

# Lokaskýrsla

## Mosdalur 2017

Unnið fyrir ÍS 47

Cristian Gallo

Febrúar 2018  
NV nr. 7-18

 <b>NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA</b>		<b>Dagsetning mán/ár:</b> mars 2018				
		<b>Dreifing:</b> <input type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til: <input checked="" type="checkbox"/> Háð leyfi verkkaupa				
<b>Skýrsla nr:</b> NV nr. 7-18	<b>Verknúmer:</b> 505					
<b>Heiti skýrslu:</b> Lokaskýrsla Mosdalur 2017		<b>Blaðsíður:</b> 18				
		<b>Fjöldi viðauka:</b> 3		<b>Fjöldi korta:</b> 1		
<b>Dagsetning sýnatöku:</b> 25.11.2017		<b>Upplag:</b> 3				
<b>Höfundur:</b> Cristian Gallo		<b>Gerð skýrslu/Verkstig:</b> Lokaeintak				
<b>Verkefnisstjóri:</b> Cristian Gallo		<b>Yfirfarið af:</b> Nancy Bechtloff				
<b>Unnið fyrir:</b> ÍS 47 hf		<b>Tengiliður:</b> Gísli Jón Kristjánsson				
<b>Staður:</b> Mosdalur (Önundarfjörður)		<b>Rekstrarleyfisnúmer:</b> ÍS36079				
<b>Lykilorð íslensk:</b> Vöktun, botnsýni, botndýrasamfélög, redox		<b>Lykilorð ensk:</b> Monitoring, bottom sample, benthic community, redox				
<b>Niðurstöður samantekt:</b>		A	B	C	D	K
Stöðvar						
Fjarlægð frá kvíum (m)		0	30	100	0	600
Dýpi (m)		24	25	25	23	22
Fjöldi tegunda		26	30	26	13	24
Fjöldi einkstaklinga (einst./m <sup>2</sup> )		20650	13450	10400	18775	5550
Shannon-Wiener (log <sub>2</sub> )		2,62	3,78	3,89	1,33	4,02
Redox potential (SHE)		84	67	317	55	166
Súlfið (ppm)		26,8	21,7	12,4	31,1	3,5
<b>Vöktunarfyriræki:</b> Náttúrustofa Vestfjarða		<b>Undirskrift verkefnastjóra:</b>				
						

**EFNISYFIRLIT**

ÚTDRÁTTUR .....	3
ABSTRACT .....	3
INNGANGUR .....	4
AÐFERÐIR.....	5
Sýnataka .....	5
Úrvinnsla.....	6
Mat á fjölbreytni og skyldleika .....	6
Samánburður við grunnsýnatöku .....	6
Efnalosun í viðtaka.....	7
NIÐURSTÖÐUR.....	8
Staðsetning og einkenni sýnatökustöðva .....	8
Redox og súlfíð mælingar .....	8
Greiningar á botndýralífi.....	9
Fjölbreytileiki .....	10
Skyldleiki stöðva .....	10
Efnalosun í viðtaka.....	11
UMRÆÐUR.....	12
ÞAKKIR .....	12
HEIMILDASKRÁ.....	13
VIÐAUKI I. ....	15
VIÐAUKI II. ....	17
VIÐAUKI III. ....	18

## ÚTDRÁTTUR

Við lok eldistíma var framkvæmd sýnataka af sjávarbotni við Mosdal í Önundarfirði þann 25. nóvember 2017. Stöðvar voru valdar með því markmiði að uppfylla vöktunaráætlun fyrirtækisins. Niðurstöður redox mælinga ( $E_{\text{SHE}}$ ) voru yfir 0 á öllum stöðvum. Niðurstöður sulfíð mælinga voru milli 12,4 og 31,1 ppm á stöðvum í nágrenni kvía. Botndýrasamfélög voru í góðu ástandi, fjöldi hópa/tegunda á flestum stöðvunum í nágrenni kvía var milli 26 og 30. Á einni stöð við kvíar var fjöldi tegunda þó 13 en á viðmiðunarstöðinni 24. Á stöðvum sem teknar voru í 30 og 100 metra fjarlægð frá kvíum var Pielou einsleitnistuðullinn 0,77 eða hærri og Shannon-Wiener fjölbreytileikastuðullinn ( $\log_2$ ) 3,78 eða hærri. Losun fosfórs í viðtaka var áætluð 12,38 kg/tonn.

Efnamælingar hafa ekki áður verið gerðar á þessu svæði svo engin gildi eru til samanburðar. Það botndýrasamfélag sem fannst í þessari athugun var borið saman við niðurstöður grunnsýnatöku sem framkvæmd var á fiskeldissvæðinu árið 2011. Stöðvar sem teknar voru í 30 og 100 metra fjarlægð frá kvíum sýna um 60% skyldleika við viðmiðunarstöðvar. Niðurstöður útreikninga á losun fosfórs í viðtaka eru 12,38 kg á hvert framleitt tonn.

Samkvæmt þessum niðurstöðum hafði þetta magn fisks lítil áhrif á set fjarðarins og botndýrasamfélag hans.

## ABSTRACT

Environmental monitoring after operation period at mariculture site in Mosdalur in Önundarfjörður was carried out the 25<sup>th</sup> of November 2017 according to monitoring scheme of ÍS 47. Results show redox potential ( $E_{\text{SHE}}$ ) above 0 in all stations and sulphide level between 12,4 and 31,1 ppm at sampling sites in proximity to netpens. Benthic community was found in good condition, number of group/specie for most of sampling sites in proximity to netpens was between 26 and 30. At one site at pen were found 13 groups/specie and 24 were instead found at the reference station. Pielou evenness index was found equal or higher than 0,77 and Shannon-Wiener diversity index ( $\log_2$ ) equal or higher than 3,78 at sampling sites located at 30 and 100m frá cages. Estimation of P release was 12,38 kg /tonn of produced fish.

Redox and sulphide were not measured before in this area so there were no values as to use for comparison. Benthic community was though compare with that one found in the baseline monitoring done in 2011. 60 % similarity was found between sampling site located at 30 and 100m from cages and reference stations for both years.

Based on these results the environmental impact of this operational period is not considere to have significant impact on the environment in Mosdalur.

