

Botndýrarannsóknir í Skutulsfirði

Þorleifur Eiríksson, Kristjana Einarsdóttir
Cristian Gallo og Böðvar Þórisson

Desember 2008
NV nr. 14-08

ÚTDRÁTTUR

Af beiðni Álfshells ehf var gerð athugun á botndýralífi og umhverfisaðstæðum svo sem straumi og hitastigi sjávar í Skutulsfirði, Ísafjarðardjúpi. Athugunin var gerð vegna endurnýjunar á starfsleyfi vegna fiskeldis.

Farið var á bát þann 16. Apríl 2008 og tekin botnsýni á sex stöðvum, fimm sýni á stöð. Stöðvarnar voru teknar mislangt frá kvíum þannig að þau væru bæði innan áhrifasvæði fiskeldisins og utan þess. Stöðvar voru staðsettar með GPS tæki ásamt því að skrá niður dýpi.

Botnsýni voru tekin með Van Veen greip. Sýnum (botngerðinni) var lýst um leið og þau voru losuð úr greipinni.

Á þeim þrem stöðvum sem botndýr voru greind, voru burstaormar og krabbadýr algengustu hryggleysingjarnir. Fæstar tegundir fundust á stöð A sem var fjærst kvíunum. Fjölbreytileikastuðull var svipaður á stöðinni (stöð C) næst kvíunum og þeirri sem var fjærst. Nokkrar ættir/tegundir burstaorma voru í afgerandi fjölda á stöð C sem skýrir að fjölbreytileikinn var svipaður og á stöð A þó að mun færri tegundir hafi fundist þar. Stöðin (Stöð B) á milli þeirra var með mestan fjölbreytileika.

Þeir hópar burstaorma sem voru mest áberandi á stöð C eru hópar sem þekktir eru fyrir að aukast við aukna uppsöfnun næringarefna.

Á hverri stöð var mæld selta og hitastig þann 16. apríl. Straumur var mældur á aðfalli og útfalli dagana 7.-8. maí á þremur stöðvum.

Unnið var úr tveimur botnsýnum á þremur stöðvum. Ein stöð var upp við fiskeldiskví (stöð C) en hinar mislangt frá áhrifasvæðinu.

Dýpi sýnatökustöðva var á bilinu 22–25 m. Botngerð flestra stöðva var leðja en á einni stöð var um fjórðungur sandur. Leðjan var brún eða svartleit en ljós á einni stöð. Smá lykt fannst af þeim sýnum sem næst voru kvíum en hin voru lyktarlaus.

Straummælingar benda til að straumur sé ekki sterkur á svæðinu, á útfalli voru flestar mælingarnar á bilinu 0-5 cm/sek en aðfalli var straumurinn eilítið meiri þar sem fleiri mælingar voru á bilinu 6-10 cm/sek.

EFNISYFIRLIT

ÚTDRÁTTUR	2
EFNISYFIRLIT	3
INNGANGUR	4
Fiskeldi Álfsfells í Skutulsfirði	4
AÐFERÐIR	4
Athugunarsvæði	4
Botnsýnataka	4
Mælingar á dýpi, seltu og hita	6
Straummælingar	6
Úrvinnsla	6
Mat á fjölbreytileika	6
NIÐURSTÖÐUR	7
Dýpi og Botngerð	7
Selta og hitastig	8
Straummælingar	9
Botndýr	11
Mat á fjölbreytileika	14
UMRÆÐUR	15
ÞAKKIR	16
HEIMILDIR	17
VIÐHENGILL	18

INNGANGUR

Athugun var gerð á botndýralífi og umhverfisaðstæðum svo sem hitastigi og straumhraða sjávar í Skutulsfirði, Ísafjarðardjúpi. Athuginin var gerð af beiðni Álfssells ehf vegna starfsleifis fyrir fiskeldi.

Botndýralíf hefur verið rannsakað á ýmsum stöðum á Vestfjörðum undanfarin ár, mest í sambandi við framkvæmdir t.d. vegagerð (Jörundur Svavarsson og Arnþór Garðarsson 1986, Jörundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason. 2002, Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn Gunnarsson 2002, Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2003, Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2004).

Rannsóknir áhrifum fiskeldis á botndýralíf hafa flestar verið gerðar á Austfjörðum. Má þar nefna m.a. rannsóknir í Reyðarfirði (Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason 2003a), Mjóafirði (Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason 2003b) og Berufirði (Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Gunnar Steinn Gunnarsson 2007).

Straummælingar hafa verið gerðar m.a. í Bolungarvík (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2004)

Fiskeldi Álfssells í Skutulsfirði

Álfssell ehf byrjaði með fiskeldi í kvíum í Skutulsfirði árið 2002. Um er að ræða áframeldi á villtum þorski (1,5-2 kg) sem veiddur var í Aðalvík og Ísafjarðardjúpi. Lífmassaukning fisksins er nálægt því að vera tvöföld á einu ári

Í byrjun (á árinu 2002-2003) voru sett um 500 kg af villtum þorski í kvíarnar en framleiðslan hefur aukist jafnt og þétt síðustu ár. Á tímabilinu 2006-2007 voru til dæmis um 155 tonn af þorski fangaður til áframeldis. Til marks um breytinguna var 70% af allri fóðurgjöf síðustu fimm ára gefið á því tímabili (2006-2007).

Fóður er að meginhluta frosin loðna, líklega um 60%, en restin er að mestu frosin síld (skriflegar heimildir Hallgrímur Kjartansson).

