

Mat á burðarþoli Önundarfjarðar m.t.t. sjókvíaeldis

Niðurstaða

Hafrannsóknastofnun ráðleggur í samræmi við lög um fiskeldi (nr 71/2008 m.s.br.) að hámarklífmassi fiskeldis í Önundarfirði verði 2500 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

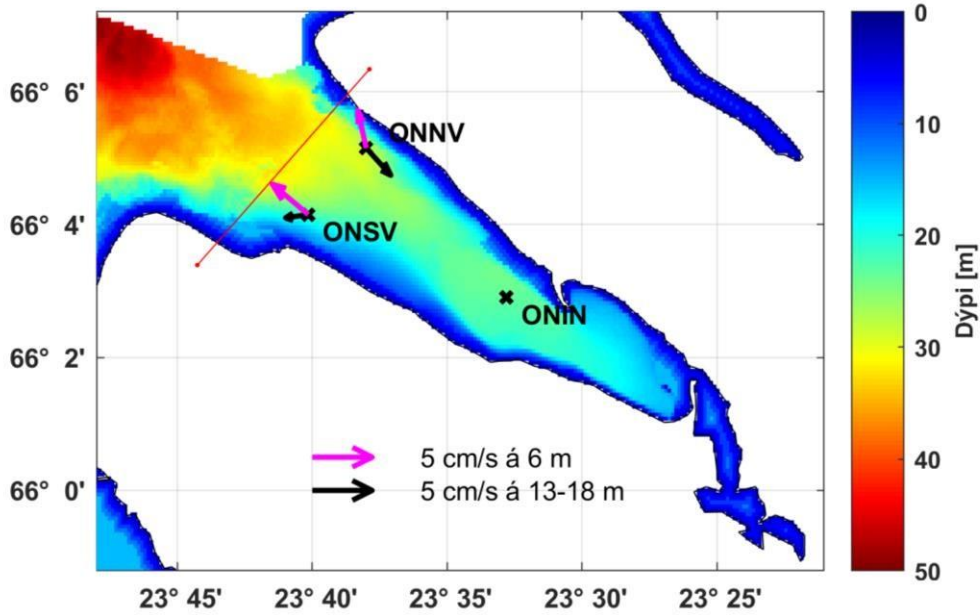
Niðurstaðan byggir á mati á áhrifum eldisins á ýmsa umhverfisþætti strandsjavarvatnshlota eins og lýst er í reglugerð 535/2011 flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun. Einkum er horft til álags á lífríki botnsins, súrefnisstyrks og styrks næringarefna.

