

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

## Niðurstaða

Hafrannsóknastofnun ráðleggur í samræmi við lög um fiskeldi (nr 71/2008 m.s.br.) að hámarkslífmassi fiskeldis í Berufirði verði 10 þúsund tonn.

## Inngangur

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

## Forsendur

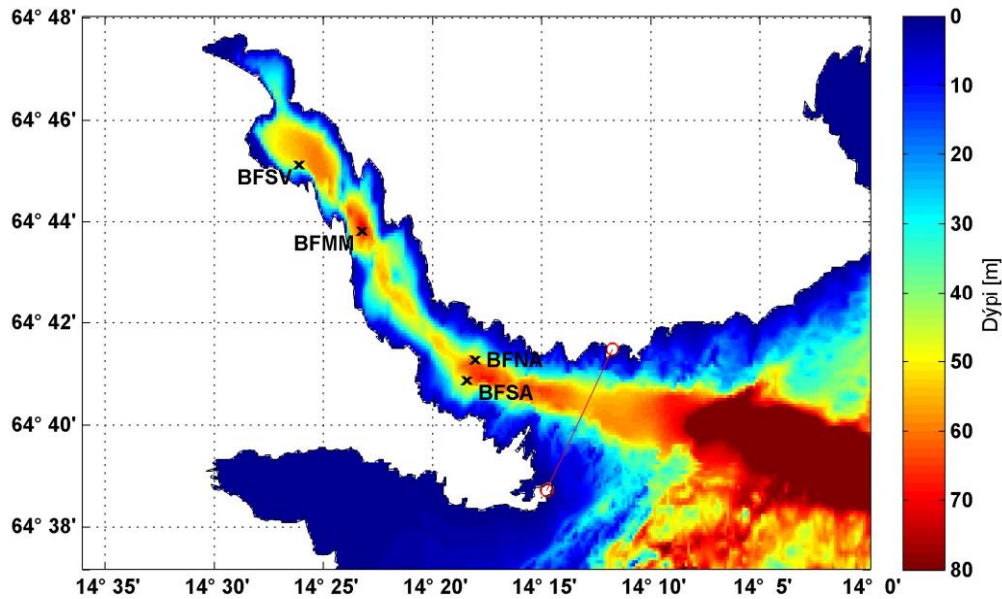
Niðurstaðan byggir á mati á áhrifum eldisins á ýmsa umhverfisþætti strandsjávarvatnshlota eins og lýst er í reglugerð 535/2011 flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun. Einkum er horft til álags á lífríki botnsins, súrefnisstyrk og styrk næringarefna.

Ekki liggur fyrir matskerfi til að nota við mat á ástandi líffræðilegra gæðapátta í strandsjávarvatnshlotum. 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.

