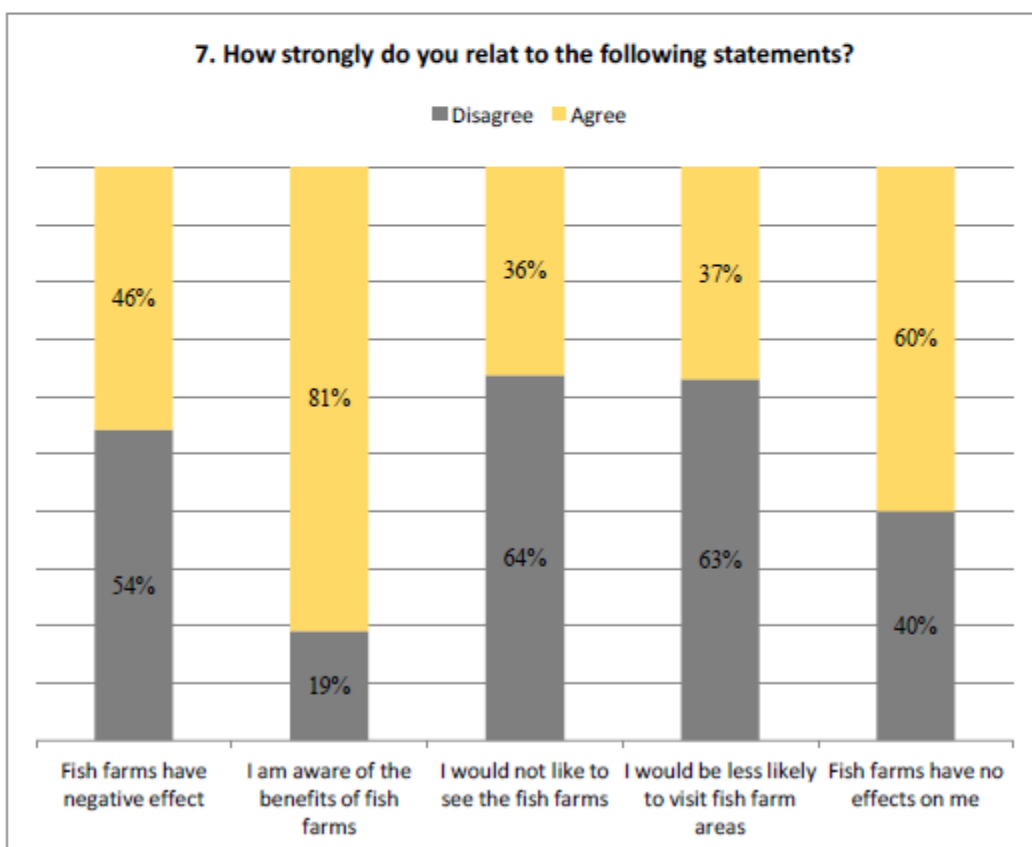
- 1) Fiskeldi hefur neikvæð áhrif á strandlengju Austfjarða.
- 2) Ég geri mér grein fyrir þeim ávinningi sem fæst af fiskeldi fyrir samfélög á Austfjörðum.
- 3) Ég mundi ekki vilja sjá fiskeldið stækka/dreifast mikið á svæðinu.
- 4) Fiskeldi hefur áhrif á heildarmynd Austfjarða en ekki nægilega mikil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



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

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

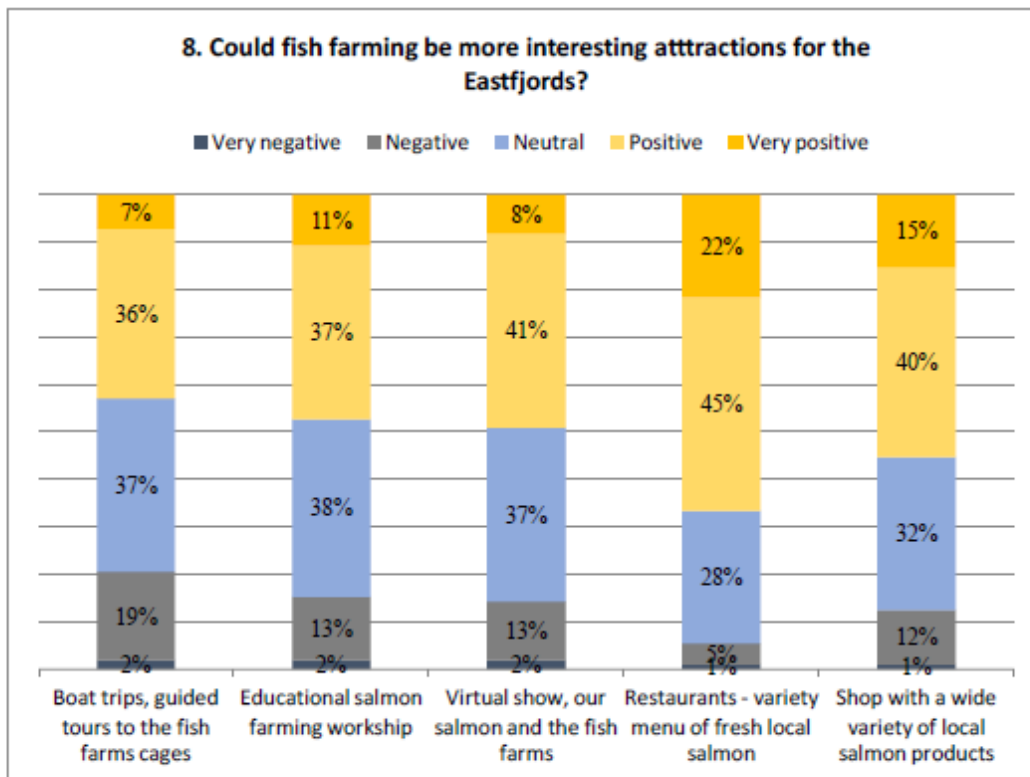
Áberandi var við vinnslu gagna að framsetning spurningar 7 kann að vera villandi fyrir þá sem ekki hafa gott vald á ensku. Margir sem svarað höfðu fyrri spurningum með jákvæðu viðhorfi merktu við "Agree" og hafa hugsanlega ekki gert sér grein fyrir að "Agree" væri neikvæð fullyrðing í sumum tilvikum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



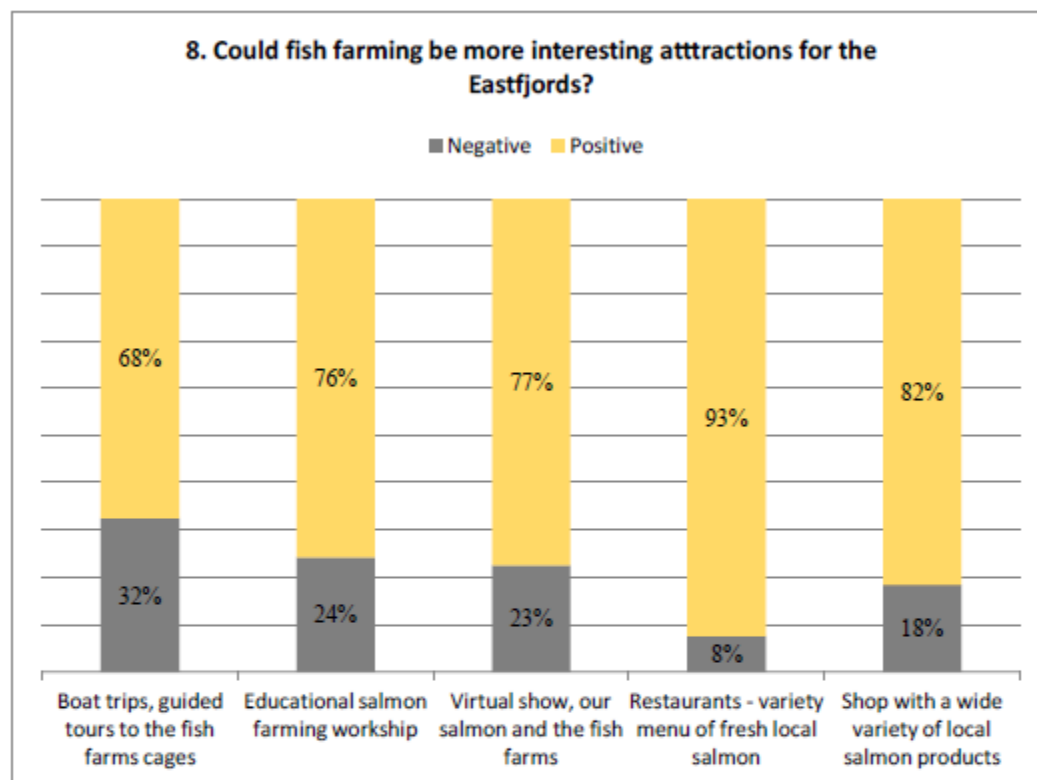
## 8. Fræðsla um fiskeldi á Austfjörðum

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

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



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



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



# Viðauki 17: Spurningavagn MMR viðhorfskannanir í júní og desember 2018 til fiskeldis

## Fjölmiðlun ehf Spurningavagn MMR Viðhorfskönnun Júní 2018

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

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



Framkvæmd

### Framkvæmd

#### Verkkaupi

Fjölmiðlun ehf.

#### Dagsetning gagnaöflunar

12. til 18. júní 2018

#### Aðferð

Netkönnun (spurningavagn)

#### Úrtak

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

#### Fjöldi svarenda

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

#### Vogtölur

##### Kyn

Karlkyn 1,06  
Kvenkyn 0,94

##### Aldur

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

##### Búseta

Höfuðborgarsvæði 1,02  
Landsbyggð 0,96

##### Menntun

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

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

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

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

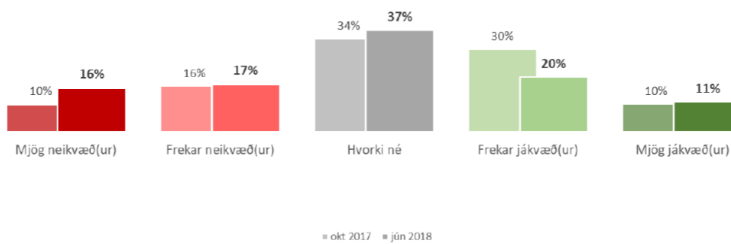
## Niðurstöður



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

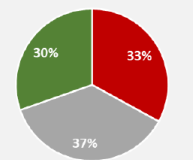


Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við stendur Íslands?



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

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

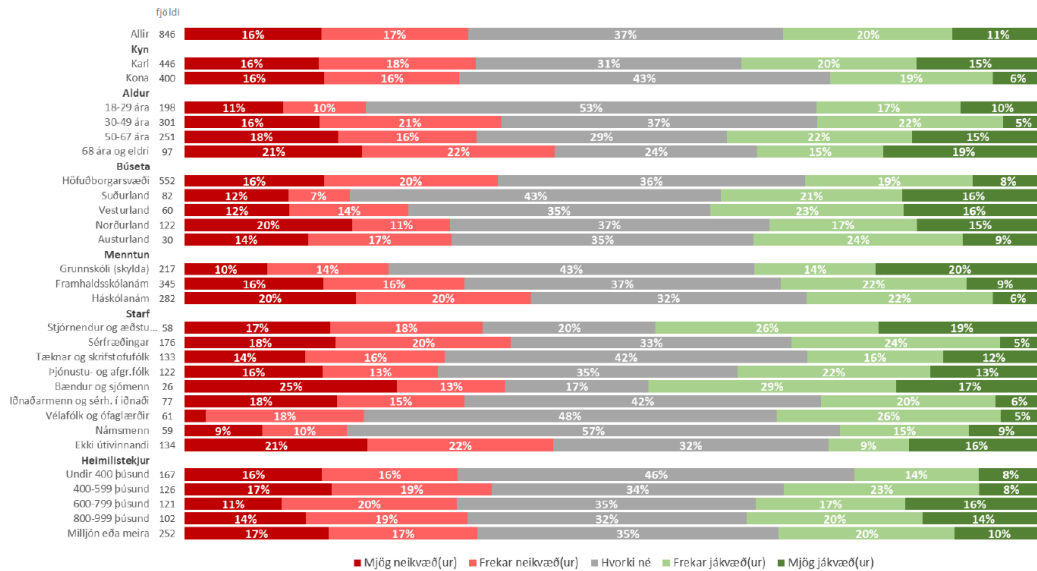


■ Neikvæð ■ Bæði og ■ Jákvæð

4



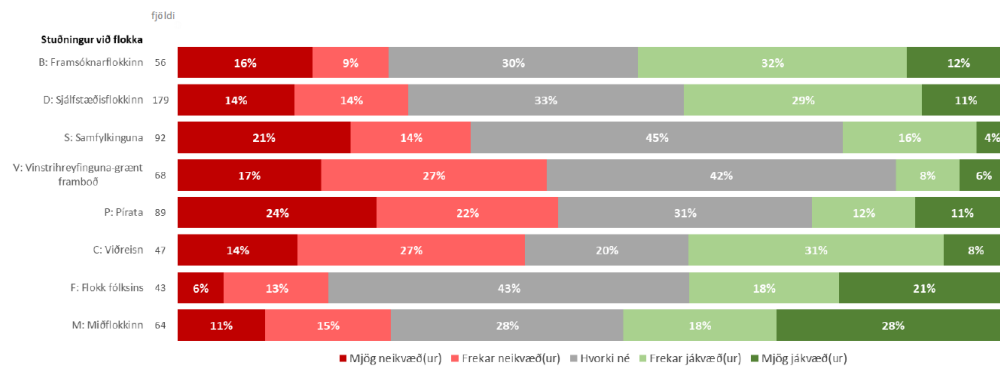
## Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við strendur Íslands?



5



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

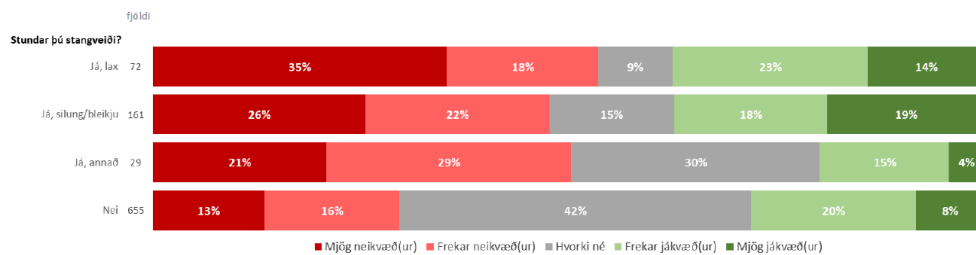


\*Ekki eru sýndir stjórnmálaflokkar sem hafa færri en 30 svarendur.

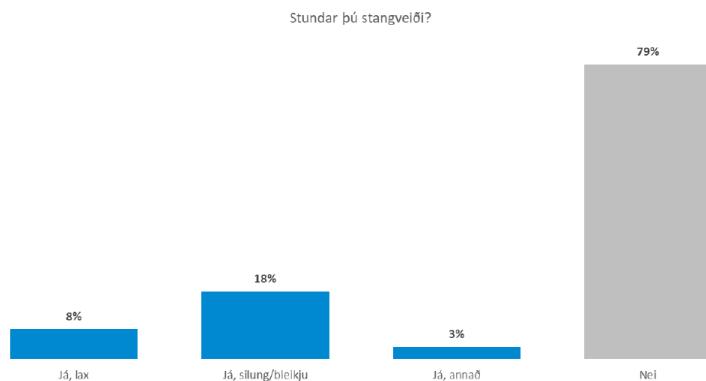
6



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

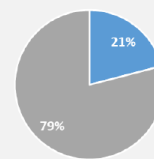


## Stundar þú stangveiðir?



Svar	Fjöldi	Hlutfall	± 95% Vikmörk
Já, lax	74	8,0%	1,8%
Já, silung/bleikju	166	18,0%	2,5%
Já, annað	29	3,2%	1,1%
Nei	728	78,0%	2,6%
<b>Fjöldi svara</b>	<b>921</b>		
Tóku afstöðu	921	99,5%	
Tóku ekki afstöðu**	4	0,5%	
<b>Fjöldi svarenda</b>	<b>925</b>	<b>100%</b>	
Spurð*	925	100,0%	
EKKI spurð	0	0,0%	
<b>Fjöldi þátttakenda</b>	<b>925</b>	<b>100%</b>	

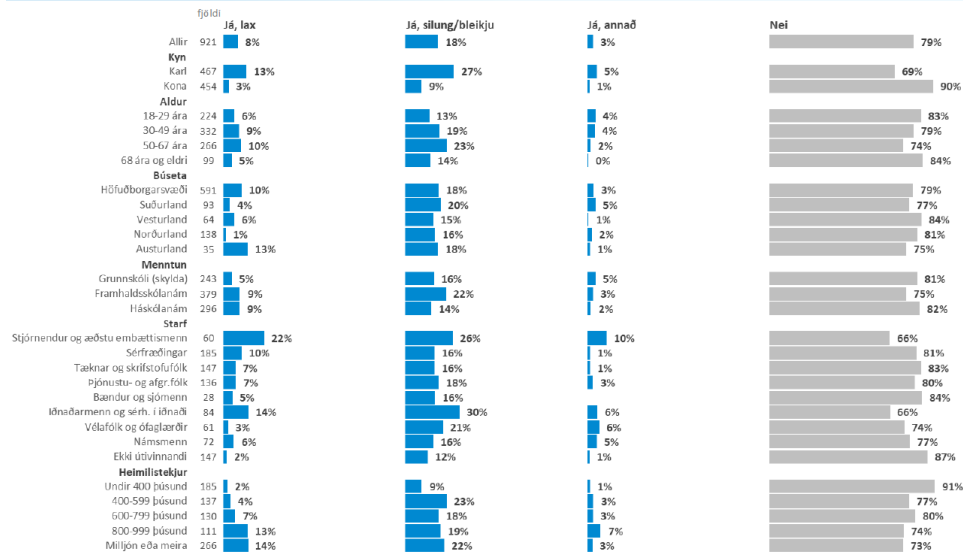
\*Allir þátttakendur voru spurðir  
\*\*Þau sem tóku ekki afstöðu svorðu „Veit ekki/hil ekki svara“



■ Já ■ Nei



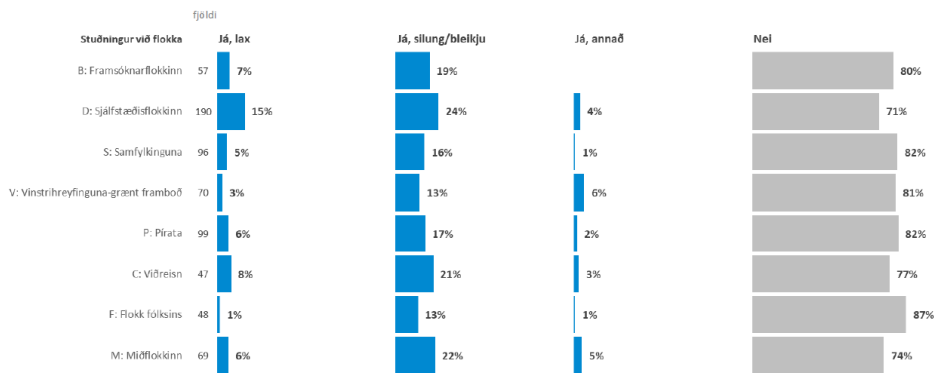
## Stundar þú stangveiði?



9



## Stundar þú stangveiði?



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

10

Takk fyrir!



## Fjölmiðlun ehf Spurningavagn MMR

Viðhorfskönnun  
Desember 2018

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

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



## Framkvæmd

## Verkkaupi

Fjölmiðlun ehf.

## Dagsetning gagnaöflunar

5. til 11. desember 2018

## Aðferð

Netkönnun (spurningavagn)

## Úrtak

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

## Fjöldi svarenda

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

## Vogtölur

## Kyn

Karlkyn	1,04
Kvenkyn	0,96

## Aldur

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

## Búseta

Höfuðborgarsvæði	0,99
Landsbyggð	1,01

## Menntun

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

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

## Um opinbera birtingu niðurstaða úr könnunum MMR:

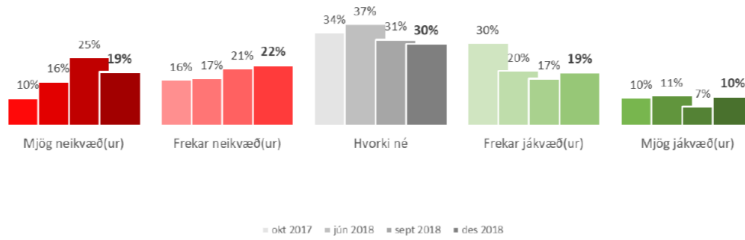
Óheimilt er að birta niðurstöður kannana opinberlega nema með skriflegu leyfi MMR. Ef niðurstöður eru birtar skal nafn þess sem greiðir fyrir viðkomandi könnun tekið fram ásamt því sem niðurstöður viðkomandi spurningar skulu gerðar opinberar í heild sinni, þar með talið þær forsendur sem svarendum eru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

## Niðurstöður



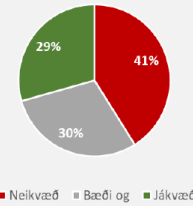
## Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við stendur Íslands?