AÐFERÐIR

Athugunarsvæði

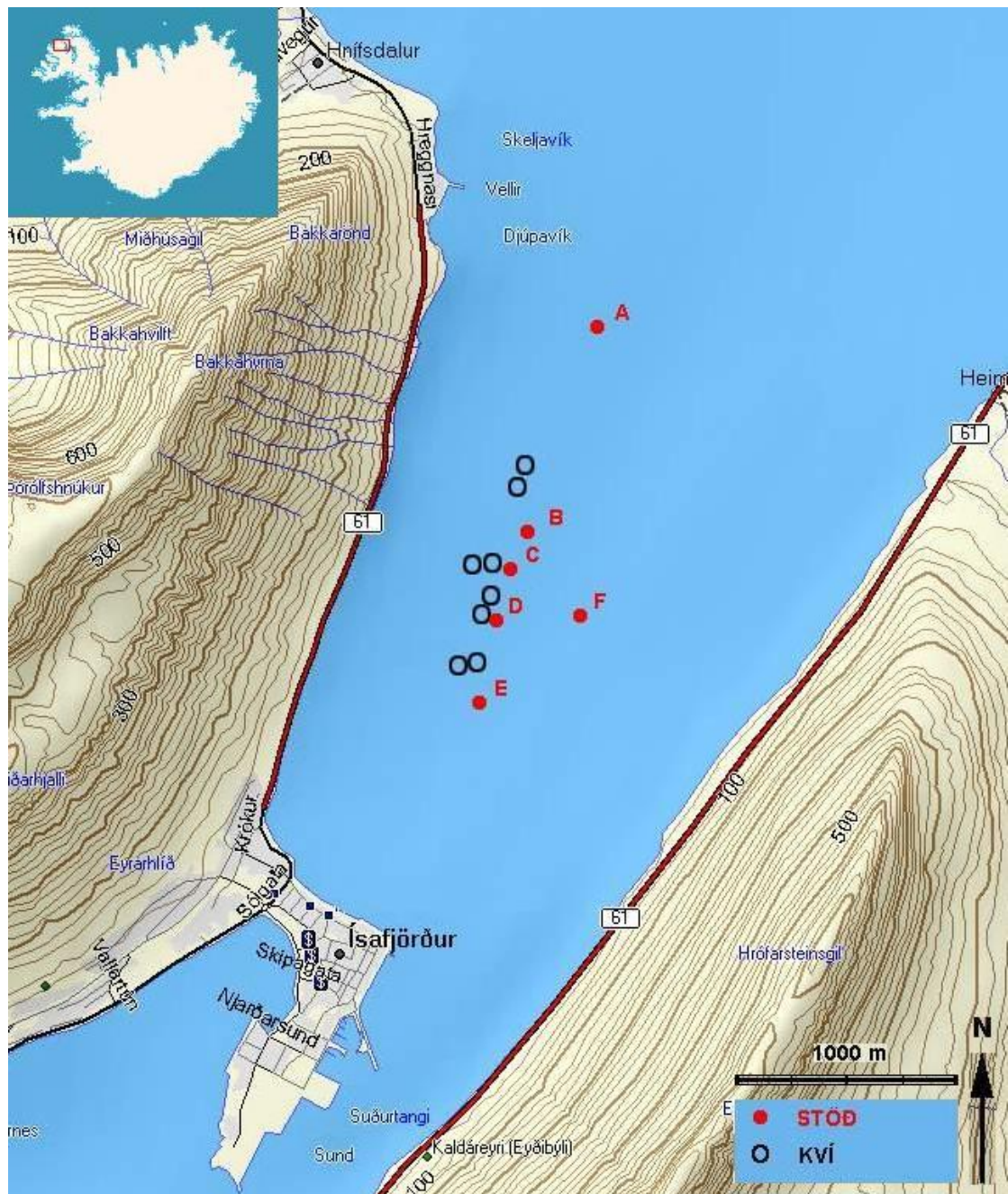
Athugunarsvæðið er Skutulsfjörður Ísafjarðardjúpi, þar hefur Álfssell ehf verið með fiskeldi í kvíum síðan árið 2002. Á mynd 1 sjást hvar kvíar eru staðsettar í firðinum. Þær sex kvíar sem næstar eru Ísaffirði eru í eigu Álfssells ehf. Ytri kvíarnar tvær eru í eigu Glæðs ehf sem er með samskonar starfsemi en með mun minna að umfangi.

Botnsýnataka

Botnsýnataka fór fram í Skutulsfirði Ísafjarðardjúpi þann 16. Apríl 2008. Tekin voru 5 sýni á 6 stöðvum (A-F), samtals 30 sýni.

Stöðvarnar voru teknar mislangt frá kvíum þannig að sýni væru tekin bæði innan áhrifasvæði fiskeldisins og utan þess. Á mynd 1 má sjá staðsetningu sýnatökustaða og staðsetningu kvía í firðinum.

Farið var á bát og botnsýni tekin með Van Veen greip (flatarmál = 195 cm²). Sýnum (botngerðinni) var lýst um leið og þau voru losuð úr greipinni í ílát með 8% formalíni. Borax var sett í ílátin til að koma í veg fyrir að kalkhlutar lífvera leystust upp.



Mynd 1. Staðsetning kvía (hringir) og sýnatökustaða (punktar með bókstöfum) í Skutulsfirði.

Stöðvar voru staðsettar með GPS tæki (sjá töflu 1).

Tafla 1. Staðsetning sýnatökustöðva, hnit og dýpi.

Stöð	Hnit
A	N 66°05.908' – W 023°05.452'
B	N 66°05.406' – W 023°05.926'
C	N 66°05.317' – W 023°06.042'
D	N 66°05.187' – W 023°06.126'
E	N 66°04.980' – W 023°06.242'
F	N 66°05.196' – W 023°05.602'

Mælingar á dýpi, seltu og hita

Dýpi hvernar stöðvar var mælt ásamt því að selta og hitastig sjávar var mælt á 5 metra millibili. Mælingar voru framkvæmdar í um eina og hálfu til tvær mínútur í senn og við þær var notaður mælir frá Stjörnu Odda (DST CTD)

Straummælingar

Straummælingar fóru fram í skutulsfirði 7-8 maí 2008. Mælt var á stöðvum A, C og E. Notaður var straummælir af Compact-EM gerð (Miniature Electromagnetic Current Recorder). Mælir var hengdur á bát sem var við festu eða við kví.

Mælt var á útfalli þann 7. maí og aðfalli 8. maí. Fjara var kl. 15:31 þann 7. maí og flóð kl. 10:13 þann 8. maí á Ísafirði. Stórstreymi var 6. maí (4,3 m í Reykjavík).

Straumur var mældur um 5 m undir yfirborði sjávar og svo 5 m frá botni á hverri stöð. Mælt var í rúmar 10 mínútur í senn og var tekin mæling á 2 sekúnda fresti.

Úrvinnsla

Fimm sýni voru sigtuð af hverri stöð með 0,5 mm sigti. Einungis tvö sýni frá stöðvum A, B og C voru unnin en hin sýnin verða geymd til notkuna síðar ef þurfa þykir. Stærstu dýrin voru týnd úr heildarsýninu en sýninu síðan skipt niður í hæfileg hlutsýni eftir stærð sýnisins og síðan öll dýr týnd úr einu eða fleiri hlutsýnum undir víðsjá. Dýrin voru síðan flokkuð í tegundir eða hópa undir víðsjá (Leica MZ 12) og þau talin. Dýrin eru varðveitt í 70% isopropanoli til nánari skoðunar síðar ef ástæða þykir. Sýnin eru skráð í sýnasafn Náttúrustofu Vestfjarða.