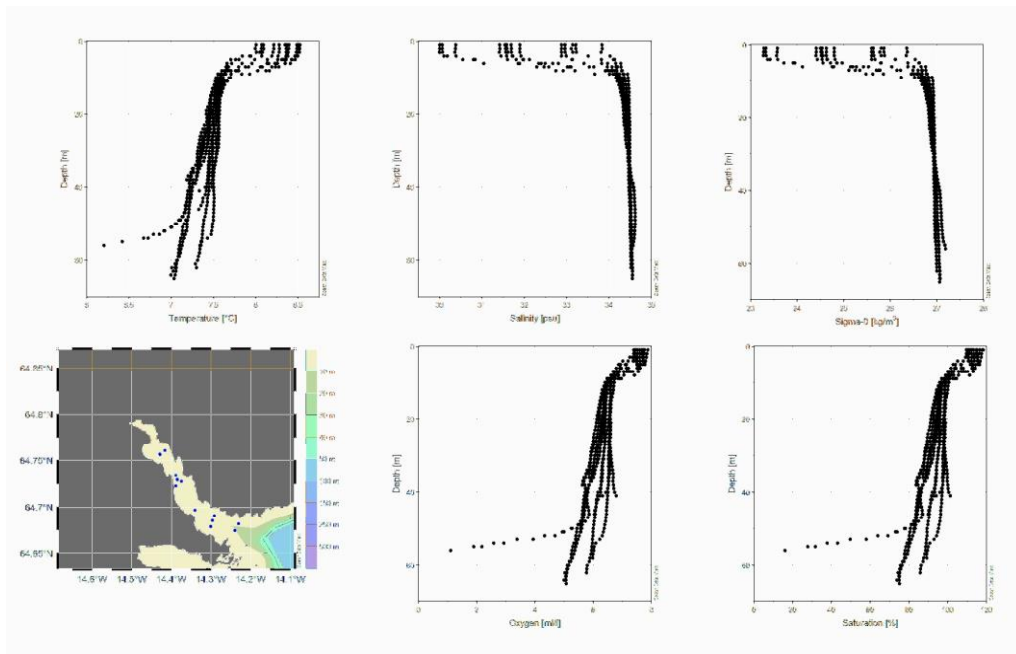
Tillit er tekið til stærðar fjarðanna og varúðarnálgunar varðandi raunveruleg áhrif eldisins einkum á botndýralíf og súrefnisstyrk. Í þessu mati er gert ráð fyrir að hámarkslífmassi verði aldrei meiri en 10 þúsund tonn og að nákvæm vöktun á áhrifum eldisins fari fram samhliða því. Slík vöktun yrði forsenda fyrir hugsanlegu endurmati á burðarþoli fjarðarins, til hækkunar eða lækkunar, sem byggt yrði á raungögnum. Jafnframt er bent á að æskilegra er að meiri eldismassi sé frekar utar í firðinum en innar.

## Staðhættir og niðurstöður rannsókna

Í Berufirði er straumhringrás flókin vegna þröskulda sem í honum eru (1. mynd). Dýpstu hlutar fjarðarins, eru nokkurs konar kvosir, sem eru að jafnaði 30 m dýpri en þröskuldarnir. Botnlagi sjávarins í þessum kvosum í innri hluta fjarðarins er hætt við lágum styrk súrefnis síðsumars og fram á haust af þessum sökum. Straummælingar sýna að meðal straumur í Berufirði er frekar veikur ( $2,5-3 \text{ cm s}^{-1}$ ) sem leiðir af sér endurnýjunartími sjávarins miðdýpis í firðinum er um 20 dagar sem er fremur langur tími en geta má þess til dæmis að endurnýjunartími Fáskrúðsfjarðar er um 10 dagar.



1. mynd. Botndýpi í Berufirði. Rauða línan táknar ytri mörk þess svæðis sem líkankeyrslur náðu til. Staðsetningar og tákn straumlagna eru einnig sýndar.



2. mynd. Niðurstöður mælinga í Berufirði þann 20. september 2016. Lóðréttir ferlar. Myndirnar sýna hita, seltu, eðlisþyngd, súrefni og súrefnismettun og mælistöðvar.

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

Síðari hluta sumars (júlí til september) fer súrefnisstyrkur neðan 45 metra dýpis lækkandi (2. mynd) og sást þetta á mælistöð í innstu kvos fjarðarins þar sem súrefnisstyrkur mældist  $1,1 \text{ ml l}^{-1}$  (þ.e. 16%

mettun) á 56 metra dýpi þann 20. september 2016. Á öðrum stöðvum í innstu tveimur kvosum fjarðarins mældust einnig lækkuð súrefnisgildi síðsumars.