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



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

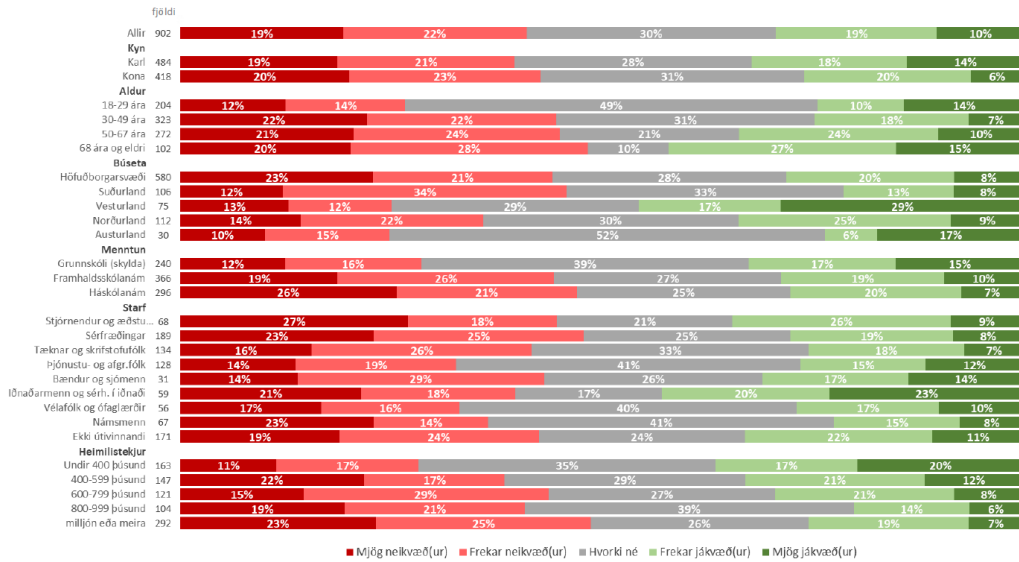
\*Allir þáttakendur voru spurðir  
\*\*Þau sem tóku ekki afstöðu svorðu „Veit ekki/til ekki svara“



4



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

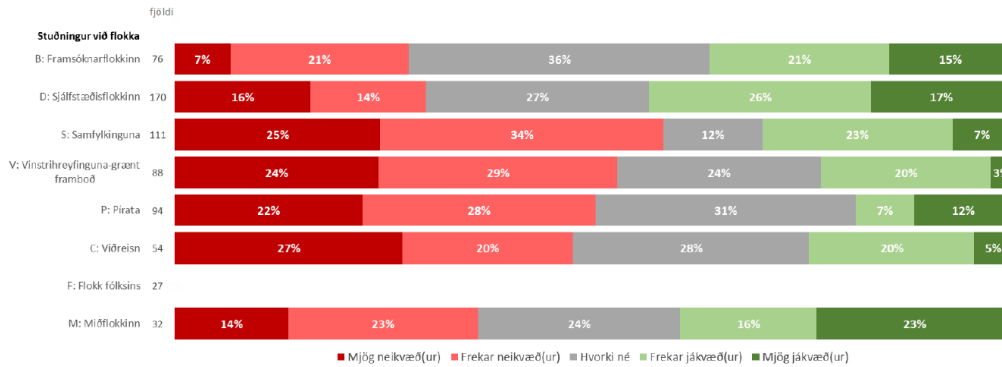


5





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

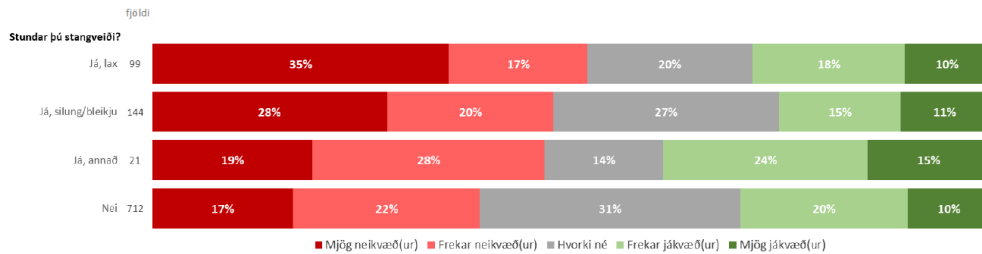


\*Ekki eru sýndir stjórnmálaflokkar sem hafa færri en 30 svarendur.

6

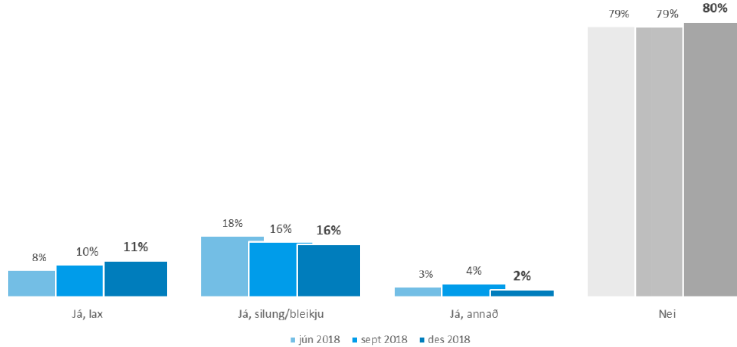


## Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við stendur Íslands?



7

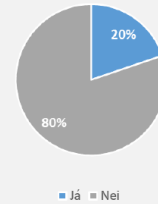
Stundar þú stangveiði?



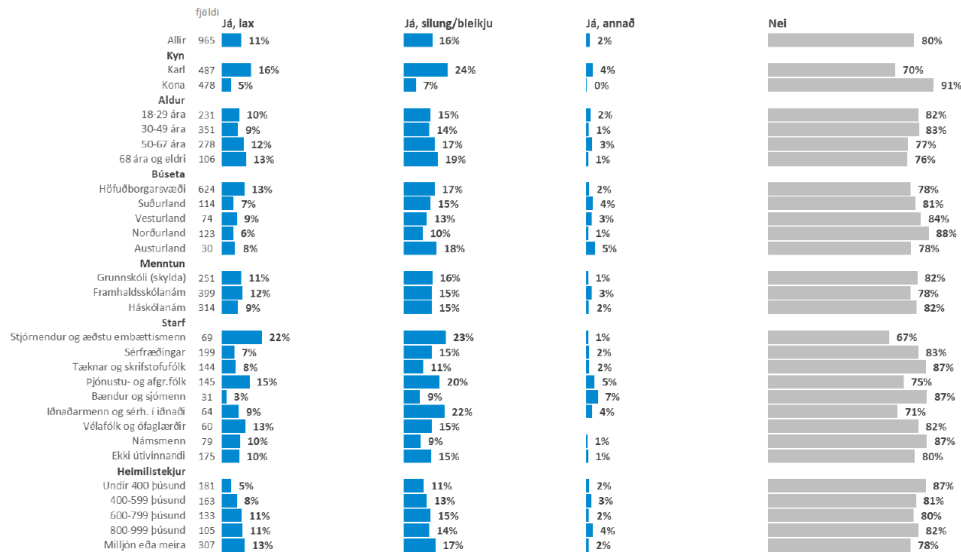
Svar	Fjöldi	Hlutfall	± 95% Vikmörk
Já, lax	103	10,7%	1,9%
Já, silung/bleikju	150	15,5%	2,3%
Já, annað	21	2,2%	0,9%
Nei	774	80,2%	2,5%
<b>Fjöldi svara</b>	<b>965</b>		
Tóku afstöðu	965	99,0%	
Tóku ekki afstöðu**	10	1,0%	
<b>Fjöldi svarenda</b>	<b>975</b>	<b>100%</b>	
Spurð*	975	100,0%	
EKKI spurð	0	0,0%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

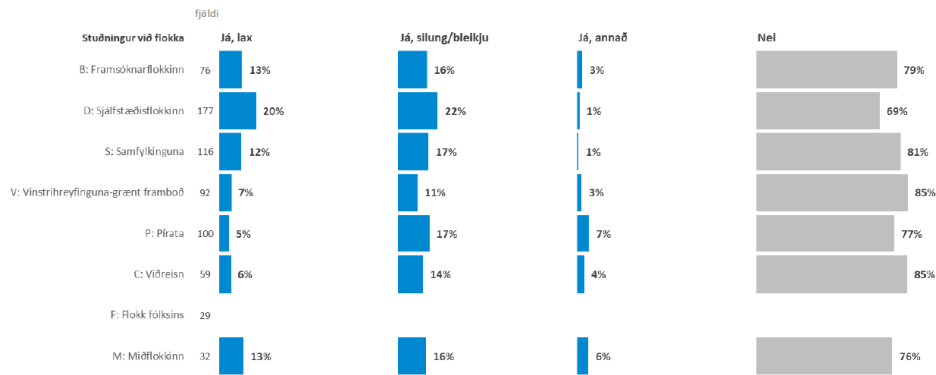
\*Allir þátttakendur voru spurðir

\*\*Þau sem tóku ekki afstöðu svöruðu „Veit ekki/vil ekki svara“



■ Já ■ Nei





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

Takk fyrir!

## Viðauki 18: Endurskoðað áhættumat erfðablöndunar 2020

Áhætta erfðablöndunar - ráðgjör 2020

Hafrannsóknastofnun 17. mars 2020

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

#### RÁÐGJÖF – ADVICE

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

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

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

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

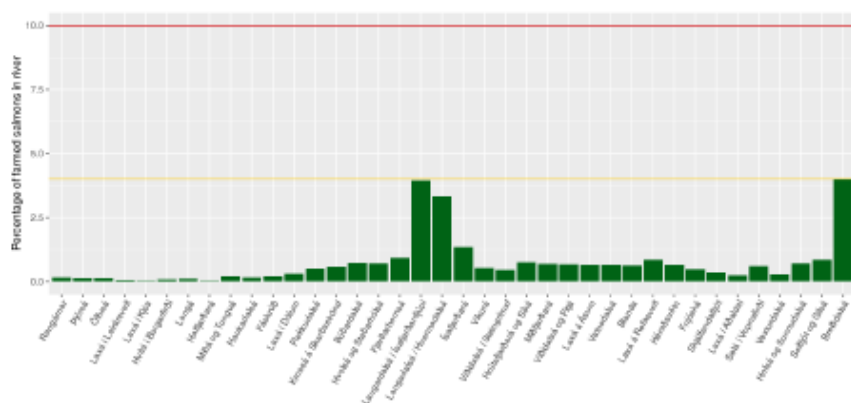
Í Ísafjarðardjúpi er lagt til 12.000 tonna hámarkslífmassa. Ef notuð eru 400 gramma seiði má auka hámarkslífmassa í 14.000 tonn.

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

#### NIÐURSTÖÐUR MIÐAÐ VIÐ UPPFÆRT ÁHÆTTUMAT

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

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



**BREYTINGAR Á STUÐLUM ÁHÆTTUMATS VIÐ ENDURMAT**

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

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

Stuðlar áhættumats	Fyri gildi	Ný gildi	Breyting
<b>Snemmbúið strok:</b>			
Heimsækni stuðull (H):	0,25	0,25	N
<b>Weibull stuðlar:</b>			
$\beta =$	2,5	2,5	N
$\eta =$	170	170	N
Endurkomuhlutfall (L <sub>s</sub> ):	1,85%	1,30%	J
<b>Síðbúið strok:</b>			
<b>Weibull stuðlar:</b>			
$\beta =$	2	1,5	J
$\eta =$	1000	540	J
Endurkomuhlutfall (L <sub>a</sub> ):	3,3%	1,1%	J
Strokstuðull (strokufiskar/tonn) (S)	0,8	0,8	N
Hlutfall síðbúið/snemmbúið:	50/50	50/50	N

**Röksemdir fyrir breytingu stuðla:**

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

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

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

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

# Viðauki 19: Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi 2017

HV 2017-027  
ISSN 2298-9137



## HAF- OG VATNARANNSÓKNIR *MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND*

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

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



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

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



Upplýsingablað

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

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

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



**Abstract:**

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

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

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

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

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

## Efnisyfirlit

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

## Formáli

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

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

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

## Samantekt

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

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

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

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

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

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

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

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

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

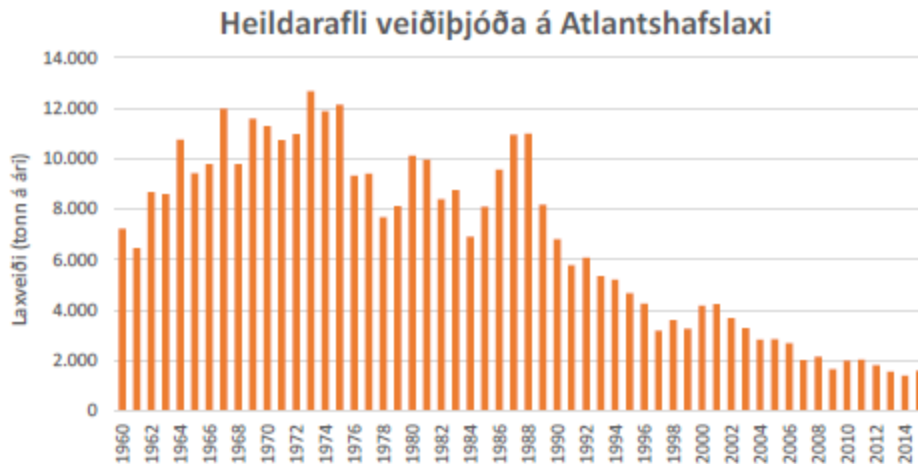


## Ástand laxastofna í N-Atlantshafi og Kyrrahafi

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

### Atlantshafslax

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



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

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

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

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

### Kyrrahafslax

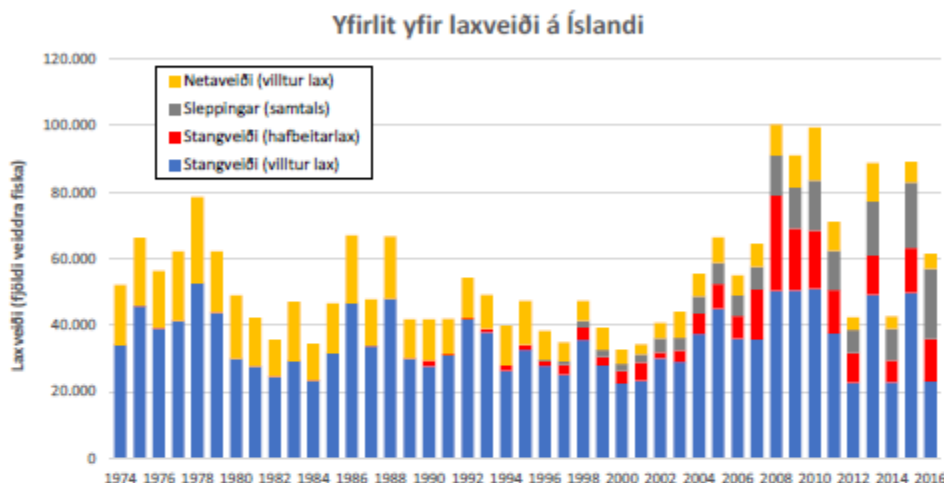
Í Kyrrahafi eru stundaðar umfangsmiklar veiðar á fimm laxategundum. Heildaraflinn var á bilinu 300-400 þúsund tonn fram til 1977, jókst síðan jafnt og þétt og hefur haldist nokkuð stöðugur í kringum 1 milljón tonna síðan 1997 (u.þ.b. 500 milljónir laxa). Mest veiðist af *pink salmon* (41% af aflanum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

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

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

## Laxveiði á Íslandi

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



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

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

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

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

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

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

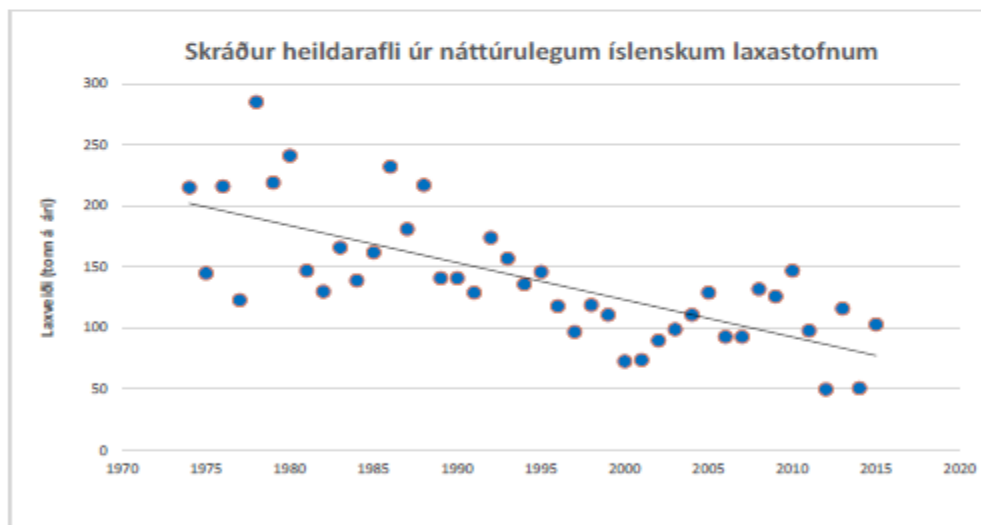
Gróft á litið má því áætla að íslensku laxveiðiárnar geti með gönguseiðasleppingum og minnkaðri netaveiði gefið af sér sjálfbæra veiði upp á 70 þúsund laxa á ári. Til að setja þessa tölu í samhengi við laxeldi þá má áætla að heildarstangveiðiafli á laxi á Íslandi nemi um 175 tonnum á ári (miðað við 2,5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

## Ástand íslenskra laxastofna

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

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

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



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

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

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

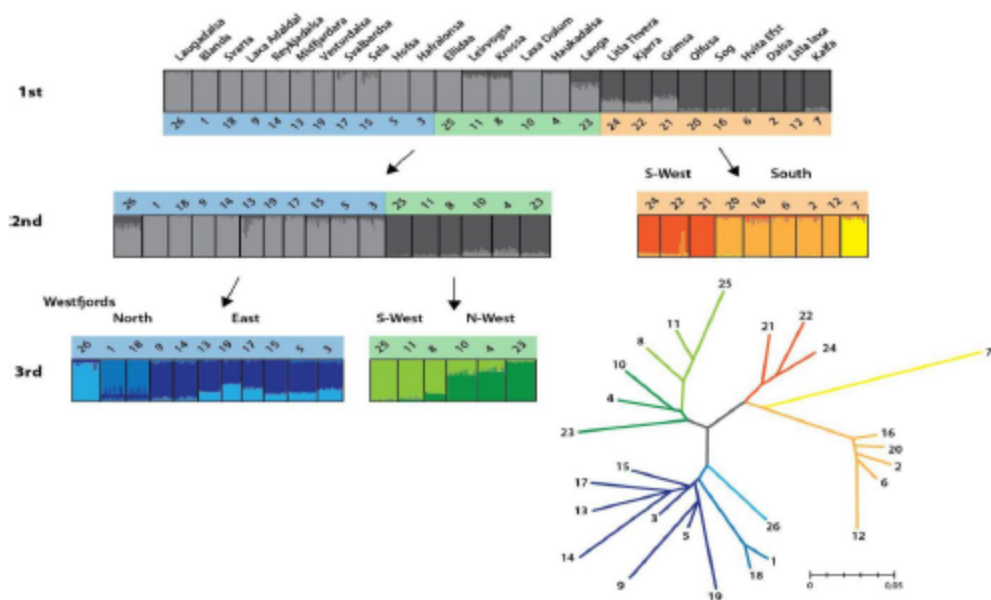
Ef litið er á þróun veiðinnar á mynd 2 þá má áætla að sjálfbær heildarveiði (stangveiði og netaveiði) úr hinum náttúrulega íslenska laxastofni sé af stærðargráðunni 50 þúsund laxar á ári. Á árunum fyrir 1985 hefði þessi afli að jafnaði skipst í 25 þúsund smálaxa og 25 þúsund stórlaxa. Í dag væri hins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

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

## Stofngerð íslenskra laxastofna

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

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



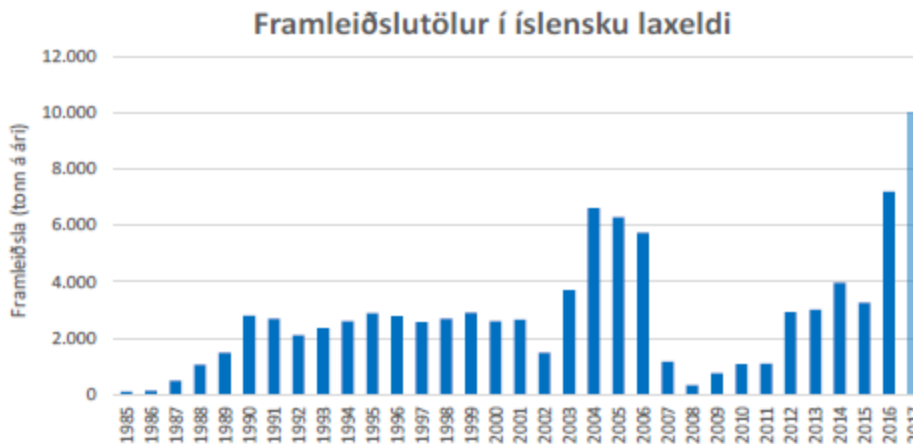
Mynd 4. Hér hefur stofngerð verið áætluð út frá greiningu með stofngerðargreiningarforritinu STRUCTURE (Pritchard et al. 2000). Stofnar eru sýndir sem lóðréttar línur sem er raðað inn í litaða hluta eftir tillögu forrísins um greiningu. Greiningin gefur til kynna að stofngerðir greinist í tvo til þrjá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