Þar sem 0,5 mm sigti er notað er ekki gert ráð fyrir að þráðormar safnist í sigtið og fjöldi þeirra því vantalinn og fjöldi þeirra ekki notaður við ályktanir.

Mat á fjölbreytileika

Fjölbreytileiki var metinn á stöðvunum með tveimur reiknisáferðum, þ.e. Shannon-Wiener fjölbreytileikastuðli og einsleitnistuðli J. (Grey et. al 1992; Brage og Thélín 1993). Notaður var PRIMER hugbúnaður við útreikningana. Sú skipting í hópa og eða tegundir sem notuð var fyrir skyldleika og fjölbreytileika útreikninga er í viðhengi I. Shannon-Wiener stuðullinn 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.

Einsleitnistuðullinn J' ,

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

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.

NIÐURSTÖÐUR

Dýpi og Botngerð

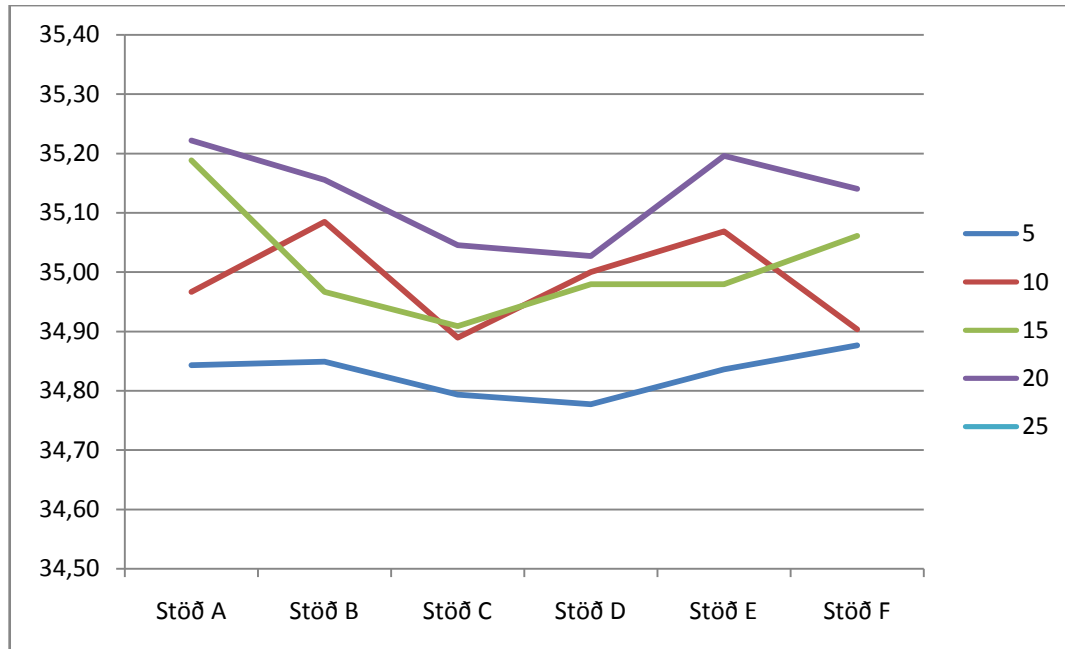
Dýpi sýnatökustöðva og lýsingu á botngerð þeirra má sjá í töflu 2. Sýnatökustöðvar voru allar á svipuðu dýpi eða frá 22-25 m dýpi. Botngerðin var á flestum stöðvunum brún eða svartleit leðja með eilítið af skeljabrotum nema á stöð A þar var botngerðin ljósari, mest leðja en um 10-20% sandur. Smá lykt fannst af sýnum á stöðvum B, C og D og sumum sýnum af stöð E. Sýni á stöðvum A og F sem voru fjær kvíunum voru lyktarlaus.

Tafla 2. Dýpi og lýsing botngerðar á sýnatökustöðvum í Skutulsfirði

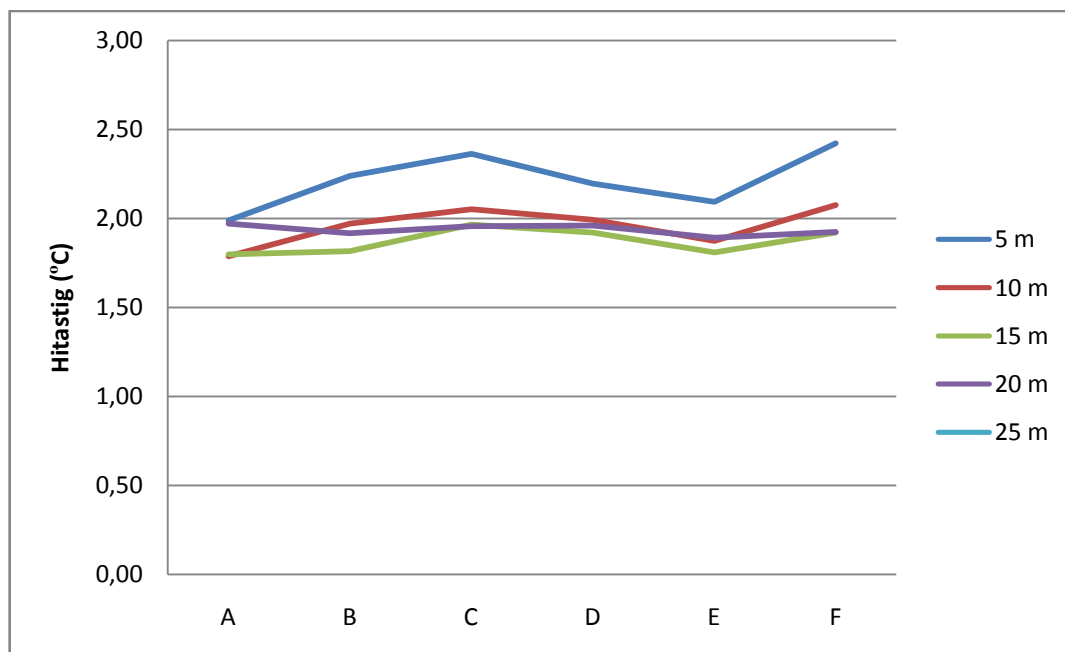
Stöð	Dýpi (metrar)	Lýsing botngerðar
A	21,9	Mjög fínn brún/grár leir/sandur, engin lykt
B	23,0	Brún til svört þétt leðja með skeljabrotum og lítilli lykt
C	22,6	Kolsvört mjög þétt leðja með skeljabrotum og smá lykt
D	21,7	Grábrúnn leir með skeljabrotum og plöntuleifum, lítil lykt
E	21,9	Brún leðja með eilítið af skeljabrotum, steinum og plöntuleifum, smá lykt af sumum sýnum öðrum engin
F	25,0	Svört mjög þétt leðja með brúnni skán, engin lykt

Selta og hitastig

Lítill breytileiki var í seltu og hitastigi (sjá myndir 2 og 3), bæði hvað varðar mismunandi stöðvar og einnig dýpt. Mælingar sem gerðar voru 5 m undir yfirborði sjávar virtust hafa eilítið hærra hitastig og minni seltu en hinar stöðvarnar þegar mælingar voru gerðar.



