

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

## Niðurstaða

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

## Inngangur

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

## Forsendur

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

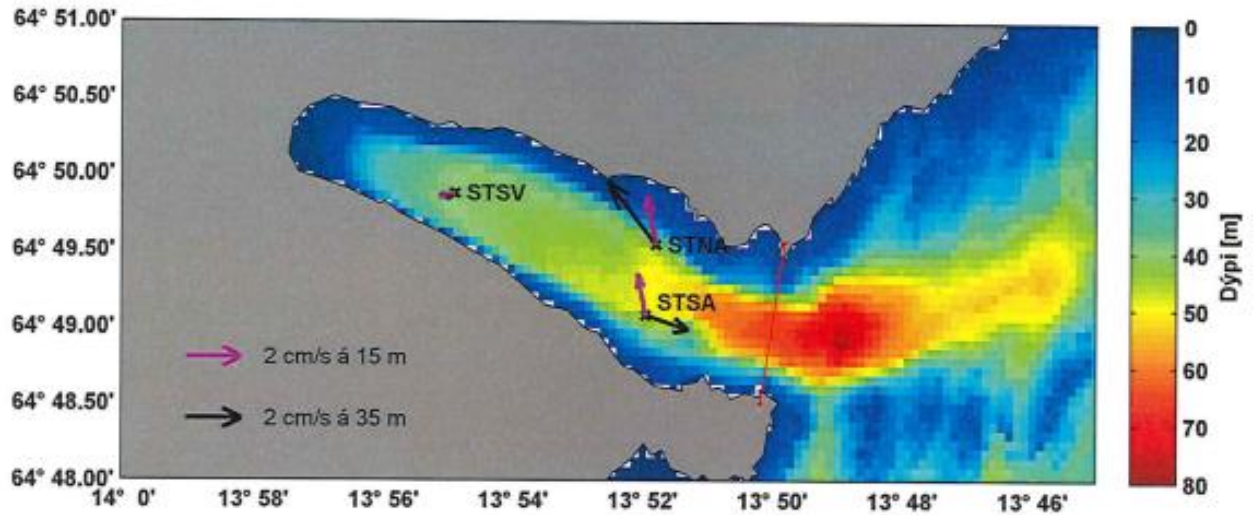
Ekki liggur fyrir matskerfi til að nota við mat á ástandi líffræðilegra gæðapátta í strandsjávarvatnshlotum. Til vatnshlota í strandsjó, sem hafa gott eða mjög gott ástand, er gerð sú krafa að ástand þeirra skuli ekki hnigna þrátt fyrir fiskeldi eða aðra starfsemi.

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 7 þúsund tonn og að nákvæm vöktun á áhrifum eldisins fari fram samhliða því. Slík vöktun er forsenda fyrir hugsanlegu endurmati á burðarþoli fjarðarins, til hækunar eða lækkunar, sem byggt væri á raungögnum. Jafnframt er bent á að æskilegra er að meiri eldismassi sé frekar utar í firðinum en innar.

