



Lokaskýrsla

Haukadalsbót 2016

Unnið fyrir Arctic Sea Farm

Cristian Gallo

Apríl 2017
NV nr. 16-17

 NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA		Dagsetning mán/ár: apríl 2017
		Dreifing: <input type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til: <input checked="" type="checkbox"/> Háð leyfi verkkaupa
Skýrsla nr: NV nr. 16-17	Verknúmer: 461	
Heiti skýrslu: Lokaskýrsla Haukadalsbót 2016		Blaðsíður: 23
		Fjöldi viðauka: 3
Höfundur: Cristian Gallo		Upplag: 5
		Fjöldi korta: 1
Unnið fyrir: Arctic Sea Farm hf		Gerð skýrslu/Verkstig: Lokaeintak
Verkefnisstjóri: Cristian Gallo		Samstarfsaðilar:
Lykilorð íslensk: Vöktun, botnsýni, botndýrasamfélög, redox		Lykilorð ensk: Monitoring, bottom sample, benthic community, redox
Undirskrift verkefnastjóra: 		Yfirfarið af: Hulda Birna Albertsdóttir

EFNISYFIRLIT

ÚTDRÁTTUR	4
ABSTRACT	4
INNGANGUR	5
AÐFERÐIR.....	6
Sýnataka	7
Úrvinnsla.....	8
Mat á fjölbreytni og skyldleika	8
NIÐURSTÖÐUR.....	9
Staðsetning og einkenni sýnatökustöðva	9
Redox mælingar	9
Greiningar á botndýralífi.....	10
Fjölbreytileiki	12
Skyldleiki stöðva	13
Efnagreining.....	13
UMRÆÐUR.....	14
ÞAKKIR	15
HEMILDASKRÁ	16
VIÐAUKI I.	18
VIÐAUKI II.	20
VIÐAUKI III.	21

ÚTDRÁTTUR

Síðasta sýnataka á núlíðandi fiskeldistímabili við Haukadalsbót fór fram 23. nóvember 2016 og var gerð samkvæmt ASC staðli. Niðurstöður sýndu að á botni við kvíar var lífræn uppsöfnun og fannst vísitægundin *Capitella capitata* þar í töluverðum fjölda. Botndýrasamfélag var hinsvegar í góðu ástandi á stöðvum sem voru teknar 55 m frá kví og tveimur af þremur stöðvum sem teknar voru 25 m frá kví. Shannon-Wiener fjölbreytileikastuðullinn var hærri en 3 á öllum stöðvum sem teknar voru utan AZE-svæðis (≥ 30 m frá kvíum). Redox var mælt á öllum stöðvum og niðurstöður sýna jákvæð gildi utan AZE-svæðis. Súlfíð var mælt á fjórum stöðvum einning til að sjá hvort samræmi væri milli þeirra og redox mælinga. Súlfíð gildin uppfylltu ASC-staðla nema eitt en það gildi var ekki í samræmi við aðra þætti sem athugaðir voru. TN, TP, TOC voru líka mæld á sömu fjórum stöðvum en kopar á einni stöð. Byggt á niðurstöðum þessarar athugunar stenst fiskeldi við Haukadalsbót forsendur 2.1.1, 2.1.2 og 2.1.3 samkvæmt ASC-stöðlum.

ABSTRACT

Monitoring of bottom fauna was carried out the 23th of November 2016 at mariculture site located in Haukadalsbót in Dýrafjörður. Sampling was done according to ASC standard at the end of production cycle. Results show accumulation of organic matter on the stations taken at cages with presence of indicator specie *Capitella capitata*. Benthic community was found in good state at all stations located 55 m from the cages and on 2 of 3 stations located at 25 m from cages. Shannon-Wiener index scored more than 3 at all stations outside the AZE area (≥ 30 m from cages). Redox potential was measured at all stations and positive values were found outside the AZE area. Sulphide level was also measured at four stations, mainly to confirm redox values. Measured sulphide values fulfilled ASC-standard except in one station where it was not in accordance with other parameters. Sediment was analysed for TN, TP and TOC in the same four stations and copper in one station. According to the results of this check the mariculture site of Haukadalsbót accomplished the criterions 2.1.1, 2.1.2 and 2.1.3 of the ASC standard.