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

## Laxeldi á Íslandi

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

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



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

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



## Slysasleppingar og strok eldislaxa á Íslandi

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

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

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

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

## Rannsóknir á erfðablöndun íslenskra laxastofna

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

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

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

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

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

## Erfðablöndun eldislaxa og villtra laxastofna í Noregi

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

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

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

Samantekt á helstu helstu niðurstöðum þessarar vísindagreinar:

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

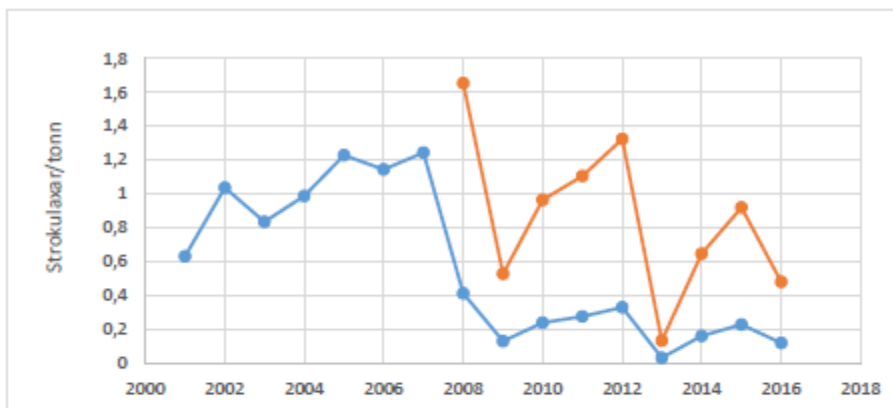
Knýjandi spurningar að mati greinarhöfunda:

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

## Slysasleppingar og hrygning strokulaxa í Noregi

### Mat á umfangi slysasleppinga í norsku laxeldi

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



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

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

### Hrygning strokulaxa

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

## Munurinn á eldislaxi og villtum laxi

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

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

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

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

## Erlend reiknilíkön fyrir erfðablöndun laxastofna

### Alþjóðlegt samstarf og reiknilíkön erfðablöndunar

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

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

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

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

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

## Reiknilíkan og flokkunarkerfi NINA

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

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

## Þröskuldsgildi í áhættumati erfðablöndunar í Noregi

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

## Áhættulíkan fyrir erfðablöndun eldislax við íslenska stofna

### Tilgangur reiknilíkans fyrir áhættumat

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

### Sértæk virkni reiknilíkans fyrir íslenskar aðstæður

Ferli erfðablöndunar skiptist upp í tvö þrep:

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

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

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

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

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



## Forsendur og breytistærðir reiknilíkans

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

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

### Reiknijöfnur reiknilíkans

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

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

$$E_S = F_S S L$$

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

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

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

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

### Tillaga að þröskuldsgildi stroklaxa í stofni.

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

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

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

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

## Notkun áhættulíkansins

### Notkun og niðurstöður líkans

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

### Breytur

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

#### 1. Breytur fyrir snemmbúið strok:

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

#### 2. Breytur fyrir síðbúið strok:

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





## Vöktunaráætlun

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

### Skráning, eftirlit og merkingar

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

### Varðveisla erfðaefnis

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

### Vöktun

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

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

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

### Sýnataka og greining

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



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

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

## Mótvægisáðgerðir

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

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

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

## Ályktanir og tillögur

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

Tillögur að magni eldis á hverju svæði.

Lagt er mat á eftirfarandi firði:

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

Austfirðir: Berufjörður, Fáskrúðsfjörður, Reyðarfjörður, Stöðvarfjörður.

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

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

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

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

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



## Heimildir

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

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

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

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

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

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

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

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

Fleming, I. A., Jonsson, B., Gross, M. R., & Lamberg, A. (1996). An experimental study of the reproductive behaviour and success of farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Applied Ecology*, 33, 893–905.

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Viðauki 20: Endurskoðað áhættumat erfðablöndunar 2020 –  
tækniskýrsla

## Hætta á göngu strokulaxa úr laxeldi í íslenskar laxveiðiar

Tækniskýrsla Hafrannsóknastofnunar 2020

## Efnisyfirlit

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

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

## Myndalisti

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

## 1. Reiknilíkan fyrir áhættumat

### 1.1 Reiknilíkan fyrir innblöndun eldislaxa í villta laxastofna

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

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

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

Framvindu erfðablöndunar má skipta í tvö stig:

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

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

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

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

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

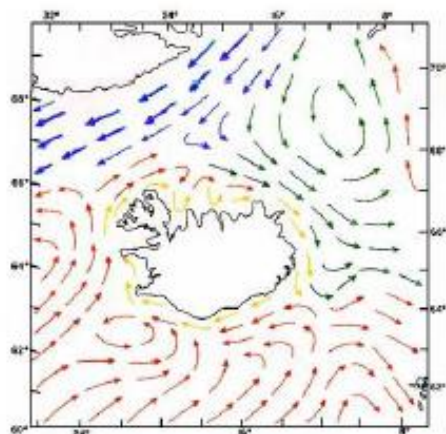
## 1.2 Almennar forsendur reiknilíkansins

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

### 1.2.1 Landfræðilegir þættir

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

ganga réttsælis um landið (Mynd 1.1).



Mynd 1-1 Kort sem sýnir hafstrauma kringum Ísland.

### 1.2.2 Eldisþættir

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

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



og Austfirði (Mynd 1.2.)



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

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

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

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

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

### 1.2.3 Gögn varðandi lífsferil

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

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

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

Hér á landi eru til langtíma gögn varðandi endurheimtur laxaseiða í hafbeitarár svo sem Rangárna og styttri tíma gögn fyrir endurheimtu náttúrulegra seiða svo sem í Elliðaárna. Talið er að gönguseiði úr sjókvíum hafi að meðaltali 37% af þeirri endurheimtu sem vænta má fyrir náttúruleg seiði (Hindar et al., 2006). Miðað við þessar tölur er gert ráð fyrir að endurheimta náttúrulegra gönguseiða sé um 5% og endurheimta eldisseiða sé 37% af þeirri tölu ( 1,85 %). Einnig er gert ráð fyrir því að snemmstroknið laxar muni truflast á göngu sinni í ána vegna lyktar af löxum í kvínni sem þeir sluppu úr. Í fyrstu útgáfu af reiknilíkaninu var gert ráð fyrir því að þessi hegðun mundi koma í veg fyrir að laxarnir leituðu í ár og dragi þannig úr endurheimtum. Miðað við þær forsendur spáði fyrsta líkanið því að endurheimta fyrir snemmstrokna laxa yrði 1,85% (5% x 0,37=1,85). Þetta gildi var sameiginlegt fyrir allar endurheimtur snemmstrokinnna laxa eftir 1-3 ár í sjó.

### 1.3 Reiknilíkan og breytistærðir

Reiknilíkanið áætla fjölda strokulaxa út frá umfangi eldis í hverjum firði og spáir fyrir um endurkomu þeirra úr hafi og dreifingu endurkomulaxa í vatnsföll. Líkanið inniheldur ýmsar jöfnur og byggir á þeim forsendum sem taldar voru upp hér á undan. Í þessum kafla verður gerð grein fyrir hinum ýmsu breytistærðum sem líkanið byggir á.

#### 1.3.1 Strokstuðullinn

Það eru engin gögn til varðandi fjölda strokulaxa á hvert tonn af framleiddum laxi í íslensku laxeldi. Þar sem sömu kröfur eru gerðar til eldisbúnaðar og vinnuferla hér á landi eins og í Noregi (NS 9415:2019), er gert ráð fyrir því að hlutfallslegt strok sé svipað í báðum löndum. Norsk yfirvöld hafa í mörg ár gefið út árlegt yfirlit yfir fjölda tilkynnta stroklaxa og gefið út sem fjölda stroklaxa á hvert framleitt tonn (Fiskeridirektoratet, 2019a,b). Við tókum inn þessar upplýsingar fyrir fyrstu útgáfu af reiknilíkaninu og notuðum meðalfjölda strokulaxa fyrir 9 ár, þ.e. frá 2008-2016. Þetta byggir á því að

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

Eins og áður var minnst á hefur verið metið að raunverulegt laxastrok úr kvíum hafi verið tvisvar til fjórum sinnum hærra heldur en það sem tilkynnt var um (Skilbrei et al.,2015). Erfðarannsóknir gefa til kynna að óreglulegt smástrok (lekar) séu helsta ástæðan fyrir þessu vanmati í opinberum tölum. Á síðari árum virðist hafa orðið veruleg minnkun á þessum leka, sennilega vegna strangari reglna og betri eldisbúnaðar. Í fyrstu útgáfu af reiknilíkaninu voru opinberar norskar tölur um strok margfaldaðar með 4 sem gaf meðaltals strokstuðul(S) upp á 0,8 strokulaxa á hvert framleitt tonn á tímabilinu 2008-2016 (Tafla 1-1.)

Hlutfallið á milli snemmstroku og síðstrokulaxa er í líkaninu metið sem 50:50. Þetta hlutfall hefur verið notað í verkerfðafræðilegu líkani hjá NINA (Hindar et al.,2006). Þetta byggir á hlutfalli astaxanthin litarefna í holdi strokulaxa, sem gengu í tvær norskar veiðiár haustið 1991. Innihald astaxanthin féll í tvo aðskilda hópa. Fimmtíu og eitt prósent af strokulöxunum höfðu hlutfallsgildi sem samsvaraði því afbrigði astaxanthins, sem finnst í löxum sem þrífast á framleiddu laxafóðri, en hinn hlutinn innihélt það afbrigði astaxanthins sem finnst í náttúrulegum löxum (Lura,1994). Magnið af litarefninu féll því í tvo hópa , annars vegar með svipað magn eins og í eldisfiski en hinsvegar með svipað magn eins og finnst í náttúrulegum laxi. Þetta ásamt öðrum þáttum benti til þess að hlutfallið milli snemm- og seinstrokinna laxa hefði verið um 50:50 meðan á rannsókninni stóð. Í fyrstu útgáfu af okkar líkani notuðum við 50:50 hlutfall, þ.e. 0,4 fiska úr snemmstroki og 0,4 fiska úr síðstroki á hvert framleitt tonn í íslensku fiskeldi á ári.

Ef þessu er beitt á árlega framleiðslu upp á 13.500 tonn úr nokkrum sjókvíaeldisstöðum árið 2018 og notum strokstuðul (S) upp á 0,8) var því spáð að 10.800 laxar mundu strjúka úr sjókvíum árið 2018, helmingurinn sem snemmstrokslaxar (<1,5 kg) og helmingurinn sem síðstrokslaxar

Tafla 1.1. Árleg tala fjölda skráðra strokulaxa á hvert tonn framleitt, samkvæmt Fiskedirektoriatet í Noregi. Uppgefnar tölur eru margfaldaðar með 4 í síðasta dálki. Meðaltal og staðalfrávik eru birt fyrir neðan töfluna.

Ár	Strok/tonn	x4
2008	0.41	1.65
2009	0.13	0.53
2010	0.24	0.97
2011	0.28	1.11
2012	0.33	1.32
2013	0.03	0.13
2014	0.16	0.65
2015	0.23	0.92
2016	0.12	0.48
$\bar{\mu}$	0.22	0.86
$\sigma$	0.11	0.44

### 1.3.2 Hlutfall strokulaxa í laxveiðiám.

Hlutfall eldislaxa í laxagöngu: Lengi hefur verið vitað að laxar læra að þekkja ána sína gegnum lyktarskyn (Lema og Nevitt, 2004). Í þessu reiknilíkani er gert ráð fyrir að laxar muni leita aftur í ána sína í hlutfalli við laxamagni í viðkomandi á þ.e. í samræmi við laxalykt í ánni, þó ekki endilega lykt af þeirra eigin fjölskyldu.

### 1.3.3 Lögunarstuðull dreifingarfalls ( $\beta$ )

Breytan  $\beta$  er lögunarstuðull og ræður samhverfni fallsins. Samhverfnin er notuð til að meta hlutfall fiska sem ganga meðstraums eða á móti strandstraumnum umhverfis Ísland. Stuðullinn  $\beta$  er mismunandi fyrir síð- og snemmbúið strok sem skýrist með mismunandi hegðunarmynstri. Eldisstaður er settur efst á dreifingarferli og jákvæðar tölur lýsa dreifingu meðstraums og neikvæðar mótstraums.

Fyrstu áætlanir um  $\beta$  fyrir snemmstroku laxa voru settar við 2,5, sem gefur samhverfa dreifingu út frá strokstað. Upprunalegt mat á  $\beta$  fyrir síðstroku laxa voru sett þannig að 65% af laxinum mundi fara í ár eftir göngu sólarinnis út frá strokstað (eldiskvi) en 35% ganga gegn sólu. Þessu var náð með því að setja  $\beta=2$ . Gögn frá Noregi og Kanada voru notuð sem fyrsta mat fyrir líkanið (McGinnity et al., 1997; Fleming et al., 2000), en niðurstöður fyrsta vöktunarárs hafa nú gefið upplýsingar til að endurmeta gildin. Landfræðilegir þættir gætu haft áhrif á dreifingu laxa út frá eldisstað og því hugsanlegt að mismunandi stuðlar giltu fyrir mismunandi staði. Í þessari fyrstu útgáfu af reiknilíkaninu er hins vegar gert ráð fyrir sömu dreifingu út frá öllum eldisstöðum.

#### 1.3.4 Vegalengdarstuðull dreifingarfalls ( $\eta$ )

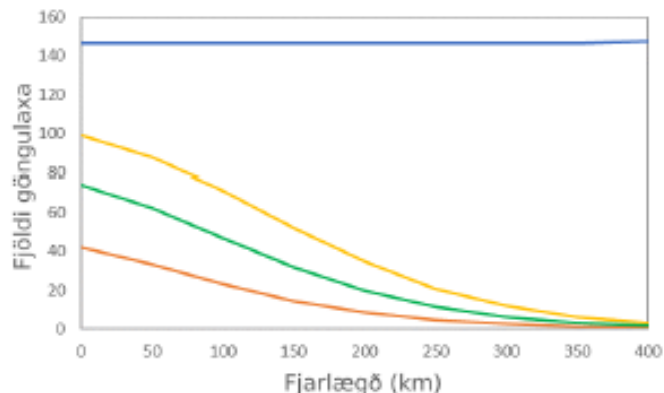
Breytan  $\eta$  er vegalengdarstuðull, sem ákvarðar hve langt laxar dreifa sér frá strokstað. Í þessari útgáfu af reiknilíkaninu er gert ráð fyrir því að strokulaxar muni ekki dreifa sér lengra en 200 km frá strokstað. Hins vegar er ljóst að ratvísi gönguseiða úr norskum eldisstofni gæti verið mjög ólík því sem gerist hjá náttúrulegum íslenskum laxastofnum, sem gæti haft veruleg áhrif á afdrif þeirra í hafi og nákvæmni í göngumynstri og endurheimtu. Til að meta betur þennan þátt er nauðsynlegt að framkvæma sleppingar á merktum eldislögum.

#### 1.3.5 Heimsæknistuðull ( $H$ )

Við höfum gert ráð fyrir að göngulax á leið heim upplifi umhverfi sjókvíanna sem sína heimaá vegna mikillar lyktar af sínum skyldmennum. Þetta veldur tregðu hjá þeim að yfirgefa svæðið. Til að taka tillit til þessa skilgreinir líkanið eldiskví sem eina af laxveiðianum og spáir því að hluti af strokulögum muni ganga til baka á kvísvæðið og muni því ekki ganga í laxveiðiar.

Sem fyrsta mat höfum við gert ráð fyrir því að aðdráttarafi kvísvæðisins jafnist á við laxveiðiá með heildarstofn sem í fjölda sé 25% af þeim lífmassa sem er í kvíunum. Þannig mundi eldisvæði með 1000 tonna lífmassa samsvara laxveiðiá með 250 laxa stofnstærð og draga úr villuráfi laxa í samræmi við það.

Áhrif þessa stuðuls standa ekki í beinu sambandi við áhrif af umfangi eldis eða fjarlægð frá eldisstað eins og kemur fram í mynd 1.3. Gildi þessa stuðuls verða ljós ef við skoðum eldisvæði langt frá laxveiðianum og litlum líkum á flakki strokulaxa yfir langar vegalengdir. Ef það eru á hinn bóginn engar ár nærri viðkomandi eldisstað væri óraunhæft að gera ráð fyrir villuráfi laxa í slíkar ár. Heimsæknistuðullinn var settur inn til að leiðrétta slíkar skekkjur. Með notkun þessa stuðuls er að mörgu leyti gert ráð fyrir að hluti þeirra laxa, sem strjúka seint úr kvíum, muni ekki yfirgefa kvísvæðið. Þennan stuðul þarf síðan að aðlaga í samræmi við nýjar upplýsingar úr rannsóknum.



Mynd 1-3 Áhrif heimsæknistuðulsins ( $H$ ) á spáðan fjölda strokufiska sem ganga í ár eftir veturdvöl sem fall af fjarlægð. Í þessu dæmi er eldið 10.000 tonn og stærð stofns í á 1.000 fiskar. Blá lína sýnir fallið þegar heimsæknistuðull er 0, gul lína 0.05, lína 0.1 og gulbrún 0.25

### 1.3.6 Endurheimta úr snemmstroki ( $L_S$ )

Í fyrstu útgáfu af reiknilíkaninu voru endurheimtur snemmstrokinna laxa byggðar á endurheimtu náttúrulegra gönguseiða. Þar var einnig nýtt hlutfall milli endurheimtu á eldisseiðum og náttúrulegum seiðum samkvæmt sleppitilraunum í Burrishoole ánni á Írlandi (McGinnity et al. 1997,2003) og gögnum frá lmsa ánni í Noregi (Fleming et al.2000). Í þeim rannsóknum var mæld hlutfallsleg afkoma eldisseiða og náttúrulegra seiða allt frá hrygningu þar til þau gengu aftur í ána.

Að meðaltali var hlutfallsleg afkoma eldisseiða um 37% af afkomu náttúrulegra seiða gegnum lífsferilinn. Á Íslandi hefur komið í ljós að endurheimta náttúrulegra gönguseiða er breytileg eftir landshlutum. Endurheimta er að jafnaði lægri á norðanverðu landinu heldur en á því sunnanverðu. Þetta hefur komið í ljós með því að bera saman gögn frá Elliðaám á Suðvesturlandi og Vesturdalsá á Norðausturlandi.

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

Heimsæknistuðullinn lækka villuráf laxanna í hlutfalli við það magn sem framleitt er á sjóeldissvæðinu, þ.e. því meiri framleiðsla því mun hlutfallslega minna af laxi mun

villast í aðrar ár. Í því endurmati sem fram fer á líkaninu var endurheimtan endurmetin út frá heimtu á stórum og stálpuðum gönguseiðum (*post-smolts*) samkvæmt gögnum frá Skilbrei et al.(2015). Endurheimtuhlutfallið ( $L_S$ ) var þá lækkað í 1,3%.(sjá kafla 2.5).

Jafna 1 reiknar út Endurkomufjölda úr snemmbúnu stroki ( $E_S$ ), þ.e. heildarfjölda snemmbúinna strokufiska sem áætlað er að skili sér úr hafi:

$$E_S = PS_S L_S \quad (1)$$

Í jöfnu 1 eru breytur ( $P$ ), sem er heildarframleiðsla ársins, ( $S_S$ ) fjöldi snemmbúinna strokufiska á hvert tonn framleitt og ( $L_S$ ) endurheimtuhlutfall eftir 1-3 vetur í sjó. Líkanið gerir hins vegar ekki ráð fyrir því að allir endurkomufiskar úr snemmbúnu stroki skili sér upp í vatnsföll.

Eins og fyrr segir má gera ráð fyrir því að sjógönguseiði upplifi eldiskvíar og ströndina nálægt þeim sem heimkynni sín. Því getur valdið lykt af fiski og þá sérstaklega af kynþroska fiski. Þetta leiðir til tregðu þeirra að leita lengra burt og veldur því að sumir endurkomufiskar ganga ekki í vatnsföll. Líkanið notar svokallaðan Heimsæknistuðul ( $H$ ) og eldismagn á kvíastæði ( $P_{kvi}$ ) til þess að áætla þennan þátt. Heimsæknistuðull hefur því eininguna fjöldi á tonn. Sjá frekari skýringar í kafla 1.3.8

### 1.3.7 Endurheimta úr síðstroki ( $L_G$ )

Jafna 2 reiknar út Endurkomufjölda úr síðbúnu stroki ( $E_G$ ), þ.e. heildarfjölda síðbúinna strokufiska sem áætlað er að skili sér í vatnsföll.

$$E_G = PS_G L_G \quad (2)$$

Í jöfnu 2 eru breytur ( $P$ ), sem er heildarframleiðsla ársins, ( $S_G$ ) fjöldi síðbúinna strokufiska á hvert tonn framleitt og ( $L_G$ ) endurkomuhlutfall úr sjó.