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

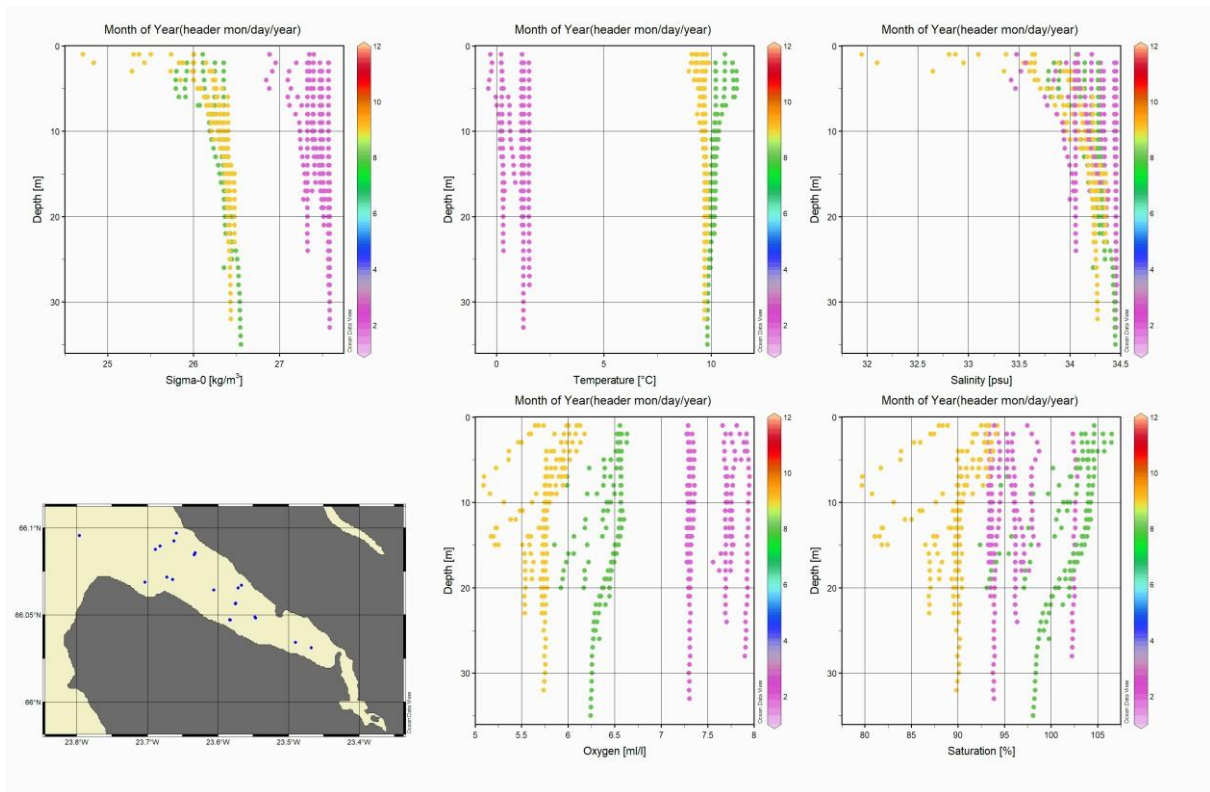
Tillit er tekið til stærðar fjarðarins og dýpis, varúðarnálgunar varðandi raunveruleg áhrif eldisins einkum á botndýralíf og súrefnisstyrk. Í þessu mati er gert ráð fyrir að hámarkslífmassi verði aldrei meiri en 2500 tonn og að nákvæm vöktun á áhrifum eldisins fari fram samhliða því. Slík vöktun er forsenda 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.

Staðhættir og niðurstöður rannsókna

Í Önundarfirði er mesta dýpi 32 metrar í mynni fjarðarins og í honum eru ekki þröskuldar (1. mynd). Meðaldýpi fjarðarins er um 18 m. Á fyrstu mynd eru sýndar staðsetningar straummælilagna ásamt meðalstraumi.



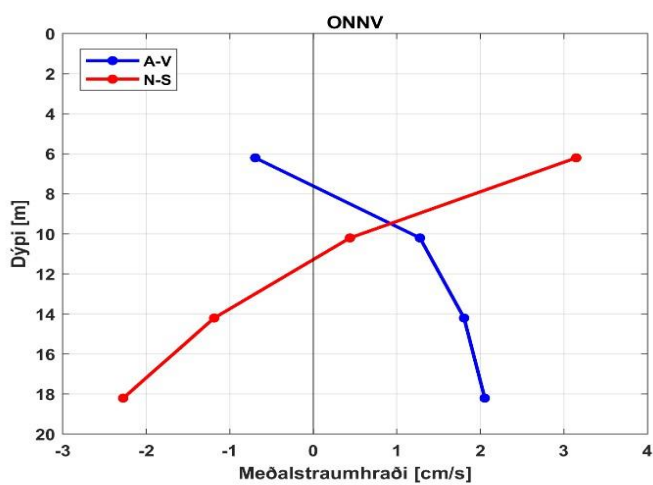
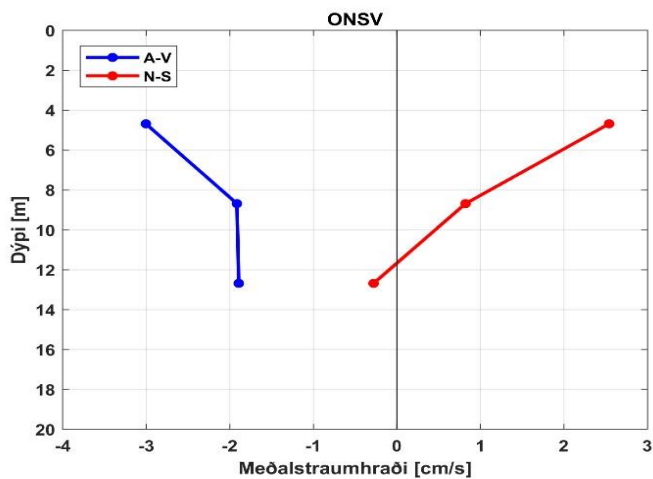
1. mynd. Botndýpi í Öfundarfirði. Rauða línan táknar ytri mörk þess svæðis sem líkankeyrslur náðu til. Staðsetningar og tákni straumlagna eru einnig sýndar ásamt meðalstraumi og stefnu fyrir tvö dýptarbil á mælitímanum. Dýptargögn frá Sjómælingasviði Landhelgisgæslunnar.



