

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

## Niðurstaða

Hafrannsóknastofnun ráðleggur í samræmi við lög um fiskeldi (nr 71/2008 m.s.br.) að hámarklífmassi fiskeldis í Ísafjarðardjúpi verði 30 þúsund tonn.

## Inngangur

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

## Forsendur

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

Ekki liggur fyrir matskerfi til að nota við mat á ástandi líffræðilegra gæðapátta í strandsjávarvatnshlotum. Til vatnshlota í strandsjó, sem hafa gott eða mjög gott ástand, er gerð sú krafa að ástand þeirra skuli ekki hnigna þrátt fyrir fiskeldi eða aðra starfsemi.

Tillit er tekið til stærðar fjarðarins og varúðarnálgunar varðandi raunveruleg áhrif eldisins einkum á botndýralíf og súrefnisstyrk. Í þessu mati er gert ráð fyrir að hámarkslífmassi verði aldrei meiri en 30 þúsund tonn og að nákvæm vöktun á áhrifum eldisins fari fram samhliða því. Slík vöktun er forsenda fyrir hugsanlegu endurmati á burðarþoli fjarðarins, til hækkunar eða lækkunar, sem byggt væri á raungögnum. Jafnframt er bent á að æskilegra er að meiri eldismassi sé frekar utar í firðinum en innar og áhersla lögð á eldi innan við Æðey verði ekki meira en þegar er áætlað (í janúar, 2017).

## Staðhættir og niðurstöður rannsókna

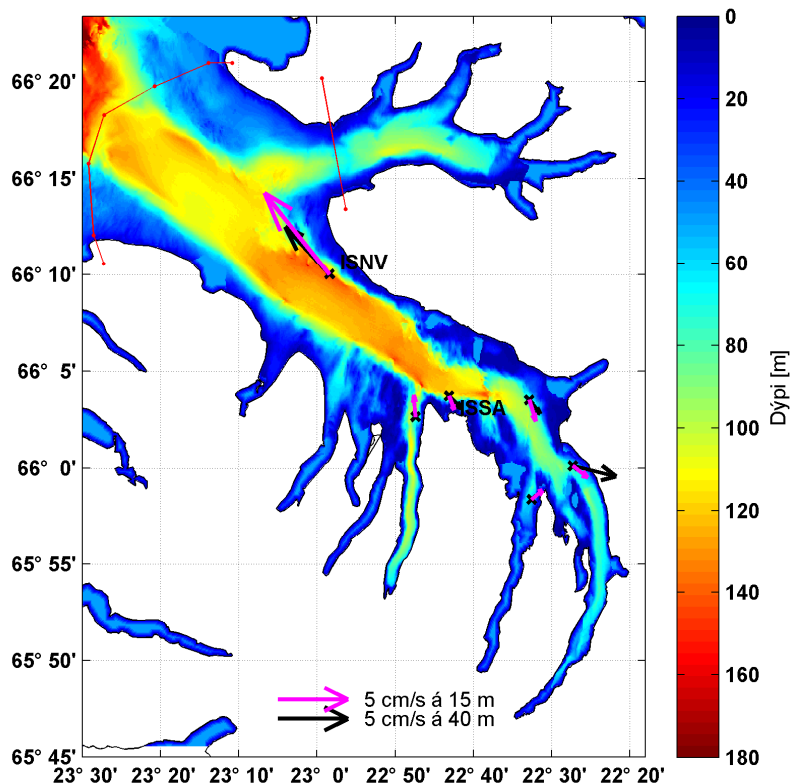
Í Ísafjarðardjúpi er mesta dýpi 162 metrar og í mynni þess er þröskuldur með 118 m dýpi (1. mynd). Vatnsskipti við fjörðinn eru nokkuð greið og benda sjórannsóknagögn til þess að nokkuð góð tenging sé milli djúplags í Ísafjarðardjúpi og dýpri sjávarlaga úti í Djúpál, sem hjálpar til við endurnýjun botnsjávar í Ísafjarðardjúpi.