### 1.3.8 Dreifing strokulaxa.

Weibull dreifingarfall er notað sem líkindafall fyrir far strokulaxa með strokstað sem hámark dreifingarfalls. Líkanið reiknar út tvö dreifingarfall fyrir strokulaxa frá hverjum eldisstað (firði), annars vegar fyrir snemmbúna strokufiska (sjógönguseiði-stórseiði) og aðra fyrir síðbúin stök. Þessar tvær dreifingar eru síðan sameinaðar til að mynda heildardreifingu frá hverjum stað. Weibull fallið hefur tvær breytur,  $\beta$  og  $\eta$ . Breytan  $\eta$  er vegalengdarstuðull, það er ákvarðar hve langt fiskarnir dreifast frá strokstað og hins vegar  $\beta$  sem er

lögunarstuðull og ræður samhverfni fallsins. Samhverfnin er notuð til að meta hlutfall fiska sem ganga meðstraums eða á móti strandstraumnum umhverfis Ísland. Stuðullinn  $\beta$  er mismunandi fyrir síð- og snemmbúið strok sem skýrist með mismunandi hegðunarmynstri. Eldisstaður er settur efst á dreifingarferli og jákvæðar tölur lýsa dreifingu meðstraums og neikvæðar mótstraums. Dreifingu strokufiska er því lýst með eftirfarandi Weibull jöfnu:

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

Jafnan er normuð og gefur þá:

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

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

$$F_{aX} = E_X \frac{W_X A_a}{\sum_a W_X A_a} \quad (5)$$

Þar sem  $A_a$  er meðaltals stofnstærð vatnsfalls  $a$  og  $F_{aX}$  er fjöldi eldislaxa af aldurshópi  $X$  sem gengur í vatnsfall  $a$ .

Fyrir snemmbúið strok er sem fyrr segir, reiknað með að sjálfur eldisstaðurinn valdi tregðu til að leita lengra og afvegaleiði hluta fiska til frá því að ganga í ár. Það má túlka sem sjálft kvíastæðið virki á fiskinn sem heimaá enda eru árnar í nágrenninu honum ókunnar. Í tilfalli snemmbúins stroks er því þessi tilbúna heimaá fyrsta áin, það er vatnsfall  $a = 1$  í jöfnu (5). Stofnstærðin eldisstaðurinn sjálfur og áhrif hans reiknuð sem :

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

Þar sem  $A_{kvi}$  „stofnstærð „heimaár“ sem er margfeldi eldismagns á kvíarstað,  $P_{kvi}$ , og heimsækni stuðuls ( $H$ ). Því meira magn sem er alið ganga því hlutfallsleg færri fiskar í veiðiár og hækkun á stuðlinum  $H$  hefur sömu áhrif.



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

Tafla 1.2 Stuðlar reiknilíkansins.

Stuðlar	Lýsing	Áætlað gildi
$X_G$	Gildi stuðuls $X$ fyrir síðbúið strok	-
$X_B$	Gildi stuðuls $X$ fyrir snemmbúið strok	-
$P$	Framleiðsla á eldisstað í tonnum	-
$E$	Fjöldi strokufiska sem ganga í ár	-
$S$	Strok, fjöldi fiska á hvert tonn framleitt	0.8 strokufiska á tonn
$L$	Hlutfall strokufiska sem ganga í ár	1.1% ( $L_G$ ) 1.3% ( $L_S$ )
$V_a$	Fjarlægð milli eldisstaðar og áar $a$	-
$H$	Heimsæknistuðull	0.25
$W$	Normað Weibull fall sem áætla dreifingu með gefnu $\beta$ og $\eta$	-
$A_a$	Stofnstærð áar $a$	-
$F_a$	Áætlaður fjöldi strokulaxa í á $a$	-

Gert er ráð fyrir því að snemmbúnir strokufiskar hafi betri rötunarhæfni en síðbúnir strokufiskar. Því er reiknað með því að snemmbúið strok sé samhverft, þ.e. að það hafi bjöllulaga dreifingu og strokufiskar snúi aftur mjög nálægt strokstað (<200 km). Dreifingarferill síðbúinna strokufiska er skekktur í átt straumstefnu og því fara fleiri fiskar meðstraums en mótstraums og einnig er dreifingarsviðið ( $\eta$ ) víðara. Lögunarstuðullinn ( $\beta$ ) er einingalaus en  $\eta$  hefur gildi í kílómetrum. Ástæðan fyrir mismunandi lögun dreifingar er sú að sjógönguseiði sem koma til baka eftir vetrardvöl á fæðuslóð hegða sér með öðrum hætti en síðbúnir strokulaxar. Hegðun eldisseiða er væntanlega einnig nokkuð ólík hegðun villtra seiða. Villtir fiskar yfirgefa heimaá á tiltölulega stuttu tímabili, venjulega á nokkrum dögum, og áhrif lykta heimaár virðast eiga sér stað við smoltun í ánni (Lema og Nevitt, 2004). Þessa vegvísun í heimaá vantar eldisfiskinn.

Aðrir þættir svo sem samrötun (e. collective navigation) og skynjun/innprentun á styrk og stefnu segulsviðs og eru einnig hluti af rötunarhæfni villtra fiska (Putman et al, 2013; Berdahl et al., 2016). Sjógönguseiðin ganga á fæðuslóða og að endingu til heimaár þegar þau verða kynproska. Aftur á móti virðist sem snemmbúnir strokulaxar snúi aftur á strokstað, þ.e.a.s. fari að kvíastæði og í kjölfarið á laxveiðiá tiltölulega nálægt kvíum (Putman o.fl., 2013; Berdahl o.fl., 2016).

Nær fullvaxta fiskar sem strjúka í síðbúnu stroki hegða sér með öðrum hætti. Ef þeir lifa til að ná kynþroska eftir stök, munu þeir reyna að ganga í ár til að hrygna. Þeir hafa tilhneigingu til að fylgja strandstraumum (Hansen, 2006) í leit sinni að heimaá og geta farið langar vegalengdir, allt að 1000 km (Gudjonsson, 1991; Piccolo and Orlikowska, 2012). Flestir þeirra ganga þó í nálægar ár og fjöldi síðbúinna strokufiska í ám er í hlutfalli við magn eldis á svæðinu (Fiske et al., 2006). Til að mynda í Skotlandi, ganga mun færri strokulaxar upp í ár á austurströndinni, þar sem eldi er ekki til staðar, en á vesturströndinni þar sem eldi er stundað (Green et al., 2012, Youngson et al., 1997).

Fjarlægð eldissvæða frá hverri á er mæld og sett inn í Weibull dreifingarfallið með eldissvæðið miðlægt. Líkurnar á því að fiskur gangi í ákveðna á í tiltekinni fjarlægð eru metnar sem hlutfall af stofnstærð í viðkomandi á. Þetta þýðir að ef tvær ár A og B eru hlið við hlið og áin A hefur tvöfalt stærri stofn en áin B, er gert ráð fyrir að tvöfalt líklegra sé að fiskur fari í á A en í á B.

#### 1.4 Næmnigreining

Við höfum framkvæmt næmnigreiningu til að prófa hversu viðkvæmt líkanið er fyrir breytingum á stuðlum. Skipta má stuðlunum í þrjá hópa. Fyrst eru það stuðlamir  $\beta$  og  $\eta$  sem stjórna lögun Weibull dreifingarferilsins. Þeir hafa ekki áhrif á það hversu margir laxar ganga í ár, aðeins á það hvemig þeim er dreift. Fyrir lág gildi  $\eta$  gengur allur fiskurinn í ár í námunda við eldissvæði en með vaxandi gildum á  $\eta$  verður dreifingin breiðari. Fyrir lág gildi  $\beta$  fara strokufiskar frekar í ár meðstraums frá strokustað en með vaxandi gildum á  $\beta$  verður dreifingin samhverfari, með strokustað í miðju.

Næsti hópur stuðla ( $P$ ,  $S$  og  $L_k$ ) hefur línuleg áhrif. Það þýðir að 10% aukning á þessum breytum mun gefa samsvarandi 10% aukningu á  $E_k$ .

Heimsæknistuðullinn hefur hins vegar ekki línuleg áhrif og er háður bæði fjarlægð til áar og umfangi eldis á hverjum stað (sjá Mynd 1.3).

#### 1.5 Vöktun laxveiðiaá

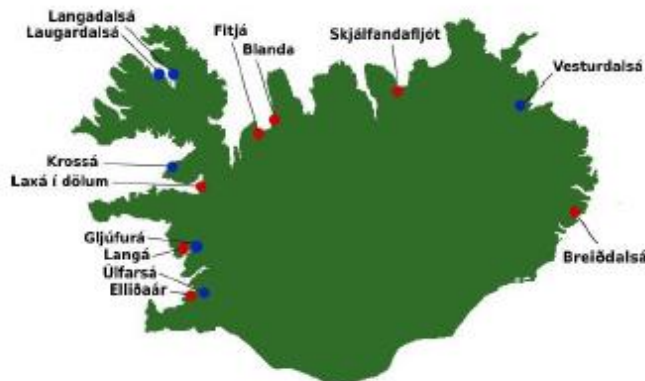
##### 1.5.1 Vöktun með Árvaka (*Riverwatcher*)

Lykilár hér á landi eru vaktaðar með svo kölluðu Árvaka (*Riverwatcher*) myndgreiningarkerfi (Vaki ohf). Landinu hefur verið skipt upp í 5 svæði og nokkrar lykilár eru vaktaðar með Árvakakerfi C eða RW-C, sem inniheldur IP neðansjávar stereo stafræna myndavél með innrauðri sjónskynjun og með innrauð og hvít LED ljós niðri í vatninu, mæligöng úr ryðfríu stáli og öflugan tölvubúnað sem telur og vaktar göngulaxinn. Venjuleg mæligöng eru 160cm×105cm×63cm (L×B×H) og í þeim er komið fyrir undir vatnsborði stafrænni myndavél og LED ljósum. Venjulegt gönguop er 40 cm.



Mynd 1-4 Skjáskot úr Árvakanum sem er aðgengilegur af vef Haffrannsóknastofnunar (<https://www.hafogvatn.is/is/rannsoknir/voktun-veidiala/ar-og-eldi>).

Mæligöngin tryggja að myndir af göngufiski eru teknar við staðlaða og stöðuga birtu og séð til þess að fiskurinn sé í hagstæðustu fjarlægð frá myndavél. Hægt er að skoða beina útsendingu frá myndavélinni á RW-C tölvuskjá (Mynd 1-4). Tæki sem tengt er við netbúnað getur einnig sýnt beint og endurtekið með upptöku það sem síðast kom fram í myndavélinni. Kerfið hefur innbyggðan hugbúnað sem greinir fisktegund, stærð og í hvaða átt hann gengur. Einnig má sjá ástand fisksins t.d. hvort hann er með laxalús, þótt slíkt kerfi sé enn í þróun. Einnig er hægt að sjá á myndunum hvort fiskurinn kemur úr eldiskvíum. Þetta tekur aðallega til laxa sem strjúka seint en meiri erfiðleikar eru við að greina snemmstrokulaxa. Þetta vöktunarkerfi verður sett upp í 12 laxveiðiam, sex ám merktum með bláum lit þar sem kerfið hefur þegar verið sett upp og sex ám merktum með bláum lit þar sem áætlað er að setja kerfið upp innan 3ja ára (Mynd 1.5).



Mynd 1-5 Ár í Árvaka vöktunar áætluninni. Ár sem nú þegar hafa uppsettann Árvaka eru merktar bláar og þær sem munu fá í framtíðinni eru merktar rauðar.

### 1.5.2 Erfðafræðileg vöktun

Í íslenskri reglugerð um fiskeldi(401/2012) er hrognaframleiðendum gert skylt að geyma vefsýni úr klaklögum til greiningar á DNA fyrir alla foreldra viðkomandi hroгна og að skrá afkomendur hvers foreldrapars svo hægt sé að rekja að fullu flutninga frá seiðastöðvum í sjókvíastöðvar. Því er mögulegt á hverjum tíma að rekja uppruna endurheimtra stroklaxa frá sjókvíastöðvum eða seiðaeldisstöðvum. Hægt er að nýta hvern klakhæng til að frjóvga um 100.000 hrogn og hver hrygna gefur af sér um 10.000 hrogn. Það reyndist fullnægjandi að erfðamerkja alla feður í 2015 hrygningarárganginum til að geta rakið alla laxa sem struku. Laxeldisfyrirtækjum er skylt að tilkynna Matvælastofnun um alla viðburði svo sem strok úr kvíum. Eftirfarandi þarf að vera í skýrslunni:

1. Tímasetning og nákvæm staðsetning slysasleppingar
2. Fiskitegund, meðalstærð og áætlaður fjöldi sem strauk
3. Upplýsingar um notkun lyfja og tími fyrir útskilnað lyfs
4. Uppruni laxins þ.e. stofn og einnig upprunastaður(seiðaeldisstöð)
5. Hvenær laxinn var tekinn inn í eldisstöð eða settur út í sjókvíar
6. Orsakir eða líklegar orsakir slysasleppingar
7. Skýrsla um aðgerðir til að ná aftur eldisfiski sem hefur strokið
8. Greinargerð um aðgerðir sem framkvæmdar verða til að koma í veg fyrir meira strok.

*DNA sýnataka úr lögum sem líklega eru úr stroki:* Safnað er DNA sýnum ásamt öðrum nauðsynlegum upplýsingum úr grunaðum stroklögum í laxveiðiám. Gerðar hafa verið forskriftir varðandi sýnatöku og útbúnaður sendur á helstu laxveiðiár sem inniheldur QR strikamerkt ílát. Upplýsingar sem gefa þarf eru nafn á viðkomandi á, dagsetning veiði og staðsetning í á, stærð laxins og mynd af honum, mynd frá veiðistað og mynd af QR strikamerki á íláti. Einnig er farið fram á hreisturprufu eða jafnvel allan fiskinn ef slíkt er mögulegt. DNA sýnin eru tekin gegnum strok á tálknun. Taka þessa sýnis tekur aðeins nokkrar sekúndur og hefur ekki áhrif á afkomu laxins í ánni.

*DNA sýnataka úr rafveiðum á laxaseiðum:* Á hverju ári eru veidd um það bil 120 laxaseiði með rafveiðum úr þeim ám sem eru þáttakendur í þessu verkefni. DNA sýni eru þá tekin úr seiðunum til að fá erfðaupplýsingar. Árnar sem taka þátt í verkefninu má sjá á mynd 1.6.



Mynd 1-6. Ár í rafveiðivöktunaráætlun.

**DNA rannsóknir:** Erfðasýni eru rannsökuð með fjölrása stuttraðagreiningu (e. multiplex microsatellite loci assays). Notuð voru 15 stuttraðærfdamörk sem þróuð voru fyrir Atlantshafslax og lýst af Olafsson et al. (2010). Einnig er verið er að þróa SNP erfðamarkasett og er einnig í skoðun að nota svokallaða RAD heilraðgreiningu.

## 2. Niðurstaða vöktunar og endurmat stuðla

Við höfum lagt til að nota einfalt líkan til að spá fyrir um innblöndun stroklaxa úr sjókvíum inn í ár með náttúrulegum laxastofnum. Bestu fánlegu gögn eru notuð til að spá fyrir um gönguleiðir, líklega afkomu (p.e. survival) og heimsækni strokulaxa. Þetta líkan er ætlað til notkunar við stjórnun og við almenna yfirstjórn á sjókvíaeldi á laxi. Líkanið gefur innsæi í vöktunarmöguleika varðandi villuráf eldislaxa í ár og sýnir fram á nauðsyn reglubundinnar vöktunar. Þetta líkan getur mögulega útskýrt hvernig breytingar á ýmsum þáttum í sjókvíaeldi, sem snerta vöktunarkerfi, geta haft áhrif á spár um villuráf laxa í ár. Þetta áhættumatslíkan varðandi erfðablöndun var staðfest sem nýr viðauki í Lögum um fiskeldi þann 1. júlí 2019.

### 2.1 Tilkynntir strokatburðir

Í heildina tilkynntu íslenskar sjókvíastöðvar um 5 slysasleppingar á árunum 2018-2019, sem allar komu frá fyrirtækinu Arnarlax. Þrjú slík tilfelli voru tilkynnt 2018, þar af tvö þann 11. febrúar 2018, annað í Hringisdal í Arnarfirði (meðalþyngd strokulaxa 7,2 kg) og hitt við Laugardal í Tálknafirði (meðalþyngd 3,5 kg). Þriðja tilfellið var einnig hjá sama aðila í Tálknafirði þann 6. júlí (meðalþyngd 3,5 kg.). Tvennar slysasleppingar voru tilkynntar á árinu 2019 en í báðum tilfellum voru laxarnir smáir (meðalþyngd um 250gr.

og 1,3 kg.) og er ekki búist við endurkomu þeirra fyrr en 2010 (Tafla 2.1). Upprunaleg áætlun Arnarlax gerði ráð fyrir að 300 laxar hefðu strokið frá Laugardal í júlí en ekki var gerð grein fyrir magni strokulaxa varðandi hin skiptin (tafla 2.1).

Tafla 2.1. Yfirlit yfir tilkynnta atburði frá fiskeldisfyrirtækjum árin 2018 og 2019.

Fyrirtæki	Fjörður	Staðsetning	Dags. atburðar	Dags. tilkynnt	Áætlaður fjöldi	Meðal stærð
Arnarlax	Arnarfjörður	Hringsdalur	11.2.2018	12.2.2018	0	7.2 kg
Arnarlax	Tálknafjörður	Laugardalur	11.2.2018	12.2.2018	0	3.5 kg
Arnarlax	Tálknafjörður	Laugardalur	6.7.2018	7.7.2018	300	3.5 kg
Arnarlax	Arnarfjörður	Hringsdalur	21.1.2019	22.1.2019	0	1.3 kg
Arnarlax	Tálknafjörður	Laugardalur	16.8.2019	17.8.2019	0	280 g

## 2.2 Tilkynnt veiði strokulaxa í ám

Stangaveiðimenn þekja útlitseinkenni eldislaxa, sem veiðast í ám, og eru tilbúnir að tilkynna um slíkan viðburð. Myndir af löxum, sem líklega eru eldisfiskar, eru oft sýndar á samfélagsmiðlum til fróðleiks fyrir aðra. Við gerum ráð fyrir að yfir 90% af löxum með eldiseinkenni úr stangaveiði komi fram í skráningu. Þetta mun ná yfir alla laxa sem sleppa seint úr kvíum. Ekki hefur verið staðfest tilkynning um snemmstrokna laxa svo vitað sé.

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

Erfðafræði þessara laxa var borin saman við erfðaskrásetningu feðra í klakárgöngum frá 2014, 2015 og 2016, sem notaðir voru í seiðaeldisstöðvum. Í ljós kom að 15 af þessum 18 eldislöxum mátti rekja til eins föðurs (tafla 2.2).

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

Fiskur Nr.	Veidiá (staðsetning)	Seiðastöð (fyrirtæki)	Eldisstaður (fjörður)	Veiddidags:
F2018001	Selá (Ísafjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Laugardalur (Tálknafjörður)	7/24/2018
F2018002	Staðará (Steingrímsfjörður)	Ísbór (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	7/30/2018
F183110	Staðarhólsá/Hvolsá (Breiðafj.)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Laugardalur (Tálknafjörður)	8/18/2018
F181303	Mjólká (Arnarfjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	8/31/2018
F181304	Mjólká (Arnarfjörður)	Óstaðfest	SAGA (Stofnfiskur)	8/31/2018
F183504	Vatnsdalsá (Húnaflói)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Laugardalur (Tálknafjörður)	8/31/2018
F183503	Eyjaftarará (Eyjafjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	9.6.2018
F183113	Breiðdalsá (Breiðdalur)	Erlendur	Salmobreed	9/15/2018
F2018009	Laugardalsá (Ísafjarðardjúp)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	9/16/2018
F2018010	Fjarðarhómsá (Breiðafjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	9/25/2018
F2018011	Fífustaðadalsá (Arnarfjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	10/15/2018
F2018012	Fífustaðadalsá (Arnarfjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	10/15/2018
F192520	Ytri Rangá (Suðurland)	Ekki SAGA stofn	Stofnfiskur - Erlendur	8/15/2019
F192504	Mjólká (Arnarfjörður)	Ísbór (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður) <sup>1</sup>	8/30/2019
F192513	Mjólká (Arnarfjörður)	Ísbór (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður) <sup>1</sup>	8/30/2019
F192514	Mjólká (Arnarfjörður)	Ísbór (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður) <sup>1</sup>	8/30/2019
F192503	Mjólká (Arnarfjörður)	Bæjarvík (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður) <sup>1</sup>	8/30/2019
F192515	Mjólká (Arnarfjörður)	Bæjarvík (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður) <sup>1</sup>	8/30/2019

<sup>1</sup> Ekki er alveg ljóst hvort um er að ræða Hringsdal eða Laugardal en höfundar telja Hringsdal líklegri (sjá síðar).