## INNGANGUR

ÍS 47 hf óskaði eftir því við Náttúrustofu Vestfjarða (Nave) að tekin yrðu botnsýni á fiskeldissvæði fyrirtækisins við Mosdal í Önundarfirði, með því markmiði að kanna ástand botns við lok eldistíma. Athuginin er liður í vöktun á áhrifum fiskeldisins á botndýralíf samkvæmt starfsleyfi fyrirtækisins (Umhverfisstofnun 2015) og vöktunaráætlun fyrirtækisins (Cristian Gallo 2017).

Fiskeldissvæðið við Mosdal samanstendur af 4 kvíum, hver um sig 19 metrar að þvermáli. Regnbogasilungur var settur í kvíarnar á árunum 2014 og 15. Við sýnatöku var fiskur enn í tveimur kvíum og var sýnataka framkvæmd við þær. Við slátrun var heildar lífmassi fisks úr öllum kvíunum 68 tonn.

Athuganir hafa áður verið gerðar á fiskeldissvæðinu. Grunn athuganir og straummælingar voru framkvæmdar áður en fiskur var settur í kvíarnar árið 2011 (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2013, Böðvar Þórisson 2013).

Til að meta ástand botns undir fiskeldissvæðinu var gerð athugun á botnseti svæðanna. Skoðuð voru útlitsleg einkenni og lykt setsins, redox potential og súlfið mælingar gerðar. Til að fá góða mynd af ástandinu var einnig litið til samsetningu botndýrasamfélaganna. Það var gert með því að skoða fjölbreytileika samfélaganna með því að líta til fjölda tegunda (S) og fjölda einstaklinga af hverri tegund og frá þeim upplýsingum reikna fjölbreytileikastuðul (H'). Auk þess var athugað hvort ákveðnar tegundir, sem þekkt er að annað hvort þoli vel eða eru viðkvæmar fyrir lífrænni uppsöfnun næringarefna vegna eldis, voru til staðar eða ekki. Sumar þessara tegunda eru notaðar sem vísitægi á lífræna mengun (Pearson & Rosenberg 1978, Rygg 2002, Dean 2008, Cristian Gallo 2015).

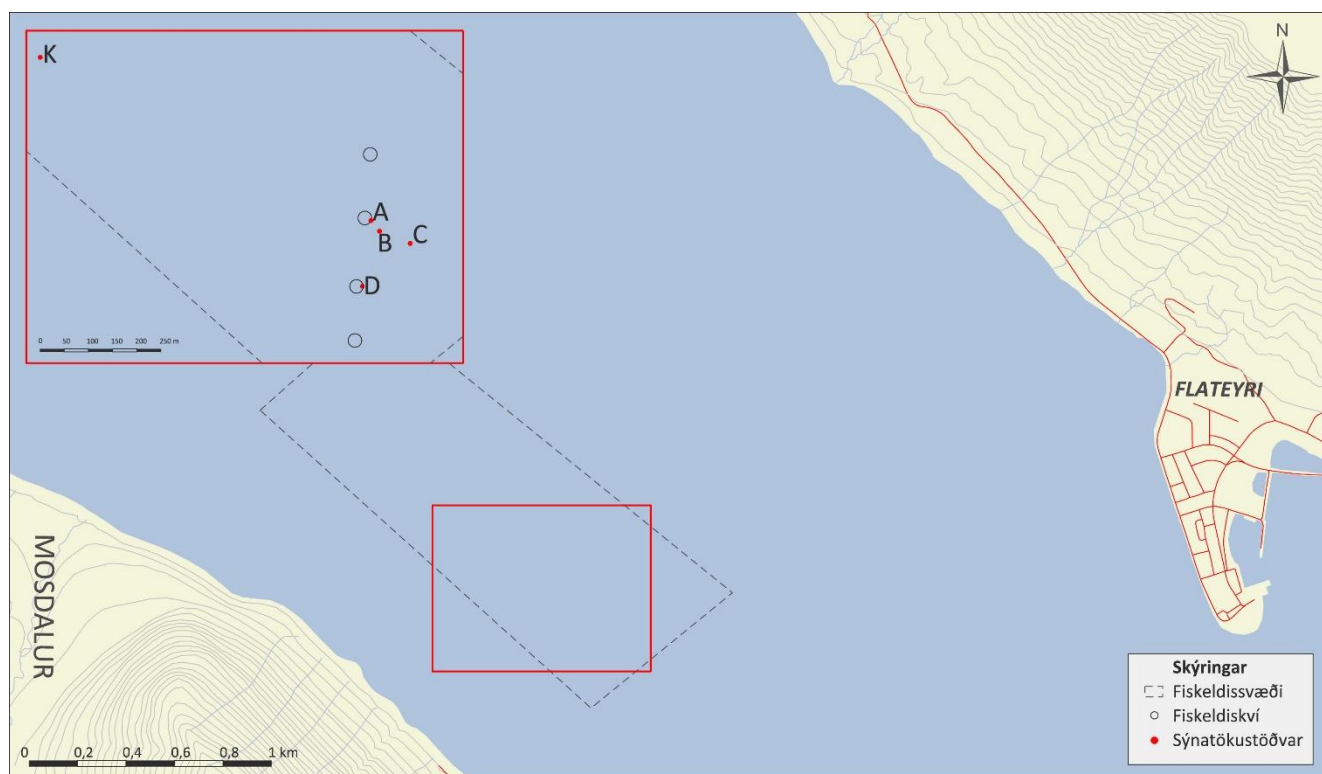
Áætluð losun fosfórs í viðtaka var reiknuð út á hvert framleitt tonn.

## AÐFERÐIR

### Sýnataka

Sýnataka fór fram 25. nóvember 2017 við Mosdal í Önundarfirði (kort 1). Teknar voru fimm stöðvar sem valdar voru til að uppfylla vöktunaráætlun fyrirtækisins. Hver stöð var hnitsett (brot úr mínútum, e. *decimal minutes*) og dýpi skráð. Við botnsýnatökuna var notuð 200 cm<sup>2</sup> Van Veen greip sem látin var síga niður á botn og hífð upp með spili (koppi). Sýni taldist nothæft ef greipin var lokuð þegar hún kom upp og set í greipinni. Sýnunum var lýst með tilliti til setgerðar (t.d. leir eða sandur), litar og lyktar og hvort lífverur eða skeljabrot sáust greinilega. Tekin voru 3 botndýrasýni og eitt efnasýni á hverri stöð. Redox potential mælt í tveimur efstu cm sets í botndýrasýnunum auk þess sem hitastig var skráð. Af hverju efnasýni voru svo tekin tvö sýni úr efstu tveimur cm setssins. Í öðru þessara sýna var súlfíð mælt innan fjögurra tíma frá sýnatöku en hitt sýnið var varðveitt í frysti. Efnasýnin eru geymd í frysti hjá Nave svo hægt sé að senda þau til mælinga á TN, TP og TOC verði talin nauðsyn til.