Mynd 2. Styrkur salts á mismunandi dýpi á sýnatökustöðvunum.

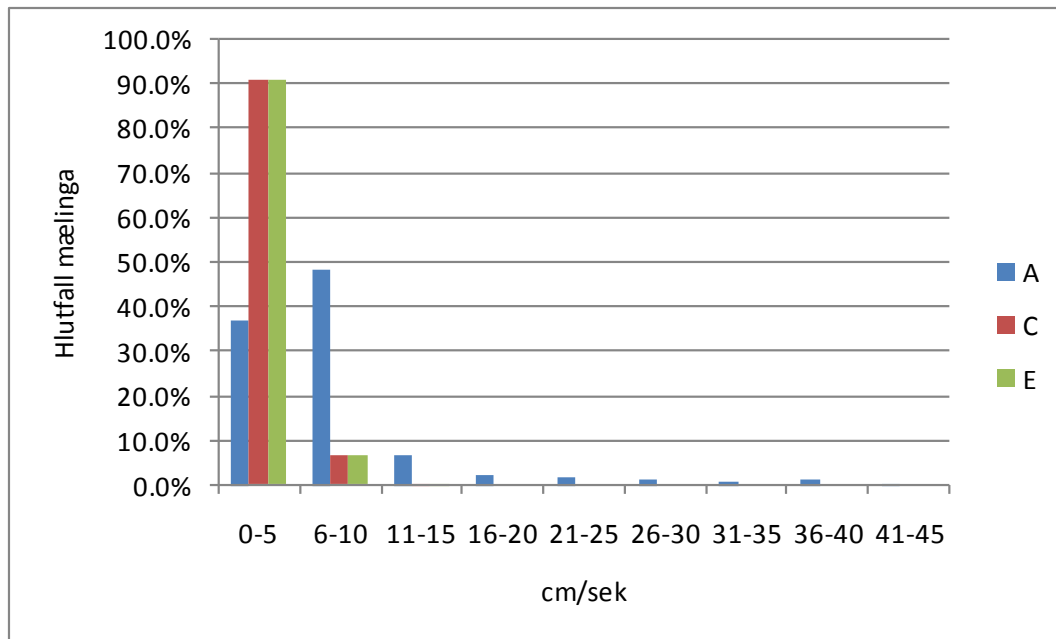


Mynd 3. Hitastig á mismunandi dýpi á sýnatökustöðvunum.

Straummælingar

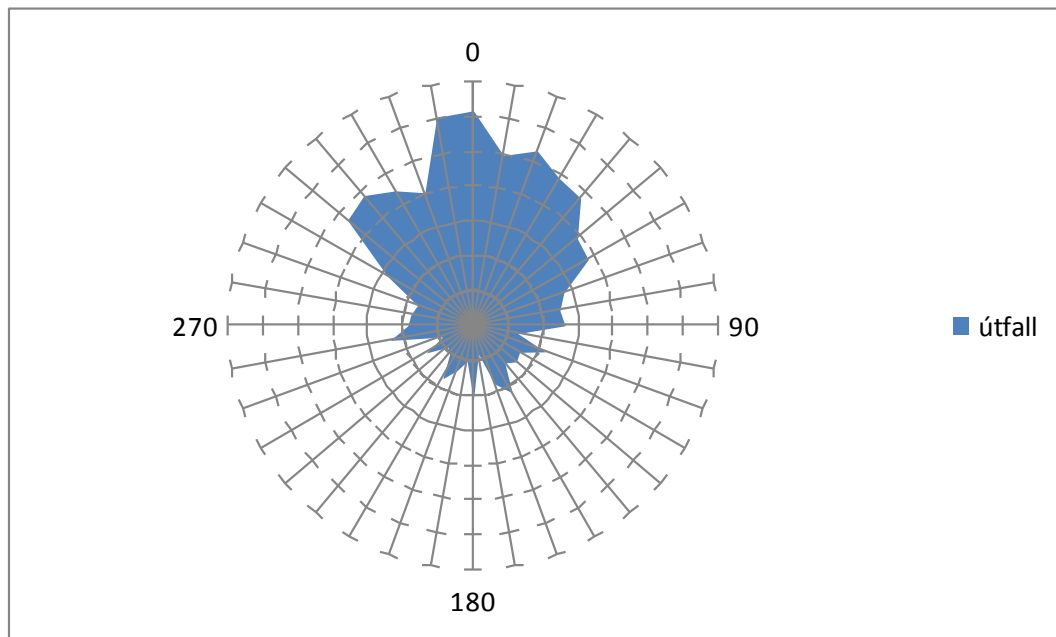
Útfall

Á mynd 4 sést straumhraði á stöð A, C og E á útfalli. Flestar mælingar falla í hraðabilið 0-5 cm/sek en um 90% mælinga á stöð C og E voru á þessu bili. Á stöð A var straumurinn eilítið meiri þar sem um 65% allra mælinga voru á hraðanum 6 cm/sek eða meiri.



Mynd 4. Hlutfall mælinga á ákveðnu straumhraðabili á útfalli í Skutulsfirði.