Ekki var hægt að rekja 3 af þessum eldislögum til feðra úr klakárgöngum 2014 -2016 (tafla 2.2). Erfðarannsókn með stuttraða erfðamörkum (Salprint 15 gegnum „Structure“ hugbúnað) sýndi að tveir af þessum lögum tilheyrðu SAGA stofni sem kemur frá kynbótafyrirtækinu Stofnfiski (F181304 og F192520). Hreisturlesning á F181304 sem veiddist í Mjólká sýndi að laxinn hafði verið a.m.k. eitt ár í sjó. Hafa skal í huga að, ef strokulax hefur aðgang að fóðri yfir veturinn, þ.e. dvelur nærri sjókvíunum og étur afgang fóður er ekki hægt að treysta hreisturlestinum fullkomlega og fiskurinn gæti því verið eldri. Ekki var samsvörun milli F18304 og feðra sem nýttir voru 2014-2016. Möguleg skýring er að laxinn tilheyrði eldri hrygningu t.d. fóður sem nýttur var 2013 eða jafnvel fyrr.

Laxinn sem veiddur var í Breiðdalsá (F183113) gæti tilheyrt einum af þessum fjórum eldisstofnum (Stofnfiskur, Aquagen, Salmobreed og Mowi). Erfðarannsókn leiddi í ljós að hann tilheyrði „Salmobreed“ stofninum. Allir eldislaxar á Íslandi koma úr SAGA stofni. Þetta staðfestir að laxinn (F183113), sem veiddist í Breiðdalsá var af erlendum uppruna, mögulega frá Færeyjum þótt ekki sé hægt að útiloka Skotland og Noreg.

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

### 2.3 Mat á fjölda strokulaxa

Eins og áður var getið var tilkynnt um þrjú stroktilfelli á árinu 2018 (tafla 2.1) og allir eldislaxar sem veiddust í ám 2018-2019 voru úr þessum slysasleppingum. Tvennar slysasleppingar voru tilkynntar af Arnarlaxi 2019, þ.e. í febrúar í Hringsdal við Arnarfjörð (meðalþyngd 1,3 kg) og í ágúst við Laugardal við Tálknafjörð (meðalþyngd 280 grömm). Hingað til hafa engir laxar veiðst í ám úr þessu stroki. Ekki er búist við að svo smáir laxar endurheimtist fyrr en ár er liðið frá slysasleppingu.

Það er ekki einfalt að reikna út þann fjölda sem sleppur út í hverri slysasleppingu. Jafnvel þó stundum sé hægt að veiða strokulaxa í net verður að teljast ólíklegt að það náist að veiða hátt hlutfall með þeim aðferðum, þar sem slíkar ráðstafanir eru oft gerðar löngu eftir að fiskurinn slapp út. Eina nákvæma leiðin til að meta strok úr netbúrum er í gegnum nákvæmt bókhald varðandi útsetningu, náttúrulegan dauða og slátraðan fisk sem síðar kemur úr kví. Í sumum tilfellum verður slíku bókhaldi illa við komið eða ekki framkvæmanlegt og oft er erfitt að fylgjast nákvæmlega með náttúrulegum dauða í kví. Þrátt fyrir þetta var mögulegt að gera allnákvæmt mat fyrir eitt tilfellið.

Allar 3 tilkynntar slysasleppingar á árinu 2018 komu frá Arnarlaxi (tafla 2-1). Hjá Arnarlaxi eru gönguseiðin bólusettt með handafli og bólusetningavélin er með teljara svo tala seiða sem fer í eldiskvíar er nákvæm. Slátrun á laxi úr kvíum er einnig nákvæm þar sem flutninglínur hafa góða teljara. Meðan á eldi stendur er dauðum fiski safnað úr sérstakri safnþró og hann talinn en sú talning er ekki nákvæm. Gögn frá aðstöðu Arnarlax við Steinanes þar sem ekkert strok hafði átt sér stað eða tilkynnt voru notuð til að meta breytileika í meðaldauða á milli eldiskvía. Heildardauði í kvíunum var metinn eingöngu út frá slátrun úr kvíum þar sem skrásettur dauði úr kvíum reyndist mjög ónákvæmur fyrir allar kvíar. Þar sem ekki virðist hafði verið neitt strok frá Steinanesi er hægt að nota mismun í útsetningu og slátrun þar til að meta meðaltöl og staðalfrávik í náttúrulegum afföllum milli kvía.



Tafla 2.3. Eldisstæði Arnarlax við Steinanes. Tölur um fjölda útsettra seiða og talningu við slátrun Eingöngu kvíar með nákvæmri talningu eru hafðar með. Meðaltal og staðalfrávik er gefið neðan við töflu.

Kví	Útsett	Slátrað	Rauntap	Tap%
5	172.100	141.137	30.963	18,0%
7	183.192	148.857	34.335	18,7%
8	194.100	168.093	26.007	13,4%
9	183.000	138.500	44.500	24,3%
10	222.432	180.650	41.782	18,8%
11	187.612	150.125	37.487	20,0%
			μ	18,9%
			σ	3,2%

Tafla2-3 sýnir að náttúruleg afföll voru mjög svipuð í öllum sex kvíunum við Steinanes, sem var að meðaltali 18,9% og staðalfrávik upp á 3,2. Þessi afföll við Steinanes voru nýtt sem viðmið fyrir aðstöðuna í Hringsdal, þar sem tvær slysasleppingar höfðu verið tilkynntar úr kvíum nr. 2 og 6 (tafla 2.4).

Tafla 2.4. Eldisstæði Arnarlax við Hringsdal. Tölur um fjölda útsettra seiða og talningu við slátrun. Göt fundust á kvíum númer 2 og 6. Tap úr kví 2 er meira en vænta má (feitletrað). Meðaltal er tekið úr öðrum kvíum en kví 2.

Kví	Útsett	Slátrað	Rauntap	Tap%
1	170.000	135.547	34.453	20,3%
2	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 Hringsdal (tafla 2.4) og svipuð og sú rýrnun sem varð við Steinanes (tafla 2.3.). Meðalafföll í þessum fimm kvíum voru 21,2 % og staðalfrávik 4,1%. Kví #2 var ekki tekin með í þennan meðaltalsútreikning þar sem hún virtist vera afbrigðileg líklegast vegna mikils laxastroks. Mögulegt strok var tilkynnt fyrir kvíar #2 og #6. Hinsvegar virtist tap á fiski ekki vera meira í # 6 en í öðrum kvíum og því var ályktað að ekki hefði verið strok úr þeirri kví. Þannig var gert ráð fyrir að allt laxastrok í Hringsdal hafi farið úr kví #2. Fjöldi strokulaxa var gróflega metinn með því að draga náttúruleg afföll frá heildaraföllum. Náttúruleg afföll í kví #2 var varlega áætluð sem 2-Sigma viðburður (95% líkur) og gert ráð fyrir normaldreifingu á náttúrulegum afföllum fyrir allar kvíar og síðan reiknað út sem

$\mu+2\sigma=21,2+2(4,1)=29,4\%$ . Fjöldi stroklaxa var því metinn á eftirfarandi hátt:

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

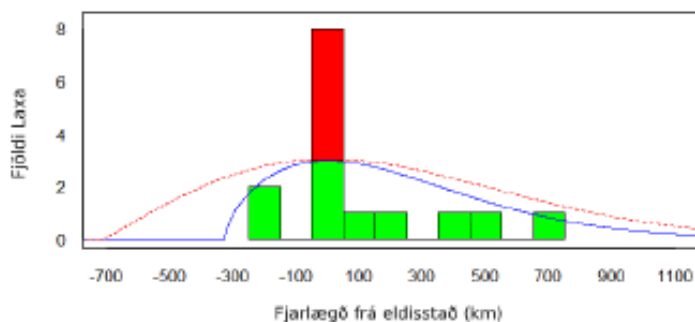
Þessi útreikningur sýnir með 95% öryggismörkum að meira en 8.500 laxar struku úr þessari kví ( $159.000 \times 5,4\% = 8600$  laxar).

Ekki var mögulegt að framkvæma sambærilega rannsókn fyrir aðstöðuna í Laugardal þar sem hinar tvær slysasleppingarnar höfðu orðið, þar sem lax hafði þar verið fluttur milli kvía og óvissa var um afföll. Með því að gera ráð fyrir svipaðri endurheimtu laxa úr báðum slysasleppingum er hægt að meta laxastrok frá Laugardal óbeint miðað við endurheimtan fjölda í ám frá hvorri aðstöðu. Þar sem rekja mátti þrjá stroklaxa til Laugardals samanborið við 12 laxa frá Hringisdal var gert ráð fyrir að 2150 ( $8.600/4$ ) laxar hefðu sloppið út í Laugardal. Heildarfjöldi strokulaxa var því metinn upp á ca. 11.000 stroklaxa en af þeim veiddust 15 í ám. Sé gert ráð fyrir 50% veiðihlutfalli ætti heildartala að vera 30 síðstrokslaxar og endurheimtan í ár því 0,27% ( $30/11.000$ ).

Tilkynnt framleiðsla í laxeldiskvíum á þessu svæði á árinu 2018 var um það bil 13.500 tonn. Sé haft til hliðsjónar að 11.000 laxar hafi strokið á svæðinu eins og hér var greint frá verður strokstuðullinn(S) 0,81 stroklax á hvert framleitt tonn af laxi (tafla 2.3).

#### 2.4 Dreifing strokulaxa

Allt laxastrok á árinu 2018 var síðbúið. Til að spá fyrir um dreifingu síðstrokinnna laxa var notaður líkindareikningur í samræmi við Weibull normaldreifingu þar sem helstu breytur voru  $\beta=2,0$  og  $\eta=1000$  . Þetta líkan sýnir normaldreifingu sem hallar sólarinnis til hægri út frá strokstað og dreifir 67% af stroklaxi innan 1000 kílómetra frá eldisstað. Þegar ofangreind gögn fyrir síðstrokslaxa frá 2018 voru sett í líkanið reyndust breyturarnar þurfa að vera  $\beta=1,5$  og  $\eta=540$  , sem er nokkuð þengri dreifing heldur en áður hafði verið spáð með líkaninu (mynd 2.1).



Mynd 2-1 Dreifing síðbúinna stroka frá árinu 2018. Tvær Weibull dreifingar eru teiknaðar yfir með stuðla  $\beta = 1.5$  og  $\eta = 540$  (blá lína) og  $\beta = 2$  og  $\eta = 1000$  (rauð punctalína). Jákvæð fjarlægð er réttisælís um Ísland

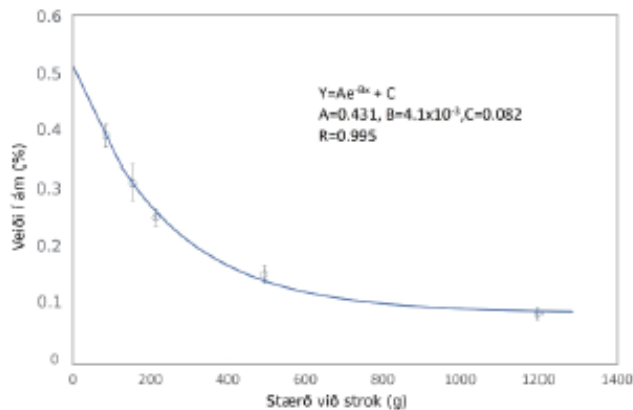
Sýnileg dreifing síðstrokslaxa á árinu 2018 virðist gefa til kynna að þeir dreifist skemur frá storkstað en áður hafði verið spáð fyrir um í reiknilíkaninu (mynd 2.1). Fjöldi storkulaxa er lítil en þessar bráðabirgðaniðurstöður styðja þá nálgun sem beitt er í áhættumatinu. Niðurstöðurnar gefa einnig til kynna að Weibull fallið sé heppilegt til að meta normaldreifingu síðbúinna stroklaxa og að þeir stuðlar sem notaðar voru hafi ekki verið fjarri lagi.

Allir laxar, sem veiddir voru sumarið 2019 í Mjólka í Arnarfirði, komu úr slysasleppingum í Hringsdal í sama firði í febrúar 2018 (mynd 2.1 rauð súla). Þetta sýnir að þessir laxar hafa dvalið og lifað lengur í sjó heldur en gert var ráð fyrir í fyrra áhættumati. Þeir 5 laxar sem veiddir voru í Mjólka 2019 voru tiltölulega nálægt eldissvæðinu, þar sem Mjólka er aðeins 26 kílómetra frá Hringsdal og 16 kílómetra frá Tjaldanes eldissvæðinu í Arnarfirði. Líklegt verður að telja að þeir hafi dvalið nærri eldiskvíunum yfir veturinn og étið tilfallandi laxafóður.

Í Noregi hefur tímasetning laxastroks verið metin með því að skoða fitusýrubúskap storkulaxa, þar sem innihald og samsetning síkra sýra er ekki sú sama fyrir laxa sem éta náttúrulegt fæði og þá sem fóðraðir eru í kvíum. Samkvæmt þessum mælingum hefur verið komist að þeirri niðurstöðu að flestir storkulaxar í norskum laxveiðiám hafi sloppið frá sjóeldisstöðvum á sama ári (Glover et.al., 2019). Íslensku niðurstöðurnar, sem byggja á erfðarannsóknunum, virðast gefa til kynna að þessi aðferðafræði gefi misvísandi niðurstöður. Nýlegar niðurstöður virðast gefa til kynna að laxar úr síðbúnum sleppingum dvelji jafnvel í ár nærri sjókvíum og éti laxafóður úr kvíunum. Því er ekki hægt að þekkja þá frá laxi sem hefur nýlega sloppið út með því að skoða fitusýrubúskap. Þessi kenning verður væntanlega staðfest við skoðun á fitusýrubúskap storkulaxa sem veiddust í Mjólka 2019.

## 2.5 Endurmat stuðla fyrir snemmstrok

Við endurmat á stuðlum fyrir snemmstrok var notast við greiningu á umfangsmiklum sleppitilraunum í Noregi. Hafrannsóknastofnun Noregs stóð fyrir röð af skipulögðum sleppingum á eldislaxi úr sjókvíum á árunum 2005-2008. Sérstaklega merktum stórseiðum (post-smolts) og fullvöxnum Atlantshafslöxum var sleppt frá mismunandi stöðum á mismunandi árstímum (Skilbrei et al., 2015). Stórseiði (post-smolts), sem sluppu á fyrsta sumri, gengu tiltölulega hratt út á haf. Lítið brot gekk til baka til hrygningar og var endurveitt eftir 1-3 ár í sjó. Í þessari skýrslu höfum við tekið gögn úr þessari rannsókn til frekari skoðunar. Sá laxafjöldi, sem veiddist í ám eftir 1-3 ár minnkaði eftir því sem meðalstærð við sleppingu jókst (50-1900 g.). Gert er ráð fyrir að veiðihlutfall hafi verið 100%, þ.e. að allir laxar sem komu til baka hafi verið veiddir. Heildarfjöldi stórseiða (post-smolts) sleppt í þessum tilraunum voru 61.344 laxar.



Mynd 2-2 Veiði snemmbúinna stroka í ám eftir 1-3 ár í sjó sem fall af strokstærð. Snemmbúinu strokunum var skipt upp í eftirfarandi hópa: 50-120 g ( $x = 85$  g; 20,178 fiskar), 140-160 g ( $x = 154$  g; 19,487 fiskar), 190-240 g ( $x = 214$  g; 17,506 fiskar), 430-580 g ( $x = 494$  g; 7,309 fiskar) og 950-2000 g ( $x = 1,200$  g; 4,163 fiskar).

Hægt er að lýsa hlutfallinu á milli stærðar við sleppingu og endurheimtu með hnígandi veldisvísisstuðli þar til lægri mörk kúrfunnar eru við 0,08% heimtu við 1000 g. sleppistærð (mynd 2.2). Í samræmi við þetta línurit má gera ráð fyrir að 200 g. strokulax hafi um 28% minni líkur á því að endurheimtast heldur en 93g. strokulax, sem er meðalstærð útsettra laxaseiða í Noregi (tafla 2.5). Á sama hátt má gera ráð fyrir að líkur á að endurheimta strokulax, sem er 500 g. við strok, séu 64 % lægri en fyrir staðlað gönguseiði (90 gr.). Þessi dæmi sýna greinilega að hægt er að nýta útsetningu á stærri laxi til að draga úr endurheimtum á snemmstroknum laxi í veiðiár.

Tafla 2.5 Spágildi hlutfallslegt endurkomuhlutfall stórseiða miðaða við endurkomuhlutfall 93 gramma seiða á grundvelli jöfnu sem sýnd er í mynd 2.2

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

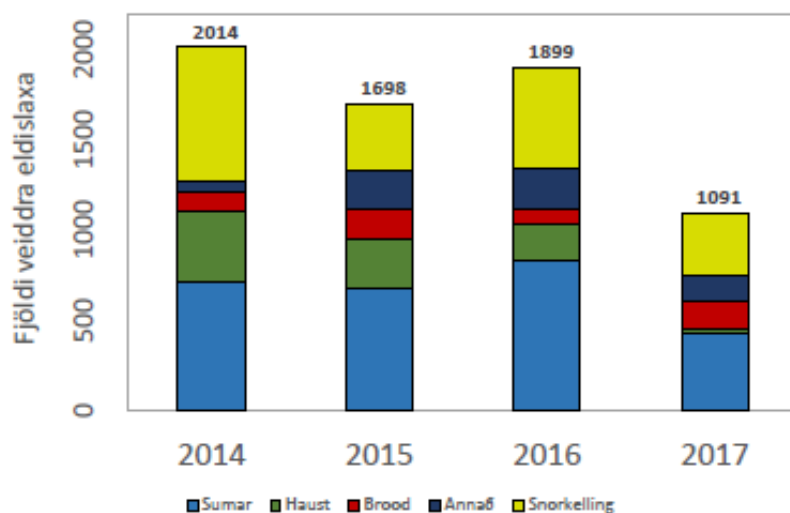
## 2.6 Endurmat stuðla fyrir síðstrok

Við endurmat á stuðlum fyrir síðstrok var notast við greiningu á niðurstöðum úr tilkynntum stroatburðum í Noregi.

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

Í Noregi er ekki hægt að rekja uppruna strolaxa með öruggum hætti til sjóeldisstöðva eins og gert er hér á landi, þar sem ekki eru reglur um að tekin séu erfðasýni úr klakforeldrum eins og gilda á Íslandi. Þannig fæst mat á göngu eldislaxa í norskar veiðiár aðallega með eftirfarandi sýnatökum (Glover et al.,2019)(sjá einnig mynd 2-3)

1. Skrásettar stangaveiðitilaunir að sumri (staðfestingar með hreisturlestri)
2. Skrásettar stangaveiðitilaunir fyrir hrygningu að hausti( staðfesting með hreisturlestri)
3. Klakveiði að hausti í tenglum við laxaræktarverkefni (staðfesting með hreisturlestri)
4. Köfunarleiðangrar í ár að hausti, sem greina eldisfiska og fjarlægja að einhverju marki, sem síðan eru greindir með hreisturlestri.



Mynd 2-3 Heildar veiði á strokulöxum í Noregi árin 2014 – 2017, hópað eftir veiðiaðferð (Glover et al.2019).

Sé tekið mið af opinberum meðaltölum um laxastrok frá norskum sjóeldisstöðvum (188.000 á ári) og um 1700 eldislöxum sem veiddir eru í norskum ám á hverju ári (2014-2017) eru endurheimtur strokulaxa í veiðiám um 0,9 %. Veiðihlutfall í stangaveiði er sennilega hærra á Ísland (50%) heldur en í Noregi, þar sem ár eru tærari og aðgengilegri. Kafarar í köfunarleiðangri geta ef til vill þekkt um 60-70% af þeim eldislöxum sem þeir sjá en nákvæmni þessarar aðferðar er óþekkt (Svenning et al.,2015)Sé tekið tillit til allra þeirra aðferða sem Norðmenn beita gerum við ráð fyrir því að veiðihlutfall í báðum löndum sé það sama eða um 50%. Ganga eldislaxa í norskar ár er því metin að vera tvöföld á við metna endurheimtu sem er 1,8 %.

Ef heildarfjöldi strokulaxa, sem ganga í ár, er þekktur getum við reiknað út endurheimtustuðul sem tekur mið af heildarframleiðslu á eldislaxi í landinu. Við höfum skilgreint slíkan stuðul, sem við köllum endurheimtustuðul strokulaxa (MRE) sem skilgreinist sem tvöföld tala strokulaxa sem veiðast á hver 1000 tonn af framleiddum eldislaxi. Útreiknuð gildi fyrir MRE (migration rate of escapees) fyrir árið 2018 eru 2.6 fyrir Noreg (1700 strokulaxar/1.3 milljón tonn x 2) en slík gildi fyrir Ísland er 2.2 (15 strokulaxar/13.500 tonn x2) sem eru svipuð gildi að teknu tilliti til nokkurrar skekkju í matinu.