INNGANGUR

Arctic Sea Farm hf óskaði eftir því við Náttúrustofu Vestfjarða (Nave) að tekin yrðu botnsýni á fiskeldissvæði fyrirtækisins við Haukadalsbót í Dýrafirði. Markmið sýnatökunnar var að kanna ástand botns eftir að ræktunartímabili var lokið. Athuginin er liður í vöktun á áhrifum fiskeldisins á botndýralíf samkvæmt starfsleyfi fyrirtækisins (Umhverfisstofnun 2013) og vöktunaráætlunar fyrirtækisins (Nave 2013). Arctic Sea Farm hf óskaði eftir því að sýnataka yrði eftir ASC-staðli (Aquaculture Stewardship Council) en ASC eru sjálfstæð alþjóðleg samtök sem veita vottun fyrir ábyrgt og sjálfbært fiskeldi (Salmon Aquaculture Dialogue 2012).

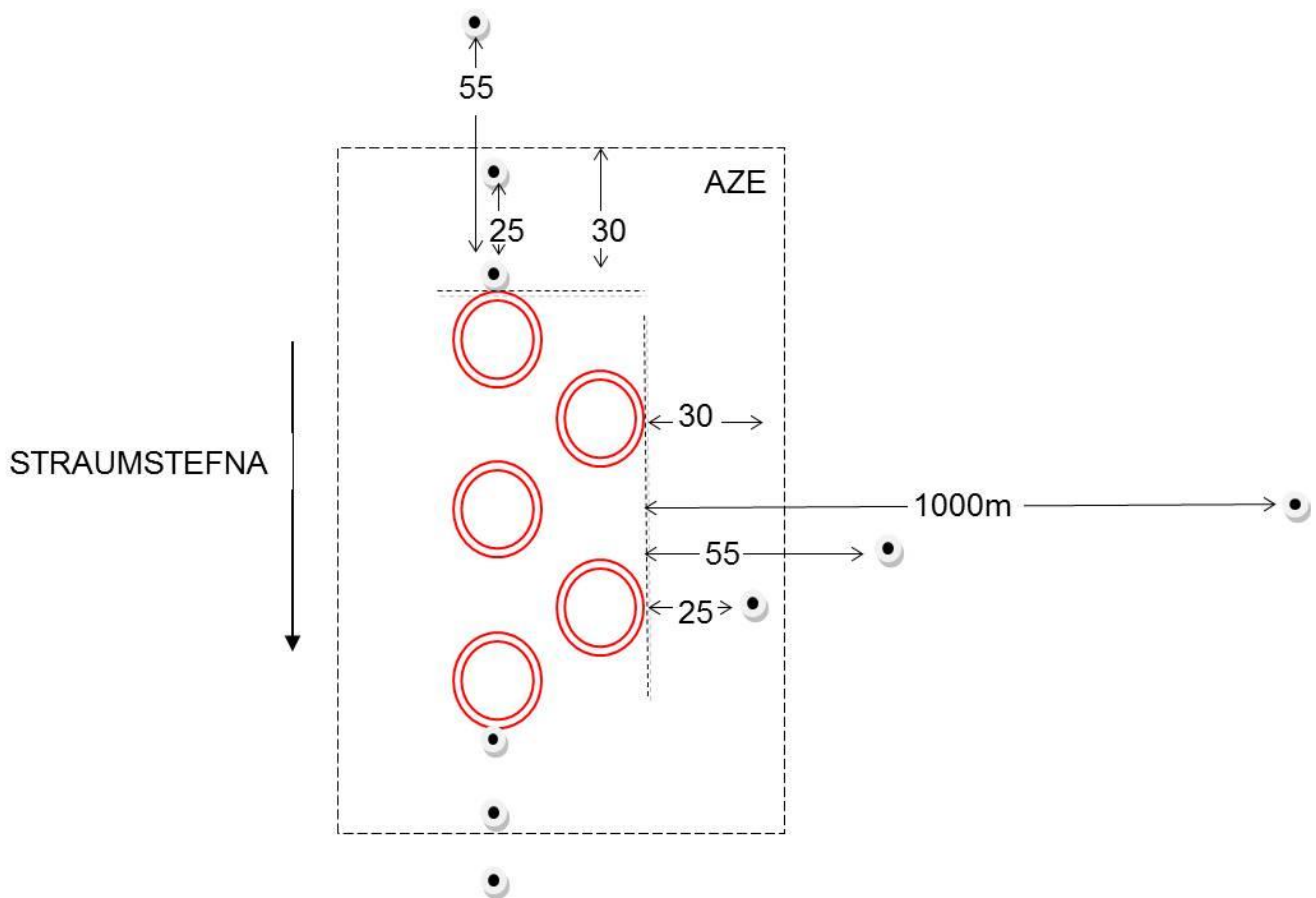
Fiskeldissvæðið við Haukadalsbót samanstendur af 6 kvíum, hver um sig 51 metrar að þvermáli. Silungur var settur í kvíar vorið 2015 og er áætlaður lífmassi hanns 1900 tonn. Athuganir hafa áður verið gerðar á fiskeldissvæðinu. Árið 2009 var þar tekin fyrsta sýnataka á ræktunar tímabili (Böðvar Þórisson o.fl. 2010) svo var tekin lokasýnataka, við enda fiskeldistímabils, þann 18. september 2014 (Cristian Gallo 2015).