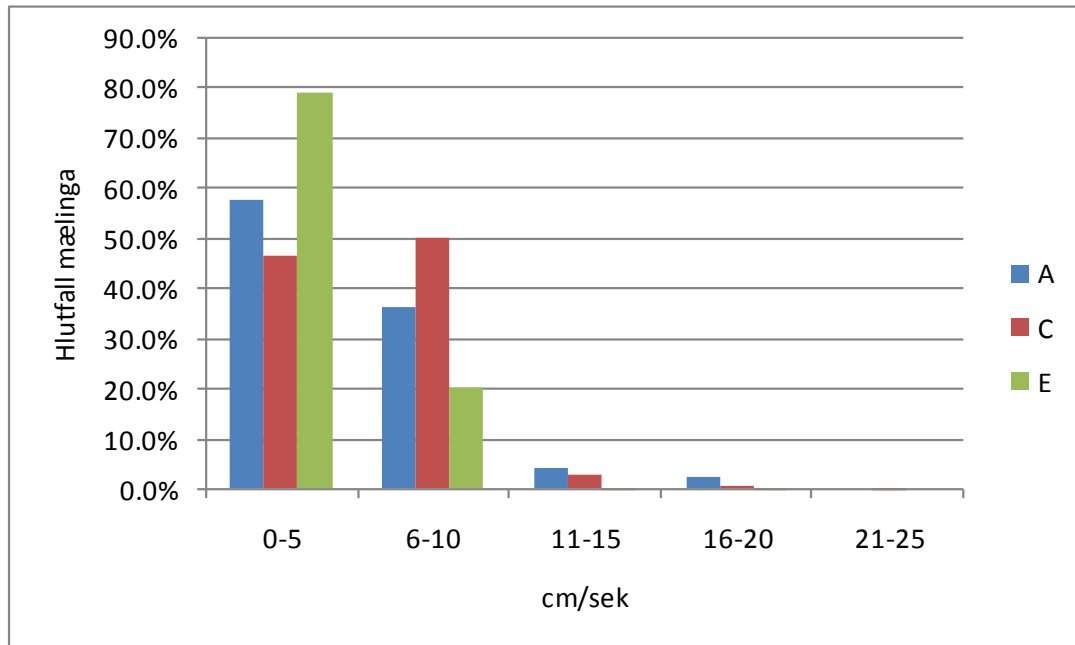
Á mynd 5 sést hver helsta straumstefna var á mælingartímanum. Á útfalli liggur straumur að mestu út fjörðinn (mynd 5) en einnig dálítið í vestur átt.



Mynd 5. Straumrós fyrir útfall í Skutulsfirði 7. maí, réttvísandi stefna.

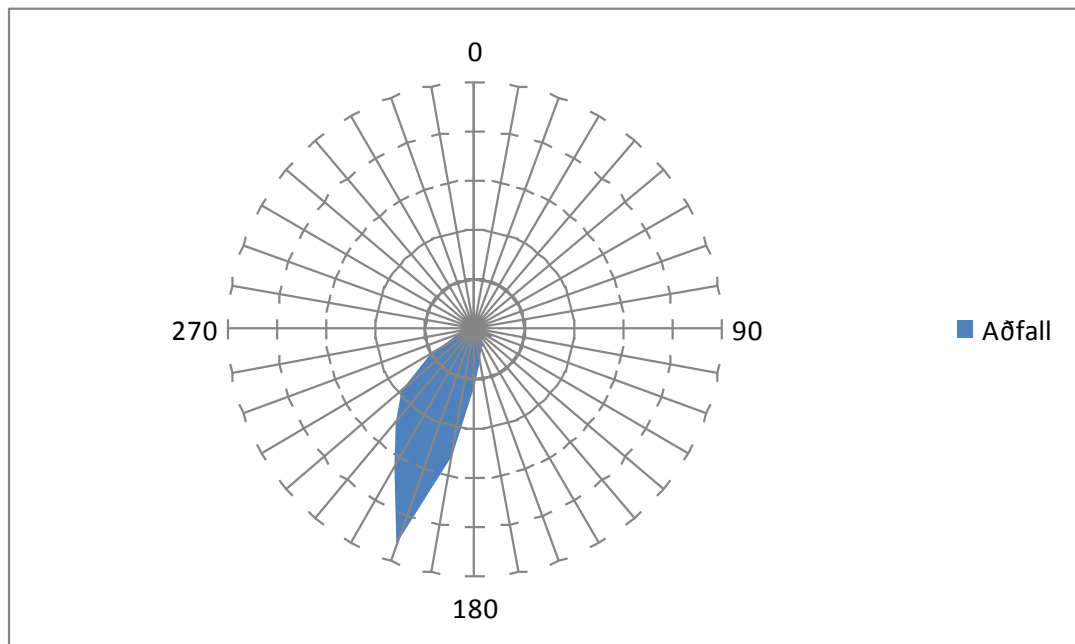
Aðfall

Á aðfallinu virðist sem straumhraði á stöð C aukist eilítið, miðað við á útfallinu, þar sem rúmlega 50% mælinga voru á hraðanum 6 cm/sek eða meiri (sjá mynd 6). Á stöð E var lítil breyting þar sem um 80% mælinga var á hraðanum 0-5m/sek sem var svipað og á útfallinu. Á stöð A virðist hins vegar vera eilítið minni straumhraði en á útfallinu.



Mynd 6. Hlutfall mælinga á ákveðnu straumhraðabili á aðfalli í Skutulsfirði 8. maí.

Á mynd 7 sést hver helsta straumstefna var á mælingartímanum en hún var rétt vestan við suðrið.



Mynd 7. Straumrós fyrir aðfall í Skutulsfirði 8. maí, réttvísandi stefna.

Botndýr

Nokkuð margar tegundir/hópar hryggleysingja fundust á svæðinu (sjá töflu 3). Langflestir þessara hópa voru burstaormar (Polychaeta), en þar á eftir komu krabbadýr (Crustacea), samlokur (Bivalvia).

Flestar tegundir voru á stöðvum B og C sem voru innar í firðinum nálægt kvíunum en færri á stöð A sem var utar í firðinum og fjærst kvíum. Þetta á sérstaklega við um burstaorma sem voru margir á stöðvum B og C.

Þrátt fyrir að margar tegundir hafi verið á svæðinu voru oft fáir einstaklingar af hverri tegund eða hóp (sjá töflu 3).

Einstaka burstaorma tegundir eða ættir virtust þó standa út úr hvað fjölda varðar, þ.e.a. þeir voru í mun meiri fjölda en aðrir hópar eða tegundir. Þessir burstaormar voru flestir á stöðvum B og C, og voru í meiri fjölda á stöð C. Af þessum burstaormum má helst nefna orma af ætt spionidae, *Chaetozone setosa*, *Cossura longocirrata*, *Maldane c.f. sarsi*, *Apistobranchus c.f. tullbergi* og *Paraonis sp(p)*.

Þeir hópar sem voru algengastir á stöð A (fyrir utan þráðorma) voru burstaormarnir *Owenia fusiformis*, roðamaðkur (*Scoloplos armiger*) og krabbadýr (Tanaidacea) af ætthvísli *Leptognathia*.