Í norska vöktunarverkefninu (Aronson et al.,2019) eru engar tilraunir gerðar til að rekja uppruna laxa úr stroki og því er hvergi minnst á heimtur úr einstaka strokviðburðum. Í ljósi þessa skoðuðum við útgefnar skýrslur um veiðar á síðstroknum löxum í veiðiám, sem hægt var að rekja til einstaka slysasleppinga, til að fá eitthvað

viðmið varðandi endurheimtu. Þar sem ekki liggja fyrir erfðafræðileg gögn varðandi eldislaxa í Noregi þá byggir rakning á uppruna eldislaxa eingöngu á hreisturlestri og samanburði á stærð laxa við heimtu og stærðardreifingu í eldiskvíum við stök. Úttekt á upplýsingum í þessum skýrslum (2016-2018) varðandi veiðar á síðstrokslöxum í norskum veiðiám gefa mjög almenna mynd af heimtum eldislaxa í ár (Hellen et al.,2017; Aronsen et al.,2019 a,b; Kanstad-Hansen et al.,2017; Kambestad et al.,2017). Endurheimtuhlutfallið er reiknað út sem:

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

Aðeins koma fram laxar frá einstaka strokviðburðum í töflu 2.6

Tafla 2.6. Samantekt á niðurstöðum úr sex skýrslum frá árinu 2016 og 2018. Veiddir laxar í ám sem höfundar telja að rekja megi til tiltekins atburðar. Frá heildartölu strokulaxa er frádrægt fjöldi laxa sem veiddir eru í sjó og hafa því ekki kost á að ganga í ár. Þeir eldislaxar sem ekki eru raktir til atburðar eru ekki taldir með.

Staður	Dags	Fjöldi strokulaxa	Veiddir laxar	Veiðihlutfall
Bergdalen	24.5.2016	30.180	252	0,83%
Kvitfloget	8.7.2016	5.368	11	0,20%
Skonseng	9.9.2016	6.358	384	6,04%
Oterstegdalen	1.2.2018	8.320	208	2,50%
Geit. og Aust.	15.2.2018	106.700	82	0,08%
Frohavet	3.9.2018	15.887	36	0,23%
		172.813	973	0,56%

Meðalheimtur á eldislaxum tengdum þessum ákveðnu viðburðum miðað við það sem hafði stokið var 0.56% en mikill breytileiki milli viðburða. Vegna þess mikla magns sem slapp út við Geitryggen og Austvika hefur það mjög mikil áhrif á meðaltalið en ef þessum stöðum er sleppt hækkar meðaltalið í 1.35%. Skýrslan segir raunar að endurheimtur stroklaxa frá þessum stað hafi sennilega verið vanmetnar vegna lágrar vatnsstöðu í ám og skorts á vöktun gegnum köfun. Ekki fannst nein samsvörun milli einstakra þátta svo sem árstíma eða stærðar á slysasleppingu.

Ekki var getið um meðalstærð stroklaxa við slysasleppingu í skýrslunum. Sumar skýrslur gáfu upp mjög víða stærðardreifingu, t.d. 1-7 kg í skýrslunni um Bergdalen (Hellen et al.,2017) en allir voru skráðir sem síðbúið stök. Það var erfitt fyrir þessa skýrsluhöfunda að rekja uppruna laxanna til einstakra strokviðburða, þar sem ekki voru upplýsingar um erfðir laxanna (DNA). Á heildina litið eru þessar endurheimtur í góðu samræmi við norska vöktunarverkefnið (0.9 %).

Hér á landi er hægt að rekja uppruna strokulaxa mun nákvæmar til einstakra slysasleppinga með erfðafræðilegum aðferðum. Byggist það á ákvæði í reglugerð um fiskeldi, sem tilgreinir að nota skuli erfðafræðilegar merkingar til að rekja megi uppruna

strokulaxa til einstaka sjókvíastöðva (Reglugerð um Fiskeldi 1170/2015 grein 49<sup>1</sup>).

## 2.7. Rannsóknir á erfðablöndun með rafveiðum.

Í rannsókn Guðmundssonar et al. (2017) var DNA sýni tekið úr laxaseiðum í 16 ám á tímabilinu ágúst 2015 og í ágúst og október 2016. Gerð var rannsókn á erfðabreytileika með skoðun á 14 endurteknum stuttraða erfðamörkum sem nýtti stofngerðarforritið „STRUCTURE“ (Pritchard et al., 2000). Niðurstöður þessarar rannsóknar sýndu að strokulaxar af norskum uppruna (SAGA stofn) höfðu hrynt í nokkru magni með náttúrulegum laxi í ám sem voru í nágrenni sjókvía. Greinilega mátti sjá merki um erfðablöndun í náttúrulegum stofnum í Botnsá í Tálknafirði og Sunndalsá í Trostansfirði, sem er einn af innri fjörðum Arnarfjarðar. Í Botnsá fundust fjögur blendingseiði (WF) og tvö seiði undan hreinum eldislaxi, sem öll tilheyrðu klakárgangi 2014. Þótt sýnataka sé takmörkuð virðist helmingurinn af seiðunum í Botnsá vera undan eldislaxi. Höfundar skýrslunnar telja að blendingar séu afkomendur eldislax sem hafi hrynt í ánni, sennilega hrygna, og náttúrulegur hængur tekið þátt í hrygningunni. Ennfremur telja höfundar að seiðin séu afkvæmi strokulaxa úr viðburði sem varð í Patreksfirði í nóvember 2013 (Guðmundsson et al., 2017). Hrein afkvæmi eldislaxa væru sennilega undan tveimur strolkloxum en þó væri ekki hægt að útiloka að þeir hefðu sloppið sem seiði frá nærliggjandi seiðaeldisstöð.

Í Sunndalsá, sem er um 10 km frá sjókvíum í Fossfirði (syðsta firði Arnarfjarðar) fundust fimm blendingar og þeir tilheyrðu allir nema einn 2015 klakárgangi. Þessir blendingar voru af mjög blönduðum uppruna (WF) og í ljós kom að á árinu 2015 höfðu tveir strokulaxar komið fram við Mjólkárveikjun í Borgarfirði, sem er nyrsti innfjörðurinn í Arnarfirði. Þetta staðfesti tilvist strokulaxa á svæðinu á þessum tíma. Erfðablöndun var staðfest í öllum seiðum sem veidd voru í Sunndalsá á árunum 2011-2015. Tilkynnt var um mjög fáar slysasleppingar (strolkviðburði), sem vekur upp spurningar um smávægilegan leka á laxi úr kvíum á ári hverju á þessum tíma. Niðurstaða skýrslunnar var sú að það væru sterkar vísbendingar um erfðablöndun í þessum ám á þessu tímabili.

Hinsvegar er rétt að benda á að erfðablöndun kom aðeins fram í ám, sem voru næst eldissvæðunum, og viðkomandi ár eru með mjög litla náttúrulega laxastofna. Því eru enn nokkur vafaatriði varðandi túlkun á þessum niðurstöðum. Þegar á heildina er litið kom erfðablöndun fram í sex ám á svæðinu (tafla 2.7).

---

<sup>1</sup> Þessu til viðbótar þurfa framleiðendur laxahagna að geyma á varanlegan hátt erfðaeftni úr eldislaxi svo hægt sé á hverjum tíma að rekja uppruna veidra eldislaxa sem sloppið hafa úr kvíum. Gögn og líffræðileg sýni skal senda til Hafrannsóknastofnunar.



Tafla 2.7. Blendingar (WF) og eldis (FF) seiði rafveidd á árunum 2015 og 2016 í sex ám (Gudmundsson et al., 2017).

Vatnsfall (staður)	Fjöldi WF	Fjöldi FF
Botnsá (Arnarfjörður)	5	2
Selárdalsá (Arnarfjörður)	1	
Sunnaldalsá (Arnarfjörður)	5	
Sandsá (Önundarfjörður)	1	
Mjólká (Arnarfjörður)	7	
Bjarnardalsá (Önundarfjörður)	1	
Heild:	20	2

### 3 Umræður

Í þessari skýrslu kynnum við stærðfræðilíkan sem á að meta mögulega innblöndun á Atlantshafslaxi frá tilgreindum laxeldissvæðum í veiðiár hér á landi. Líkanið spáir fyrir um magn og dreifingu á stroklöxum í íslenskar veiðiár.

Í upprunalegri útgáfu af líkaninu voru breytur í því settar í samræmi við bestu fáanlegu niðurstöður úr erlendum rannsóknum. Í þessari skýrslu kynnum við niðurstöður tveggja ára vöktunar (2018-2019) á stroklöxum í veiðiám hér á landi. Við höfum aðlagð breytur í líkaninu í samræmi við rauntölur varðandi rakningu á uppruna eldislaxa samkvæmt erfðaupplýsingum ásamt útreikningum sem gera grein fyrir stærð þeirra strokviðburða, sem tilkynntir hafa verið. Allir stroklaxar sem komu fram við þessa tveggja ára vöktun komu úr strokviðburðum á árinu 2018 og voru stroklaxarnir allir úr síðbúnu stroki. Tveir strokviðburðir voru tilkynntir 2019 en þar sluppu stórseiði (post-smolts) út, sem ekki er búist við að endurheimtist fyrr en 2020 eða seinna eftir eitt eða fleiri ár í hafi. Vöktunin hefur því hingað til aðein gefið upplýsingar um síðbúna stroklaxa en engar upplýsingar fengist um strok gönguseiða eða stórseiða.

Hér á eftir er umfjöllun um þær breytur sem notaðar eru í áhættumatslíkaninu með samanburði á nýjum gildum og þeim sem áður voru nýtt.

#### 3.1 Mat á strokstuðli (S)

Í upprunalegri útgáfu líkansins byggði strokstuðullinn (S) á heildarframleiðslu á eldislaxi. Niðurstöður úr líkaninu voru einnig settar fram sem ráðleggingar um mestu árlega framleiðslu á eldislaxi í hverjum firði, sem gerði ráð fyrir hlutfallinu 1:1 milli árlegrar framleiðslu og mesta lífmassa í kvíum. Nýjar upplýsingar benda hinsvegar til þess að þetta hlutfall sé 0,8:1, þ.e. að árleg framleiðsla sé aðeins um 80% af mesta lífmassa. Ennfremur hefur burðarþol í sjókvíaelði verið áður metið af Hafrannsóknastofnun sem mesti lífmassi í hverjum firði. Þannig mun fjórður með 10.000 tonna burðarþol (mesta lífmassa) aðeins geta staðið undir árlegri framleiðslu upp á 8.000 tonn eða jafnvel minni

framleiðslu á svæðum með minni veltu á lífmassa. Minni velta á lífmassa þýðir einnig að ráðlögð framleiðsla á frjóum eldislögum úr fyrstu útgáfu líkansins (71.000 tonn á ári) minnkar afturvirkir niður í 57.000 tonn. Leggja verður áherslu á að framleiðslutölur á Íslandi eru langt fyrir neðan þessi mörk, þar sem framleiðslan var um 30.000 tonn á árinu 2020.

Í ljósi þessara upplýsinga hefur áhættumatslíkaninu verið breytt þannig að það sé fyllilega sambærilegt við útreiknað og samþykkt burðarþol í hverjum firði. Í uppfærðri útgáfu af líkaninu byggir strokstuðullinn (S) á mesta lífmassa af eldislaxi og niðurstöður sýndar sem ráðlagður hámarks lífmassi.

Í fyrstu útgáfu af líkaninu var strokstuðullinn ( $S = S_6 + S_5$ ) um 0,8 stroklaxar á hvert framleitt tonn á ári. Þegar búið er að endurmeta hlutfallið sem 0,8:1 þá verður þetta gildi um 0,64 stroklaxar á hvert tonn af lífmassa á ári.

Í þessu endurmati verður strokstuðullinn(S) óbreyttur sem 0,8 stroklaxar á hvert framleitt tonn, sem samsvarar 0,64 stroklögum á hvert tonn af lífmassa í viðkomandi sjókvíum. Þessi ákvörðun byggir á niðurstöðum þeirrar vöktunar sem greint hefur verið frá í skýrslunni. Mat á tilkynntum strokviðburðum gefur meðaltals strokstuðul upp á 0,81 stroklax á hvert framleitt tonn af laxi. Engin gögn liggja enn fyrir um endurheimtu laxa úr snemmstroki og því er áfram notast við 50:50 skiptingu milli snemmstroks og síðstroks í þessari útgáfu af líkaninu.

### 3.2 Breytur tengdar dreifingarstuðli fyrir snemm- og síðstrok.

Dreifingarfjarlægð síðstrokulaxa virðist vera nokkuð styttri en gert var ráð fyrir í upprunalegu líkani. Gildi  $\eta$  breytunnar var upprunalega metið sem  $\eta=1000$ , en gildi sem samsvarar  $\eta=540$  virðist samsvara betur þeirri dreifingu sem verið hefur á síðstrokulögum út frá upprunastað. Dreifing á lögum úr síðstroki er einnig með hægri hallandi dreifingu (sólarsinnis með strandstraumum) þar sem  $\beta=1.5$  í staðinn fyrir  $\beta=2.0$  í upprunalegu mati. Einnig var ljóst að sumir laxar í síðstroki dvöldu í meira en ár nálægt eldiskvíum og átu tilfallandi laxafóður.

Engin gögn liggja fyrir um fjarlægðardreifingu laxa úr snemmstroki og því var stuðlum hvað það varðar ekki breytt frá fyrra mati.

### 3.3 Mat á endurheimtu stórseiða(post-smolts) úr snemmstroki í veiðiár ( $L_5$ )

Enn hafa engin gögn fengist úr íslenska vöktunarverkefninu um endurheimtur gönguseiða og stórseiða (post-smolts), sem sleppa út. Á hinn bóginn er hægt að fá upplýsingar umfram fyrirliggjandi íslensk gögn varðandi far stórseiða með því að skoða reiknilíkön í útgefnum norskum skýrslum varðandi laxastrok (Skilbrei et al.,2015). Svo

virðist sem endurheimtur á eldisfiski sem sleppt er í sjó minnki eftir því sem laxinn er stærri við útsetningu í samræmi við hnígandi veldisvísisstuðul. Samkvæmt þessum stuðli er endurheimta 100 gr. stórseiðis úr snemmstroki í veiðiám um 0.4 % og sé gert ráð fyrir 50% veiðihlutafalli í ánni verður endurheimtan því 0.8%. Samkvæmt þessari sama línuriti er spáð að heimtur 350 gramma stroklax séu aðeins 50% af því sem gildir fyrir 93 gr. stroklax.

Eins og þegar hefur verið lýst gerir líkanið ráð fyrir heimsækni eldislaxa á sitt eldissvæði, þar sem laxar úr snemmstroki ganga til baka á eldisstað og reyna ekki að ganga í ár, sem minnkar útreiknaða endurheimtu ólínulega í samræmi við vegalengd frá veiðiá. Í raun og veru er útreiknuð endurheimta í líkaninu lægri heldur en  $L_5$  (Sjá Mynd 1.3)

#### 3.4 Mat á endurheimtu síðstrokslaxa í veiðiár ( $L_6$ )

Endurheimta laxa úr síðstroki var í upprunalega líkaninu varfærnislega metin sem 3.3 %. Þetta gildi byggði á þeirri forsendu að 15% síðstrokslaxa mundu ná kynþroska (M) miðað við að 4 af 18 mánuðum (22%) sé áhættutími. Endurheimta síðstrokslaxa var því reiknuð út sem:  $M \times R/T$  sem gerir  $0,15 \times 0,22 = 0,033$  sem samsvarar 3,3%. Hægt er að bera þetta upprunalega gildi saman við niðurstöður í norsku laxastroksskýrslunum (Tafla 2.6). Samkvæmt ofangreindum niðurstöðum og með því að gera ráð fyrir að heildarendurheimta sé tvöföld endurveiði í ám var reiknað út að meðalheimta í veiðiár hafi verið 1,12% með háum breytileika (1,2%). Tölur úr opinbera norska vöktunarverkefninu gefa hinsvegar 0,9 % veiði á stroklöxum í ám, sem gefur meðal endurheimtu (L) upp á 1,8 %. Tölur úr norska vöktunarverkefninu eru samanlögð heimta snemm- og síðstrokslaxa og taka ekki tillit til minnkunar á heimtu vegna veiða á laxi í sjó. Miðað við þessar norsku tölur um endurveiði á strokulöxum í ám má telja að þessi fyrsta tala um endurheimtu síðstrokslaxa úr líkaninu (3,3%) sé skynsamlegt fyrsta mat í anda varfærnisreglunnar.

Hinsvegar, eftir að hafa verið með vöktun í tvö ár í íslenskum veiðiám, þá virðist endurheimta síðstrokslaxa vera mun lægri en spáð var fyrir um í upprunalegu líkani. Metin endurheimta (LG) úr strokviðburði í Hringisdal var aðeins 0,26%. Þetta gildi byggist á óbeinum útreikningum á þeim fjölda sem slapp út og gæti því hugsanlega verið vanmat. Til samanburðar er sú meðalheimta, sem unnin var úr norsku vöktunarskýrslunum, metin sem 0,56-1,35% (Tafla 2-6. Í því endurmati, sem farið hefur fram, hefur endurheimta síðstrokslaxa verið endurskoðuð og lækkuð í 1,1 %. Þetta endurmetna gildi byggir á sanngjarnri málamiðlun milli niðurstaðna úr íslenska vöktunarverkefninu og norskum skýrslum um laxastrok. Strokstuðli (S) er hinsvegar ekki breytt í þessari endurskoðun.

#### 3.5 Samanburður milli Íslands og Noregs

Endanleg niðurstaða úr áhættumatslíkaninu er spá um raunverulegan fjölda kynþroska stroklaxa, sem ganga í veiðiár til hrygningar. Sé þessi tala síðan tengd við árlega framleiðslu á eldislaxi gefur það til kynna villuráf stroklaxa (MRE). Gildin fyrir slíkt villuráf eru metin sem 2,2 laxar á hver 1000 tonn framleitt á Íslandi en 2,6 laxar á hver 1000 tonn í Noregi. Sjókvíar sem notaðar eru í báðum löndum eru hannaðar í samræmi við staðalinn NS 9415 (norskur staðall 9415 fyrir útbúnað í eldiskvíum til að fyrirbyggja laxastrok). Veðurfar er erfiðara á Íslandi og því mætti búast við meira stroki. Til að gæta ýtrustu varkárni gerir endurskoðað reiknilíkan ráð fyrir MRE gildi upp á 4,3 í íslensku laxeldi.

Í þessu sambandi er hinsvegar rétt að láta það koma fram að hár MRE stuðull gefur ekki endilega til kynna að margir stroklaxar muni ganga í helstu laxveiðiár. Þegar helstu strokviðburðir eru skoðaðir í tengslum við íslenska vöktunarverkefnið virðast margir síðstrokslaxar( 8 af 15) birtast aftur nálægt upprunalegum eldisstað. Þær ár, sem um er að ræða, eru litlar og í þær ganga tiltölulega fáir náttúrulegir laxar. Svo virðist sem hluti af síðstrokslaxum haldi sig nærri kvíunum eftir strok og éti það sem til fellur af laxafóðri. Fjórir af þeim stroklöxum sem veiddust höfðu strokið fyrir einu og hálfu ári og virtust því geta bjargað sér í náttúrunni í langan tíma. Sem dæmi má taka lax númer F181304 (sjá töflu 2.2), sem veiddur var í Mjólka sumarið 2018, en hann tilheyrði engum klakárgöngum 2014-2016 og var því sennilega úr eldri árgöngum.

Í samræmi við strangar reglur er laxeldi í sjókvíum á Íslandi bannað á svæðum nærri helstu laxveiðiám (mynd 1.2). Samkvæmt því er lax- og silungselði í opnum sjókvíum aðeins mögulegt á Vestfjörðum og Austfjörðum, þar sem fáar laxveiðár er að finna og langt í verðmætar veiðiár. Því má búast við því að mjög lítill hluti síðstrokslaxa, sem líkanið tekur til, gangi í verðmætar laxveiðiár, þar sem vegalengdin á milli eldissvæðanna og viðkomandi laxveiðiáa er mjög löng. Í ljósi þeirra takmarkana sem í gildi eru hér á landi eru aðeins þrjár laxveiðiár staðsettar nærri kvíeldissvæðum og falla þannig undir mikla áhættu á verulegu villuráfi eldislaxa í þær og hugsanlegri erfðablöndun.

### 3.6 Nýtt mat á stuðlum áhættumats á grunni vöktunarniðurstaðna:

Eftirfarandi breytingar eru gerðar á stuðlum áhættumats:

Stuðlar áhættumats	Fyrri gildi	Ný gildi	Breyting
Snemmbúið strok:			
Heimsæknistuðull (H):	0,25	0,25	N
Weibull stuðlar:			
$\beta =$	2,5	2,5	N
$\eta =$	120	120	N
Endurkomuhlutfall ( $L_5$ ):	1,85%	1,5%	J
Síðbúið strok:			
Weibull stuðlar:			
$\beta =$	2	1,5	J
$\eta =$	1000	540	J
Endurkomuhlutfall: ( $L_5$ )	3,3%	1,1%	J
Strokstuðull (S) (fiskar/tonn):	0,8	0,8	N
Hlutfall síðbúið/snemmbúið:	50/50	50/50	N

### 3.7 Fyrirbyggjandi aðgerðir

Fyrirliggjandi niðurstöður sýna greinilega mikilvægi þess að hafa nægilega vegalengd milli eldissvæða og laxveiðiáa. Í Ísafjarðardjúpi eru tvæ laxveiðiár staðsettar nærri botni fjarðarins. Því er lagt til í áhættumatinu að staðsetning eldiskvía skuli vera á svæðum sem eru vestan við línu sem dregin verði milli Æðeyjar og Ögurness.

