

## **Greinargerð: Mat á burðarþoli Patreks- og Tálknafjarðar m.t.t. sjókvíaeldis**

### **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 þol þeirra 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. Hlutverk burðarþolsmats er að meta óæskileg staðbundin áhrif af eldisstarfsemi, en lýtur ekki að öðru álagi á umhverfið.

### **Líkön**

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 megin 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, uppsprettum og afdrifum lífræns efnis og næringarefna sem stafa frá eldinu. Í Noregi er talið að helstu óvissuþættirnir við líkankeyrslurnar sem þar hafa verið þróaðar fyrir mat á umhverfisáhrifum og burðarþoli, séu ónógar upplýsingar um strauma sem og upplýsingar um raunverulega virkni fiskeldisins (Stigebrant, 2011). Þess vegna er mikilvægt að vakta sjókvíaeldissvæðin samhliða eldinu.

### **Sjálfbært fiskeldi**

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, botnþörungar og svifþörungar. 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 lagi.

### **Umhverfismörk**

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. Hámarks ásættanlegt álag á eldisfiskinn og umhverfið eru sett fram í Noregi sem staðlar fyrir vatnsgæði í

kvíunum og í umhverfi þeirra (Ervik og Aure, 2006). Umhverfismörk (EQS, environmental quality standards) eru nauðsynleg sem viðmið til að meta hvort að áhrif eldis séu ásætlanleg. Ef viðmiðin eru öllum ljós verða fosendur ákvarðanatöku vegna burðarþolsmats einnig ljósar.

Aðferðir sem miða að því að forðast að farið sé fram úr burðargetu fjarðar (sjókvíaelðissvæðis) fyrir fiskeldi felst í því að nota dreifingar- og ákomulíkön til að spá fyrir um áhrif fiskeldis á umhverfi sitt. Til eru ýmis líkön sem hönnuð hafa verið sérstaklega fyrir fiskeldi (sjá t.d. Reid o.fl., 2009). Almennt hafa þessi líkön verið hönnuð annað hvort til að athuga áhrifin á svæði nærri kvíunum eða áhrifin á stærra svæði umhverfis kvíar svo sem í heilum firði. Hins vegar eru flest þau líkön sem til eru í dag enn rannsóknatæki (Symonds, 2011). Dæmi um líkan sem nota má við ákvörðunartöku er AutoDEPOMOD, sem segir til um áhrif frá fiskeldiskvíum á nærsvæði þeirra (Cromey, Nickell & Black, 2002). Dæmi um líkan sem spáir fyrir um áhrif á stærra svæði er Aquaculture Waste Transport Simulator (AWATS) (Dudley, Panchang & Newell 2000). Í Skotlandi er hæfi svæða fyrir fiskeldi og hugsanlegur lífmassi í eldi nú metinn með líkani ásamt nauðsynlegum umhverfismælingum frá svæðinu (SEPA 2000, 2005). Notað er líkanið AutoDEPOMOD sem virkar á nærsvæði kvíanna til að ákvarða hvort að fyrirhuguð staðsetning kvía sé heppileg og hver mörk lífmassans eru sem umhverfið þolir miðað við þá staðsetningu.

Oftast hefur burðarþol verið metið með því að skoða áhrifin á súrefnisstyrk nærri botni, fjölbreytileika og magn botndýra, ofauðgun næringarefna og svifþörungablóma og afoxunarmætti (redox potential) í seti (Giles, 2008). Alla þessa þætti þarf að skoða við mat á áhrifum fiskeldis á umhverfið.