Tafla 3. Listi yfir tegundir og hópa sem greindir voru á hverri stöð ásamt fjölda einstaklinga. Fjöldinn er meðaltalsfjöldi einstaklinga í 195 cm² sýni.

Hópur	Undirhópur	Íslenskt nafn	Stöð		
			A	B	C
Nematoda					
	Nematoda	Þráðormar	45,0	48,5	8,0
Nemertea					
	Nemertea	Ranaormar		1,0	
Echinodermata					
	Asteroidea	Krossfiskar			0,5
Echiura					
	Echiura			0,5	
Mollusca					
	Bivalvia	Samlokur			
	Bivalvia juv.			0,5	
	Arcticidae				
	<i>Arctica islandica</i>		0,5		
	Astartidae				
	<i>Astarte c.f. elliptica</i>				0,5
	<i>Astarte c.f. montagui</i>				0,5
	Cardiidae				
	<i>Cerastoderma sp. juv.</i>			0,5	
	<i>Cerastoderma edule</i>	Hjartaskel			0,5
	Mytilidae				
	<i>Crenella decussata</i>		2,0	1,0	0,5
	Nuculanidae				
	<i>Nuculana sp(p)</i>			2,0	0,5

Nuculidae				
<i>Ennucula tenuis</i>			1,0	6,5
Semelidae				
c.f. <i>Abra</i>		2,0		
<i>Abra</i> sp(p)			1,5	
<i>Abra</i> c.f. <i>nitida</i>		1,0	2,5	
<i>Abra nitida</i>			3,5	2,0
Thyasiridae				
<i>Thyasira flexuosa</i>			2,0	2,5
Gastropoda	Sniglar			
Littorinidae				
<i>Lacuna vincta</i>	Parastrútur		0,5	
Scaphopoda				
Scaphopoda			0,5	
Annelida				
Polychaeta	Burstaormar			
Polychaeta sp(p)		2,5	3,5	
Polychaeta sp(p) juv.			0,5	
Ampharetidae				
c.f. <i>Sabellides</i>		0,5		
Aphroditidae		4,5		
Apistobrachidae				
c.f. <i>Apistobranhus</i> sp(p)		2,0		1,5
<i>Apistobranhus</i> c.f. <i>tullbergi</i>			31,0	
Capitellidae			2,0	1,0
Cirratulidae				
<i>Chaetozone</i> c.f. <i>setosa</i>			7,0	
<i>Chaetozone setosa</i>				54,5
Cossuridae				
<i>Cossura longocirrata</i>			6,5	48,5
Dorvilleidae				
<i>Parougia nigridentata</i>			0,5	5,0
Hesionidae				0,5
Lumbrineridae				1,5
Maldanidae			1,0	6,0
<i>Maldane</i> c.f. <i>sarsi</i>			38,0	1,5
Nephtyidae				
<i>Nephtys</i> sp(p)			3,0	1,0
Ophelinidae			4,0	
Orbiniidae				
<i>Scoloplos armiger</i>	Roðamaðkur	18,5	5,0	2,5
Oweniidae			1,0	
<i>Owenia fusiformis</i>		19,0		
Paraonidae			4,5	13,5
<i>Paraonis</i> sp(p)				26,0
Pectinariidae				
<i>Pectinaria</i> sp(p)		0,5		1,0
Phyllodocidae			6,0	16,0
<i>Phyllodoce</i> c.f. <i>maculata</i>	Dílalaufi	1,0		
Pholoidae				
<i>Pholoe minuta</i>			1,5	2,5

Polynoidae				
<i>Harmothoe</i> sp(p)			2,0	
Sabellidae		3,5	6,5	
Syllidae			4,5	5,0
<i>Exogone</i> sp(p)			6,5	
Sphaerodoridae			1,5	
Spionidae		1,5	49,0	113
Sternaspidae				
<i>Sternaspis scutata</i>			4,5	1,0
Terebellidae			0,5	
Trichobranchidae				
c.f. <i>Terebellides</i>			1,5	
<i>Terebellides stroemi</i>			1,5	
Clitellata				
Hirudinea			0,5	
Oligochaeta	Ánar		3,5	14,0
Arthropoda				
Crustacea	Krabbadýr			
Copepoda	Árfætlur	0,5		1,0
Ostracoda		0,5	2,0	
Cirripedia cf Thoracica	Hrúðurkarlar			
<i>Nauplis larvae</i>		1,0		
Tanaidacea				
<i>Leptognathia</i> sp(p)		19,0	0,5	
Cumacea	Pungrækjur			
Leuconidae				
<i>Eudorella</i> c.f. <i>emarginata</i>		2,5	6,0	
<i>Leucon</i> sp(p)		3,0	11,0	4,5
Amphipoda	Marflær			
<i>Amphipoda</i> sp.		0,5	0,5	
Ampeliscidae				
c.f. <i>Ampelisca</i> sp(p)			2,5	0,5
Ischyroceridae				
<i>Protomedeia</i> c.f. <i>fasciata</i>		0,5	5,5	3,0
Lysianassidae			0,5	1,0
Oedicerotidae				
<i>Paroediceros</i> c.f. <i>lynceus</i>			0,5	
Isopoda	Jafnfætlur			
Munnidae				
<i>Munna</i> sp(p)			1	
Janiridae				
<i>Janira maculosa</i>				0,5
Paramunnidae				
<i>Pleurogonium</i> c.f. <i>rubicundum</i>				1
Decapoda				
Paguridae				
<i>Pagurus</i> sp	Kuðungakrabbi		0,5	

Mat á fjölbreytileika

Niðurstöður útreikninga á Shannon Wiener fjölbreytileikastuðli ($H'(\log_2)$ og \log_{10}) og einsleitnistuðli (J') má sjá í töflu 4.

Í töflu 4 sést að stöðvar A og C voru með álíka mikinn fjölbreytileika (\log_2), 3,058 annars vegar og 3,195 hinsvegar, en stuðullinn var eilítið hærri fyrir stöð B eða 4,086.

Stöðvar B og A voru með nokkuð hærri einsleitnistuðul en stöð C. Eins og áður var sagt sýnir einsleitnistuðullinn hvort jafnræði sé á milli hópa eða hvort fáar tegundir séu sérstaklega ríkjandi. Nokkrir hópar burstaorma sem minnst var á hér að framan voru meira áberandi (í meiri fjölda) en aðrir hópar a stöð C sem skýrir líklega hvers vegna stuðullinn er lægri á þeirri stöð.

Tafla 4. Niðurstöður útreikninga á fjölbreytileikastuðli (Shannon-Wiener H') og einsleitnistuðli J' .