Botndýrasýnin voru varðveitt í formalíni (8-10%) ásamt því að boraxi var bætt út í til að sporna við niðurbroti skelja skeldýra. Formalíni var hellt af sýnunum eftir nokkra daga og alkóhól (70%) sett í staðinn. Síðan voru sýnin sigtuð varlega í rennandi vatni í 500 µm sigti.



Kort 1. Sýnatökustöðvar við Mosdal í Önundarfirði þann 25. nóvember 2017. Stöðvar A og D eru við kvíar. Stöð B er 30 m frá kvíum og stöð C er 100 m frá kvíum í straumstefnu. Stöð K er viðmiðunarstöð. Kortagerð: HBA/Nave©2018.

## Úrvinnsla

Tvö botndýrasýni voru unnin fyrir hverja stöð í þessari athugun. Dýrin voru flokkuð undir víðsjá, Leica MZ 6 og/eða MZ 12, greind í tegundir eða hópa eins og kostur gafst með hjálp greiningarlykla og þau talin.

## Mat á fjölbreytni og skyldleika

Fjölbreytni botndýrasamfélaga var metin með Shannon-Wiener  $H'$  fjölbreytileika stuðli (Grey o.fl. 1992, Brage og Thélín 1993). PRIMER 6 forritið var notað við útreikninga (Clarke og Warwick 2001). Í viðauka II má sjá greiningar dýra og meðalfjölda þeirra á stöð. Þessar tölur liggja til grundvallar útreikninga á fjölbreytni og einsleitni. Þráðormar (Nematoda) voru ekki notaðir 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 við vistfræðirannsóknir og hækkar eftir því sem fjölbreytileiki eykst.

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

Pielou einsleitnistuðullinn  $J'$ :

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

## Samanburður við grunnsýnatöku

Tekin var ein stöð innan fiskeldisvæðisins í grunnsýnatökunni sem framkvæmd var árið 2011 (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2013). Botndýrasamfélag þeirrar rannsóknar var borið saman við það sem fannst í þessari athugun. Báðar athuganirnar notuðu 500  $\mu$ m sigti við úrvinnslu sýna. Til að hægt væri að bera saman botndýrasamfélögin reyndist hinsvegar nauðsynlegt að greina nánar ákveðnar ættir í tegundir í sýninu frá 2011. Þá var fjöldi dýra reiknaður á fermetra. Niðurstöður frá árinu 2011 munu því líta eilítið öðruvísi út en í upprunalegu skýrslunni svo þær eru birtar í viðhengi III ásamt þeim stöðvum sem teknar voru í þessari athugun. Þessi gögn voru síðan notuð við skyldleikaútreikninga með tveimur mismunandi prófunum, Bray-Curtis similarity og Simple matching test (Clarke og Warwick 2001). Við útreikningana var notaður PRIMER hugbúnaður. Efnamælingar voru ekki gerðar árið 2011 svo ekki eru til samanburðar við það sem nú var mælt.

## Efnalosun í viðtaka

Losun fosfórs í viðtaka var áætlað á hvert tonn framleitt (Bergheim A. og T. Ásgård 1996, Bergheim A. og B. Braaten 2007, Milne o.fl 2017).

*TP losun= P í fóðri – P í fiski (kílo/tonn af framleiddum fisk)*

Magn seiða sem sett var í kvíarnar árin 2014-2015 voru 7 tonn. Magn fóðurs notað á eldistimabilinu var 165 tonn en nákvæmari upplýsingar um hlutfallslegt magn ákveðinna fóðurköggla stærðar má finna í töflu 1 (Gísli Jón Kristjánsson, munnlegar upplýsingar). Magn fosfórs í fóðri er breytilegt eftir stærð fóðurköggla Laxá hf eða frá 9,1 g/kg í 9 mm fóðurköggjum til 12,7 g/kg í 3 mm fóðurköggjum (Gunnar Örn Kristjánsson, munnlegar upplýsingar). Slátrað hefur verið 75 tonnum og áætlað er að um 23,5 tonn af fiski sé enn óslátrað þannig að heildarmagn fisks eftir tímabilið er áætlað um 98,5 tonn (Gísli Jón Kristjánsson, munnlegar upplýsingar).

Frá upplýsingum úr töflu 1 var var reiknað vegið meðaltal af magni fosfórs í fóðri og sú tala 10,05 notuð við útreikninga á losun fosfórs í viðtaka.

Forsendur eru að styrkur fosfórs í lífmassa fisks sé  $4,5 \times 10^{-3}$  grömm fosfórs í grammi fisks (Bergheim A. og B. Braaten 2007).

Magn dauðs fisks (fjarlægður úr kvíum) var ekki skráð svo hér er gert ráð fyrir að það sé 6% af heildarmagni fisks (Milne o.fl 2017). Áætlað magn fosfórs sem þessi fiskur innihélt er dregið frá heildarmagni fosfórs sem kom inn í kerfið í formi fóðurs.

**Tafla 1. Magn notaðs fóður (tonn) fyrir mismunandi stærð við Mosdal í Önundarfirði á eldistimabili 2014- 2017.**

Notað fóður (tonn)	P g/kg	Ár				P kg
		2014	2015	2016	2017	
stærð 3,0 mm	12,686	5	5			126,86
stærð 4,0 mm	12,023	5	5			120,23
stærð 6,0 mm	11,112		17	28		500,04
stærð 9,0 mm	9,103			33	67	910,3



## NIÐURSTÖÐUR

### Staðsetning og einkenni sýnatökustöðva

Staðsetning sýnatökustaða, dýpi þeirra og fjarlægð frá kvíum ásamt lýsingu sýna má sjá í töflu 2. Litur sets var svartur eða grár í öllum sýnunum og ekki var vart við brennisteins lykt.