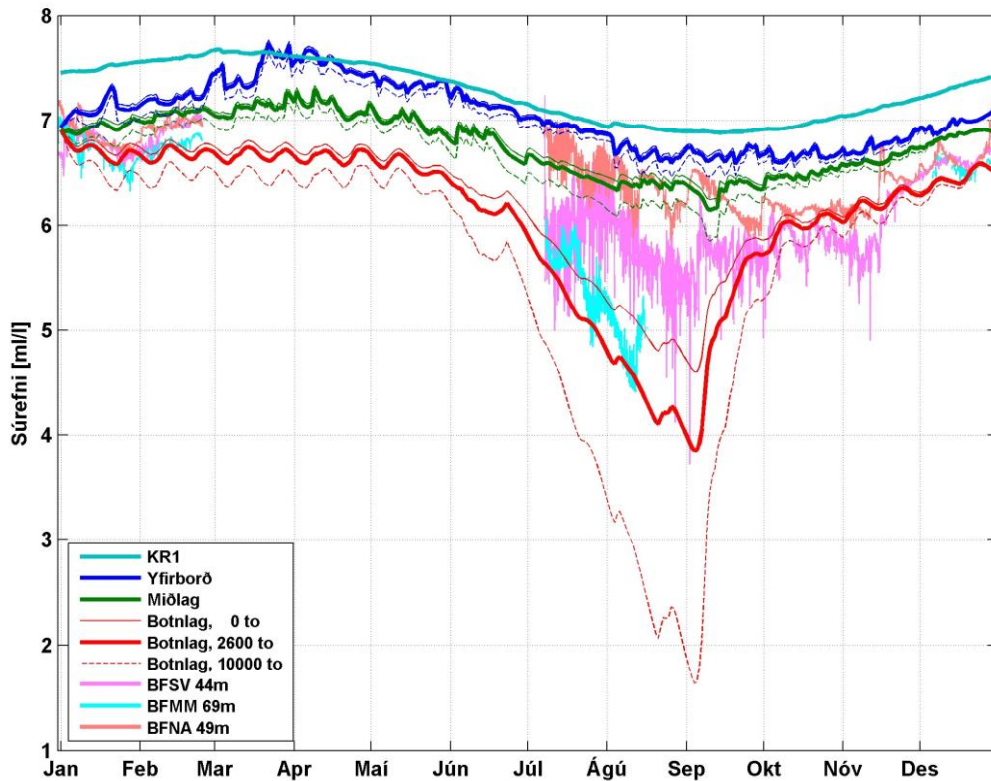
## Nánar um forsendur og líkön

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. Umhverfismörk eru nauðsynleg sem viðmið til að meta hvort að áhrif eldis séu ásættanleg. Ef viðmiðin eru öllum ljós verða forsendur ákvarðanatöku vegna burðarþolsmats einnig ljósar.