Stöð	Shannon-Wiener $H'(\log_2)$	Shannon -Wiener $H'(\log_{10})$	Einsleitnistuðull J'
A	3,058	0,9205	0,7481
B	4,086	1,23	0,7678
C	3,195	0,9619	0,645

UMRÆÐUR

Munur á dýpt þeirra stöðva sem sýni voru unnin á var mjög lítil (1,1m) svo dýptin er ekki líkleg til þess að hafa áhrif á niðurstöðurnar.

Á flestum stöðvunum var botnngerðin, brún eða svartleit leðja nema á stöð A sem var yst í firðinum og í mestri fjarlægð frá kvíunum, þar var meiri sandur. Á stöðvum B, C og D sem voru næstar kvíum fannst dálítill lykt af sýnum. Einhver lykt fannst af sumum sýnum á stöð E en af hinum tveimur stöðvunum, A og F sem voru fjær, var engin lykt. Þar sem leðjan var dökk gæti verið lítið súrefni.

Straummælingar benda til að straumur sé ekki sterkur á svæðinu. Á útfalli voru um 90% allra mælinga á stöð C og E og um 37% allra mælinga á stöð A með hraðann 0-5 m/sek.

Á aðfallinu (mynd 6) virðist sem straumhraði á stöð C aukist eilítið þar sem fleiri mælingar falla í hópinn 6-10 cm/sek, en 98% allra mælinga á stöðvunum samanlagt voru engu að síður með minni hraða en 10 cm/sek. Á stöð A virtist straumhraðinn vera eilítið minni en á útfallinu.

Hafa ber í huga að straumurinn var einungis mældur á tveimur dögum og gæti því verið breytilegri.

Þau botndýr sem fundust voru einkum burstaormar, samlokur og krabbadýr. Á stöðvum C og B er nokkur fjöldi misumunandi hópa burstaorma (ættir eða tegundir). Þrátt fyrir að margar tegundir hafi verið á svæðinu voru margir þessara hópa með mjög fáa einstaklinga.

Sú stöð sem hafði hæstan fjölbreytileika samkvæmt Shannon ($H'(\log_2)$) fjölbreytileikastuðli var stöð B (4,086). Stöðvar A og C voru hinsvegar með lægri stuðul en álíka háann (3,058 annars vegar og 3,195 hinsvegar) þótt stöð A hafi haft mun færri tegundir eða hópa. Þetta skýrist þegar lítið er á einsleitnistuðulinn því eilítið meira jafnræði var á milli hópa á stöðvum A og B (0,7481 annarsvegar og 0,7678 hinsvegar) en á stöð C (lægsti einsleitnistuðullinn, 0,645). Þetta stafar af því að á stöð C voru nokkrir hópar burstaorma voru í nokkuð meiri fjölda (töflu 3). Engin þessara stöðva getur þó talist með sérstaklega mikinn eða lítinn fjölbreytileika.

Af þessum burstaormum sem voru meira áberandi á stöð C voru flestir af ætt Spionidae, Cirratulidae (*Chaetozone setosa*) og Cossuridae (*Cossura longocirrata*). Burstaormar af ætt Spionidae voru þó einnig algengir á stöð B. Á þeirri stöð voru svo ættirnar Maldanidae (*Maldane c.f. sarsi*) og Apistobranchidae (*Apistobranchus c.f. tullbergi*) í mestum fjölda á eftir Spionidae.

Óhjákvæmilegt er að einhver uppsöfnun lífræns efnis verði í seti vegna fiskeldis. Styrkur lífræns efnis minnkar þó oft fljótt þegar farið er í meiri fjarlægð frá kvíum. Rannsóknir hafa sýnt að við uppsöfnun lífræns efnis verður breyting á smádýralífi. Í byrjun fjölgar tegundum en þegar mikið er orðið af uppsöfnun lífræns efnis fækkar tegundum en einstaklingum fjölgar í tækifærissinnuðum tegundum sem eru þólnari (Pearson og Rosemberg 1978, Johannessen, Botnen og Tvedten 1994).

Nokkuð hefur því verið rætt um að nota ákveðnar tegundir sem geti gefið hugmynd um ákveðið ástand líffélags svokallaðar vísitategundir (indicator species). Þær tegundir sem oft eru nefndar sem bestu vísitategundirnar fyrir uppsöfnun lífrænna efna (organic overload) eru tækifærissinnaðir burstaormar sem aukast í fjölda þegar næringarefnin aukast. Þær þrjár tegundir sem voru í mestum fjölda á stöð C og nefndar voru hér að ofan eru í slíkum hópi. Af þessum ormum þolir *Capitella capitata* (Capitellidae) einna mesta uppsöfnun lífrænna efna, en hann getur lifað í langan tíma við loftfirrðar aðstæður með því að oxa súlfíð. *Chaetozone* tegundir (Cirratulidae) og ormar af ættvísl Spionidae aukast einnig við aukna uppsöfnun lífrænna efna en þauka ekki eins lengi og *Capitella capitata* (Pearson, Gray og Johannessen 1983; Pearson og Blak 2001; Dauvin; Tomasetti og Porello, 2005; Dahl 2007; Hiscock, Langmead og Warwick 2008),

Pearson og Black (2001) gerðu einnig lista yfir burstaorma og aðra sjávarhryggleysingja sem eru sérstaklega viðkvæmir fyrir aukningu í uppsöfnun næringarefna. Meðal þeirra eru burstaorma tegundir af ættkvísl *Ophelina* sem fundust einungis í litlu mæli á stöð B og *Owenia fusiformis* sem var meðal þeirra tegunda sem fundust í mestum fjöld á stöð A en fannst ekki á hinum stöðvunum.

Margt bendir til að einhver uppsöfnun næringarefna sé við kvíar í Skutulsfirði og þá sérstaklega næst kvíunum. Fyrst má nefna að litur botngerðarinnar næst kvíunum er svartleitur og það var lykt af sýnunum sem var þó ekki mikil. Á stöð C sem næst var kvíunum voru nokkrir hópar burstaorma algengustu lífverurnar og eru það ormar sem aukast við aukið magn næringarefna.