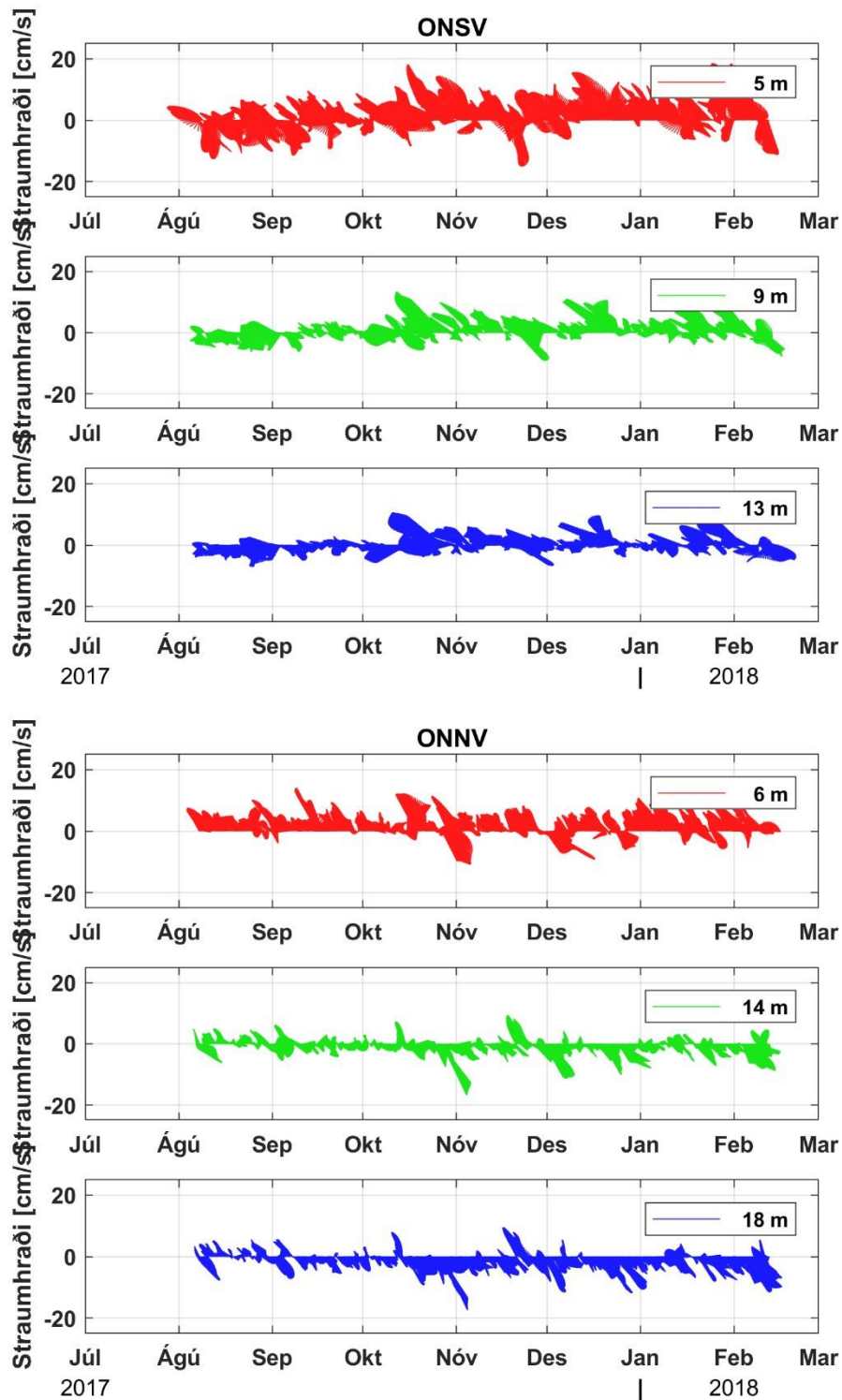
2. mynd Niðurstöður mælinga í Öfundarfirði 5. september 2013 (gult), 6. ágúst 2017 (grænt) og 12. febrúar 2017 (fjólublátt). Myndirnar sýna eðlisþyngd, hita, seltu, súrefnisstyrk og súrefnismettun sem lóðréttu ferla auk staðsetninga mælistöðva.