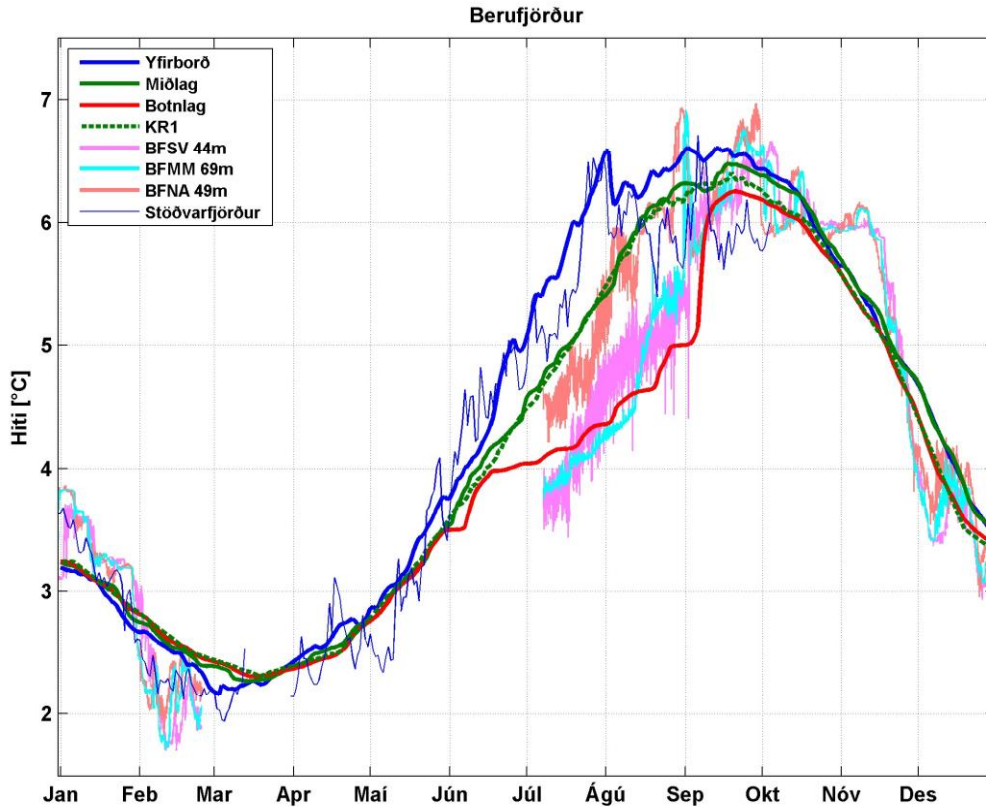
Í nágrannalöndum okkar hefur fiskeldi verið stundað í stórum stíl um árabil. Þar hafa verið þróaðar aðferðir við að meta hæfi svæða til eldisstarfsemi og sett mörk um hvað telst ásættanlegt álag (Stigebrant o.fl., 2004, Tett o.fl., 2011). Grundvöllur alls slíks er þekking á umhverfinu. Áhætta af sjókvíaeldi 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 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 hafeðlisfræðilegum, hafefnafræðilegum og vistfræðilegum ferlum í umhverfinu, sem og eftir súrefnisnotkun og uppsprettum og afdrifum lífræns efnis og næringarefna sem stafa frá eldinu. Grundvöllur þess að geta metið álag með líkönum er að hafa tiltækar athuganir á straumum, hita, seltu, súrefni, næringarefnum og þeim þáttum vistkerfisins sem á að meta.



Mynd 3. Niðurstöður AceXR líkansins fyrir súrefnisstyrk í Berufirði ásamt niðurstöðum mælinga. Bleiki, blágræni og ljósrauði ferlarnir eru styrkur súrefnis frá mælingum frá júlí 2015 til febrúar 2016. Þykku heilu línurnar sýna niðurstöður líkansins með 2600 tonna lífmassa í firðinum. Bláu og grænu línurnar sýna ársferil súrefnisstyrksins í efsta laginu og í miðlaginu, rauða þykka línan sýnir niðurstöður líkansins fyrir súrefnisstyrk í botnlaginu. Rauðu mjóu línurnar sýna niðurstöður líkansins á súrefnisstyrk í botnlaginu í firðinum án nokkurs eldis (heila línan) og fyrir áhrif 10 þúsund tonna lífmassa (brotna línan).

Gerðar voru mælingar á þeim grundvallarþáttum í Berufirði sem að ofan eru nefndir á tímabilinu frá febrúar 2014 til september 2016 og þar af með siritandi tækjum frá júlí 2015 til febrúar 2016. Til að meta áhrif eldisins á vistkerfið er notað líkanið AceXR. Á milli 2000 og 3000 tonn af fiski voru í eldi í firðinum þegar athuganirnar voru gerðar og var tekið tillit til þess við líkankeyrslur (3. mynd). Eins og áður var sagt er botndýpi innan þröskulda 20-30 metrum dýpra en þröskuldsdýpið. Gert er ráð fyrir að í firðinum séu 3 sjávarlög þar sem botnlag er fyrir neðan þröskuldsdýpi en þar fyrir ofan miðlag og yfirborðslag. Flókin botnlögun Berufjarðar og veikur straumur hamlar blöndun botnlagsins við efri lög sjávarins en vetrarblöndun nær þó að endurnýja botnlagið. Þrátt fyrir botnlögunina er hægt með góðu móti að líkja eftir eðliseiginleikum sjávarins með líkaninu og fæst nokkuð gott samræmi við athuganir (4. mynd).