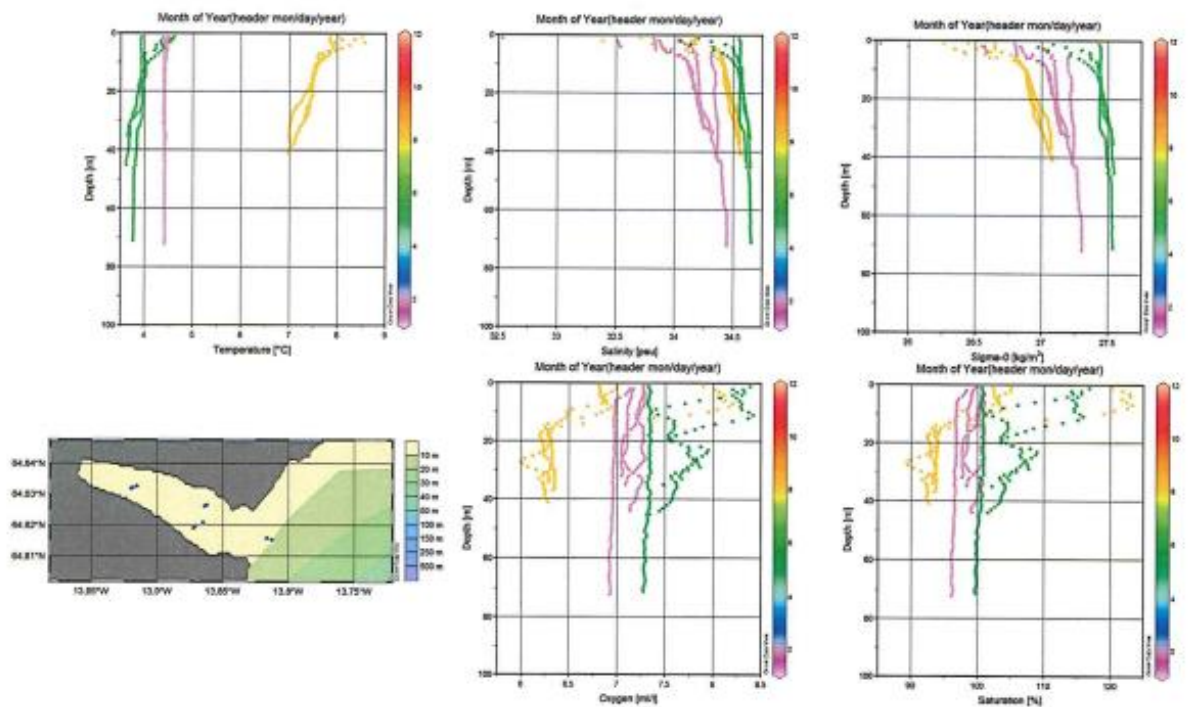
## Staðhættir og niðurstöður rannsókna

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

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



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

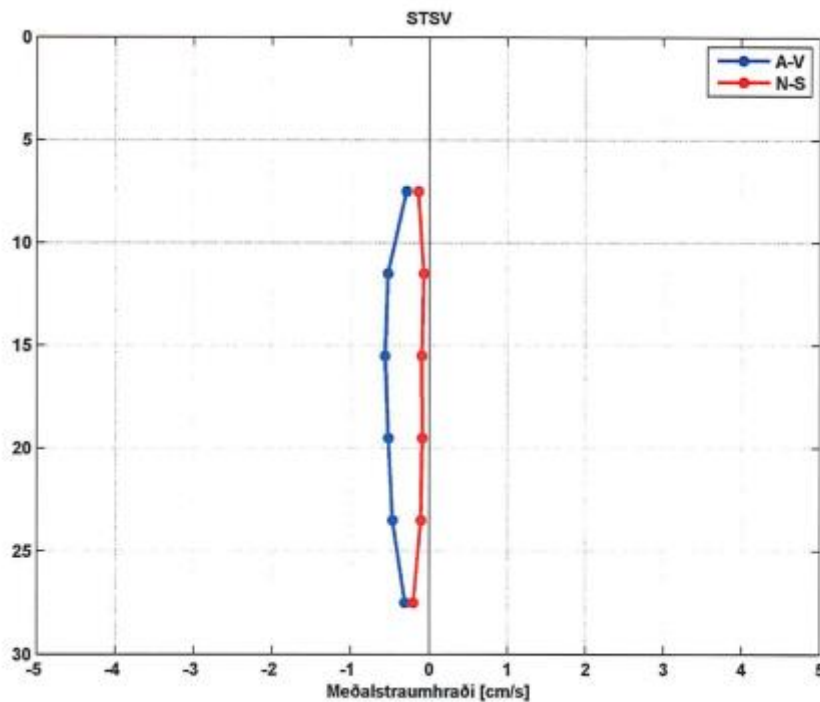


2. mynd. Niðurstöður mælinga í Stöðvarfirði 29. maí 2016 (grænt), 18. ágúst 2016 (gult) og 12. febrúar (fjólublátt). Myndirnar sýna hita, seltu, eðlisþyngd, súrefnisstyrk og súrefnismettun sem lóðréttar ferla, auk staðsetingar mælistöðvar.