Tafla 2. Staðsetning sýnatökustöðva, sjávardýpi (m), fjarlægð frá kví (m) ásamt lýsingu sýna út af Mosdal í Öfundarfirði.

Stöð	Hnit	Dýpi (m)	Fjarlægð frá kví (m)	Lýsing sýna
A	N66° 02.683' W23° 34.051'	24	0	Svört leðja. Engin lykt
B	N66° 02.672' W23° 34.024'	25	30	Svört/grá leðja. Engin lykt
C	N66° 02.661' W23° 33.939'	25	100	Svört/grá leðja með skeljabrotum. Engin lykt
D	N66° 02.610' W23° 34.058'	23	0	Svört/grá leðja með plöntuleifum . Engin lykt
K	N66° 02.837' W23° 34.982'	22	600	Svört/grá leðja með skeljabrotum. Engin lykt

### Redox og súlfíð mælingar

Í töflu 3 má finna meðaltal þriggja mælinga, fyrir hverja stöð, á hitastigi sýna og redox potential. Mælda Redox gildið þarf að umreikna yfir í Eh SHE. Til þess er notuð tala (Reference potential) sem tengist hitastigi sýnisins og fylgir með tækinu (Thermo Fisher Scientific inc. 2007). Umreiknunin er gerð á eftirfarandi hátt:

$$E_{\text{SHE}} = E \text{ mælt.} + \text{Ref.pot}$$

Ástæða þessarar umreiknuna er að enn er notast við Eh SHE gildi (Hargrave o.fl. 2008). Gildi Redox mælinga ( $E_{\text{SHE}}$ ) voru jákvæð, yfir 0 á öllum stöðvum.

Niðurstöður súlfíð mælinga má einnig finna í töflu 3. Gildin voru milli 26,8 og 31,1 ppm við kvíar en lækka niður í 12,4 ppm í 100 metra fjarlægð. Á viðmiðunarstöð mældist súlfíð 3,5 ppm.

Tafla 3. Niðurstöður mælinga á redox og hita (meðaltal þriggja sýna) ásamt umreiknuðum gildum fyrir Eh<sub>SHE</sub>. Súlfíð mælingar (ppm) voru úr einu efnasýni á hverri stöð.

Stöðvar	Hiti (°C)	Redox (mV)			Súlfíð (ppm)
		Mælt. gildi	Ref.pot.	Eh <sub>SHE</sub>	
A	8,1	-134	218	84	26,8
B	7,7	-151	218	67	21,7
C	8,0	+99	218	317	12,4
D	8,0	-163	218	55	31,1
K	7,5	-52	218	166	3,5

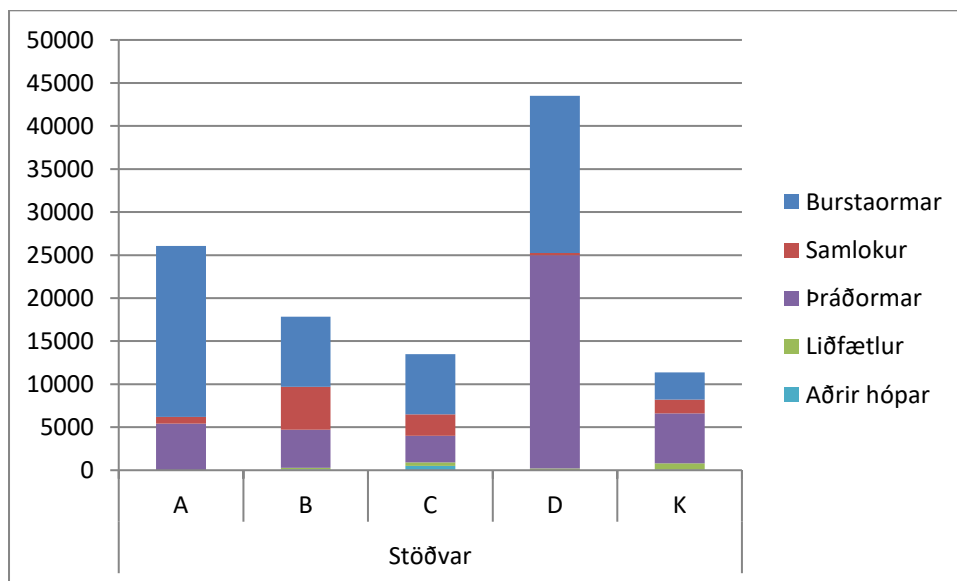
## Greiningar á botndýralífi

Greiningar á botndýralífi eftir stöðvum má sjá í viðauka I. Greining og flokkun fyrir útreikninga á fjölbreytileika má finna í viðauka II.

Burstaormar (Polychaeta) voru algengasti hópurinn með a.m.k. 27 flokkunareiningar (taxa). Næsti hópur var þráðormar (Nematoda) en þeir voru ekki greindir til tegunda. Þriðji hópurinn í fjölda var lindýr en af þeim voru nær 100% samlokur (Bivalvia) með 6 flokkunareiningar.

Algengasta tegundin var burstaormurinn *Capitella capitata* með 10 og 13 þúsund einstaklinga á m<sup>2</sup> á stöðvum A og D sem teknar voru við kví. Aðrar algengar burstaorma tegundir voru *Microphthalmus aberrans*, *Euchone sp.*, *Chaetozone setosa*, *Ophryotricha spp* og *Cossura longocirrata*.

Tvær mest áberandi tegundir samloka voru gljáhnýttla (*Ennucula tenuis*) og lýsuskel (*Abra nitida*). Liðfætlur (Arthropoda) voru ekki algengar en af þeim voru pungrækjur (Cumacea) algengastar. Aðrir hópar sem fundust í litlu magni voru slöngustjörnur, kuðungar, krossfiskar og flatormar (mynd 1).



Mynd 1. Hlutfall á milli algengustu hópa á hverri stöð. Á lóðrétta ásnum er fjöldi einstaklinga á fermetra en á lárétta ásnum eru ólíkar stöðvar.