Töluvert er til af gögnum um ástand sjávar í Ísafjarðardjúpi frá fyrri árum (Steingrímur Jónsson o.fl. 2011 og Héðinn Valdimarsson o.fl. 2014). Hér hefur þó mest verið stuðst við gögn sem aflað hefur verið undanfarin ár, s.s. straummælingar í innfjörðum sem sjá má á 1. mynd. Á tveimur mælistöðvum var lögnum með straumsjám og síritum til mælinga á hita, seltu og súrefni komið fyrir annars vegar við norðanvert og utanvert Djúp gengt Skutulsfirði (ISNV) og hins vegar norður af Ögri við sunnanvert og innanvert Djúp (ISSA).

Athuganir á ástandi sjávar á ýmsum árstímum í firðinum (2. mynd) sýna að líkt og víðast í sjó við landið er vatnssúlan í Ísafjarðardjúpi nær öll uppblönduð að vetrarlagi (febrúar). Að vori og sumri myndast heitara og ferskara grunnt yfirborðslag í efstu 20-30 metrum sjávarins, sem síðan blandast neðri lögum

að nýju þegar kólnar og vindar blása að hausti. Neðan þessa lags, er miðlag þar sem stigull hita og seltu er mun minni en í yfirborðslagi og liggur það yfir botnlagi sem einkennist m.a. af lægri súrefnisgildum. Svæði innan Æðeyjar og innfirðir Djúpsins eru margir hverjir með þrengingum við mynni og meðalstraumur í þeim er veikari en úti í Djúpi.

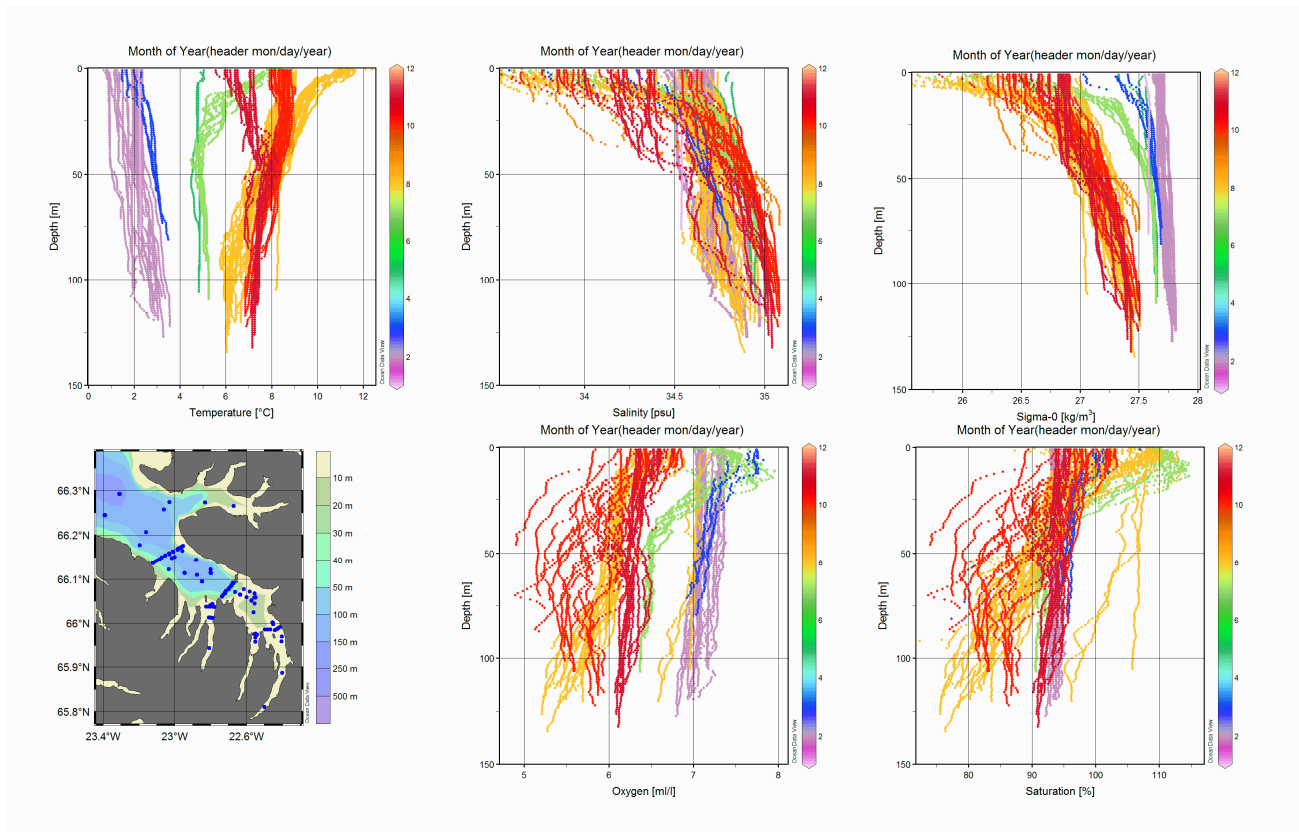
Þessi lóðrétta dreifing eðlisþátta styður notkun á þriggja laga líkani til þess að meta þróun þeirra í Ísafjarðardjúpi og þá er áherslan einkum á ytri og dýpsta hluta Ísafjarðardjúps. En innfirðir og svæði innan Æðeyjar eru um fimmtungur rúmmáls Ísafjarðardjúps.