Fyrir neðan 10 metra dýpi er vatnssúlan frekar einsleit á öllum árstímum sem bendir til mikillar lóðréttar blöndunar í firðinum þannig að við úrvinnslu er gert ráð fyrir að í firðinum séu tvö lög.

Nokkurra metra þykkt yfirborðslag er til staðar innarlega í firðinum en að öðru leyti eru einkenni fjarðarins lík fyrir gildi hita, seltu og súrefni á öllum mælistöðvum, sem gerir hann nokkuð einsleitan vatnsbol.

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



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

## Nánar um forsendur og líkön

Líkt og annars staðar í Evrópu er horft til rammatilskipunar um vatn (Water Framework Directive) sem tók gildi á Íslandi með lögum um stjórn vatnamála nr. 36/2011, þegar reglur um sjálfbært fiskeldi verða skilgreindar (Jeffrey o.fl., 2014). Til vatnshlota í strandsjó sem hafa gott eða mjög gott ástand er gerð sú krafa að ástandi þeirra skuli ekki hnigna þrátt fyrir fiskeldi eða aðra starfsemi. Það er grundvallaratriði í þróun sjálfbærs, visthæfs 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.

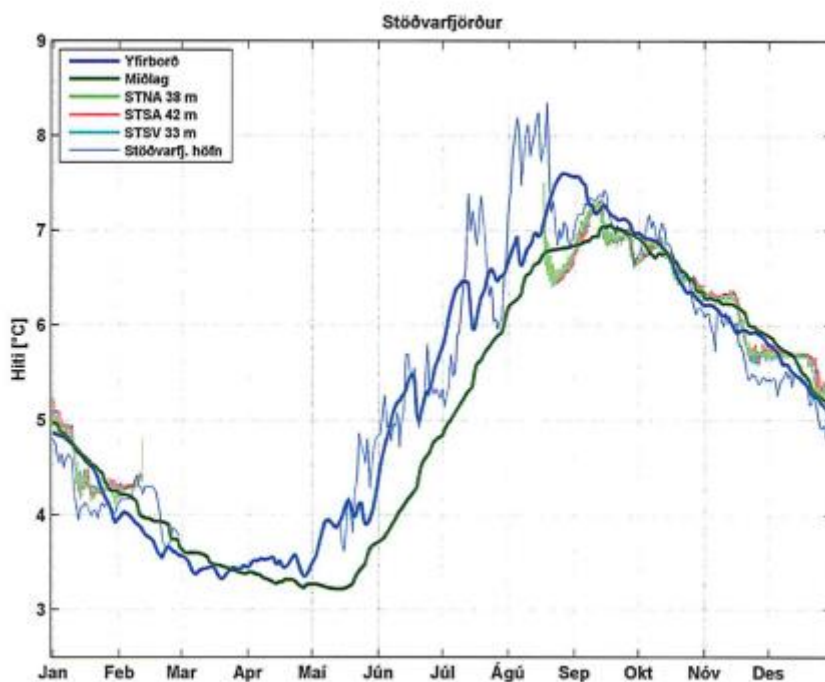
Burðarþol er skilgreint sem hámarks lífmassi tegunda í eldi sem hægt er að hafa á tilteknu svæði án þess að fara yfir mörk þess álags sem ásættanlegt er bæði fyrir eldið og umhverfið.