## Fjölbreytileiki

Fjöldi hópa/tegunda (S) á stöðvum þessarar athugunar var milli 13 og 30 en á flestum stöðvum yfir 20. Fjöldi dýra (N) á stöðvum var milli 5,5 og 20 þúsund dýr á m<sup>2</sup> (tafla 4). Fjöldi hópa/tegunda var minnstur á stöð D (við kví). Á annarri stöð sem tekin var við kví (A) var fjöldi hópa/tegunda 26 eða álíka því sem var á stöð sem var tekin 100m frá kví (C) og viðmiðunarstöðinni (K). Fjöldi dýra var mestur við kvíar en af þeim var burstormurinn *Capitella capitata* um 50% dýranna eftir að þráðormar voru teknir út úr útreikningunum.

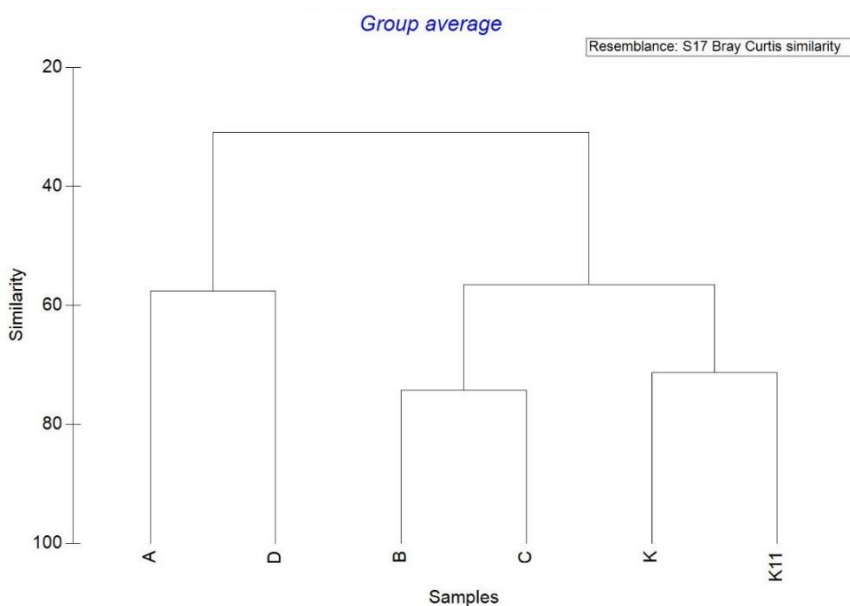
Einsleitnin (J') var milli 0,36 og 0,88 og fjölbreytileikinn H'(log<sub>2</sub>) var milli 1,33 og 4,02 (tafla 4). Gildi stuðlanna voru lægst á stöðvum við kvíar en þegar komið var í 30 m fjarlægð frá kvíum voru gildin nær þeim á viðmiðunarstöðinni.

Tafla 4. Fjöldi hópar/tegundir (S), fjöldi dýra (N), einsleitni (J') og fjölbreytileiki (H').

Sample	S	N	J'	H'(loge)	H'(log2)
A	26	20650	0,56	1,82	2,62
B	30	13450	0,77	2,62	3,78
C	26	10400	0,83	2,70	3,89
D	13	18775	0,36	0,92	1,33
K	24	5550	0,88	2,79	4,02

## Skýldleiki stöðva

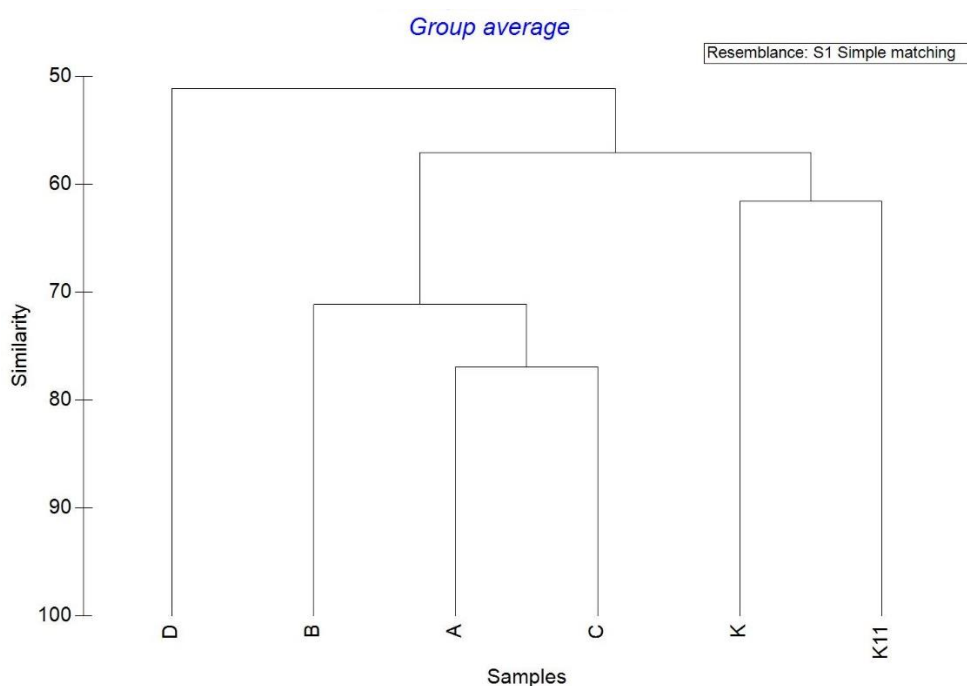
Notuð voru Bray- Curtis similarity próf og Simple matching próf við útreikninga á skýldleika milli stöðva þessarar rannsóknar og stöðvar sem áður var tekin við Mosdal í grunnasýnatöku. Niðurstöður útreikninga fyrir prófin eru teknar saman myndrænt á myndum 2 og 3.



Mynd 2. Bray- Curtis skýldleikagreining (group average %) stöðva.

Þegar skoðaðar eru niðurstöður Bray-Curtis prófsins á mynd 2 sést að viðmiðunarstöðin K sem tekin var árið 2017 og stöð K11 sem tekin var árið 2011 deila um 70% skyldleika. Stöðvar A og D, sem báðar voru teknar við kví, deila um 60% skyldleika sín á milli en einungis um 30% skyldleika við aðrar stöðvar. Stöðvar B og C sýna um 60% skyldleika við viðmiðunarstöðvarnar.