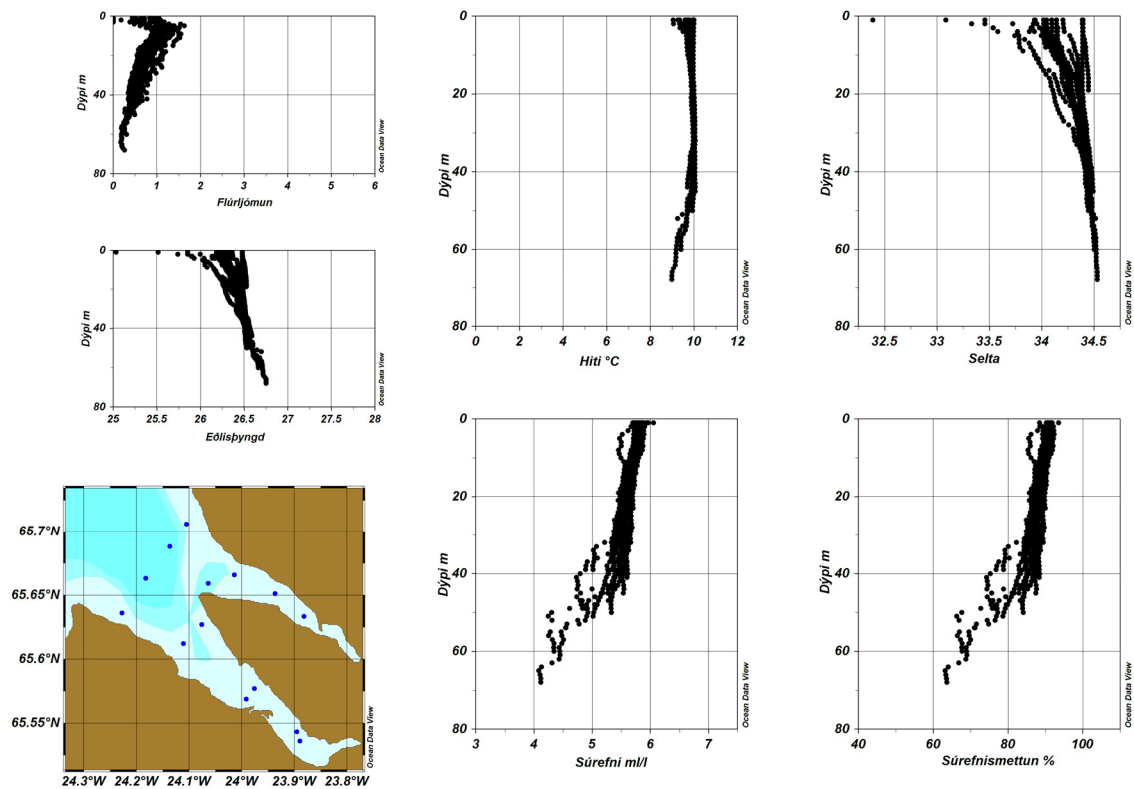
Í fjörðum og öðrum vatnshlotum (sjá skilgreiningu í lögum 36/2011) þar sem haft (þrenging, þröskuldur) er við mynnið þarf sérstaklega að huga að þeim mörkum sem lífríkið þolir hvað varðar lágmark í styrk súrefnis í dýpstu hlutum fjarðarins (fyrir neðan þröskuldsdýpi). Margir aðrir líffræðilegir, vistfræðilegir og hagrænir þættir geta líka legið til grundvallar burðarþoli varðandi fiskeldið, t.d. skólþrosun, smithætta, erfðablöndun við villta stofna og veiðihagsmunir.

Umhverfismörkin þurfa að taka til ýmissa þátta svo sem botndýrasamfélaga, súrefnisstyrks, plöntusvifs og fleira. Einnig þarf að athuga aðra starfsemi á svæðunum í þessu samhengi svo sem veiðar. Þá skal skoða vel aðrar skuldbindingar svo sem ný lög um stjórn vatnamála (36/2011) til að samræma umhverfisviðmiðin sem ráða skulu mati á burðarþoli og þau viðmið sem unnið er að í sambandi við innleiðingu laga um stjórn vatnamála og lýst er í reglugerð 535/2011.