Athuganir á ástandi sjávar í firðinum á ýmsum árstímum (2. mynd) sýna að vatnssúlan er nær öll uppblönduð allt árið. Að sumarlagi myndast eilítið heitara og ferskara grunnt yfirborðslag í efstu 5 metrum sjávar einkum norðanvert í firðinum. Sumarmælingar sýna jafnframt lækkun í súrefni miðdýpis á tveimur stöðvum. Vert er að benda sérstaklega á hitann í febrúar 2018 sem fór niður undir 0°C og undir 0°C víða í firðinum. Sama ástand sást reyndar í mælingum í Önundarfirði veturinn 2016 í febrúar, (Eskafi, 2016). Vetrarmælingar 2014 sýna um einni gráðu hærra hita í firðinum. Þó svo að fjörðurinn sé jafnan vel uppblandaður og grunnur þá hefur hér verið litið svo á við líkanakeysrlur að hann hafi yfirborðslag og djúplag en almennt gildir að vatnsbolur Önundarfjarðar er nokkuð einsleitur og lagskipting lítil sem engin.

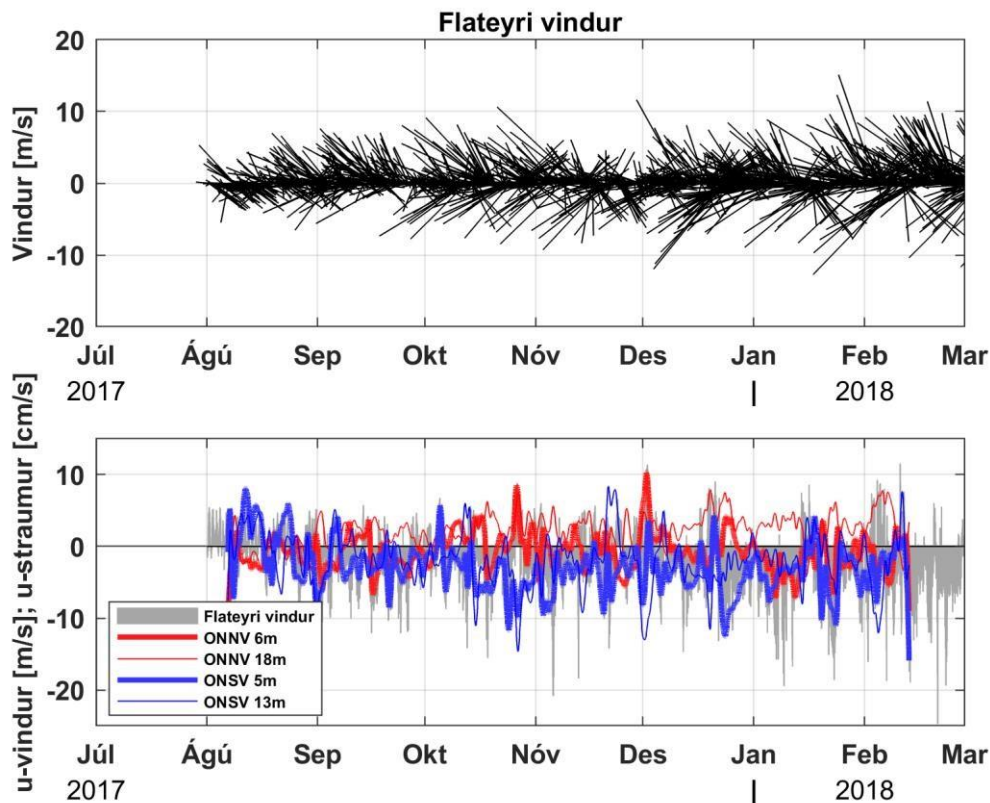
Niðurstöður straummælinga sýna tiltölulega veikan meðalstraum (1. og 3. mynd) vegna mikils breytileika í straumstefnu á straumsjár mælistöðvum og frekar óreglulega hringrás í firðinum. Ljóst er að vindur hefur mikil áhrif á strauma fjarðarins vegna þess hve grunnur hann er og fylgir útflæði sunnanvert oft sterkum norðaustan vindáttum (4. og 5. mynd). Miðað við meðaltal af straumi vatnssúlunnar má ætla að endurnýjunartími fjarðarins sé um 10 til 11 sólarhringar.