Bray-Curtis prófið tekur ekki aðeins mið af því hvort tegundir séu til staðar eða ekki, heldur líka fjölda dýra innan hópa og ber það saman á milli stöðva. Simple matching próf greinir hinsvegar aðeins hvort sömu hópar séu á stöðvunum en tekur ekki tillit til þess hve margir einstaklingarnir eru til staðar. Mynd 3 sýnir niðurstöður slíks prófs. Skyldleiki milli viðmiðunarstöðvanna er um 60%. Stöð A deilir um 70% skyldleika við stöðvar B og C en um 60% við báðar viðmiðunarstöðvarnar. Stöð D sýnir um 50% skyldleika við hinar stöðvarnar.



Mynd 3. Simple matching skyldleikagreining (group average %) stöðva.

## Efnalosun í viðtaka

TP losun= P í fóðri – P í fiski (kílo/tonn af framleiddum fisk)

$$TP \text{ losun} = (10,05 \times 165) - (4,5 \times 91) - (4,5 \times 98,5 \times 6/100) = 1.219 \text{ kílo}$$

Niðurstöður útreikninga á losun fosfórs í viðtaka eru 12,38 kg á hvert tonn framleitt.

Samkvæmt starfsleyfis fyrirkæpisins má losun fosfórs í viðtaka ekki fara yfir 14,0 kg/tonn af framleiddum fiski (Umhverfisstofnun 2015). Af þessu má því áætla að fyrirtækið uppfylli fyrrnefnd skilyrði.

## UMRÆÐUR

Þessi athugun lýsir einkennum botnsets og samsetningu botndýrasamfélaga í nágrenni fiskeldisvæðis við Mosdal í Önundarfirði í lok eldistímabils árið 2017.

Útlitsleg einkenni og lykt setsins sýndu ekki merki um lífræna uppsöfnun. Redox og súlfíð gildi voru eins og vænta mátti verri á stöðvum við kvíar þar sem lífrænn úrgangur safnast mest fyrir. Gildi Redox mælinga ( $E_{h_{SHE}}$ ) voru þó jákvæð eða yfir 0 á öllum stöðvum. Súlfíð mælingar styðja þær niðurstöður. Þetta bendir til að setið hafi verið í ásættanlegu ástandi samkvæmt Hargrave o.fl. (2008).

Botndýrasamfélög voru í góðu ástandi með fjölda hópa/tegunda milli 26 og 30 á stöðvum í nágrenni kvía nema á stöð D þar sem voru 13 tegundir. Eins og vænta mátti voru vísitægundirnar *Capitella capitata* og *Microphthalmus aberrans* hlutfallslega stór hluti sýnanna (um 50%) á stöðvum við kvíar. Þó fundust a.m.k. 12 aðrar tegundir á þessum stöðvum sem er góður fjöldi miðað við það sem oft finnst í nágrenni kvía eftir að eldi hefur farið fram. Burstaormarnir *Euchone sp.*, *Galathowenia oculata*, *Owenia fusiformis* og *Praxilella sp.* sem þekkt er að þoli illa lífræna uppsöfnun voru meðal þessara tegunda. Á stöðvum sem teknar voru um 30 og 100 metrum frá kvíum fundust vísitægundirnar *Capitella capitata* og *Microphthalmus aberrans* í litlum fjölda og voru botndýrasamfélög þar í góðu ástandi. Þetta staðfestir af uppsöfnun lífrænna efna var mest við kvíar og áhrif hennar varla merkjanleg í meiri fjarlægð en 30 m frá þeim. Einsleitnistuðullinn og fjölbreytileikastuðullinn sýna sama munstur.

Skyldleika próf sýna að stöðvar sem teknar voru um 30 og 100 metrum frá kvíum sýna um 60% skyldleika við viðmiðunarstöð og stöð tekin var í grunnsýnatöku. Þetta er nokkuð hátt sé litið til þess að viðmiðunarstöðin og stöðin sem tekin var í grunnsýnatöku sýndu einungis um 70 % skyldleika.

Niðurstöður útreikninga á losun fosfórs í viðtaka eru 12,38 kg á hvert framleitt tonn og því innan viðmið starfsleyfis.

Samkvæmt þessum niðurstöðum hafði þetta magn fisks lítil áhrif á set fjarðarins og botndýrasamfélag hans.

## ÞAKKIR

Kærar þakkir til Kristjönu Einarsdóttur fyrir aðstoð við skrif. Starfsmönnum Náttúrustofu Vestfjarða sem unnu að verkefninu er einnig þakkað; Guðrúnu Steingrímsdóttur fyrir aðstoð við sýnatöku og úrvinnslu sýna og Huldu B. Albertsdóttur sem sá um kortagerð.

**HEIMILDASKRÁ**

Bergheim A. og T. Ásgård 1996. *Waste production from aquaculture*. In: Aquaculture and Water Resource Management (Eds.: D. J. Baird, M.C.M Beveridge, L.A. Kelly and J.F. Muir), pp.50 – 80. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK.

Bergheim A. og B. Braaten 2007. *Modell for utslipp fra norske matfiskanlegg til sjø*. Rapport IRIS - 2007/180. Stavanger. NO.

Böðvar Þórisson 2013. *Straummælingar út af Mosdal í Önundarfirði 2013*. Unnið fyrir ÍS 47. NV nr. 18-13. Náttúrustofa Vestfjarða, Bolungarvík. IS.

Brage R. og I. Thélin 1993. *Klassifisering av miljøkvalitet I fjorder og kystfarvann. Virkningar av organiske stoffer*. Statens forurensingstilsyn (SFT).

Clarke K.R. and R.M. Warwick 2001. *Change in marine communities: An approach to statical analysis and interpretation*. Primer-E Ltd.

Cristian Gallo 2015. *Botndýraathugun við Haukadalsbót í Dýrafirði 2014*. Unnið fyrir Arctic Sea Farm. NV nr. 23-15. Náttúrustofa Vestfjarða, Bolungarvík. IS.

Cristian Gallo 2017. *Vöktunaráætlun 2017-2023 fyrir sjókvíaeldi ÍS 47 ehf. í Önundarfirði*. NV nr. 32-17. Náttúrustofa Vestfjarða, Bolungarvík. IS.

Dean H. 2008. *The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review*. Revista de Biología Tropical, Vol 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.