## Niðurstaða- Patreks- og Tálknafjörður

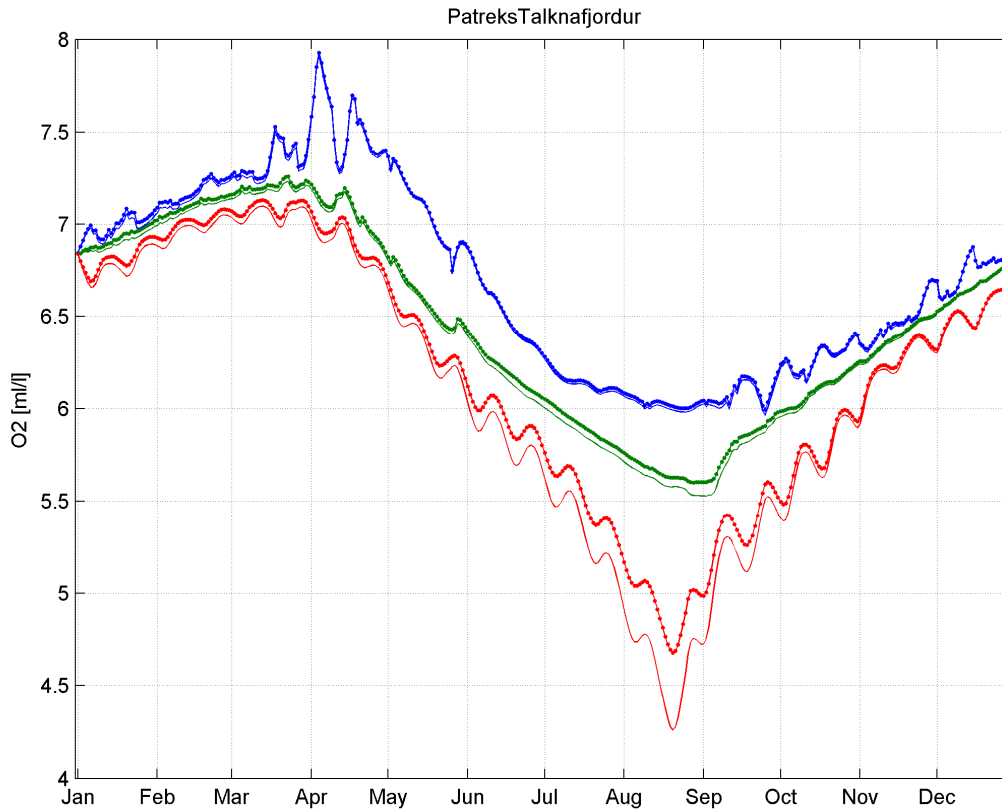
Patreks- og Tálknafjörður, ásamt Patreksfjarðarflóa eru hér skoðaðir sem eitt fjarðakerfi. Í flóanum er þröskuldur og er mesta dýpi fyrir innan hann 20-30 metrum dýpra en þröskuldsdýpið. Gert er ráð fyrir að fjarðakerfið hafi 3 sjávarlög þar sem botnlag sé fyrir neðan þröskuldsdýpi en þar fyrir ofan miðlag og yfirborðslag. Svæðið innst í Tálknafirði, Hópið, er ekki tekið með í þessum útreikningum og því ekki gert ráð fyrir eldi þar.

Endurteknar mælingar með hita-, seltu- og súrefnisrita hafa sýnt að sjór í firðinum er oftast vel uppblandaður en eiginlegt botnlag er þó greinilegt síðla sumars og fram á haust (Héðinn Valdimarsson og Magnús Danielsen, 2014). Á árinu 2008-2009 voru gerðar rannsóknir á sjófræði fjarðanna og straummælingar með siritandi mælum eru til frá síðustu árum. Þá voru einnig gerðar mælingar á sjófræði og uppleystu súrefni í fjörðunum haustið 2013 (mynd 1).



1. Mynd 1. Niðurstöður mælinga í Patreks- og Tálknafirði þann 3. september 2013. Lóðréttir ferlar. Litlar myndir sýna vinstra megin eðlisþyngd, flúorljómun (ókvarðaða) og mælistöðvar. Stærri myndir hita, seltu, súrefni og súrefnismettun.

Þessar mælingar hafa staðfest að fjörðurinn er að jafnaði vel blandaður en að yfir sumartímann verður lagskipting niðri við botn í firðinum annars vegar og í yfirborði hins vegar. Súrefnisinnihald er að jafnaði hátt en lágmark í styrk súrefnis mælist í mesta dýpi fjarðanna á haustmánuðum.



Mynd 2. Niðurstöður AceXR líkansins fyrir súrefnisstyrk innan þröskulds í Patreks- og Tálknafirði. Þykku heilu línurnar sýna niðurstöður líkansins án eldis í fjörðunum. Bláu og grænu línurnar sýna ársferil súrefnisstyrksins í efsta laginu og í miðlaginu, rauða þykka línan sýnir niðurstöður líkansins fyrir súrefnisstyrk í botnlaginu. Rauða mjóa línan sýnir niðurstöður líkansins fyrir áhrif 20 þúsund tonna eldis í fjörðunum á súrefnisstyrk í botnlaginu.

