



NÁTTÚRUSTOFA  
VESTFJARÐA

# Athuganir 2010, 2011 og 2012, á áhrifum laxeldis í sjókvíum í Tálknafirði, á botndýralíf

Unnið fyrir Fjarðalax

**Áfangaskýrsla**

Böðvar Þórisson  
Cristan Gallo  
Eva Dögg Jóhannsdóttir  
Þorleifur Eiríksson

Júní 2012  
NV nr. 6-12

## Útdráttur

Fjarðalax óskaði því eftir við Náttúrustofu Vestfjarða að meta áhrif af laxeldi í Tálknafirði á botndýralíf. yfir 23 mánaða eldistíma. Laxeldi í sjókvíum í Tálknafirði stóð yfir 23 mánaðatímabil eða frá júlí 2010 til júní 2012. Á tímabilinu voru tekin þrisvar sýni af botnseti, fyrst áður en fóðrun hófst í júlí 2010 og síðan aftur þegar fóðurgjöf minnkaði og undribúningur fyrir slátrun hófst í október 2011 og að lokum þegar fóðrun var hætt og slátrun að mestu lokið í apríl 2012.

Rannsóknarvæðið er við sjókvíar í Tálknafirði sem eru í eigu Fjarðalax. Kvíarnar eru staðsettar rétt rúma 3 km utan við Sveinseyri. Botndýpi á fiskeldissvæðinu er u.þ.b. 45-52 m. Tvær kvíar eru í Tálknafirði og er sú innri nefnd T1 en ytri T2. Í júlí 2010 voru 200 þúsund laxaseiði sett í eldiskví T1 í Tálknafirði. Í þeirri kví var fiskurinn alinn fram til 10. ágúst 2011 en þá var helmingurinn færður yfir í kví T2. Samtals var fóðrað 960 tonn af þurrfóðri yfir 21. mánaða tímabil, frá júlí 2010 til apríl 2012. Eldissvæðið fer þá í hvíld til júní 2013.

Tekin voru sýni við kvíar í Tálknafirði og í ákveðninni fjarlægð frá þeim. Sýnatökustöðvarnar eru sex, númeraðar frá A-F. Fyrsta sýnataka fór fram 9. júlí 2010 og og voru þá teknar sex stöðvar. Tekin voru sýni síðan 12. október 2011 á þremur stöðvum en ekki var hægt að taka á fleirum stöðum vegna veðurs. Þriðja og síðasta sýnataka var síðan í apríl 2012 og voru þá teknar fimm stöðvar til greininga á botndýrasamfélagi og sex stöðvar til efnagreininga.

Botndýrasamfélögin hafa tekið miklum breytingum yfir eldistímann og þá sérstaklega við innri kvína (stöð A), sem var 0 m frá eldiskví T1. Aðeins sex hópar/tegundir fundust í athugun á stöð A árið 2011 en samt sem áður voru tvær tegundir í þeirri athugun sem ekki fundust í þeirri fyrri; burstaormurinn *Capitella capitata* og kræklingur ungvíði. Burstaormurinn *Capitella capitata* er af ættinni Capitellidae en ormar af þeirri ætt eru þekktir fyrir að þola vel uppsöfnun lífræna leifa. Mikill fjöldi kræklingur ungvíðis kemur líklega frá mannvirkjunum þ.e. dettur af tógum, netpoka og kvíarhringnum. Í þriðju athuguninni er burstaormur af ætt Capitellidae enn alls ráðandi og fjölbreytileikinn er lítill. Þó er komnar inn aftur þrjár skeljategundir: gljáhnyttla (*Ennucula tenuis*), trönuskel (*Nuculana pernula*) og hrukkubúlða (*Thyasira flexuosa*). Tegund náskyld hrukkubúldunni, *T. sarsi*, er þekkt fyrir að þola ágætlega lífræna uppsöfnun en hún fjarlægir einnig brennisteinsvetni úr botnsetinu og sem gerir setið ákjósanlega búsvæði fyrir dýr sem lifa í setinu.

Botndýralífið á stöð B og C hefur einnig tekið talsverðum breytingum og eru burstaormar af ættinni Capitellidae algengastir. Stöð C er ekki nema um 20 m innan við T1 (innri kví) og því vel innan áhrifasvæðis hennar. Stöð B er einnig stutt frá T2 (ytri kví) og er u.þ.b. 100 m fyrir utan T1 og í straumstefnu frá henni. Þar sem fiskur var settur í T2 í ágúst 2011 en það er ekki vitað hvort áhrifin á stöð B séu einungis frá T2 eða samlögð áhrif. Fjölbreytileikinn er einnig hærri á þessum tveimur stöðvum en á stöð A.

Stöð D var tekin í apríl 2012 í u.þ.b. 100 m fjarlægð frá kví T2. Stöðin ber engin merki um lífræna uppsöfnun. Engir burstaormar af ættinni Capitellidae sjást þarna og hún sýnir háan skyldleika við botndýrasamfélagið á sama stað árið 2010 en einnig við stöð F (árið 2010 og 2012) sem er viðmiðunarstöð. Í sýnatökunni í apríl 2012 sést að álagið er orðið lítið en tækifæris tegundir eru enn ríkjandi og fjölbreytnin lítil. Það eru samt komnar inn tegundir eins gljáhnyttla, trönuskel og hrukkubúlða sem hljálpa til við niðurbrot lífrænna efna. Einnig sést með stöð D að uppsöfnunin er afmörkuð á litlu svæði og getur það hjálpað til við að flýta niðurbrotinu.