Hargrave, B. T.,M. Holmer, C.P. Newcombe 2008. *Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators*. Elsevier. Marine Pollution Bulletin 56: 810-824.

Milne J. E., C. H. Marvin , R. Yerubandi, K. McCann og R. D. Moccia 2017. *Monitoring and modelling total phosphorus contributions to a freshwater lake with cage-aquaculture*. Aquaculture Research, 2017, 48, 283–297.

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.

Pearson TH., R. Rosenberg 1978. *Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment*. Oceanogr Mar Biol Annu Rev 16: 229-311.

---

Umhverfisstofnun 2015. *STARFSLEYFI Framleiðsla á þorski og regnbogasilungi í sjókvíum. Ís 47 ehf.*

*Önundarfirði*. Sótt um: <file:///S:/Umhverfiseild/Fiskeldisfyrirtæki/ÍS%2047/Starfsleyfi%20fyrir%20ís%2047%20Önundarfirði.pdf>.

Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2013. *Botndýraathugun við fiskeldiskví í Önundarfirði*. Unnið fyrir ÍS 47. NV nr. 16-13. Náttúrustofa Vestfjarða, Bolungarvík. IS.

## VIÐAUKI I.

Tafla 4. Niðurstöður greininga á botndýralífi stöðva, sem teknar voru eftir lok eldistíma, við Mosdal í Öfundarfirði 2017. Meðalfjöldi dýra á m<sup>2</sup>, reiknaður út frá tveimur sýnum, á hverri stöð.

Undirhópur/ætt/tegund	Íslenskt	Stöðvar				
		A	B	C	D	K
<b>Annelida Polychaeta</b>	Burstaormar					
Ampharetidae		0	50	0	0	150
<i>Capitella capitata</i>		10250	150	250	13750	0
<i>Chaetozone setosa</i>		750	1400	900	0	200
<i>Chaetozone sp</i>		0	0	0	0	100
<i>Cossura longocirrata</i>	Langþráður	700	800	600	0	100
<i>Eteone longa</i>	Leirulaufi	550	350	350	300	200
<i>Euchone sp</i>		850	2200	2150	0	600
<i>Galathowenia oculata</i>	Leirglyrna	100	250	50	0	150
<i>Goniada maculata</i>		0	0	0	0	50
<i>Goniada sp</i>		50	0	0	0	0
<i>Levinsenia gracilis</i>		100	200	150	0	0
Lumbrineridae		100	50	0	0	0
<i>Malacoceros fuliginosus</i>		0	0	0	50	0
<i>Mediomastus fragilis</i>		200	150	100	200	0
<i>Microphthalmus aberrans</i>		4200	500	350	3500	0
<i>Nephtys sp</i>		50	0	0	0	0
<i>Ophelina acuminata</i>		0	50	0	200	0
<i>Ophryotricha spp</i>		1200	700	850	200	150
<i>Owenia fusiformis</i>		50	200	300	0	0
<i>Pectinaria koreni</i>		0	0	100	50	50
<i>Pectinaria spp</i>		250	300	0	0	100
<i>Pholoe sp</i>		50	0	50	0	150
<i>Phyllodoce maculata</i>		50	50	150	0	0
<i>Phyllodoce sp</i>		0	0	0	0	50
<i>Polydora spp</i>		0	150	0	0	100
<i>Praxillella sp</i>		50	300	100	0	350
<i>Scalibregma inflatum</i>		50	0	0	0	50
<i>Scoloplos armiger</i>	Roðamaðkur	0	100	200	50	600
Spionidae		0	50	150	0	0
<i>Spio sp</i>		100	50	0	0	0
<i>Sternaspis scutata</i>		50	100	0	0	0
<i>Sternaspis scutata/islandica</i>		50	0	100	0	0
Syllidae		50	0	100	0	0

áframhald...



Undirhópur/ætt/tegund	Íslenskt	Stöðvar				
		A	B	C	D	K
<b>Oligochaeta</b>	Ánar	0	0	400	0	0
<b>Mollusca Bivalvia</b>	Samlokar					
<i>Abra nitida</i>	Lýsuskel	150	650	800	0	250
<i>Ennucula tenuis</i>	Gljáhnyttla	450	3500	1650	150	1000
<i>Macoma calcarea</i>	Halloka	0	0	0	100	50
<i>Nuculana minuta</i>	Trönusystir	100	350	50	0	0
<i>Thyasira sp</i>	Hrukkubúlda teg.	100	450	0	0	300
<i>Yoldia hyperborea</i>	Kolkuskel	0	50	0	0	0
<b>Mollusca Gastropoda</b>	Kuðungar					
<i>Lunatia pallida</i>	Grænlandspoppa	0	50	0	0	0
<b>Arthropoda Amphipoda</b>	Marflær					
<i>Caprella septentrionalis</i>	Þanggeit	0	0	0	200	0
<b>Arthropoda Cumacea</b>	Pungrækjur					
<i>Brachydiastylis resima</i>		0	200	0	0	0
<i>Eudorella emarginata</i>		0	0	150	0	0
<i>Eudorella sp</i>		0	0	0	0	500
<i>Leucon nasica</i>		0	0	150	0	0
<i>Leucon sp</i>		0	0	100	0	100
<b>Arthropoda Isopoda</b>						
<i>Pleurogonium sp</i>		0	0	0	0	100
<b>Arthropoda Tanaidacea</b>		0	0	0	0	50
<b>Asteroidea</b>	Krossfiskar	0	0	0	25	0
<b>Ophiuroidea</b>	Slöngustjörnur	0	0	100	0	50
<b>Platyhelminthes</b>	Flatormar	0	50	0	0	0
<b>Nematoda</b>	Þráðormar	5400	4400	3100	24750	5800

## VIÐAUKI II.

Tafla 5. Meðalfjöldi hópa/tegunda í stafrófsröð á stöðvum (2 sýni), við Mosdal í Önundarfirði árið 2017, sem liggja til grundvallar fyrir útreikninga á fjölbreytileika.