Í 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

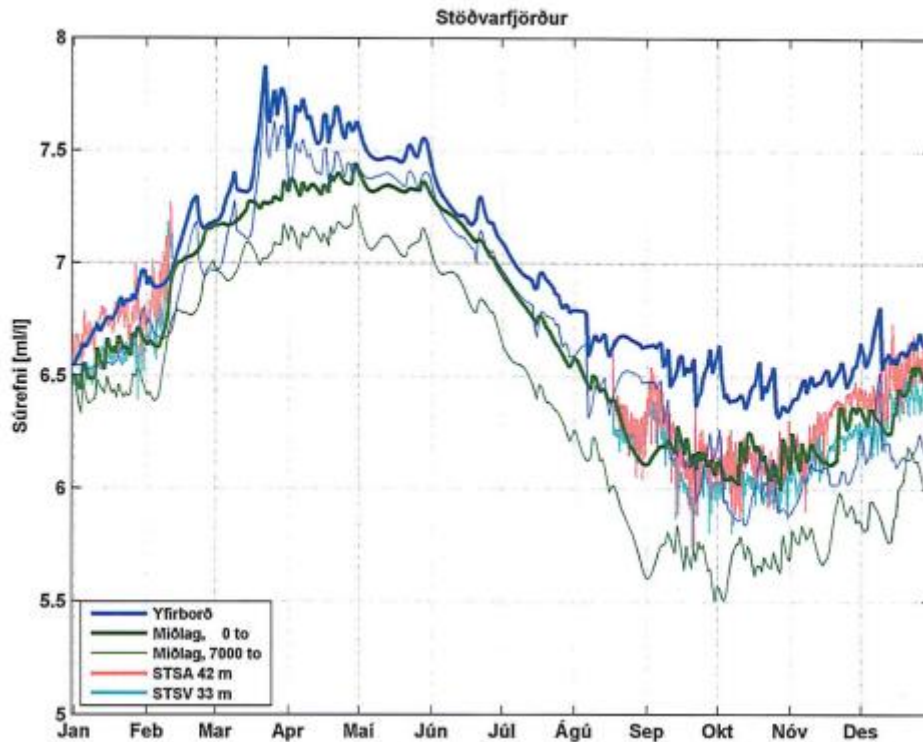
(Stigebrant o.fl., 2004, Tett o.fl., 2011). Grundvöllur alls slíks er þekking á umhverfinu. Áhætta af sjókvíaelði í Noregi hefur verið metin (Taranger o.fl., 2012) þar sem fram kemur að nauðsynlegt er að skoða heildstætt samlegðaráhrif allrar starfsemi innan ákveðins sjókvíaelðissvæðis.

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 sjókvíaelðissvæði 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.

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



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



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

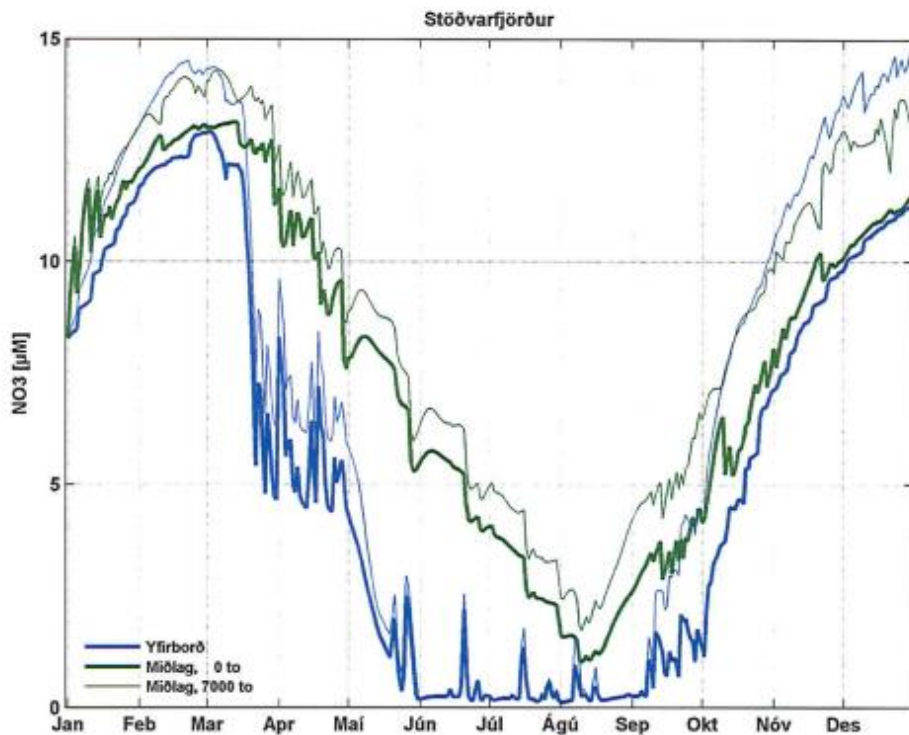
Á mælistöð innst í firðinum (STSV) náðust samfelldar súrefnismælingar niður undir botni og var lægsta gildið um  $5,8 \text{ ml l}^{-1}$  sem bendir til að fjörðurinn sé lítt viðkvæmur fyrir lífrænu álagi hvað varðar súrefnisbúskap hans (5. mynd). Straumur er almennt frekar lítill í firðinum og er meðalstraumur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