**Efnisyfirlit**

<b>ÚTDRÁTTUR</b> .....	<b>2</b>
<b>EFNISYFIRLIT</b> .....	<b>3</b>
<b>INNGANGUR</b> .....	<b>4</b>
<b>AÐFERÐIR</b> .....	<b>4</b>
<b>Rannsóknarsvæði</b> .....	<b>4</b>
<b>Sýnataka</b> .....	<b>5</b>
<b>Úrvinnsla</b> .....	<b>7</b>
<b>Mat á fjölbreytni</b> .....	<b>7</b>
<b>NIÐURSTÖÐUR</b> .....	<b>9</b>
<b>Greiningar á dýrum</b> .....	<b>9</b>
<b>Efnasýni</b> .....	<b>15</b>
<b>UMRÆÐUR</b> .....	<b>16</b>
<b>Þakkir</b> .....	<b>17</b>
<b>HEIMILDIR</b> .....	<b>17</b>
<b>VIÐAUKI I. HÓPAR/TEGUNDIR SEM ERU NOTAÐAR Í FJÖLBREYTI- OG SKYLDLEIKAREIKNINGA</b> .....	<b>19</b>

## Inngangur

Fjarðalax óskaði því eftir við Náttúrustofu Vestfjarða að meta áhrif af laxeldi í Tálknafirði á botndýralíf. yfir 23 mánaða eldistíma.

Laxeldi í sjókvíum í Tálknafirði stóð yfir 23 mánaðatímabil eða frá júlí 2010 til júní 2012. Á tímabilinu voru tekin þrisvar sýni af botnseti, fyrst áður en fóðrun hófst í júlí 2010 og síðan aftur þegar fóðurgjöf minnkaði og undribúningur fyrir slátrun hófst í október 2011 og að lokum þegar fóðrun var hætt og slátrun að mestu lokið í apríl 2012.

Í þessari áfangaskýrslu er greint frá niðurstöðum frá þessum athugunum. Fyrirhugað er að taka sýni til athugunar á botndýralífi haustið 2012 og vorið 2013 og verður gert grein fyrir þeim athugunum í lokaskýrslu.

## Aðferðir

### Rannsóknarsvæði

Rannsóknarvæðið er við sjókvíar í Tálknafirði sem eru í eigu Fjarðalax. Kvíarnar eru staðsettar rétt rúma 3 km utan við Sveinseyri (mynd 1). Botndýpi á fiskeldissvæðinu er u.þ.b. 45-52 m.



Mynd 1. Kassi markar gróflega fiskeldissvæðið í Tálknafirði.

Tvær kvíar eru í Tálknafirði og er sú innri nefnd T1 en ytri T2. Þann 6. og 8. júlí 2010 voru 200 þúsund laxaseiði sett í eldiskví T1 í Tálknafirði. Í þeirri kví var fiskurinn alinn fram til 10. ágúst 2011 en þá var helmingurinn færður yfir í kví T2. Samtals var fóðrað 960 tonn af þurrfóðri yfir 23. mánaða tímabil, frá júlí 2010 til apríl 2012.

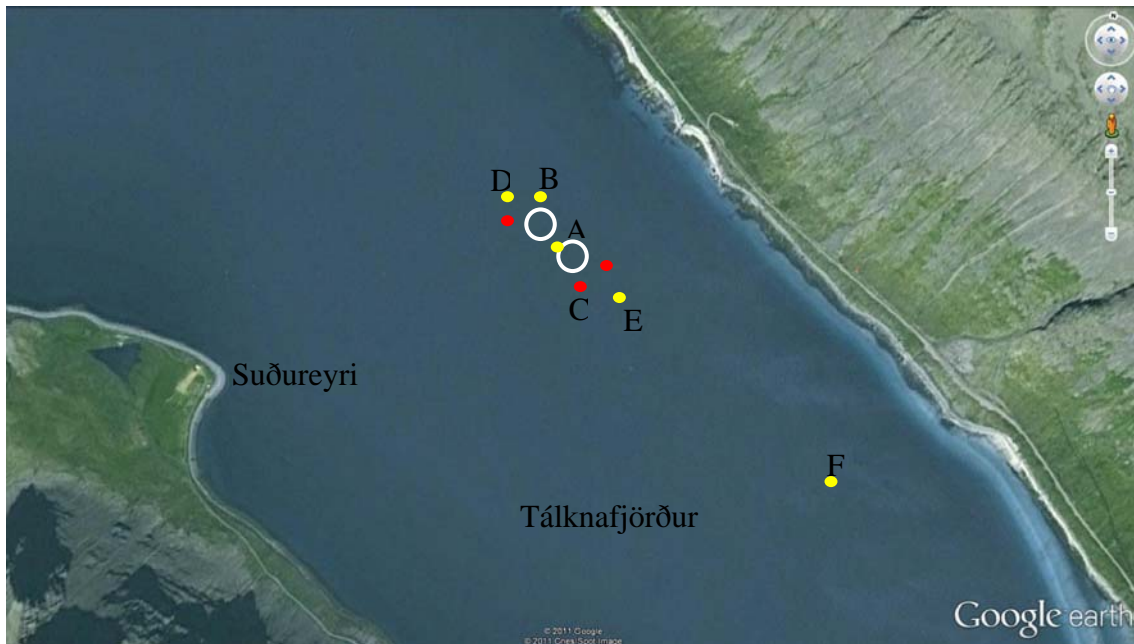
Slátrun úr eldiskvíum hóft í byrjun nóvember 2011 og áætlað er slátrun ljúki í júní 2012. Eldissvæðið fer þá í hvíld og er reiknað með að það verði í hvíld í eitt ár (munnl.uppl. Jón Örn Pálsson).



Mynd 2. Sýnataka við eldiskvíar í Tálknafirði október 2011.