Árvakar „Riverwatcher“ laxateljarar hafa verið settir upp í báðum laxveiðiánum í Ísafjarðardjúpi (Langadalsá og Laugardalsá). Þessir teljarar eru nettengdir og því hægt að skoða beinar útsendingar af göngufiskum á heimasíðu Hafrannsóknastofnunar. Þessi heimasíða er opin almenningi og er skoðuð af okkar sérfræðingum á degi hverjum. Einnig er hægt að tengja þetta kerfi við laxagildru sem hægt er að fjarstýra frá höfuðstöðvum. Áætlað er að setja upp Árvaka í Breiðdalsá á Austfjörðum, sem liggur næst laxeldissvæðunum í þeim fjórðungi. Áætlað er að það kerfi verði komið í gagn við vorið 2021.

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

### 3.8 Þakkarorð

Vöktunarverkefnið, sem tengist stroklöxum í veiðám, varð til fyrir tilstuðlan og samvinnu margra einstaklinga, sem tilkynntu um grunsamlega fiska í ám og sendu sýni. Einnig hafa ýmis félagasamtök, stangaveiðifélög vítt og breitt um landið, áreigendur, fiskeldisfyrirtæki ásamt stofnunum og fyrirtækjum svo sem Matís ohf. svo og stjórnsýslustofnanir svo sem MAST, UST og Fiskistofa stutt við verkefnið. Við viljum hér með þakka fyrir allan stuðning og samvinnu við það að vakta fjölda stroklaxa í veiðiám hér á landi.

### 3.9 Fjármögnun

Áhættumatsverkefnið var sett af stað með fjármagni frá Atvinnuvega og Nýsköpunarráðuneytinu.

### 3.10 Viðbótargögn

Endurskoðað áhættumat URL: <https://ahaettumat.shinyapps.io/Hafro2020/>

## Heimildir

- Aronsen, T., Berntsen, H. H., Johansen, M. R., Moe, K., and Næsje, T.F. (2019a). Overvåkning av rømt oppdrettslaks i Trøndelag etter rømminger fra lokalitetene Geitryggen og Austvika i 2018. *NINA Rapport 1636*. Norsk institutt for naturforskning.
- Aronsen, T., Bakke G, Barlaup, B. Hårdensson Berntsen, J.H., Diserud, O., Fiske, P., Fjeldheim, P.T., Florø Larse, B., Glover, K., Heino, M., Husebø, Å., Næsje, T., Skoglund, H., Sollien, V.P., Sæggrov, H., Urdal, K., and Wennevik, V. (2019). *Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2018*. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/fisken-og-havet-2019-4#sec-romt-oppdrettslaks-i-vassdrag-2018>
- Aronsen, T., Järnegren, J., Florø-Larsen, B., Holthe, E., Ulvan, E. M., Bremset, G., Sollien, V. P., Østborg, G. M., Lam-berg, A., and Næsje, T. F. (2019b). Overvåkning av rømt oppdrettslaks i elv og sjø etter rømming fra havmerd i Frohavet høsten 2018. *NINA Rapport 1700*. Norsk institutt for naturforskning.
- Barson, N., Aykanat, T., Hindar, K., Baranski, M., Bolstad, G., Fiske, P., Jacq, C., Jensen, A., Johnston, S., Karlsson, S., Kent, M., Moen, T., Niemelä, E., Nome, T., Næsje, T., Orell, P., Romakkaniemi, A., Sæggrov, H., Urdal, K., Erkinaro, J., Lien, S., and C.P., P. (2015). Sex-dependent dominance at a single locus maintains variation in age at maturity in salmon. *Nature*, 528:405–408.
- Baskett, M. L., Burgess, S. C., & Waples, R. S. (2013). Assessing strategies to minimize unintended fitness consequences of aquaculture on wild populations. *Evolutionary Applications*, 6: 1090–1108.
- Berdahl, A., Westley, P. A. H., Levin, S. A., Couzin, I. D., and Quinn, T. P. (2016). A collective navigation hypothesis for homeward migration in anadromous salmonids. *Fish and Fisheries*, 17:525–542.
- Blair, G. and Jason, V. (2014). Offshore Mariculture Escapes Genetic/Ecological Assessment (OMEGA) Model, version 1.0. Model overview and user guide. *ICF International*.
- Bolstad, G. H., Hindar, K., Robertsen, G., Jonsson, B., Sæggrov, H., Diserud, O. H., Fiske, P., Jensen, A. J., Urdal, K., Næsje, T.F., Barlaup, B. T., Florø-Larsen, B., Lo, H., Niemela, E., and Karlsson, S. (2017). Gene flow from domesticated escapes alters the life history of wild Atlantic salmon. *Nature Ecology & Evolution*, 1(5).
- Bradbury, I.R., Duffy, S., Lehnert, S.J., Johannsson, R., Fridriksson, J.H., Castellani, M., Burgetz, I., Sylvester, E., Messmer, A., Layton, K., Kelly, N., Dempson, J. B., Fleming, I. A. (2020) Model-based evaluation of the genetic impacts of farm-escaped Atlantic salmon on wild populations. *Aquaculture Environment Interactions*, 12:45-59
- Castellani, M., Heino, M., Gilbey, J., Araki, H., Svasand, T., and Glover, K. A. (2018). Modeling

fitness changes in wild Atlantic salmon populations faced by spawning intrusion of domesticated escapees. *Evolutionary Applications*, 11:1010–1025.

Castellani, M., Heino, M., Gilbey, J., Araki, H., Svåsand, T., and K.A., G. (2015). Ibsem: An individual-based Atlantic salmon population model. *PLoS One*.

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

Einarsson, S. and Gudmundsdóttir, A. (2017). Vöktunarrannsóknir á laxastofni Laxár í Dölum 2016. HV 2017-21.

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

Fiskeridirektoratet (2019a). *Matfiskproduksjon av laks, regnbueørret og ørret*. <https://www.fiskeridir.no/content/download/7619/95508/version/47/file/sta-laks-mat-06-salg.xlsx>

Fiskeridirektoratet (2019b). Rømmingsstatistikk. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Roemningsstatistikk>

Fleming, I., Jonsson, B., Gross, M., and Lamberg, A. (1996). An experimental study of the reproductive behaviour and success of farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Applied Ecology*, 33:893—905.

Fleming, I. A., Hindar, K., Mjølnerod, I. B., Jonsson, B., Balstad, T., and Lamberg, A. (2000). Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 267:1517–1523.

Gilbey, J., Coughlan, J., Wennevik, V., Prodohl, P., Stevens, J. R., de Leaniz, C. G., Ensing, D., Cauwelier, E., Cherbonnel, C., Consuegra, S., Coulson, M. W., Cross, T. F., Crozier, W., Dillane, E., Ellis, J. S., Garcia-Vazquez, E., Griffiths, A. M., Gudjonsson, S., Hindar, K., Karlsson, S., Knox, D., Machado-Schiaffino, G., Meldrup, D., Nielsen, E. E., Olafsson, K., Primmer, C. R., Prusov, S., Stradmeyer, L., Vaha, J.-P., Veselov, A. J., Webster, L. M. I., McGinnity, P., and Verspoor, E. (2018). A microsatellite baseline for genetic stock identification of European Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 75:662–674.

Glover, K., Solberg, M., McGinnity, P., Hindar, K., Verspoor, E., Coulson, M., Hansen, M., Araki, H., Skaala, O., and Svåsand, T. (2017). Half a century of genetic interaction between farmed and wild Atlantic salmon: Status of knowledge and unanswered questions. *Fish and Fisheries*, 18: 890–927.



- Glover, K. A. (2010). Forensic identification of fish farm escapees: the Norwegian experience. *Aquaculture Environment Interactions*, 1:1–10.
- Glover, K. A., Pertoldi, C., Besnier, F., Wennevik, V., Kent, M., & Skaala, Ø. (2013). Atlantic salmon populations invaded by farmed escapees: Quantifying genetic introgression with a Bayesian approach and SNPs. *BMC Genetics*, 14: 4.
- Glover, K. A., Quintela, M., Wennevik, V., Besnier, F., Sørvik, A. G. E., & Skaala, O. (2012). Three decades of farmed escapees in the wild: A spatio-temporal analysis of population genetic structure throughout Norway. *PLoS One*, 7: e43129.
- Glover, K. A., Skilbrei, O. T., and Skaala, O. (2008). Genetic assignment identifies farm of origin for Atlantic salmon *Salmo salar* escapees in a Norwegian Fjord *ICES Journal of Marine Science*, 65:912–920.
- Glover, K. A., Urdal, K., Naesje, T., Skoglund, H., Floro-Larsen, B., Ottera, H., Fiske, P., Heino, M., Aronsen, T., Saegrov, H., Diserud, O., Barlaup, B. T., Hindar, K., Bakke, G., Solberg, I and Lo, H., Solberg, M. F., Karlsson, S. Skaala, O., Lamberg, A., Kanstad-Hanssen, O., Muladal, R. Skilbrei, O. T. and Wennevik, V. (2019). Domesticated escapees on the run: the second-generation monitoring programme reports the numbers and proportions of farmed Atlantic salmon in > 200 Norwegian rivers annually. *ICES Journal of Marine Science*, 76:4 1151–1161.
- Green, D. M., Penman, D. J., Migaud, H., Bron, J. E., Taggart, J. B., and McAndrew, B. J. (2012). The impact of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on catch statistics in Scotland. *PLoS One* 7(9): e43580.
- Gudbergsson, G. (2016). Lax- og silungsveidin 2015. VMST/16026.
- Gudbergsson, G. and Einarsson, S. M. (2004). Hlutfall merktra laxa sem sleppt er og veiddust oftast en einu sinni í íslenskum ám sumarið 2003. VMST-R/0410, page 9.
- Gudbergsson, G. and Einarsson, S. M. (2007). Áhrif veiða og sleppa á laxastofna og veiðitölur. *Fræðabing landbúnaðarins*, 4: 196–204.
- Gudbergsson, G. and Sigthorsson, O. (2007). Lax sem meðafli íslenskra fiskiskipa (salmon as a by-catch on Icelandic fishing vessels). *Veiðimaðurinn*, 182:46–49.
- Gudjonsson, S. (1991). Occurance of reared salmon in natural salmon rivers in Iceland. *Aquaculture*, 98:133–142.
- Gudjonsson, S., Jonsson, I., and Antonsson, T. (2005). Migration of Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolt through the estuary area of River Ellidaár in Iceland. *Environmental Biology of Fishes*, 74:291–296.
- Gudjonsson, S. and Scarnecchia, D. (2013). "Even the evil needs a place to live": Wild salmon,

salmon farming, and zoning of the Icelandic coastline. *Fisheries*. 34: 477-486

Gudmundsson, L., Magnúsdóttir, R. Th., G. J., and Einarsson, S. (2017). Genetic introgression of non-native farmed salmon into Icelandic salmon populations, *HV 2017-031. Hafrannsóknastofnun*.

Gudmundsson, L. A., Gudjónsson, S., Marteinsdóttir, G., Scarnecchia, D. L., Daniëlsdóttir, A. K., and Pampoulié, C. (2013). Spatio-temporal effects of stray hatchery-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*) on population genetic structure within a 21 km-long Icelandic river system. *Conservation Genetics*, 14:1217–1231.

Gunnarsson, V. and Beck, E. (2003a). Slysasleppingar á eldislaxi á árinu 2003. 2003 - kynþroskahlufall og endurheimtur. Fiskistofa.  
[http://www.fiskistofa.is/media/laxa\\_silungssvid/VGslasaskyrsla2004-002.pdf](http://www.fiskistofa.is/media/laxa_silungssvid/VGslasaskyrsla2004-002.pdf)

Gunnarsson, V.I. (2002). Hugsanleg áhrif eldislaxa á náttúrulega laxastofna. *Gefid út af embætti veidimálastjóra*, 67. <https://sjavarutvegur.is/wp-content/uploads/2016/12/VIG2002-hugsanleg-ahrif-eldislaxa.pdf>

Gunnarsson, V. I. (2007). Reynsla af sjókvíaeldi á Íslandi. *Hafrannsóknastofnunin, Fjölrit*, 136.

Gudmundsson, L. (2014). Upprunagreining á löxum veiddum í Patreksfirði í júlí 2014.

Gudmundsson, L., Gudbergsson, G., Jóhannesdóttir, H., and Njardardóttir, E. (2014). Rannsóknir á löxum veiddum í Patreksfirði í ágúst 2014. *Veidimálastofnun*

Hansen, L. (2006). Migration and survival of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released from two Norwegian fish farms. *ICES Journal of Marine Science*, 63:1211–1217.

Hellen, B. A., Kambestad, M., Kållås, S., and Urdal, K. (2017). Gjenfangst av oppdrettslaks etter rømming fra lokaliteten Bergadalen i Hardangerfjorden, mai 2016. *Rådgivende Biologer AS / 2275*.

Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Karlsson, S., Bolstad, G., Foldvik, A., Wennevik, V., Bremset, G., and Rosten, C. (2016). Evaluering av nasjonale laksevassdrag og nasjonale laksefjorder: Rømt oppdrettslaks, genetisk innkryssning og bestandsstatus. *NINA Rapport 1461*.

Hindar, K., Fleming, I. A., McGinnity, P., and Diserud, O. (2006). Genetic and ecological effects of salmon farming on wild salmon: modelling from experimental results. *ICES Journal of Marine Science*, 63:1234–1247.

Huisman, J., & Tufto, J. (2012). Comparison of non-gaussian quantitative genetic models for migration and stabilizing selection. *Evolution*, 66: 3444–3461.

ICES 2019. Working group of the North Atlantic Salmon (WGNAS) ICES Scientific Reports. 1:16. 368pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.4978>

Isaksson, A., Oskarsson, S., and Gudjonsson, T. (2002). Occurrence of tagged Icelandic salmon in

- the salmon fisheries at west Greenland and within the Faroese fishing zone 1967 through 1995 and its inference regarding the oceanic migration of salmon from different areas of Iceland. [www.veidimalastjori.is](http://www.veidimalastjori.is)
- Jónsson, I., Antonsson, T., and Guðjónsson, S. (2008). Relation between stock size and catch data of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Icel. Agric. Sci.* 21.
- Jónsson, I. R. and Antonsson, T. (2004). Laxar af eldisuppruna endurheimtir á Austurlandi sumarið 2003. *Veidimálastofnun. VMST-R/0403*, page 14.
- Jónsson, I. R., Antonsson, T., and Guðjónsson, S. (2008). Relation between stock size and catch data of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Icel. Agric. Sci.*, 21:61–68.
- Kambestad, M., Sikveland, S. E., and Urdal, K. (2017). Gjenfangst av oppdrettslaks etter rømming fra lokaliteten 13345 Oterstegdalen i 2018. *Rådgivende Biologer AS / 2816*.
- Kanstad-Hanssen, O., Lamberg, A., and Muladal, R. (2017). Overvåking av elver og uttak av rømt oppdrettslaks - tiltak etter rømming fra Salmar Nord's lokalitet Kvitfloget i 2016. *Salmar-Nord AS*.
- Karlsson, S., Diserud, O. H., Fiske, P., and Hindar, K. (2016). Widespread genetic introgression of escaped farmed Atlantic salmon in wild salmon populations. *ICES Journal of Marine Science*, 73:2488–2498.
- Karlsson, S., Moen, T., Lien, S., Glover, K., and Hindar, K. (2011). Generic genetic differences between farmed and wild Atlantic salmon identified from a 7ksnp-chip. *Molecular Ecology Resources*, 11:247—253.
- Lema, S. and Nevitt, G. (2004). Evidence that thyroid hormone induces olfactory cellular proliferation in salmon during a sensitive period for imprinting. *Journal of Experimental Biology*, 207:3317–3327.
- Liu, Y., Diserud, O., Hindar, K., and A., S. (2013). An ecological–economic model on the effects of interactions between escaped farmed and wild salmon (*Salmo salar*). *Fish and Fisheries*, 14:158–173.
- Lura, H., O. F. (1994). Content of synthetic astaxanthin in escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., ascending Norwegian rivers. *Fisheries Management and Ecology* 1:205 - 216
- McGinnity, P., Prodöhl, P., Ferguson, A., Hynes, R., Ó Maoiléidigh, N., Baker, N., Cotter, D., O’Hea, B., Cooke, D., Rogan, G., Taggart, J., and Cross, T. (2003). Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as a result of interactions with escaped farm salmon. *Proceedings of the Royal Society B*, 270:2443–2450.
- McGinnity, P., Stone, C. and Taggart, J. B. C. D., and Cotter, D. and Hynes, R. F. A. (1997). Genetic

impact of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on native populations: Use of DNA profiling to assess freshwater performance of wild, farmed, and hybrid progeny in a natural river environment. *ICES Journal of Marine Science*, 54:998–1008.

Ministry of Agriculture (2004). Advertisement on conservation areas, where the salmon farming in sea cages is prohibited. [http://www.fiskistofa.is/media/laxa\\_silungssvid/460-2004.pdf](http://www.fiskistofa.is/media/laxa_silungssvid/460-2004.pdf)

Olafsson, K., Hjorleifsdottir, S., Pampoulie, C., Hreggvidsson, G. O., and Gudjonsson, S. (2010). Novel set of multiplex assays (SalPrint15) for efficient analysis of 15 microsatellite loci of contemporary samples of the Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Molecular Resources*, 10:533–537.

Olafsson, K., Pampoulie, C., Hjorleifsdottir, S., Gudjonsson, S., and Hreggvidsson, G. O. (2014). Present-Day Genetic Structure of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in Icelandic Rivers and Ice-Cap Retreat Models. *PLOS ONE*, 9.

Working Group on North Atlantic Salmon (2015). WGNAS Stock Annex for Atlantic salmon. ICES. [http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/acom/2016/WGNAS/wgnas\\_2016.pdf](http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/acom/2016/WGNAS/wgnas_2016.pdf)

Piccolo, J. and Orlikowska, E. (2012). A biological risk assessment for an Atlantic salmon (*Salmo salar*) invasion in Alaskan waters. *Aquatic Innovations*, 7:259–270.

Pritchard, J., Stephens, M., and Donnelly, P. (2000). Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155:945–959.

Putman, N. F., Lohmann, K. J., Putman, E. M., Quinn, T. P., Klimley, A. P., and Noakes, D. L. G. (2013). Evidence for Geomagnetic Imprinting as a Homing Mechanism in Pacific Salmon. *Current Biology*, 23:312–316.

Skaala, O., Glover, K. A., Barlaup, B. T., Svasand, T., Besnier, F., Hansen, M. M., and Borgstrom, R. (2012). Performance of farmed, hybrid, and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) families in a natural river environment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69:1994–2006.

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

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

Svenning M. A., Kanstad-Hanssen Ø., Lamberg A., Strand R., Dempson J. B., Fauchald P. (2015) Oppvanding og innslag av oppdrettslaks i norske lakseelver; basert på videoovervåking, fangstfeller og drivtelling. *NINA Rapport*, 1104. 53 pp.

- Taranger, G. L., Karlsen, O., Bannister, R. J., Glover, K. A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B. O., Boxaspen, K. K., Bjorn, P. A., Finstad, B., Madhun, A. S., Morton, H. C., and Svåsand, T. (2015). Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science*, 72:997–1021.
- Verspoor, E. (2017). Population structuring in Scottish Atlantic salmon (popmod). Personal communication.
- Vidarsson, F. and Gudjónsson, S. (1991). Hlutdeild eldislaxa í ám við Faxaflóa. *VMST-R/91015*, page 49.
- Vidarsson, F. and Gudjónsson, S. (1993). Hlutdeild eldislaxa í ám á sv-horni landsins, samkvæmt hreisturslestri. *VMST-R/93015*, page 38.
- Youngson, A., Webb, J., MacLean, J., and Whyte, B. (1997). Frequency of occurrence of reared Atlantic salmon in Scottish salmon fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 54:1216–1220.

## Viðauki 21: Seyðisfjörður – botndýrarannsókn júlí 2019



### Seyðisfjörður

Þorleifur Eiríksson  
Guðmundur Víðir Helgason  
Þorgerður Þorleifsdóttir

ISSN 2547-6696  
ISBN 978-9935-514-03-5

RORUM 2019 006

---

RORUM ehf.  
Brynjólfsgrata 5 • 107 Reykjavík • +354 577 3337 • +354 864 7999 • [rorum@rorum.is](mailto:rorum@rorum.is) • [www.rorum.is](http://www.rorum.is)

## Lykilsíða

Skýrsla: RORUM 2019 006	Dags.: 21.05.2019	Dreifing: Opin	Fjöldi síðna: 14
ISSN 2547-6696		ISBN 978-9935-514-03-5	
Heiti skýrslu: Seyðisfjörður			
Höfundar: Porleifur Eiríksson Guðmundur Víðir Helgason Porgerður Porleifsdóttir		Verkefnisstjóri: Þórður Þórðarson	
Framkvæmd: RORUM			
Unnið fyrir: Fiskeldi Austfjarða/ Ice Fish Farm			
<p>Útdráttur:</p> <p>Fiskeldi Austfjarða (kt: 520412-0930) óskaði eftir því að RORUM gerði rannsókn á hryggleysingjum á botni Seyðisfjarðar. Sýnatökustaðir voru valdir í samræmi við ISO 12878:2012 staðalinn á fyrirhuguðum eldissvæðum Fiskeldis Austfjarða í Seyðisfirði.</p> <p>Í skýrslunni er yfirlit yfir tegundir og hópa sem fundust í rannsókninni.</p> <p>Botndýralíf á einstökum svæðum í Seyðisfirði sker sig ekki frá nálægum svæðum og því verða ekki varanleg neikvæð áhrif vegna fiskeldis þar sem fyrri fjölbreytileika verður náð eftir hvíld.</p>			
Lykilorð: Botndýrafána, Botndýrasamfélög, Austfirðir, Seyðisfjörður.			
Keywords: Bottom fauna, Bottom communities, East coast of Iceland, Seyðisfjordur.			