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

Til að meta breytingar af mannavöldum á næringarefnabúskap strandsvæða hefur verið talið best að nota vetrargildi þeirra þegar áhrif lífríkisins á næringarefnastyrkinn eru í lágmarki (Hydes o.fl. 2004, Tett o.fl. 2003). Það er sú leið sem farin er í Osló – Parísar samkomulaginu (OSPAR 2003). OSPAR aðferðin til ákvörðunar á næringarefnaástandi sjávar notar sem mælikvarða hve mikið næringarefnastyrkur vex umfram grunnástand. Aukist styrkur uppleysts köfnunarefnis og fosfórs um 50% af bakgrunnsgildum er talið að vænta megi áhrifa á lífríkið sem lýsir sér sem óæskilegri fjölgun svifþörungna. Lagt hefur verið til að sömu viðmið verði notuð við stjórn vatnamála hér á landi (Anon, 2014 b).



Viðmiðunargildi fyrir næringarefnastyrk í strandsjó við Ísland eru til (Anon, 2014 a). Aðstæður í Stöðvarfirði eru þannig að líkanið gerir ráð fyrir marktækri aukningu í styrk uppleystra næringarefna vegna fiskeldis (6. mynd). Samkvæmt niðurstöðum líkansins má búast við 2-4  $\mu\text{mol l}^{-1}$  styrkukningu að vetri við 7000 tonna lífmassa í firðinum, en það er um 15-35% aukning. Ljóst er að hér eru fyrir hendi aðstæður sem setja verulegt mark á burðarþol fjarðarins. Af þessum sökum gefur varúðarnálgun ástæðu til þess að mæla með því að hámarkslífmassi verði ekki meiri en 7.000 tonn í Stöðvarfirði.



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

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

Í þessu mati er gert ráð fyrir að heildarlífmassi verði aldrei meiri en 7 þúsund tonn í Stöðvarfirði og að nákvæm vöktun á áhrifum eldisins fari fram samhliða því. Slík vöktun er forsenda fyrir hugsanlegu endurmati á burðarþoli fjarðarins, til hækunar 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 þess að halda þau lágmarks fjarlægðarmörk milli eldissvæða sem reglugerð nr. 1170/2015 setur.

## Endurútgæfið febrúar 2022

Rétt er að taka fram að endanleg burðarþolsmörk fyrir ákveðna firði eða svæði verða seint gefin út enda hefur slíkt varla verið gert í nágrennaldunum, 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. Gæðapættir 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

Gudmundur Óskarsson, Ásta Guðmundsdóttir and Thorsteinn Sigurdsson 2009. Variation and spatial distribution and migration of Icelandic summer-spawning herring. ICES Journal of Marine Science, 66: 1762-1767.

Hydes, D. J., Gowen, R.J. Holliday, N. P., Shammon, T., Mills, D., 2004. External and internal control of winter concentration 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 and 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 level 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 sealoch 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., S., Foulans, 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.