3. mynd. Meðalstraumhraði á mismunandi dýpi (lóðréttur ás) á staðsetningum ONSV sunnanvert og ONNV norðanvert í Önundarfirði. Austur-vestur þáttur (blár) og norður-suður þáttur (rauður).



4. mynd. Síðar tímaraðir straumstyrks og straumstefnu sjávar á strammælistöðvum sunnanvert og norðanvert í Önundarfirði (staðsetningar á 1.mynd) á mismunandi dýpi (6m rautt, 14m grænt og 18m blátt).



5. mynd. Tímaraðir vinds og austur-vestur straumpáttar sjávar á straummælistöðvum ONSV og ONNV (staðsetningar á 1.mynd).

Nánar um forsendur og líkön

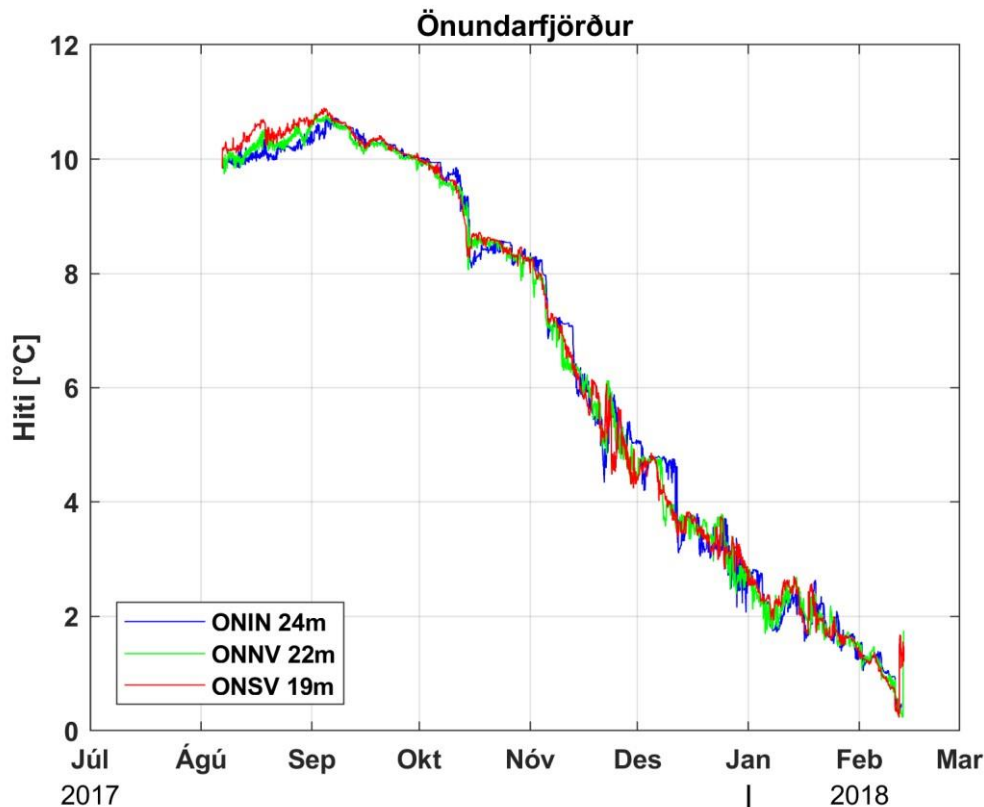
Líkt og annars staðar í Evrópu er horft til rammatilskipunar um vatn (water framework directive) sem tók gildi á Íslandi með lögum um stjórn vatnamála nr. 36/2011, þegar reglur um sjálfbært fiskeldi verða skilgreindar (Jeffrey o.fl., 2014). Til vatnshlota í strandsjó sem hafa gott eða mjög gott ástand er gerð sú krafa að ástandi þeirra skuli ekki hnigna þrátt fyrir fiskeldi eða aðra starfsemi. Það er grundvallaratriði í þróun sjálfbærs, 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 næst 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 árabíl. 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 sjókvíaeldi í Noregi hefur verið metin (Taranger o.fl., 2012) og þar kemur fram að nauðsynlegt er að skoða heildstætt samlegðaráhrif allrar starfsemi innan ákveðins sjókvíaeldissvæðis.