### Sýnataka

Tekin voru sýni við kvíar í Tálknafirði og í ákveðninni fjarlægð frá þeim. Sýnatökustöðvarnar eru sex, númeraðar frá A-F (mynd 3). Fyrsta sýnatakan fór fram 9. júlí 2010 og og voru þá teknar sex stöðvar. Síðan voru aftur sýni síðan 12. október 2011 á þremur stöðvum en ekki var hægt að taka á fleirum stöðum vegna veðurs. Þriðja og síðasta sýnatakan var síðan 17. apríl 2012 og voru þá teknar fimm stöðvar en sjötta stöðin náðist ekki vegna mikils reks og vegna þess að greipin festist í festingum frá kvíunum. Hver stöð var hnitsett og dýpt lesin af dýptarmæli um borð í bátum (tafla 1).



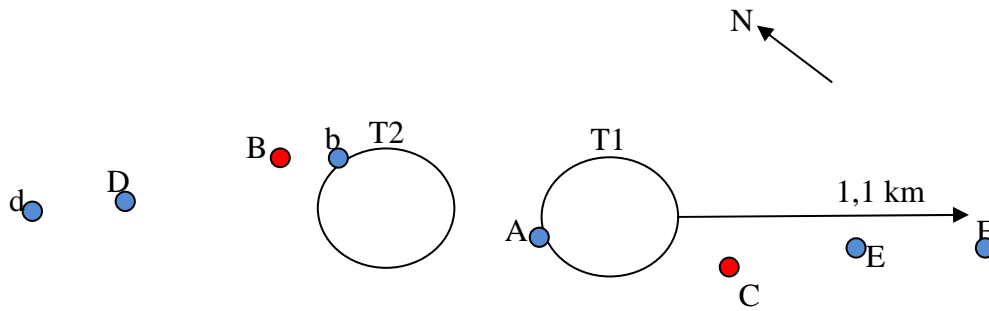
Mynd 3. Kvíar og stöðvar (A-F) í Tálknafirði. Hvítir hringir eru kvíar, rauðir punktar ból og eru stöðvar B og C við ból. Gulir punktar tákna aðrar stöðvar.

Sýnatökustöðvar voru valdar tilliti til fjarlægða frá kvíum. Stöð A er tekin við kví T1 (0 m), stöð B um 20 m utan við kví T2 og stöð C um 20 m innan við kví T1. Stöðvar E og D eru um 100 m frá eldiskvíum og stöð F um 1,1 km innan við kví T1. Á stöð A er bátur bundin við kví T1 en á stöð B og C er báturinn bundin við ból. Á öðrum stöðvum er báturinn laus og er því kippt aftur eftir hvert sýni ef það er mikið rek.

Tafla 1. Hnit og sjávardýpi (faðmur og metri) stöðva í Tálknafirði.

Stöð	Norður hnit	Vestur hnit	Dýpt fm	Dýpt m	Annað
A	N65 38.710	W23 54.565	26,5	49,8	Á utanverðu T1
B	N65 38.744	W23 54.679	27,2	51,1	Ból norðan T2
C	N65 38.682	W23 54.494	26,6	50,0	Ból sunnan T1
D	65° 38.764	23° 54.778	27,7	52,1	Utan við T2
E	65° 38.663	23° 54.436	26,6	50,0	Innan við T1
F	65° 38.336	23° 53.469'	23,6	44,3	Um 1 km innan við T1

Í sýnatökunni í apríl 2012 náðist ekki að binda bátinn við ból þar sem stöð B var tekin árið 2010 og 2011 og var því báturinn bundinn við kví T2 í staðin og tekin sýni þar (sjá „b“ á mynd 4) en það munar ekki nema 25 m á staðsetningunum. Stöð E náðist ekki 2012 og var því ekki unnið úr sýnum af stöð E frá 2010. Erfiðlega gekk að ná sýnum á stöð D í apríl 2012 vegna mikils reks og greipin lenti í festingum frá kvíum. Var því sýnatakan færð aðeins utar, um 50 til 80 m (sjá „d“ á mynd 4).



Mynd 4. Staðsetningar á sýnatökustöðvum með tilliti til kvía (T1 og T2).

Notuð var Van Veen greip við sýnatökuna. Í fyrstu sýnatökuna var notuð greip með  $200 \text{ cm}^2$  flatarmál en í hinum tveimur var notuð greip með  $250 \text{ cm}^2$  flatarmáli.

Sýni telst nothæft ef greipin er lokuð þegar hún kemur upp og það er set í greipinni.

Tekin voru þrjú sýni á hverri stöð til greiningar á botndýralífi. Skráð var setgerð, litur á sýninu, lykt og hvort lífverur sáust. Botndýrasýnin voru fest í formalíni og boraxi bætt út í svo skeljar skeldýra leystust ekki upp. Formalíni er síðan hellt af sýnunum eftir nokkra daga og alkóhól (70%) sett í staðinn.

Til viðbótar voru tekin sýni til efnagreiningar á hverri stöð. Þau sýni voru sett í 1l fötur, tvær fyrir hverja stöð. Þau sýni voru sett sem fyrst í frysti þegar í land var komið en síðan sá Fjarðalax sá um að koma þeim til efnagreiningar til Eurofins í Noregi. Það sem var greint: heildar kolefnis (TOC), heildar köfnunarefni (N), heildar fosfór (P) og Súlfíð.

### Úrvinnsla

Eftir nokkra daga (3-7) var formalíninu hellt af sýnunum og 70% alkóhól sett í staðinn. Sýnin voru sigtuð varlega í rennandi vatni í gegnum  $500 \mu\text{m}$  sigti. Við sigtun var setinu skipt upp í eftirfarandi flokka eftir grófleika: smásteinar, sandur og/eða mól stærri en  $500 \mu\text{m}$ , sandur/leir minni en  $500 \mu\text{m}$  og skeljabrot.

Dýr voru flokkuð undir víðsjá Leica MZ 6 og/eða MZ 12, greind í tegundir eða hópa með hjálp greiningarlykla og talin.