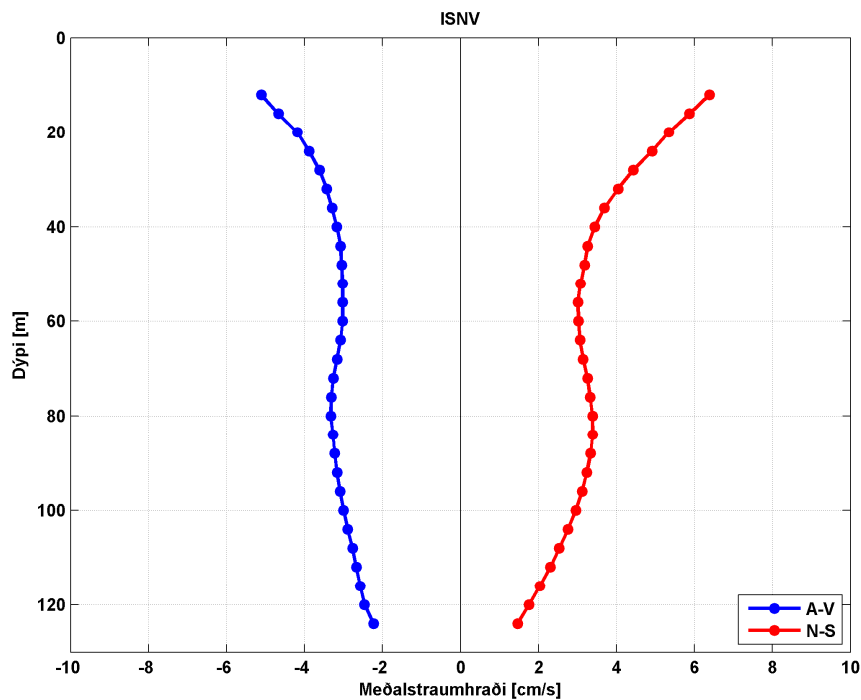
1. mynd. Botndýpi í Ísafjarðardjúpi. Rauðu línurnar tákna ytri mörk þess svæðis sem líkankeyrslur náðu til. Staðsetningar, tákn straumlagna og stefna og styrkur meðalstraums á tveimur dýpum eru einnig sýndar. Mælistöðvar ISNV og ISSA gefa tímaraðir, straums, hita, seltu og súrefnis í botnlagi.

Niðurstöður straummælinga sýna sterkan meðalstraum út Djúp norðan megin, um 2 cm/s í botnlagi, um og yfir 4 cm/s í miðlagi og upp undir 8 cm/s í yfirborði (3. mynd). Straumar í Inndjúpi innan við Æðey eru almennt veikari og óreglulegri en utan eyjarinnar (1. og 4. mynd).