**Efnisyfirlit**

Lykilsíða .....	2
Efnisyfirlit.....	3
Útdráttur.....	4
Inngangur.....	4
Aðferðir .....	4
Niðurstöður .....	6
Fjölbreytni.....	12
Umræður .....	12
Þakkir .....	13



## Útdráttur

Fiskeldi Austfjarða (kt: 520412-0930) óskaði eftir því að RORUM gerði rannsókn á hryggleysingjum á botni Seyðisfjarðar. Sýnatökustaðir voru valdir í samræmi við ISO 12878:2012 staðalinn á fyrirhuguðum eldissvæðum Fiskeldis Austfjarða í Seyðisfirði.

Í skýrslunni er yfirlit yfir tegundir og hópa sem fundust í rannsókninni.

Botndýralíf á einstökum svæðum í Seyðisfirði sker sig ekki frá nálægum svæðum og því verða ekki varanleg neikvæð áhrif vegna fiskeldis þar sem fyrri fjölbreytileika verður náð eftir hvíld.

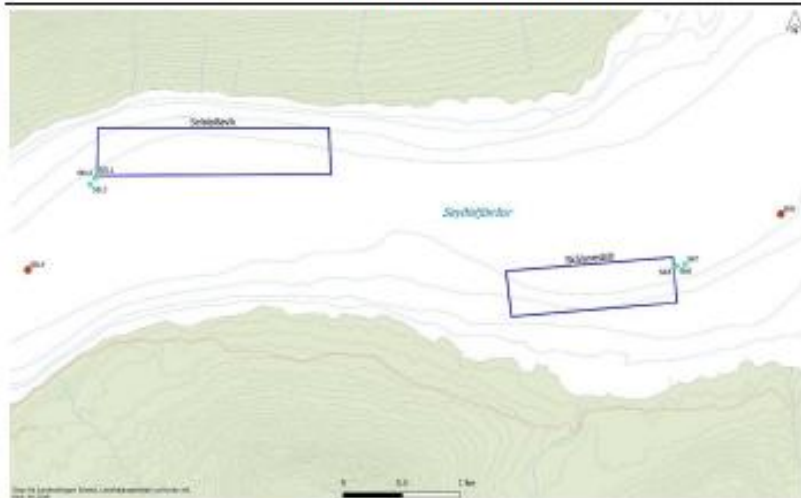
## Inngangur

Undir fiskeldiskvíum safnast upp lífrænt efni, bæði skítur og fóðurleifar. Sé fiskeldi mikið og í langan tíma safnast upp mikið magn. Botndýralíf breytist mikið, fjölbreytni minnkar og fjöldi einstaklinga einnig, þó að einstaklingsfjöldi einstakra tegunda geti aukist tímabundið. Sé þessi uppsöfnun langvarandi getur það leitt til aldauða hryggleysingja. Til að hindra það og gera það mögulegt að eðlileg fjölbreytni dýralífs geti endurnýjast er nauðsynlegt að hvíla svæði fyrir fiskeldi reglulega. Nauðsynlegur hvíldartími fer eftir eldismagni og eldistíma. Það er einnig mikilvægt að skilja hvenær botndýrasamfélög hafa endurnýjast, þó svo að allar tegundir sem búast mætti við séu ekki komnar. Ákvörðun hvíldartíma er mjög mikilvæg með tilliti til þess hvort svæði geti endurnýjast með eðlilegri fjölbreytni botndýralífs (Þorleifur Eiríksson og Þorleifur Ágústsson, 2007).

Rannsóknir á botndýralífi hafa verið gerðar í mörgum Austfjarða. Gerðar hafa verið rannsóknir í Berufirði (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2004; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2007; Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl. 2012; Erlín Emma Jóhannsdóttir og Cristian Gallo 2015), Stöðvarfirði (Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl. 2017), Reyðarfirði (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2003a; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2003a; Jörundur Svavarsson 1999; Guðmundur Víðir Helgason o.fl. 2017), Mjóafirði (Jörundur Svavarsson og Guðmundur Víðir Helgason 2001; Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2003b), Norðfirði (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2003c; Þorleifur Eiríksson 2003b,c) og Fáskrúðsfirði (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2004).

## Aðferðir

Öll sýni voru tekin í Seyðisfirði við fyrirhugaðar sjókvíar Fiskeldis Austfjarða. Fiskeldi Austfjarða lagði til bát, skipstjóra og aðstoðarmann.



Mynd 1: Sýnatökusvæði í Seyðisfirði.

Tekin voru sýni á 2 svæðum í Seyðisfirði (Mynd 1). Á báðum svæðum voru tekin greiparsýni. Teknar stöðvar voru innan svæðis, 0m, 30m og 100m frá fyrirhugaðri kví, og ein greip var tekin 1 km frá fyrirhugaðri kví til viðmiðunar. Á hverri stöð voru tekin 3 greiparsýni með Van Veen botngreip sem voru meðhöndluð með formalíni til að skoða botndýrafánu.

Á Rannsóknarstofu voru greiparsýnin sigtuð með 500 µm sigti. Týnt var úr 1/8 hluta sýnisins, það greint til tegunda eða hópa og talið.

### Mat á fjölbreytni

Fjölbreytni var metin með Shannon  $H'$  fjölbreytnistuðli (Grey et. al 1992; Brage og Thélin 1993).

Shannon-Wiener fjölbreytnistuðullinn  $H'$ :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

þar sem:

$S$  = fjöldi tegunda,

$p_i$  = hlutdeild af heildarsýni, sem tilheyrir tegund  $i$ .

Þessi hækkar eftir því sem fjölbreytileiki eykst og er stuðullinn hæstur

$$H'_{max} = - \sum_{i=1}^S \frac{1}{S} \log_2 \frac{1}{S} = \log_2 S$$

fjöldi einstaklinga er sá sami hjá öllum tegundum.

Einsleitnistuðullinn  $J'$ , er nátengdur Shannon-Wiener stuðlinum, en sýnir hvort jafnræði er milli tegunda, eða ein eða fáar tegundir eru sérstaklega áberandi. Stuðullinn lækkar þegar það gerist, en hann getur mest orðið 1.

Einsleitnistuðullinn  $J'$ :

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

## Niðurstöður

Ekki fundust lifandi kalkþörungur á svæðinu eða utan þess.

Niðurstöður botndýrarannsóknna eru í töflu 1 og talningar úr einstökum sýnum eru í töflum 2 og 3.

Tafla 1. Tegundir sem fundust á eftir stöðvum í Seyðisfirði.

Flokkun	Tegund / hópur	Ísl heiti	Sel				Skb			
			1	Sel 2	Sel 3	V	1	Skb 2	3	Skb V
Nemerte a	Nemertea	Ranaormar	1,3	8,0	5,3	8,0	1,3	5,3	4,3	5,3
Sipuncula	Sipuncula	Sæbelgir						1,3		
Mollusca		Lindýr								
	Bivalvia	Samlokur								
	Mytilidae									
	Mytilidae juv				1,3		1,3	2,7		
	Tellinidae									
	Macoma calcarea	Hallloka					1,3	1,3		
	Nuculanida									
	Nuculanidae									
	Nuculana pernula	Trönuskel	2,7	0,3	1,3	0,3		1,3	2,7	
	Yoldiidae									
	Yoldia hyperborea	Kolkuskel							1,3	
	Nuculida									
	Nuculidae									
	Ennucula tenuis	Gljähnytla	6,7	8,3	5,3		22,7	8,0	17,3	2,7
Annelida		Liðormar								
Oligochaeta		Ánar								
	Tubificoides kozloffii				1,3	1,3		6,7	1,3	1,3

Polychaeta	Burstaormar								
Sedentaria									
Sabellidae									
Euchone sp		2,7	1,3	8,0	9,3	4,0	4,0	8,0	5,3
Euchone papilosa		2,7	0,3		0,3	2,7	2,7		
Terebellida									
Terebellidae									
Terebellidae juv		2,7	2,7						2,7
Artacama proboscidea					1,3				
Polycirrus sp									2,7
Laphania boeckii						4,0			2,7
Proclea malmgreni					2,7			1,3	1,3
Nicolea zostericola									0,3
Neoamphitrite sp									0,3
Oweniidae									
Galathowenia oculata	Leirglyrna	4,0	2,7	12,0	2,7	0	32,0	34,7	28,0
Owenia sp				1,3		5,3	1,3	1,3	
Trichobranchidae									
Terebellides stroemi		6,7	10,7	14,7	9,3	4,0	9,3	3	13,0
Ampharetidae									
Ampharete sp		1,3	1,3		2,7				1,3
Ampharete borealis			5,3	2,7	4,0	9,3	4,0	7	10,0
Ampharete petersenae									4,0
Ampharete petersenae									1,3
Cirratulidae									
Chaetozone setosa		13,3				48,0		46,0	
		3	13,3	38,7	6,7	0	73,3	7	81,3
Spionida									
Spionidae									
Spio sp		4,0		5,3		2,7	5,3		
Spio limicola				8,0					2,7
Prionospio steenstrupi		65,3	36,0	26,7	0	18,7	17,3	3	29,3
Apistobranchidae									
Apistobranchus tullbergi									2,7
Capitellidae									
Mediomastus fragilis		5,3	2,7					1,3	4,0
Heteromastus filiformis				1,3			4,0		4,0
Capitella capitata			1,3		1,3				
Maldanidae									
Maldanidae juv			1,3					1,3	
Maldane sarsi				4,0	8,0		2,7	2,7	26,0
Rhodine gracilior									7
									1,3

Levinsenia gracilis					10,7	12,0	5,3	5,3
Orbiniidae								
Orbinidae					1,3			
Scoloplos armiger	Roðamaðkur	5,3	4,0	1,3		1,3	1,3	12,0
Opheliidae								
Ophelina acuminata		3,0	1,3					1,3
Cossuridae								
Cossura pygodactylata	Langbráður	17,3	122,7	12,0	12,0	244,0	38,7	34,7
Eunicida								
Lumbrineridae								
Scoletoma fragilis		4,0	1,3	5,3	1,3	1,3	8,0	8,0
Dorvilleidae								
Parugia nigridentata		6,7	1,3		4,0	2,7	1,3	2,7
Errantia								
Phyllodocida								
Phyllodocidae								
Phyllodoce maculata								1,3
Eteone longa	Leirulaufi	2,7			1,3		1,3	2,7
Syllidae								
Syllis armillaris						2,7		
Syllides longocirratus		1,3	2,7		4,0		4,0	2,7
Exogene verrugera					8,0		2,7	50,7
Glyceridae								
Glycera capitata								1,3
Nephtyidae								
Nephtys sp		2,7	2,7	1,7	1,3			1,3
Sphaerodoridae								
Sphaerodoridium guerritai					1,3			
Sphaerodoropsis sp			2,7					
Crustacea								
Tanaidacea	Þvengflær							
Leptognathia sp			12,0			1,3		2,7
Leptognathia gracilis		4,0	2,7	4,0				1,3
Cumacea	Pungrækjur							
Leucon sp			2,7				1,3	
Isopoda	Jafnfætiur							
Isopoda								2,7
Munna sp							2,7	
Amphipoda	Marflær							
Amphipoda		1,3	1,3	1,3		1,3		1,3
Oedicerotidae								
Oedicerotidae		2,7						
Ophiuroidea	Slöngustjörmur							

Ophiuridae									1,3	1,3
Fjöldi tegunda/ hópa	21	22	27	23	23	26	29	35		
Fjöldi einstaklinga	144	130	299	102	201	459	243	556		

Heildar tegundafjöldi er mikill á báðum rannsóknarsvæðunum. Fleiri tegundir fundust í Skálabót en Selvík. Faunan einkennist af burstaormum eins og búast má við á leðjubotni. Algengastu tegundirnar eru langbráður (*Cossura pygodactylata*), leirglyrna (*Galathowenia oculata*), *Chaetozone setosa*, *Prionospio steenstrupi*, *Euchone* sp. og skeljarnar: trónuskel og gljáhnytla.

Tafla 2. Talningar úr einstökum sýnum við Selstaði.

Tegund / hópur	Stöð	Sel1	Sel1	Sel1	Sel2	Sel2	Sel2	Sel3	Sel3	Sel3	SelV	SelV	SelV
	Greip nr.	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 1	Gr 2	Gr 3
Nemertea			4		16	8			4	12	8	12	4
Sipuncula													
Priapulus caudatus													
Mytilidae juv										4			
Macoma calcarea													
Nuculana pernula		8			1				4			1	
Yoldia hyperborea													
Ennucula tenuis		8	4	8	9	4	12	4	4	8			
Tubificoides kozloffii										4		4	
Euchone sp			8				4	4	12	8	8	16	4
Euchone papilosa				8	1						1		
Terebellidae juv		8			8								
Artacama proboscidea											4		
Polycirrus sp													
Laphania boeckii													
Proclea malmgreni													8
Nicolea zostericola												1	
Neoamphitrite sp											1		
Galathowenia oculata			8	4	8			4	4	28	4		4
Owenia sp										4			
Terebellides stroemi		8	8	4	8	4	20	20	12	12	20	4	4
Ampharete sp				4			4				8		
Ampharete borealis					16			4		4	4	8	
Ampharete petersenae													
Chaetozone setosa		16	8	16	8	24	8	12	8	96		16	4
Spio sp				12						16			
Spio limicola								4	20				
Prionospio steenstrupi		48	64	84	24	20	64	16	48	16	28	28	16



	Seyðisfjörður		ÞE/GVH/ÞP								11	
<i>Ennucula tenuis</i>	40	16	12	8	8	8	24	8	20	4	4	
<i>Tubificoides kozloffii</i>					16	4	4			4		
<i>Euchone</i> sp		4	8		4	8	16		8			16
<i>Euchone papilosa</i>	8			8								
Terebellidae juv												8
<i>Artacama proboscidea</i>												
<i>Polycirrus</i> sp												8
<i>Laphania boeckii</i>	8	4										8
<i>Proclea malmgreni</i>									4		4	
<i>Nicolea zostericola</i>												
<i>Neoamphitrite</i> sp												
<i>Galathowenia oculata</i>	56	24	16	56	20	28	32	16	36	4	20	40
<i>Owenia</i> sp	8	8				4			4			
<i>Terebellides stroemi</i>		12		16		12	16	8	16	20	20	8
<i>Ampharete</i> sp									4			
<i>Ampharete borealis</i>	16	8	4		8	4	16		16	4	8	
<i>Ampharete petersenae</i>												4
<i>Chaetozone setosa</i>	48	48	48	64	60	96	36	28	76	72	96	76
<i>Spio</i> sp	8					16						
<i>Spio limicola</i>							4	4				
<i>Prionospio steenstrupi</i>	40	4	12	8	28	16	48	8	32			
<i>Apistobranthus tullbergi</i>												8
<i>Mediomastus fragilis</i>									4		8	4
<i>Heteromastus filiformis</i>					8	4				12		
<i>Capitella capitata</i>												
Maldanidae juv								4				
<i>Maldane sarsi</i>						8	4		4	284	280	224
<i>Rhodine gracilior</i>										4		
<i>Levinsenia gracilis</i>	16	4	12	16	8	12	8		8	16		
Orbinidae												
<i>Scoloplos armiger</i>					4			4		16	4	16
<i>Ophelina acuminata</i>												4
<i>Cossura pygodactylata</i>	24	4	8	24	352	356	48	28	40	56	36	12
<i>Scoletoma fragilis</i>		4		8	8	8	12		12	4	4	16
<i>Parougia nigridentata</i>	8	4			4	4		4		4		4
<i>Phyllodoce maculata</i>												4
<i>Eteone longa</i>		4							4		4	4
<i>Syllis armillaris</i>				8								
<i>Syllides longocirratu</i>		12					4	4	4	4		4
<i>Exogene verrugera</i>	16	4	4						8	44	52	56
<i>Glycera capitata</i>										4		
<i>Nephtys</i> sp		4									4	
<i>Sphaerodoridium guerritai</i>				4								
<i>Sphaerodoropsis</i> sp												
<i>Leptognathia</i> sp						4				8		





## Þakkir

Starfsfólk Fiskeldis Austfjarða aðstoðaði við Sýnatökur.

## Heimildir

- Brage, R og I. Thélín. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet I fjorder og kystfarvann. Virkningar av organiske stoffer. Statens forurensingstilsyn (SFT).
- Erlín Emma Jóhannsdóttir & Cristian Gallo. 2016. Botndýrarannsóknir og efnagreiningar á sjó og seti vegna fiskeldis í Berufirði 2015. Náttúrustofa Austurlands. NA-160162.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Halldór W. Stefánsson og Elín Guðmundsdóttir. 2015. Rannsóknir á lífríki Viðfjarðar. Fuglar, botndýr og seiði í ám. Unnið fyrir Hafnarsjóð Fjarðabyggðar. Náttúrustofa Austurlands. NA-150152.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Halldór W. Stefánsson & Cristian Gallo. 2017. Rannsóknir á lífríki í Stöðvarfirði – Botndýr, mælingar í seti, fuglar og þörungar í fjöru. Náttúrustofa Austurlands.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2012. Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði 2011. Náttúrustofa Austurlands og Náttúrustofa Vestfjarða. NA-120115, NV nr. 1-12.
- Guðmundur Víðir Helgason, Erlín Emma Jóhannsdóttir, Kristín Ágústsdóttir og Þorleifur Eiríksson. 2017. Botndýr við Eyri í Reyðarfirði. NA-170171, RORUM 2017 013.
- Guðmundur Víðir Helgason og Þorleifur Eiríksson. 2017. Botndýr á kvísvæði Laxa Fiskeldis í Fáskrúðfirði. RORUM 2017 004.
- Grey, J.S, A.D. McIntyre og J. Stim. 1992. Manual of methods in aquatic environment research. Biological assessment of marine pollution – with particular reference to benthos. Part 11. FAO. fisheries technical paper 324. 49 bls.
- Hafsteinn Guðfinnsson, Héðinn Valdimarsson, Jóhannes Briem, Steingrímur Jónsson, Jón Ólafsson, Sólveig Ólafsdóttir, Ástþór Gíslason og Sigmar A. Steingrímsson. 2001. Rannsóknir á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000. Hafrannsóknastofnunin, Fjölrit nr. 85.
- Jörundur Svavarsson. 1999. Forkönnun á lífríki botns neðan fjöru við iðnaðarlóðina Hraun í Reyðarfirði. Fjölrit Líffræðistofnunar nr. 49.
- Jörundur Svavarsson og Guðmundur Víðir Helgason. 2002. Lífríki á botni Mjóafjarðar. Líffræðistofnun Háskólans, Fjölrit nr. 55.
- Sigmar Arnar Steingrímsson. 2009. Botndýralíf í Seyðisfirði: Rannsókn gerð í tengslum við undirbúning á laxeldi í sjó. Hafrannsóknir 147:19-30.

- Porleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2003a. Botndýr við fyrirhugaðar fiskeldisstöðvar í Reyðarfirði. Skýrsla unnin fyrir Reyðarlax (Samherja). Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr. 11-03.
- Porleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2003b. Botndýr við fiskeldiskvíar í Mjóafirði. Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr. 12-03.
- Porleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2003c. Botndýr í botni Norðfjarðar. Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr. 14-03.
- Porleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2004. Botndýr í Berufirði og Fáskrúðsfirði. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 09-04.
- Porleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason. 2003a. Botndýr við fyrirhugaðar fiskeldiskvíar í Reyðarfirði. Ásamt viðbótargreiningum á gögnum. Náttúrustofa Vestfjarða NV nr. 11-03/V-05.
- Porleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason. 2003b. Botndýr í botni Norðfjarðar. Náttúrustofa Vestfjarða NV nr. 12-03.
- Porleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson & Gunnar Steinn Gunnarsson. 2007. Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði. Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr. 5-07, 20 bls.
- Porleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Sindri Sigurðsson. 2003 c. Botndýr við fiskeldiskvíar í Mjóafirði. Náttúrustofa Vestfjarða NV nr. 14-03.
- Porleifur Eiríksson og Guðmundur Víðir Helgason. 2017. Botndýr á kvíasvæði Laxa Fiskeldis í Reyðarfirði. RORUM 2017 003.
- Porleifur Eiríksson, Leon Moodley, Guðmundur Víðir Helgason, Kristján Lilliendahl, Halldór Pálmar Halldórsson, Shaw Bamber, Gunnar Steinn Jónsson, Jónatan Þórðarson & Porleifur Ágústsson. 2017. Estimate of organic load from aquaculture – a way to increased sustainability. RORUM 011, 21.
- Porleifur Eiríksson og Porleifur Ágústsson. 2007. Umhverfismál Þorskeldis. Ægir. 100:40-43.