Unnin voru sýni á stöðvum A, B, C, D og F. Til aðgreiningar fyrir árin, þá eru stöðvarnar einnig merktar með tveimur síðustu tölum ársins t.d. stöð A10 og A11.

### Mat á fjölbreytni

Fjölbreytni var metin með Shannon-Wiener  $H'$  fjölbreytileika stuðli (Grey et. al 1992; Brage og Thélin 1993). PRIMER 5 forritið var notað við útreikninga. Fjöldi þráðorma (Nematoda) og mosadýra (Bryozoa) var ekki notaður við útreikninga og sumar tegundir voru sameinaðar í ættkvísl eða ætt.

Shannon-Wiener fjölbreytni stuðull  $H'$ :

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

þar sem  $s$  = fjöldi tegunda,  $p_i$  = hlutdeild af heildarsýni sem tilheyrir tegund  $i$ . Þessi stuðull er mikið notaður og hækkar eftir því sem fjölbreytileiki eykst.

Einsleitinstuðullinn, er nátengdur Shannon-Wiener stuðlinum, en sýnir meira hvort jafnræði er milli tegunda, eða ein eða fáar tegundir sérstaklega áberandi. Stuðullinn lækkar þegar það gerist.

Einsleitinstuðullinn  $J$ :

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Primer forritið er einnig notað til að meta vísitölu skyldleika, Bray-Curtis similarity coefficient (Clarke og Warwick 2001). Vísitalan er frá 0-100% og eykst skyldleiki með hærri tölu. Skyldleika á milli einstakra stöðva er síðan hægt að lesa út úr töflu (sjá síðar). Gerð var klasagreining og MDS-greining en í þeirri síðarnefndu endurspeglar fjarlægðir hversu ólík samfélögin eru. Klasagreiningin raðar líkum stöðvum saman en sýnir ekki á mynd nákæmlega hve mikill skyldleiki (%) er á milli þeirra.

### **Efnasýni**

Efnasýni voru fryst í loftþéttum plastlátum. Þau voru síðan send til efnagreiningar til Eurofins Norsk Miljöanalyse AS, í Moss í Noregi. Gerð var mæling á innihaldi af heildar lífrænu kolefni (TOC, total organic carbon), heildar fosfór (P), heildar köfnunarefni (N) í öllum sýnum. Í tveimur sýnum (A og F) var einnig mælt heildar innihald af brennisteini (S).



## Niðurstöður

Á öllum stöðvum árið 2010 fannst engin lykt af sýnunum en haustið 2011 fannst lykt á stöð A, B og C. Um vorið 2012 fannst lítillega lykt á stöð A og á viðmiðunarstöðinni (stöð F) en ekki fannst lykt annars staðar (tafla 2).

Á stöð A og C voru gróðurleifar, en það var ekki greint sérstaklega (tafla 2).

Tafla 2. Lýsing á botnsýnum í Tálknafirði ásamt dýpi. Tölustafir á stöðvunum tákna árin.

Stöð	Litur sets	Lýsing
A10	Grátt	Leðja, gróður engin lykt, burstaormar (Polychaeta) sáust.
A11	Grátt/svart	Leðja, gróður, smá lykt.
A12	Grátt/svart	Leðja, lítil lykt.
B10	Grátt	Leðja, engin lykt.
B11	Grátt/svart	Leðja, smá lykt.
B12	Grá/svart	Leðja, engin lykt. Dauðar skeljar. Leðjan aðeins grófari en á stöð A.
C10	Grátt	Leðja, nokkur gróður, engin lykt.
C11	Grátt/svart	Leðja, nokkur gróður, smá lykt.
C12	Grátt/svart	Leðja, smá gróður, engin lykt. Dauðar skeljar.
D10	Grátt	Leðja, lítill gróður, engin lykt.
D12	Grátt/svart	Leðja, smá gróður, engin lykt.
E10	Grátt	Leðja, engin lykt
F10	Grátt	Leðja, smá gróður, engin lykt.
F12	Grátt	Leðja, smá lykt.

## Greiningar á dýrum

Í töflu 3 er meðaltal þriggja sýna á fermetra (m<sup>2</sup>) á fimm stöðvum í Tálknafirði. Tölustafir á stöðvunum tákna árin.

Tafla 3. Greiningar á tveimur stöðvum (A og B) í Tálknafirði árin 2010, 2011 og 2012 (meðaltal þriggja sýna, fjöldi á m<sup>2</sup>). „X“ merkir að hópurinn var til staðar en ekki talin. Juv = juvenile (ungviði).

Hópur	Undirhópur	Íslenskt	Stöð A			Stöð B		
			A10	A11	A12	B10	B11	B12
Nematoda		Þráðormar	950	1.093	2.560	667	147	12.480
Nemertea		Ranaormar				100		
Foraminifera		Götungar	x	x	x	x	x	x
Mollusca								
	Bivalvia	Samlokur						
	Bivalvia		67			133		
	Myidae							
	<i>Mya</i> sp.					33		
	Mytilidae							
	<i>Mytilus edulis</i> juv.	Kræklingur		520	48.427		173	5.547
	Nuculanidae							
	<i>Nuculana pernula</i>	Trönuskel	1.100		1.387	600		
	<i>Yoldia hyperborea</i>					100		
	Nuculidae							
	<i>Ennucula tenuis</i>	Gljáhnytla	1.533		853	1.500		
	Semelidae							
	<i>Abra nitida</i>	Lýsuskel	17					