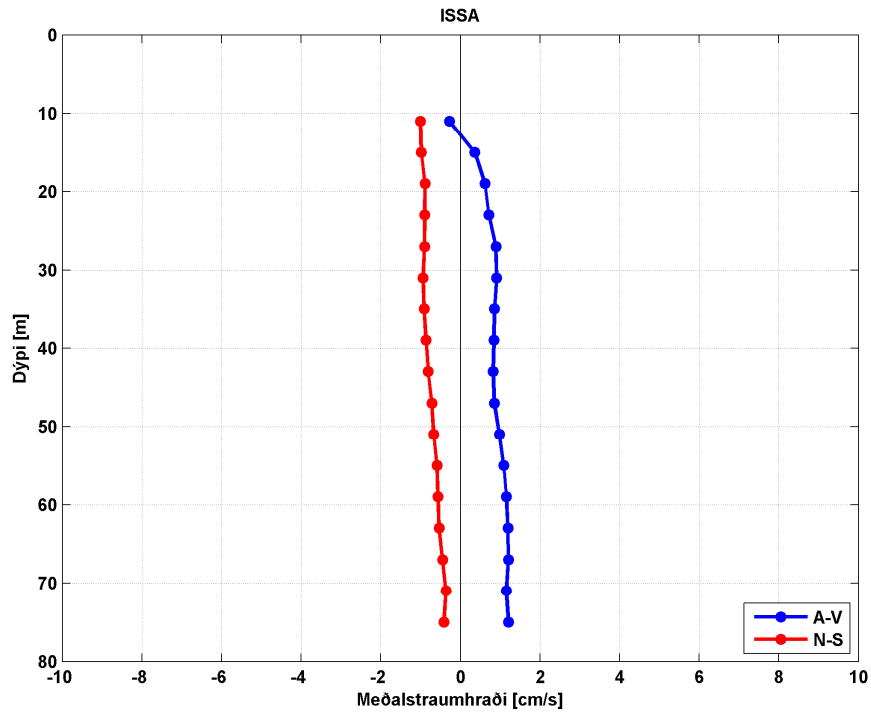
Eins og sjá má á 5. mynd er hiti á þessum tveim mælistöðvum lægstur í mars og hækkar síðan fram í miðjan nóvember er blöndun virðist ná niður í djúplagið. Súrefnisgildi í botnlagi (6. mynd) er hæst í mars og lækkar niður í lægsta gildi í lok september. Selta á mælitíma lagnanna (7. mynd) sýnir að innflæði af saltari sjó á sér stað yfir sumartímamann og þess sjást merki í súrefnismælingunum einnig. Selta sjávarins er há í botnlaginu og bendir það til þess að sjór flæði inn Djúpál og inn Djúp eins og áður var nefnt og þannig verði einhver endurnýjun botnlags í ytra Ísafjarðardjúpi að sumrinu.



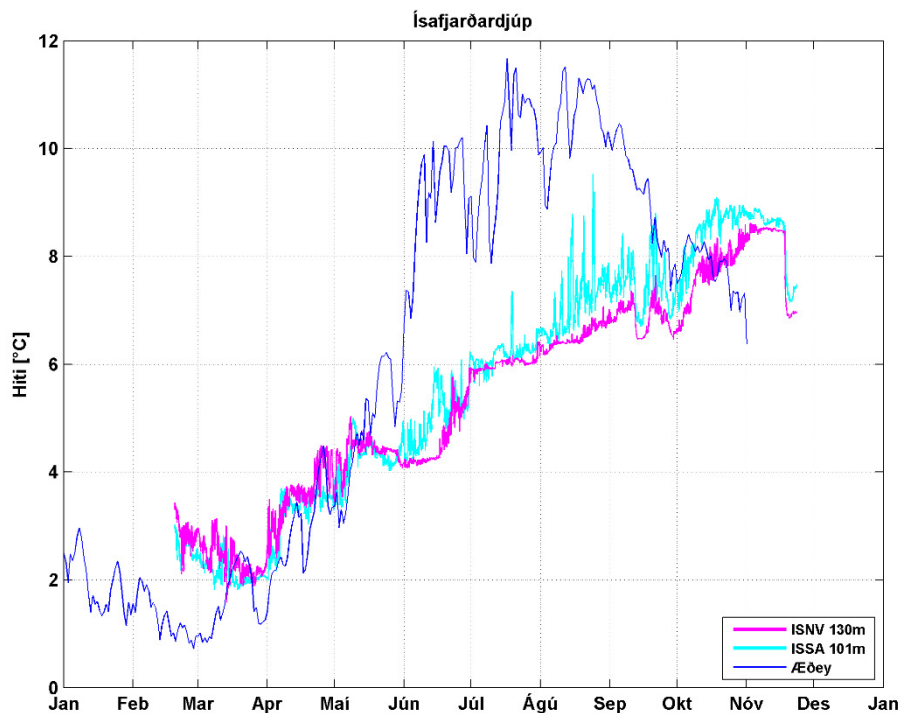
2. mynd. Niðurstöður mælinga (lóðréttir ferlar) í Ísafjarðardjúpi. Litir sýna tíma mælinga. Myndirnar sýna hita, seltu, eðlisþyngd og súrefni og mælistöðvar.