Niðurstöður líkansins eru að lækkunin á súrefnisstyrknum í botnlaginu er metin sem  $0,4 \text{ ml l}^{-1}$  fyrir 20 þúsund tonna eldi í firðinum þegar áhrif þess eru mest (mynd 2). Gert er ráð fyrir að hámarkslífmassi í 20 þúsund tonna eldi fari ekki yfir þau mörk á neinum tíma í eldisferlinu, sér í lagi þegar súrefnisstyrkur er lægstur.

Með tilliti til stærðar fjarðanna 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 20 þúsund tonna eldi í Patreks- og Tálknafirði á ári.

Í þessu mati er gert ráð fyrir að heildarlífsmassi verði aldrei meiri en 20 þúsund tonn og að nákvæm vöktun á áhrifum eldisins fari fram samhliða því. Slík vöktun yrði forsenda fyrir hugsanlegu endurmati á burðarþoli fjarðarinnar, til hækkunar eða lækkunar, sem byggt yrði á raungögnum. Jafnframt er bent á að æskilegra er að meiri eldismassi sé frekar utar í fjörðunum en innar.

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.

Hafrannsóknastofnun, 16. apríl 2015, SRÓ, HV og HGG

## Heimildir

Anon, 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Vannportalen.no.

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

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

Buhl-Mortensen, L. Aure, J. Alve, E., Oug, E. & Husum K., 2006. Effects of hypoxia on fjordfauna: The bottomfauna and environment in fjords on the Skagerrak coast [in Norwegian]. *Fisken og Havet* 3:108 p.

Cromeey C.J., Nickell T.D. & Black K.D., 2002 DEPOMOD – modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. *Aquaculture* 214, 211–239.

Dudley R.W., Panchang V.G. & Newell C.R., 2000 Application of a comprehensive modelling strategy for the management of net-pen aquaculture waste transport. *Aquaculture* 187, 319–349.

Ervik, A. og Aure, J., 2006. Hvor mye fiskoppdrett vil vi ha i Norge?. *Kyst og havbruk*, 2006, Kapittel 3.

Giles H. 2008. Using Bayesian networks to examine consistent trends in fish farm benthic impact studies. *Aquaculture* 274, 181–195.

Héðinn Valdimarsson og Magnús Danielsen, 2014. Endurteknar mælingar á hita, seltu og súrefni sjávar á föstum stöðvum í Patreks-, Tálkna-, Arnar-, Dýra- og Önundarfirði árin 2013 og 2014. Hafrannsóknastofnun, skýrsla.

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 >.

Molvær J., Knutzen J., Magnusson J., Rygg B., Skei J., Sørensen J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03. SFT-rapport TA- 1467-97. 36s.

Reid G.K., Liutkus M., Robinson S.M.C., Chopin T.R., Blair T., Lander T., Mullen J., Page F. & Moccia R.D., 2009. A review of the biophysical properties of salmonid faeces: implications for aquaculture waste dispersal models and integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture Research* 40, 257–273.

SEPA, 2000. Hydrographic Data Requirements for Application to Discharge from Marine Cage Fish Farms, Attachment VIII – Regulation and Monitoring of Marine Cage Fish Farming in Scotland – A Procedures Manual. Available at <http://www.sepa.org.uk> (accessed August 2007).

SEPA, 2005. Regulation and Monitoring for Marine Cage Fish Farming in Scotland: Annex H – Methods for Modelling In-Feed Anti-Parasitics and Benthic Effects. Available at <http://www.sepa.org.uk> (accessed August 2007).

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.

Stigebrandt, A., 2011. Carrying capacity: general principles of model construction. *Aquaculture Research*. Special Issue: Proceedings of the International Symposium, Scottish Aquaculture: A sustainable future. Volume 42, Issue Supplement s1, pages 41–50.

Symonds, A.M. 2011. A comparison between far-field and near-field dispersion modelling of fish farm particulate wastes. *Aquaculture Research*. Special Issue: Proceedings of the International Symposium, Scottish Aquaculture: A sustainable future. Volume 42, Issue Supplement s1, pages 73–85.

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.

Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl., 2014. Skýrsla nefndar um leyfisveitingar og eftirlit í fiskeldi. Atvinnuvega og nýsköpunarráðuneytið.