Hópur	Undirhópur	Íslenskt	Stöð A			Stöð B		
			A10	A11	A12	B10	B11	B12
	Thyasiridae							
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Hrukkubúlda	200		107	500	40	320
	Gastropoda							
	Aeolidiidae				107			
	Annelida							
	Clitellata							
	Oligochaeta	Ánar					13	107
	Hirundea	Iglur	33			67		
	Polychaeta	Burstaormar						
	Polychaeta sp(p)						13	
	Capitellide				960		67	640
	<i>Capitella capitata</i>			2.520	3.413		147	1.173
	Cirratulidae							
	<i>Chaetozone setosa</i>		33			100		
	Cossuridae							
	<i>Cossura longocirrata</i>		217			167		
	Dorvilleidae						27	
	Glyceridae							
	<i>Glycera capitata</i>		17					
	Hesionidae							
	<i>Microphthalmus aberrans</i>		67			133	187	853
	Maldanidae		117			167		
	<i>Maldani sarsi</i>					33		
	Nephtyidae							
	<i>Nephtys sp(p)</i>							107
	Orbiniidae							
	<i>Scoloplos armiger</i>		67			67		
	Oweniidae							
	<i>Myriochele oculata</i>		4.567			3.100		
	Paraonidae							
	<i>Aricidea suecica</i>					33		
	Pholoidae							
	<i>Pholoe minuta</i>		17		107	67		
	Phyllodocidae							
	<i>Eteone longa</i>		117					213
	Pectinariidae							
	<i>Pectinaria sp.</i>					33		
	Sabellidae		67					
	<i>Fabrica sabella</i>							
	Spionidae		217			33	13	
	<i>Malacoceros fuliginosus</i>				213		67	213
	<i>Prionospio steenstrupi</i>		267			67		
	<i>Pygospio sp.</i>		150			333		
	<i>Spio sp.</i>					367		
	Sternaspidae							
	<i>Sternaspis scutata</i>		500			900		
	Syllidae							107
	Trichobranchidae							
	<i>Terebellides stroemii</i>					33		
	Arthropoda							
	Crustacea	Krabbadýr						
	Amphipoda	Marflær	33					

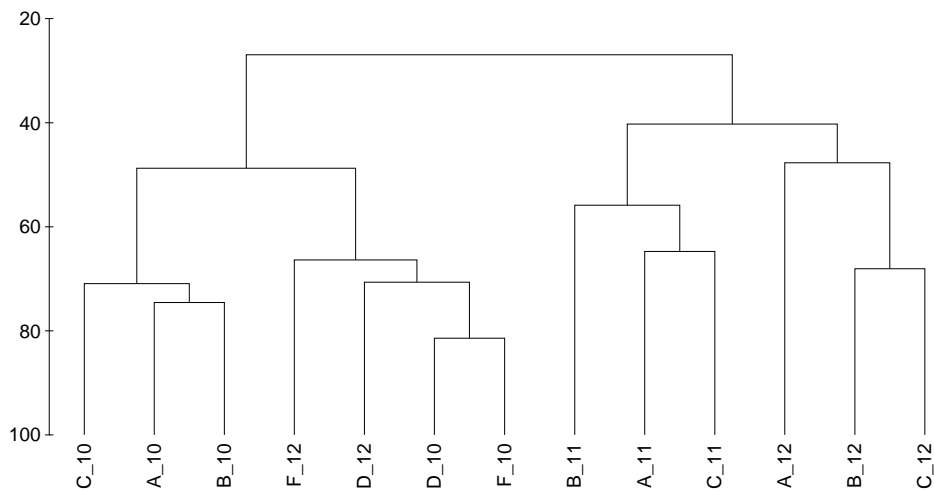






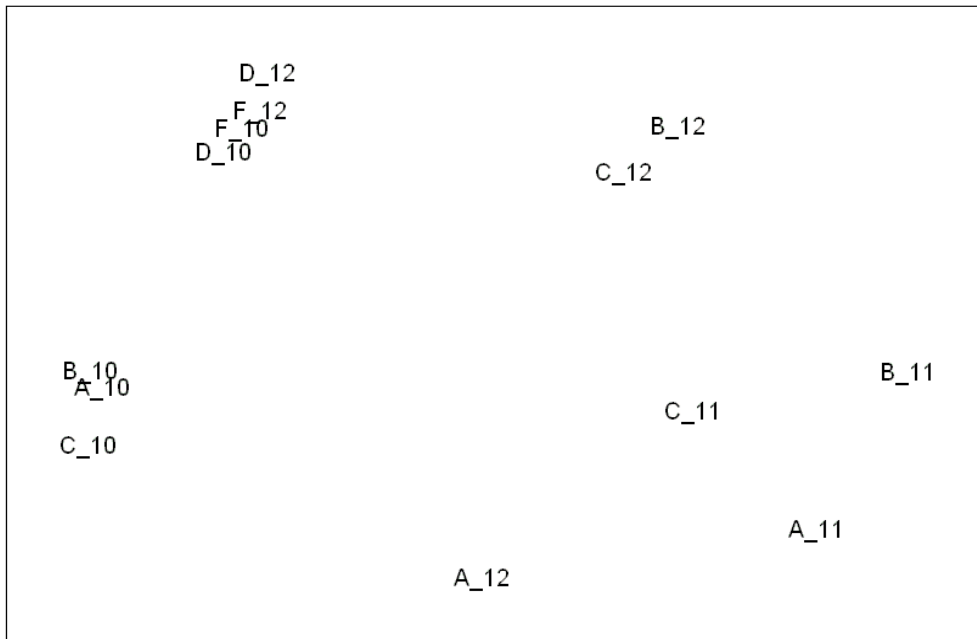
B12	18,7	43,7	46,8	16,4	34,1							
C10	71,7	19,8	31,4	70,2	23,1	19,6						
C11	30,2	64,7	39,0	27,2	59,3	50,4	27,6					
C12	25,5	47,9	48,6	27,0	34,9	68,0	23,9	49,1				
D10	57,2	19,3	32,0	56,8	17,2	39,4	48,9	26,7	36,1			
D12	43,1	16,9	32,1	42,3	15,6	44,5	42,7	27,0	37,3	70,9		
F10	50,8	18,9	33,4	49,8	18,4	38,7	43,2	30,6	38,5	81,4	70,4	
F12	51,6	22,5	29,5	53,8	21,0	34,2	44,5	31,6	36,6	64,5	68,9	65,7

Í töflu 5 sést hvaða stöðvar eru skyldar (>50%) út frá botndýrasamfélögum. Allar stöðvar frá 2010 sýna um eða yfir 50% skyldleika við hverja aðra. Stöðvarnar A-C sýna síðan lítinn skyldleika á milli ára á meðan stöðvar D og F sýna frekar háan skyldleika á milli ára. Þetta má einnig sjá á myndum 5 og 6 en stöðvarnar flokkast saman út frá skyldleika.