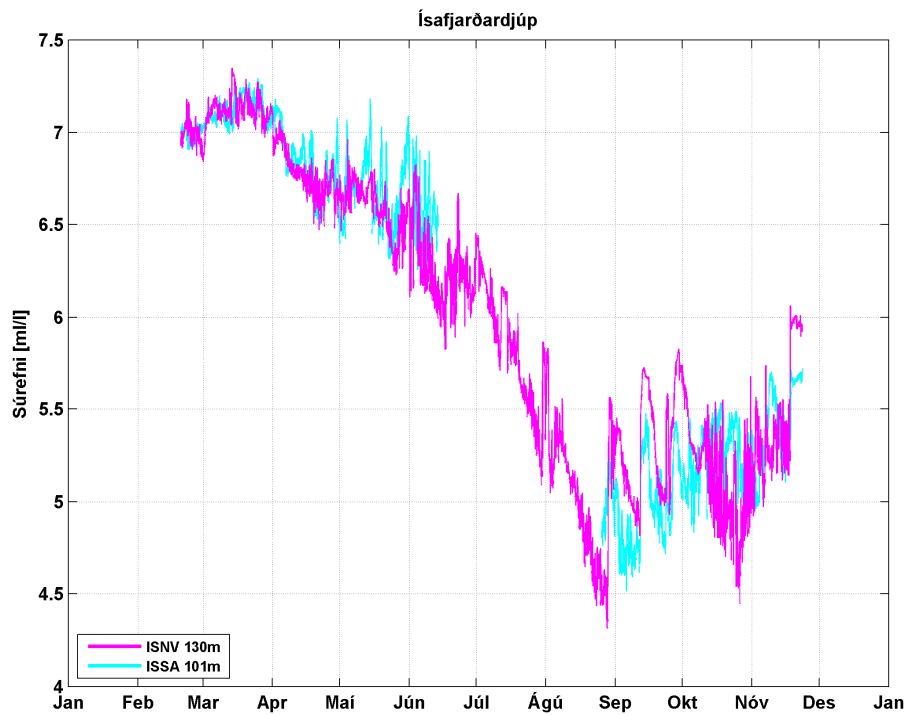
3. mynd. Meðalstraumhraði skipt í norður-suður og austur-vestur þætti eftir dýpi á mælistöð norðanmegin og utar í Ísafjarðardjúpi (ISNV lögn) fyrir mælitímann febrúar til nóvember 2016.