Mynd 4. Athuganir á hitastigi frá mismunandi stöðum í Berufirði (sjá texta við 1. mynd) og yfirborðshita frá sírita í Stöðvarfirði ásamt niðurstöðu líkansins fyrir sjávarhita í mismunandi lögum. Blá lína táknar yfirborðslagið, græn miðlagið og rauða botnlagið.

Lægstu mæligildi á súrefnisstyrk fengust við botn innst í firðinum í september 2016 þegar styrkurinn fór niður fyrir  $2 \text{ ml l}^{-1}$ . Líkankeyrslur benda til þess að sá tími sem súrefnisstyrkur er mjög lágur sé stuttur. Í þessu burðarþolsmati er gert ráð fyrir að um helmingur úrgangsins lendi í botnlaginu.

Í fjörðum og öðrum vatnshlotum þar sem haft er (þrenging, þröskuldur) þarf sérstaklega að huga að þeim mörkum sem lífríkið þolir hvað varðar lágmark í styrk súrefnis í dýpstu hlutum fjarðarins (fyrir neðan þröskuldsdýpi). 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. Þá er rétt að benda á að þekkt er að íslenska sumargotssíldin hefur haft vetursetu í Berufirði t.d. samfelld frá 1980 – 1989 (Óskarsson et al. 2009, Ásta Guðmundsdóttir og Þorsteinn Sigurðsson 2004). Gera verður ráð fyrir að slíkt geti gerst aftur og hefði það óneitanlega áhrif á þætti eins og magn súrefnis í firðinum. Í þessu sambandi má nefna að veturseta síldar í Grundarfirði og Kolgrafafirði hafði umtalsverð áhrif á súrefnismagn þar.

Með tilliti til stærðar fjarðarins og varúðarnálgunar varðandi raunveruleg áhrif eldisins einkum á botndýralíf og súrefnisstyrk telur Hafrannsóknastofnun að með þessu mati á burðarþoli sé hægt að leyfa allt að 10 þúsund tonna lífmassa í Berufirði að hámarki á hverjum tíma.

Í þessu mati er gert ráð fyrir að heildarlífmassi verði aldrei meiri en 10 þúsund tonn í Berufirði og að nákvæm vöktun á áhrifum eldisins fari fram samhliða því. Slík vöktun yrði forsenda fyrir hugsanlegu

endurmati á burðarþoli fjarðarins, til hækkunar eða lækkunar, sem byggt yrði á raungögnum. Jafnframt er bent á að æskilegra er að meiri eldismassi sé frekar utar í firðinum en innar og í þessu burðarþolsmati er gert ráð fyrir að um helmingur úrgangsins lendi í botnlaginu. Með tilvísun í að súrefnismagn í firðinum verður mjög lágt að hausti í dýpstu hlutum hans er æskilegt að staðsetja eldissvæði þannig að úrgangur frá eldinu lendi ekki allur í dýpsta hluta fjarðarins, þ.e.a.s. ekki þar sem botndýpi er meira en um 40 metrar. Þá telur Hafrannsóknastofnun að innsta kvos Berufjarðar sé óhæf til sjókvíaeldis og 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 nágrennalöndunum, heldur er alltaf tekið með í reikninginn hvaða staðsetningar og hvers konar eldi er um að ræða, enda fara umhverfisáhrifin eftir báðum þessum þáttum. Því má búast við að burðarþol fjarða og annarra eldissvæða verði endurmetið á næstu árum ef þörf krefur.

## Heimildir

Anon, 2014a. 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 in spatial distribution and migration of Icelandic summer-spawning herring. ICES Journal of Marine Science, 66: 1762-1767

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 >.

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.