Mynd 5. Skyldleiki (%) stöðva í Tálknafirði.

Á mynd 6 er sýnd afstæð fjarlægð á milli stöðva.



Mynd 6. MDS kort af stöðvum í Tálknafirði

Á mynd 6 sést að stöðvar flokkast frekar saman eftir árum en milli ára.

### Efnasýni

Niðurstöður úr efnagreiningum má sjá í töflu 6.

Tafla 6. Niðurstöður úr efnagreiningum frá sex stöðvum (A-F) í Tálknafirði yfir þrjú ár (2010-2012).

Heildar lífrænt kolefni (TOC, total organic carbon) g/kg þurrvigt						
Dags./stöð	A	B	C	D	E	F
9.07.2010	13	47	27	24	27	30
12.10.2011	56	27	28			
17.04.2012	23	29	33	26	27	25
Heildar N (nitur) g/100 g þurr vigt						
Dags./stöð	A	B	C	D	E	F
9.07.2010	0,49	0,50	0,49	0,43	0,45	0,52
12.10.2011	0,53	0,49	0,50			
17.04.2012	0,60	0,51	0,58	0,52	0,63	0,75
Heildar P (fosfór) mg/kg þurrvigt						
Dags./stöð	A	B	C	D	E	F
9.07.2010	600	600	550	610	580	650
12.10.2011	1200	4100	1000			
17.04.2012	1700	1200	1100	940	980	940
Heildar S (brennisteinn) mg/kg þurrvigt						
Dags./stöð	A	B	C	D	E	F
9.07.2010	43,4					50,8
17.4.2012	170					28,7

Lífrænt heildarkolefnis (TOC) í botnseti hefur aukist næst eldiskvíum (stöð A). Lítil aukning er á stöð C en á stöð B minkar magnið frá 2010 til 2011. Litlar aukning er á heildar köfnunarefni á öllum stöðvum frá 2010 til 2012. Heildar fosfór (P) hækkar á milli ára á stöðvum næst eldiskvíum, mest þó á stöð B árið 2011. Allar stöðvarnar hafa meira magn af fosfór um vorið 2012 en í júlí 2010. Brennisteinn var mældur á tveimur stöðvum í upphafi og í lokin. Brennisteinn hækkar á milli ára á stöð A, en það greinist lækking á viðmiðunarstöðinni F.

## Umræður

Botndýrasamfélög næst eldiskvíum hafa tekið miklum breytingum yfir eldistímann og þá sérstaklega á stöð A næst kví T1. Aðeins sex hópar/tegundir fundust í athugun á stöð A árið 2011 en samt sem áður voru tvær tegundir í þeirri athugun sem ekki fundust í þeirri fyrri; burstaormurinn *Capitella capitata* og kræklingi ungvíði. Burstaormurinn *Capitella capitata* er af ættinni Capitellidae en ormar af þeirri ætt eru þekktir fyrir að þola vel uppsöfnun lífræna leifa (sjá t.d. Anton Helgason o.fl. 2002; Dean 2008; Kutti o.fl. 2007; Rygg 2002). Mikill fjöldi kræklingi ungvíðis kemur líklega frá mannvirkjunum þ.e. dettur af tógum, netpoka og kvíarhringnum. Í þriðju athuguninni er burstaormur af ætt Capitellidae enn alls ráðandi og fjölbreytileikinn er lítill. Þó finnast aftur þrjár skeljategundir: gljáhnyttla (*Ennucula tenuis*), trönuskel (*Nuculana pernula*) og hrukkubúlða (*Thyasira flexuosa*). Tegund náskyld hrukkubúldunni, *T. sarsi*, er þekkt fyrir það í Noregi að þola ágætlega lífræna uppsöfnun (Rygg 2002) og hún fjarlægir brennisteinsvetni úr botnsetinu og sem gerir setið ákjósanlegra búsvæði fyrir dýr sem lifa í setinu (Kutti o.fl. 2007).

Botndýrasamfélögin á stöð B og C hafa einnig tekið talsverðum breytingum og eru burstaormar af ættinni Capitellidae algengastir. Stöð C er ekki nema um 20 m innan við T1 (innri kví) og því vel innan áhrifasvæðis hennar. Stöð B er einnig um 20 metra frá T2 (ytri kví) og er u.þ.b. 100 m fyrir utan T1 og í straumstefnu frá henni. Þar sem fiskur var settur í T2 í ágúst 2011 en það er ekki vitað hvort áhrifin á stöð B séu einungis frá T2 eða samlögð áhrif. Fjölbreytileikinn er einnig hærri á þessum tveimur stöðvum en á stöð A. Burstaormurinn *Chaetozone setosa* finnst ekki á stöðvum A, B og C í síðari athugunum en hann á að þola litla uppsöfnun ágætlega.