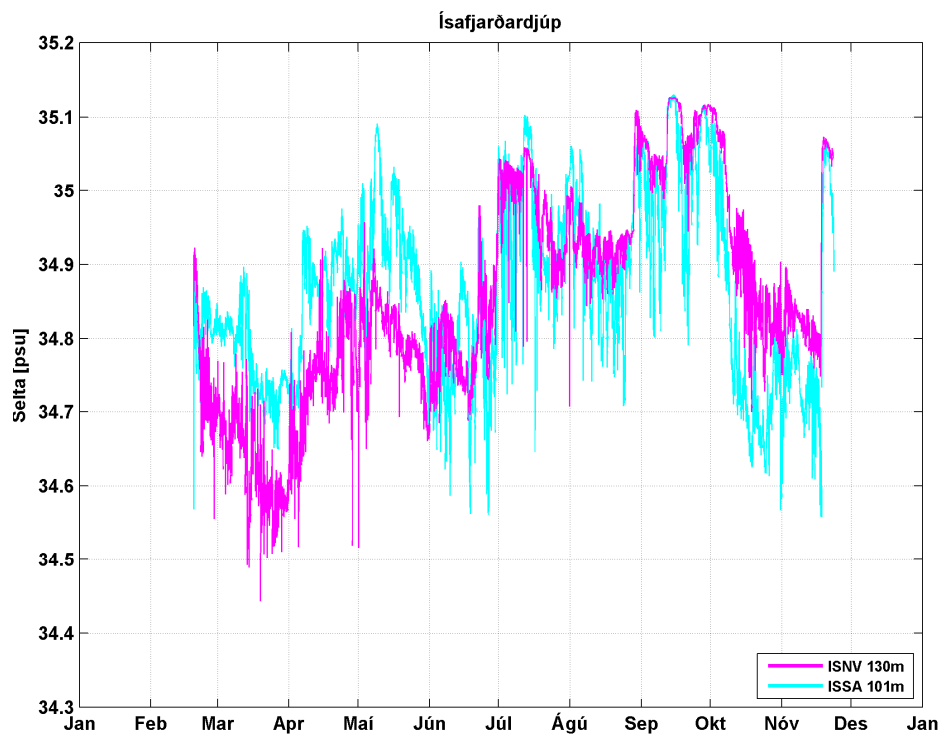
4. mynd. Meðalstraumhraði skipt í norður-suður og austur-vestur þætti eftir dýpi á mælistöð sunnanmegin og innar í Ísafjarðardjúpi (ISSA lögn) fyrir mælitímann febrúar til nóvember 2016.



5. mynd. Hiti á mælistöðvum ISNV (fjólublátt) og ISSA (ljósblátt) febrúar til nóvember, ásamt yfirborðshita í Æðey (blátt) á árinu 2016.



6. mynd. Súrefni (ml/l) á mælistöðvum ISNV (fjólublátt) og ISSA (ljósblátt), febrúar til nóvember 2016.



7. mynd. Selta á mælistöðvum ISNV(fjólublátt) og ISSA (ljósblátt), febrúar til nóvember 2016.