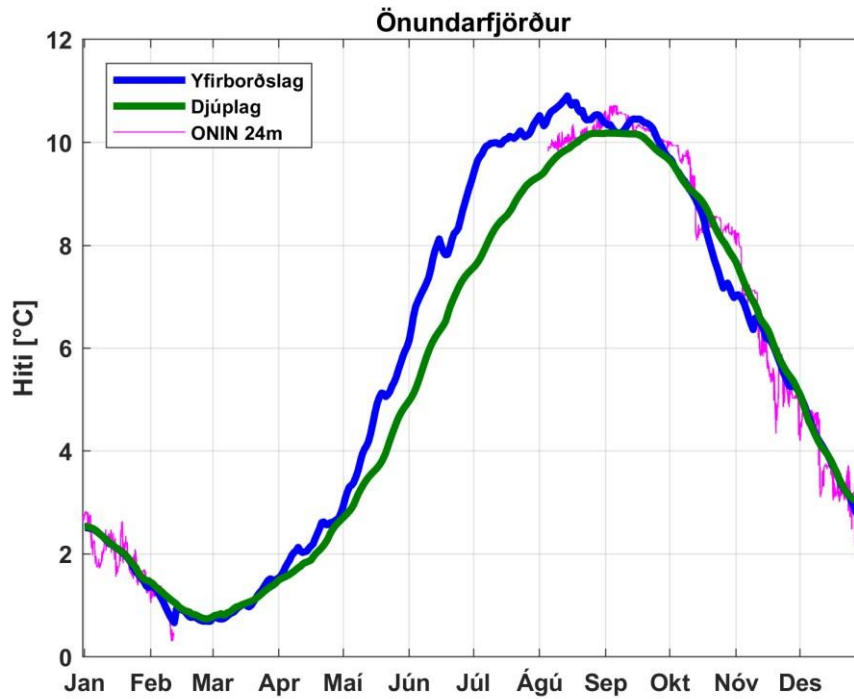
Endurútgæfið febrúar 2022

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.