Stöð D var tekin í apríl 2012 í u.þ.b. 150 m fjarlægð frá kví T2. Stöðin ber engin merki um lífræna uppsöfnun. Engir burstaormar af ættinni Capitellidae sjást þarna og hún sýnir háan skyldleika við botndýrasamfélagið á sama stað árið 2010 en einnig við stöð F (árið 2010 og 2012) sem er viðmiðunarstöð. Burstaormurinn *Myrochele oculata* var algengur á öllum stöðvum fyrir eldi og hann finnst enn í töluverðum mæli á stöð D og F í síðstu athugunum. Þessi ormur þekktur fyrir að vera nokkuð algengur við mörk áhrifasvæðis fiskeldis (Kutti o.fl. 2007) en einnig við náttúrulegar aðstæður. Hann var mjög algengur áður en eldið hófst.

Fram til þessa hafa botndýrarannsóknir hérlendis vegna fiskeldis yfirleitt farið fram áður en fiskeldi hefst en lítið á álagstímanum. Rannsóknir hafa þó sýnt að lítið álag breytir fljótt samsetningu botndýrasamfélagsins án þess að fjölbreytileikinn breytist eitthvað að ráði (Þorleifur Eiríksson o.fl. 2009). Við mikið álag geta fáeinir eða jafnvel ein tegund orðið ríkjandi á svæðinu en að lokum verður lítið sem ekkert líf í botnsetinu eins og gerðist á einu ári á afmörkuðu svæði í Mjóafirði á Austfjörðum (Þorleifur Eiríksson o.fl. 2005). Við kví T1 í Tálknafirði (stöð A) er aðeins ein tegund ríkjandi og því hefur álagið verið talsvert á botndýrasamfélagið. Stöðvar B og C sýna líka að þó nokkuð álag hefur verið á því svæði enda stutt frá kvíunum. Í sýnatökunni í apríl 2012 sést að álagið er orðið lítið en tækifæris tegundir



eru enn ríkjandi og fjölbreytnin lítil. Það eru samt komnar inn tegundir eins gljáhnytla, trönuskel og hrukkubúlða sem hjálpa til við niðurbrot lífrænna efna. Einnig sést þetta með stöð D að uppsöfnunin er afmörkuð á litlu svæði og getur það hjálpað til við að flýta niðurbrotinu.

Niðurstöður úr efnamælingum sýna hækkun á flestum efnum á stöð A en heildar kolefni (TOC) lækkaði þó frá árinu 2010 til 2011. Stöð B er með hærri gildi lífræns kolefnis árið 2010 en 2011 en hugsanlega er hér um villu að ræða í mælingum. Einnig er fósfor óvenju hár á stöð B árið 2010. Bæði fosfor (P) og nitur (N) eru hærri á öllum stöðvum árið 2012 en 2010 en munar þó mismiklu. Fyrsta sýnataka var í júlí en þá má vænta að styrkur fosfor (P) og nitur (N) sé í lágmarki í sjónum. Styrkur þeirra síðan hæstur yfir veturinn og fram á vor en síðasta sýnataka var gerð í apríl. Með tilliti til þess þá eru tölur fyrir nitur (N) líklega eðlilegar miðað við árstíma árið 2012 en fosfor er þó nokkuð hár. Styrkur brennisteins hefur síðan hækkað umtalsvert á milli ára á stöð A.

Stöðvar D og E eru rétt hjá kvíunum en virðast ekki hafa orðið fyrir neinum áhrifum af eldinu ef rýnt er í niðurstöður um efnamælingar (tafla 6). Munur á styrk niturs (N) og fosfórs (P) á milli ára á stöðvum, sem ekki hafa orðið fyrir áhrifum af eldinu, er öllum líkindum vegna mismunandi styrks næringarefna í hafinu miðað við árstíma (sjá t.d. Sólveig R. Ólafsdóttir 2006).

Niðurstöður sýna að laxeldið í Tálknafirði hefur áhrif á afmörkuðu svæði og um 100 m frá eldiskvíum gætir lítilla áhrifa eða engra. Erlendar rannsóknir hafa sýnt að óveruleg áhrif eru af fiskeldi í 50 m fjarlægð í straumstefnu frá eldiskvíum við sambærilegar aðstæður og eru í Tálknafirði, svo sem dýpi og straumur (Brooks, et.al, 2003). Svæðið ber enn sterk merki að hafi orðið fyrir áhrifum af uppsöfnun lífræns úrgangs en samfara minkandi fóðrun sjást merki um viðsnúning á þeirri framvindu sem lýst hefur verið hér á undan. Fáeinar tegundir hafa komið aftur inn og í um 100 m fjarlægð er svipað botndýralíf eins og var áður en var byrjað að fóðra.

### **Þakkir**

Starfsmenn Náttúrustofu Vestfjarða: Katharinu Sommermeier er þakkað fyrir hjálp við sýnatöku 2010. Guðrún Steingrímsdóttir og Rakel Á. Heiðarsdóttir unnu við úrvinnslu á sýnum.

Guðmundi V. Helgasyni frá Líffræðistofnun háskólans er þakkað fyrir aðstoð við greiningar á burstaormum.

Petrína F. Sigurðardóttir aðstoðaði við sýnatöku sumarið 2010.

Fjarðalax: Jón Örn Pálsson aðstoðaði við sýnatöku. Skipstjóri var Guðmundur Björn Þórsson á bátnum Brynjari Ba 337 (sómabátur) í sýnatökunni 2011. Í sýnatökunni 2012 var notaður sami bátur en skipstjóri var þá Bjarni Einarsson.

### **Heimildir**

Anton Helgason, Sigurjón Þórðarson og Þorleifur Eiríksson. 2002. Athugun á skólpmengun við sjö þéttbýlisstaði. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 1-02.