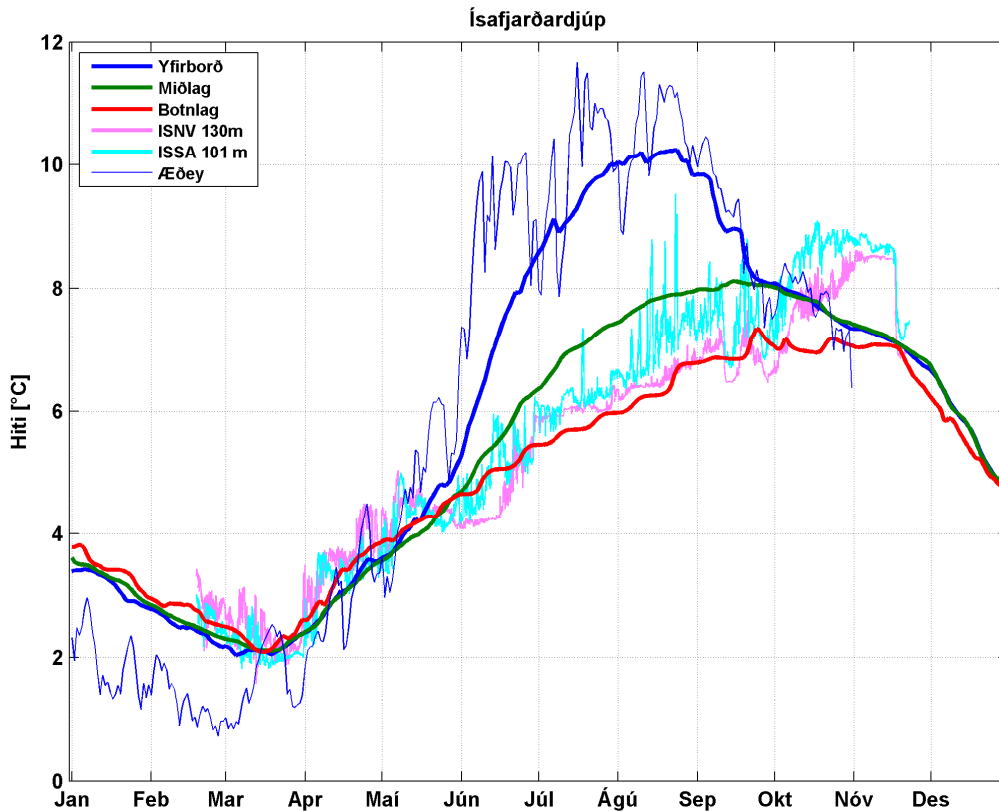
## Nánar um forsendur og líkön

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

Burðarþol er skilgreint sem hámarks lífmassi tegunda í eldi sem hægt er að hafa á tilteknu svæði án þess að fara yfir mörk þess álags sem ásættanlegt er bæði fyrir eldið og umhverfið.

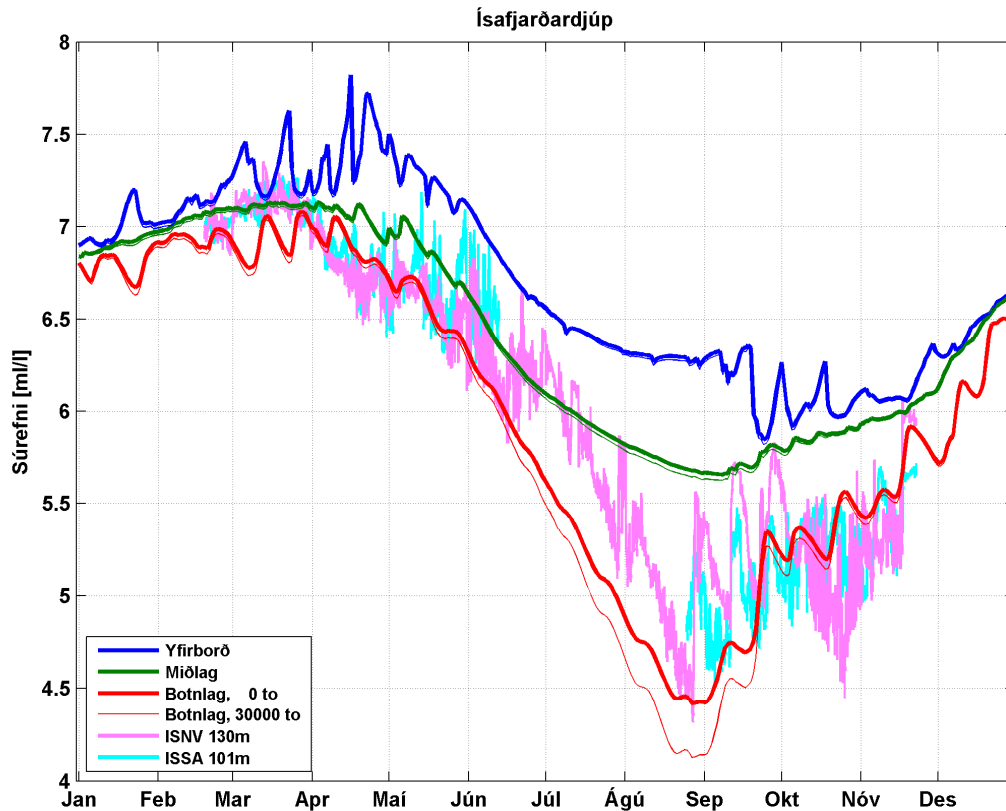
Í nágrannalöndum okkar hefur fiskeldi verið stundað í stórum stíl um árabil. Þar hafa verið þróaðar aðferðir við að meta hæfi svæða til eldisstarfsemi og sett mörk um hvað telst ásættanlegt álag (Stigebrant o.fl., 2004, Tett o.fl., 2011). Grundvöllur alls slíks er þekking á umhverfinu. Áhætta af sjókvíaeldi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

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 væntanlegu sjókvíaeldissvæði 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 hafeðlis-, hafefna- 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.