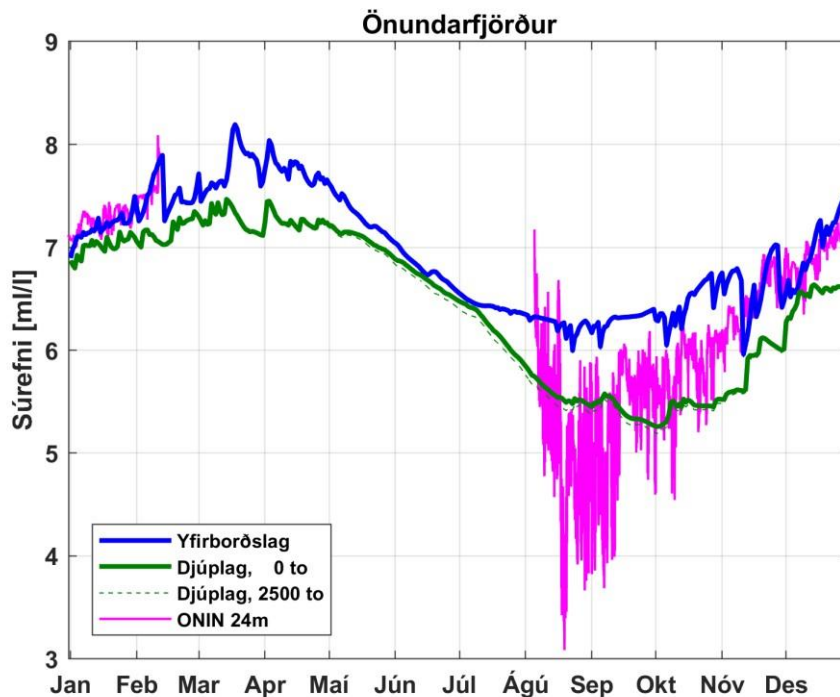
Gerðar voru mælingar á þeim grundvallarþáttum í Önundarfirði sem að ofan eru nefndir á tímabilinu frá 5. september 2013 til 12. febrúar 2018 og þar af með siritandi tækjum frá 6. ágúst 2017 til 13. febrúar 2018 en ástæða er til að ætla að á þessu tímabili sé súrefnisstyrkur sjávar lægstur á árinu (6., 7. og 8. mynd). 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 2 sjávarlög, þunnt yfirborðslag og djúp- eða botnlag sem nær frá botni og upp undir yfirborð. Ágætt samræmi fæst milli athugana og útreikninga líkansins á eðliseiginleikum sjávar (6. og 7. mynd).



- mynd.** Hitamælingar frá þremur stöðum í Önundarfirði (sjá 1. mynd) Mælarnir voru staðsettir niður undir botni á straummælistöðum sem merktar eru ONNV (græn lína) og ONSV (rauð lína) sem voru í mynni fjarðar og ONIN (blá lína) sem var í miðjum firðinum.



7. mynd. Hitamælingar (fjólublátt) frá straumlögn ONIN í miðjum Önundarfirði bornar saman við niðurstöður líkans fyrir yfirborðslag (blátt) og djúplag (grænt).



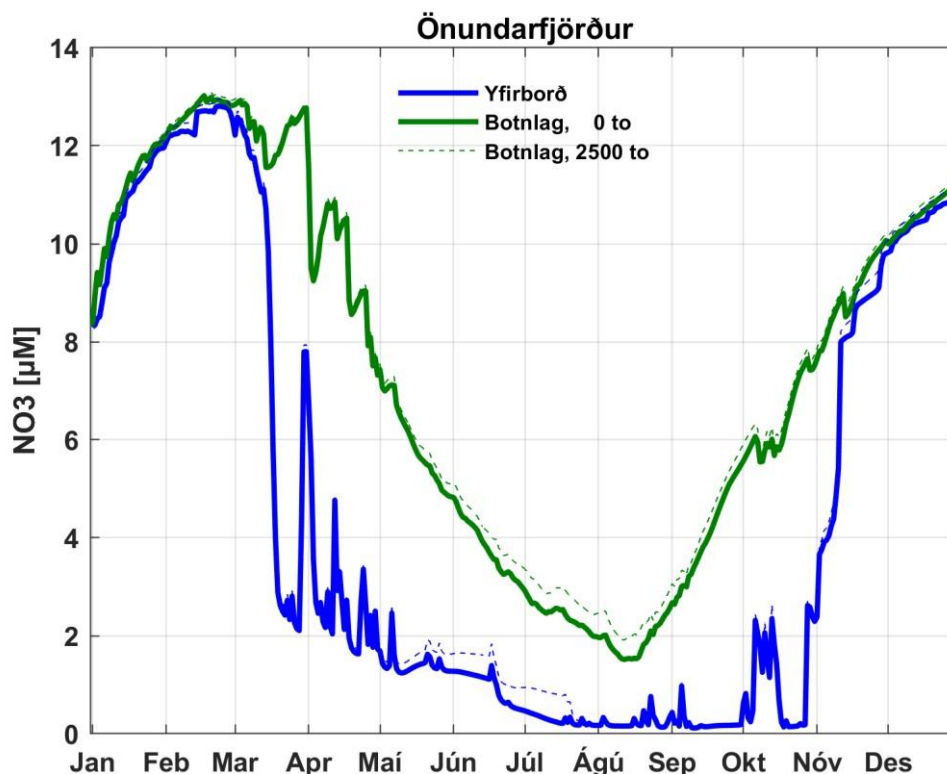
8. mynd. Súrefnismæling á 24 m dýpi á ONIN í Önundarfirði (fjólublátt) ásamt reiknuðu gildi ACExR líkans fyrir súrefni í yfirborðslagi (blátt) og djúplagi án eldis í firðinum (græn þykk lína) og með 2500 tonna lífmassa í firðinum (mjó græn punktaliína).