- Asle Guneriussen og Roger Velvin. 2003. Umhverfiskannanir í fjórum fjörðum á Íslandi 2002 með tilliti til væntanlegra uppbyggingu fiskeldis. Akvaplan niva.
- Brage, R og I. Thélin. 1993. Klassifisering av miljökvalitet I fjorder og kystfarvann. Virkningar av organiske stoffer. Statens forurensingstilsyn (SFT).
- Brooks, K.M., A.R.Stierns, C.V.W. Mahnken & D.B. Blackburn. 2003. Chemical and biological remediation of the benthos near Atlantic salmon farms. *Aquaculture*, 219: 355-377
- Böðvar Þórisson, Cristian Gallo og Þorleifur Eiríksson. Botndýrarannsóknir á þremur svæðum í Arnarfirði. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 8-10.
- Clarke, K.R., og R.M. Warwick. 2001. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Önnur útgáfa. Primer-E Ltd.
- Dean, H. 2008. The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Revista de Biología Tropical*, 56, 11-38.
- Grey, J.S, A.D. McIntyre og J. Stirn. 1992. Manual of methods in aquatic environment research. Biological assessment of marine pollution – with particular reference to benthos. Part 11. FAO. fisheries technical paper 324. 49 bls.
- Kutti, T., Hansen, P.K., Ervik, A., Hoisæter, T. og Johanessen, P. 2006. Effect of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. II. Temporar and spatial patterns in infauna community composition. *Aquaculture*, 262:355-366.
- Rygg, B. 2002. Indicator Species Index for Assessing Benthic Ecological Quality in Marine Waters of Norway. NIVA Report SNO 45-48-2002. Norwegian Institute for Water Research, Oslo, Norway.
- Sólveig R. Ólafsdóttir. 2006. Styrkur næringarefna í hafinu umhverfis Ísland. Hafrannsóknarstofnunin, fjölrít nr. 122.
- Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2003. Greinagerð um klasagreiningu á botndýrasamfélögum í Arnarfirði og á öðrum svæðum. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 13-03.
- Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn H. Gunnarsson. 2002. Botndýr í Arnarfirði. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 4-02.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason. 2005. Botndýr við fiskeldiskvíar í Mjóafirði. Ásamt viðbótargreiningu á gögnum. Unnið fyrir Sæsifur (Samherja). Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 12-03/V-05.
- Þorleifur Eiríksson, Cristian Gallo, Böðvar Þórisson og Þorleifur Ágústsson. 2009. Breytingar á botndýralífi vegna uppsöfnunar lífrænna efna frá fiskeldi. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 3-09.

**Viðauki I. Hópar/tegundir sem eru notaðar í fjölbreyti- og skyldleikareikninga.**Meðaltal þriggja sýna (m<sup>2</sup>).

Hópur/ætt/tegund	A_10	A_11	A_12	B_10	B_11	B_12	C_10	C_11	C_12	D_10	D_12	F_10	F_12
<b>Abra nitida</b>	17	0	0	0	0	0	33	0	0	0	1280	1333	320
<b>Aeolidididae</b>	0	0	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Amphipoda juv</b>	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Arctica islandica</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	0
<b>Aricidea suecica</b>	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Asteroidea</b>	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Bivalvia</b>	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
<b>Bivalvia juv</b>	67	0	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Capitella capitata</b>	0	2520	3413	0	147	1173	0	947	5120	0	0	0	0
<b>Capitellidae</b>	0	0	960	0	67	640	0	320	853	0	0	0	0
<b>Caprella septentrionalis</b>	0	0	0	0	0	107	0	0	0	0	0	0	0
<b>Chaetozone setosa</b>	33	0	0	100	0	0	0	0	0	267	320	133	213
<b>Copepoda</b>	0	0	320	0	0	107	0	40	0	0	533	0	0
<b>Cossura longocirrata</b>	217	0	0	167	0	0	100	0	0	1333	640	800	320
<b>Dorvilleidae</b>	0	0	0	0	27	0	33	187	0	0	0	0	0
<b>Echiura</b>	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
<b>Ennucula tenuis</b>	1533	0	853	1500	0	0	2133	0	1067	4400	2240	1067	427
<b>Eteone longa</b>	117	0	0	0	0	213	67	27	0	267	533	533	0
<b>Eudorella emarginata</b>	133	0	0	133	0	0	33	0	0	0	0	133	0
<b>Eudorella sp.</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	267	0	0	0
<b>Fjöldi</b>	29	6	14	29	15	15	25	18	12	20	19	22	16
<b>Foraminifera</b>	233	160	2347	667	173	0	633	67	0	0	0	0	0
<b>Glycera capitata</b>	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Hirundea</b>	33	0	0	67	0	0	33	0	0	0	0	0	0
<b>Leucon sp</b>	67	0	0	0	0	0	67	27	0	267	0	133	0



Hópur/ætt/tegund	A_10	A_11	A_12	B_10	B_11	B_12	C_10	C_11	C_12	D_10	D_12	F_10	F_12
<b>Pholoe minuta</b>	17	0	107	67	0	0	0	27	107	0	0	133	107
<b>Polychaeta</b>	0	0	0	0	13	0	67	0	0	0	0	0	0
<b>Praxillella praetermissa</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320
<b>Priapulidae</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	0	0
<b>Prionospio steenstrupi</b>	267	0	0	67	0	0	100	0	0	0	0	0	0
<b>Pygospio sp.</b>	150	0	0	333	0	0	0	27	0	0	0	0	0
<b>Sabellidae</b>	67	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0
<b>Scoloplos armiger</b>	67	0	0	67	0	0	0	0	0	133	427	0	0
<b>Spio sp.</b>	0	0	0	367	0	0	0	0	0	533	0	800	0
<b>Spionidae</b>	217	0	0	33	13	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sternaspis scutata</b>	500	0	0	900	0	0	300	0	0	667	320	0	533
<b>Syllidae</b>	0	0	0	0	0	107	0	0	0	0	0	0	213
<b>Terebellides stroemii</b>	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Thyasira flexuosa</b>	200	0	107	500	40	320	367	67	320	800	1600	667	853
<b>Yoldia hyperborea</b>	0	0	0	100	0	0	67	0	0	0	0	0	0