8. mynd. Yfirborðshiti í Æðey (blá þunn lína), hiti í botnlagi á mælistöðvum ISNV(fjólublátt), ISSA(ljósblátt) ásamt niðurstöðum líkans fyrir hita í Ísafjarðardjúpi, yfirborðslag (blátt), miðlag (grænt) og botnlag (rautt).

Til að meta áhrif eldisins á vistkerfið er notað líkanið AceXR, sem hefur verið aðlagð að mæliniðurstöðum. Líkt og nefnt er að ofan er ráð fyrir að í firðinum séu 3 sjávarlög, yfirborðslag, miðlag og botnlag. Á 8.mynd má sjá mæliniðurstöður fyrir yfirborðhita í Æðey ásamt mælingum á hita í botnlagi bornar saman við niðurstöður líkansins fyrir hita í yfirborðslagi, miðlagi og botnlagi. Gott samræmi fæst milli athugana og útreikninga líkansins á eðliseiginleikum sjávar. Á 9. mynd eru sýndar niðurstöður mælinga á súrefnisstyrk í firðinum ásamt útreikningum líkansins á súrefnisstyrk og áhrifum fiskeldis þar á.



9. mynd. Niðurstöður líkans fyrir þróun á styrk súrefnis í Ísafjarðardjúpi ásamt niðurstöðum mælinga á súrefni á mælistöðvum í botnlagi. Mæling á súrefni á ISNV er fjólublátt. Mæling á súrefni á ISSA er ljósblátt. Rauð þykk lína sýnir þróun súrefnisstyrks í botnlagi án fiskeldis, rauð þynnri lína sýnir þróun súrefnisstyrks í botnlagi miðað við 30 þúsund tonna lífmassa í firðinum.

Með tilliti til stærðar fjarðarins og varúðarnálgunar varðandi raunveruleg áhrif eldisins einkum á botndýralíf telur Hafrannsóknastofnun að með þessu mati á burðarþoli sé hægt að leyfa allt að 30 þúsund tonna lífmassa í Ísafjarðardjúpi að hámarki á hverjum tíma.

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. Benda má á að yfirleitt er nokkuð af smásíld í Djúpinu auk annarra fiska (Ásta Guðmundsdóttir og Þorsteinn Sigurðsson 2004). Einnig má benda á rækjustofn í Djúpinu og það að rækjuveiðar eru þar talsverðar.

Í þessu mati er gert ráð fyrir að heildarlífmassi verði aldrei meiri en 30 þúsund tonn í Ísafjarðardjúpi 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. Mikilvægt er að við vöktun verði beitt viðurkenndum aðferðum við sýnatöku, mælingar og greiningu.

Rétt er að taka fram að endanleg burðarþolsmörk fyrir ákveðna firði eða svæði verða seint gefin út enda hefur slíkt varla verið gert í nágrennalöndunum, heldur er alltaf tekið með í reikninginn hvaða staðsetningar og hvers konar eldi er um að ræða og fara umhverfisáhrifin eftir báðum þessum þáttum.



Því má búast við að burðarþol fjarða og annarra eldissvæða verði endurmetið á næstu árum ef þörf krefur.

## Heimildir

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

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

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

Héðinn Valdimarsson, Andreas Macrander og Magnús Danielsen 2014, Straummælingar í Ísafjarðardjúpi 2012 til 2013. Hafrannsóknastofnun.

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>.

Steingrímur Jónsson, Héðinn Valdimarsson og Hjalti Karlsson 2011, Straummælingar og mælingar á ástandi sjávar í Ísafjarðardjúpi 2011. Hafrannsóknastofnunin.

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.