Á mælistöð inni í firðinum (ONIN) náðust samfelldar súrefnismælingar niður undir botni og var lægsta gildið um $3,1 \text{ ml l}^{-1}$ í ágúst sem bendir til þess að fjörðurinn sé viðkvæmur fyrir lífrænu álagi hvað varðar súrefnisbúskap hans (8. mynd). Straumur er almennt breytilegur í firðinum og er meðalstraumur djúplags inn að norðan og út að sunnan en minni en í næstu fjörðum eða um 3 cm s^{-1} . Meðalstraumur á ytri mælistöðvum var sömuleiðis í kringum 3 cm s^{-1} . Það og að Öndarfjörður er um 14 km að lengd leiðir þetta til þess að endurnýjunartími fjarðarins er um 10 til 11 dagar.

Öndarfjörður er grunnur fjörður og þar sem meðaldýpi er um 18 m, þannig að ljóstillífun svifþörunga getur átt sér stað í allri vatnssúlunni á sama tíma þ.e. frá yfirborði til botns. Hægur meðalstraumur verður til þess að svifþörungar geta fallið hratt til botns. Niðurbrot þess lífræna efnis krefst súrefnis sem gæti skýrt snögga náttúrulega lækun á súrefni í ágúst 2017 samkvæmt mælingum á ONIN mælistöðinni. Vegna þessa niðurbrots, sem verður á sama dýpi eldiskvíar verða á, kunna slíkir atburðir að hafa áhrif á fisk í kvíum.

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 $0,5 - 1 \text{ } \mu\text{mol l}^{-1}$ styrkukningu nítrats að sumri við 2500 tonna lífmassa í firðinum. Sú aukning kann að valda aukinni frumframleiðni sem enn eykur álagið á súrefnisbúskap fjarðarins.



9. mynd. Niðurstöður AceXR líkansins fyrir nítratstyrk í Öndarfirði. Þykku heilu línurnar sýna niðurstöður líkansins án eldis í firðinum. Bláa línan sýnir ársferil nítratstyrksins í yfirborðslagi fjarðarins og græna þykka línan sýnir útreikninga líkansins fyrir nítratstyrk í botnlaginu. Mjóu grænu og bláu

Endurútgefið febrúar 2022

Línurnar sýna niðurstöður líkansins á nítratstyrk í botnlaginu og yfirborðslaginu í firðinum miðað við áhrif 2500 tonna lífmassa 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. 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 Önundarfjörður 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 2500 tonn í Önundarfirði.

Í þessu mati er gert ráð fyrir að heildarlífmassi verði aldrei meiri en 2500 tonn í Önundarfirði 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 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 ef þörf krefur.

Heimildir

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

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

Eskafi, Majid, 2016. Feasibility of Ocean Heat Extraction in Icelandic coastal waters; Case Study of Önundarfjörður. MS thesis. University Centre of the Westfjords, Ísafjörður, Iceland.

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.

Endurútgæfið febrúar 2022

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., 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.