Undirhópur/ætt/tegund	Stöð				
	A	B	C	D	K
<i>Abra nitida</i>	150	650	800	0	250
Ampharetidae	0	50	0	0	150
Asteroidea	0	0	0	25	0
<i>Brachydiastylis resima</i>	0	200	0	0	0
<i>Capitella capitata</i>	10250	150	250	13750	0
<i>Caprella septentrionalis</i>	0	0	0	200	0
<i>Chaetozone setosa</i>	750	1400	900	0	300
<i>Cossura longocirrata</i>	700	800	600	0	100
<i>Ennucula tenuis</i>	450	3500	1650	150	1000
<i>Eteone longa</i>	550	350	350	300	200
<i>Euchone sp</i>	850	2200	2150	0	600
<i>Eudorella emarginata</i>	0	0	150	0	500
<i>Galathowenia oculata</i>	100	250	50	0	150
<i>Goniada maculata</i>	50	0	0	0	50
<i>Leucon nasica</i>	0	0	250	0	100
<i>Levinsenia gracilis</i>	100	200	150	0	0
Lumbrineridae	100	50	0	0	0
<i>Lunatia pallida</i>	0	50	0	0	0
<i>Macoma calcarea</i>	0	0	0	100	50
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	0	50	150	50	0
<i>Mediomastus fragilis</i>	200	150	100	200	0
<i>Microphthalmus aberrans</i>	4200	500	350	3500	0
<i>Nephtys sp</i>	50	0	0	0	0
<i>Nuculana minuta</i>	100	350	50	0	0
Oligochaeta	0	0	400	0	0
<i>Ophelina acuminata</i>	0	50	0	200	0
Ophiuroidea	0	0	100	0	50
<i>Ophryotracha spp</i>	1200	700	850	200	150
<i>Owenia fusiformis</i>	50	200	300	0	0
<i>Pectinaria spp</i>	250	300	100	50	150
<i>Pholoe sp</i>	50	0	50	0	150
<i>Phyllodoce maculata</i>	50	50	150	0	50
Platyhelminthes	0	50	0	0	0
<i>Pleurogonium sp</i>	0	0	0	0	100
<i>Polydora spp</i>	0	150	0	0	100
<i>Praxillella spp</i>	50	300	100	0	350
<i>Scalibregma inflatum</i>	50	0	0	0	50
<i>Scoloplos armiger</i>	0	100	200	50	600
<i>Spio sp</i>	100	50	0	0	0
<i>Sternaspis scutata/islandica</i>	100	100	100	0	0
Syllidae	50	0	100	0	0
Tanaidacea	0	0	0	0	50
<i>Thyasira sp</i>	100	450	0	0	300
<i>Yoldia hyperborea</i>	0	50	0	0	0

## VIÐAUKI III.

Tafla 6. Meðalfjöldi hópa/tegunda í stafrófsröð á stöðvum við Mosdal í Önundarfirði. Stöðvar A, B, C, D og K voru teknar árið 2017 en stöð K11 árið 2011 við grunnransóknir svæðisins. Þessi gögn liggja til grundvallar útreikninga sem gerðar voru á á skyldileika stöðvanna.

Undirhópur/ætt/tegund	Stöð					
	A	B	C	D	K	K11
<i>Abra nitida</i>	150	650	800	0	250	667
Ampharetidae	0	50	0	0	150	17
Amphipoda	0	0	0	0	0	183
Asteroidea	0	0	0	25	0	0
<i>Astarte spp</i>	0	0	0	0	0	33
<i>Aricidea suecica</i>	0	0	0	0	0	50
<i>Brachydiastylis resima</i>	0	200	0	0	0	0
<i>Capitella capitata</i>	10250	150	250	13750	0	0
<i>Caprella septentrionalis</i>	0	0	0	200	0	0
<i>Chaetozone setosa</i>	750	1400	900	0	300	83
<i>Cossura longocirrata</i>	700	800	600	0	100	267
<i>Ennucula tenuis</i>	450	3500	1650	150	1000	867
<i>Eteone longa</i>	550	350	350	300	200	200
<i>Euchone sp</i>	850	2200	2150	0	600	1817
<i>Eudorella emarginata</i>	0	0	150	0	500	1366
<i>Exoqone hebes</i>	0	0	0	0	0	33
<i>Galathowenia oculata</i>	100	250	50	0	150	133
<i>Goniada sp</i>	50	0	0	0	50	17
<i>Leucon nasica</i>	0	0	250	0	100	67
<i>Levinsenia gracilis</i>	100	200	150	0	0	0
Lumbrineridae	100	50	0	0	0	0
<i>Lunatia pallida</i>	0	50	0	0	0	0
<i>Macoma calcarea</i>	0	0	0	100	50	50
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	0	0	0	50	0	0
<i>Mediomastus fragilis</i>	200	150	100	200	0	17
<i>Microphthalmus aberrans</i>	4200	500	350	3500	0	17
<i>Mya arenaria</i>	0	0	0	0	0	33
Nematoda	5400	4400	3100	24750	5800	4800
<i>Nephtys sp</i>	50	0	0	0	0	300
<i>Nuculana minuta</i>	100	350	50	0	0	150
Oligochaeta	0	0	400	0	0	0
<i>Ophelina acuminata</i>	0	50	0	200	0	400
Ophiuroidea	0	0	100	0	50	0
<i>Ophryotricha spp</i>	1200	700	850	200	150	0
<i>Owenia fusiformis</i>	50	200	300	0	0	0
<i>Pectinaria spp</i>	250	300	100	50	150	0
<i>Pholoe sp</i>	50	0	50	0	150	133
<i>Phyllodoce maculata</i>	50	50	150	0	50	0
Platyhelminthes	0	50	0	0	0	0
<i>Pleurogonium sp</i>	0	0	0	0	100	0
<i>Polydora spp</i>	0	150	0	0	100	0
<i>Praxillella spp</i>	50	300	100	0	350	100
<i>Retusa pertenuis</i>	0	0	0	0	0	17
<i>Scalibregma inflatum</i>	50	0	0	0	50	83
<i>Scoloplos armiger</i>	0	100	200	50	600	1067
<i>Spio sp</i>	100	50	0	0	0	67
Spionidae	0	50	150	0	0	83
<i>Sternaspis scutata/islandica</i>	100	100	100	0	0	0
Syllidae	50	0	100	0	0	0
Tanaidacea	0	0	0	0	50	0
<i>Thyasira sp</i>	100	450	0	0	300	233
<i>Yoldia hyperborea</i>	0	50	0	0	0	0