Á hinn bóginn virðist fjölbreytnistuðullinn sem reiknaður var fyrir þær stöðvar sem greindar voru í Skutulsfirði ekki vera sérstaklega lágur eins og þekkt er að gerist þegar of mikil mengun verður. Benda má þó á að margir hópar voru með mjög fáa einstaklinga. Gerðar hafa verið rannsóknir nálægt fiskeldi í Berufirði og Mjóafirði á Austurlandi. Ef fjölbreytileikastuðlar úr Skutulsfirði eru bornir saman við niðurstöður úr þeim rannsóknum sést að hann er álíka þeim sem voru í Berufirði. Þær stöðvar sem orðið höfðu fyrir mestum áhrifum fiskeldis (voru mengaðastar) í Mjóafirði voru hins vegar með mun lægri fjölbreytileikastuðla heldur en þær í Skutulsfirði (Þorleifur, Böðvar og Björgvin Harri 2003a og 2003b).

ÞAKKIR

Friðrik Jóhannson var skipstjóri og Guðrún Steingrímsdóttir vann við sýnatöku og úrvinnslu sýna.

HEIMILDIR

- Dahl J.W. 2007. Potential influence of effluents from Longyearbyen on the benthic fauna in Adventfjorden, Svalbard. Master's thesis in Fishery Sciences University of Tromsø.
- Hiscock K., Langmead O, Warwick R. 2008. Identification of seabed indicator species from time-series and other studies to support implementation of the EU Habitats and Water Framework Directives. Joint Nature Conservation Committee and the Environment Agency from the Marine Biological Association. Plymouth: Marine Biological Association. JNCC Contract F90-01-705. 109 pp.
- Johannessen P.J., Botnen H.B., Tvedten O.F., 1994. Macrobenthos: before, during and after a fish farm. (Aquaculture and Fisheries Management) Vol. 25: 55-66.
- Jörundur Svavarsson og Arnþór Garðarsson. 1986. Botndýralíf í Dýrafirði. Líffræðistofnun Háskólans, Fjölrit nr. 25.
- Jörundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason. 2002. Lífríki á botni Mjóafjarðar. Líffræðistofnun Háskólans, Fjölrit nr. 63
- Person T.J., Gray J.S., Johannessen P.J., 1983; Objective selection of sensitive species indicative of pollution- induced change benthic communities. 2. Data analyses. (Marine Ecology Progress Series) Vol. 12 : 237-255.
- Pearson, T.H.; Black, K.D. (2001). The environmental impacts of marine fish cage culture, in: Black, K.D. (2001). Environmental impacts of aquaculture. pp. 1-31
- Tomasetti P., Porrello S.; 2005- Polychaetes as indicators of marine fish farm organic enrichment. (Aquaculture International) Vol. 13: 109-128.
- Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn H. Gunnarsson. 2002. Botndýr í Arnarfirði, unnið fyrir Íslenska kalkþörungafélagið ehf. NV nr. 4-02.
- Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2004. Straumar og botndýr út af Óshólum í Bolungarvík. Unnið fyrir Bolungarvíkurkaupstað vegna fyrirhugaðrar dýpkunar hafnarinnar. NV nr. 7-04.
- Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2004. Botndýr í Berufirði og Fáskrúðsfirði, unnið fyrir Salar-Islandica. NV nr. 9-04.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason. 2003a. Botndýr við fyrirhugaðar fiskeldisstöðvar í Reyðarfirði. NV nr. 11-03.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason. 2003b. Botndýr við fyrirhugaðar fiskeldiskvíar í Mjóafirði. NV nr. 12-03.
- Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2003. Botndýr við Hrótey í Mjóafirði og Reykjafirði í Ísafjarðardjúpi. NV nr. 3-03.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Gunnar Steinn Gunnarsson. 2007. Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði 2006. NV nr. 5-07.

VIÐHENGI I

Skipting hópa/tegunda fyrir skyldleika og fjölbreytileika útreikninga.

Stöð	A	B	C
Nemertea	0,0	1,0	0,0
Asteroidea	0,0	0,0	0,5
Echiura	0,0	0,5	0,0
<i>Arctica islandica</i>	0,5	0,0	0,0
<i>Astarte sp(p)</i>	0,0	0,0	1,0
<i>Cerastoderma edule</i>	0,0	0,5	0,5
<i>Crenella decussata</i>	2,0	1,0	0,5
<i>Nuculana sp(p)</i>	0,0	2,0	0,5
<i>Ennucula tenuis</i>	0,0	1,0	6,5
<i>Abra sp(p)</i>	3,0	7,5	2,0
<i>Thyasira flexuosa</i>	0,0	2,0	2,5
<i>Lacuna vincata</i>	0,0	0,5	0,0
Scaphopoda	0,0	0,5	0,0
Ampharetidae	0,5	0,0	0,0
Aphroditidae	4,5	0,0	0,0
c.f. <i>Apistobranthus sp(p)</i>	2,0	31,0	1,5
Capitellidae	0	2,0	1,0
<i>Chaetozone setosa</i>	0	7,0	54,5
<i>Cossura longocirrata</i>	0	6,5	48,5
<i>Parougia nigridentata</i>	0	0,5	5,0
Hesionidae	0	0,0	0,5
Lumbrineridae	0	0,0	1,5
Maldanidae	0	39,0	7,5
<i>Nephtys sp(p)</i>	0	3,0	1,0
Ophelinidae	0	4,0	0,0
<i>Scoloplos armiger</i>	18,5	5,0	2,5
Oweniidae	19,0	1,0	0,0
Paraonidae	0,0	4,5	39,5
<i>Pectinaria sp(p)</i>	0,5	0,0	1,0
Phyllodocidae	1,0	6,0	16,0
<i>Pholoe minuta</i>	0,0	1,5	2,5
<i>Harmothoe sp(p)</i>	0,0	2,0	0,0
Sabellidae	3,5	6,5	0,0
Syllidae	0,0	11,0	5,0
Sphaerodoridae	0,0	1,5	0,0
Spionidae	1,5	49,0	113,0
<i>Sternaspis scutata</i>	0,0	4,5	1,0
Terebellomorpha	0,0	3,5	0,0
Oligochaeta	0,0	3,5	14,0

<i>Leptognathia</i> sp(p)	19,0	0,5	0,0
<i>Eudorella</i> c.f. <i>emarginata</i>	2,5	6,0	0,0
<i>Leucon</i> sp(p)	3,0	11,0	4,5
<i>Amphipoda</i> sp.	0,5	0,5	0,0
Ampeliscidae	0,5	8,0	3,5
Lysianassidae	0,0	0,5	1,0
Oedicerotidae	0,0	0,5	0,0
<i>Munna</i> sp(p)	0	1	0
<i>Janira maculosa</i>	0	0	0,5
<i>Pleurogonium</i> c.f. <i>rubicundum</i>	0	0	1
Paguridae	0,0	0,5	0,0