Þegar smádýralíf á mjúkum sjávarbotni er skoðað þarf að líta til fjölda tegunda (S) og fjölda einstaklinga af hverri tegund og frá þeim upplýsingum reikna fjölbreytileikastuðul (H'). Til að fá góða mynd af ástandinu er einnig nauðsynlegt að athuga hvort ákveðnar tegundir, sem þekkt er að annað hvort þola vel eða eru viðkvæmar fyrir lífrænni uppsöfnun næringarefna vegna eldis, séu til staðar eða ekki. Sumar þessara tegunda eru notaðar sem vísitægundir. Til að meta ástand botns undir fiskeldissvæðinu var því gerð athugun á botnseti svæðanna. Skoðuð voru útlitsleg einkenni og lykt setsins, redox potential mælingar gerðar á því auk þess sem samsetning botndýrasamfélaga var skoðuð (sérstaklega með tilliti til vísitægunda) sem og fjölbreytileiki samfélaganna reiknaður. Mælt var heildar nitur (TN), heildar fosfór (TP), heildar kolefni (TOC) og súlfíð í nokkrum sýnum og kopar í einu.

Samkvæmt ASC-stöðlum eru þrjár forsendur skilyrtar samkvæmt grunnreglu 2 (e:principle 2: Conserve natural habitat, local biodiversity and ecosystem function). Fyrsta forsendan (2.1.1) er að í seti á stöðvum utan AZE-svæðis verður redox potential (Eh_{SHE}) vera > 0 millivolt og magn súlfíðs $\leq 1.500 \mu\text{mól/L}$. Önnur forsendan (2.1.2) er að fjölbreytileikastuðullinn verður að vera hærri en 3 utan AZE-svæðisins eða með álíka gildi og viðmiðunarstöðin. Þriðja forsendan (2.1.3) er að á stöðvum innan AZE-svæðisins þurfa tvær eða fleiri tegundir sem ekki eru vísitægundir (uppsöfnunar lífrænna efna) að vera með yfir 100 einstaklinga á fermetra eða með álíka fjölda og á viðmiðunarstöðinni (ASC 2012).

AÐFERÐIR

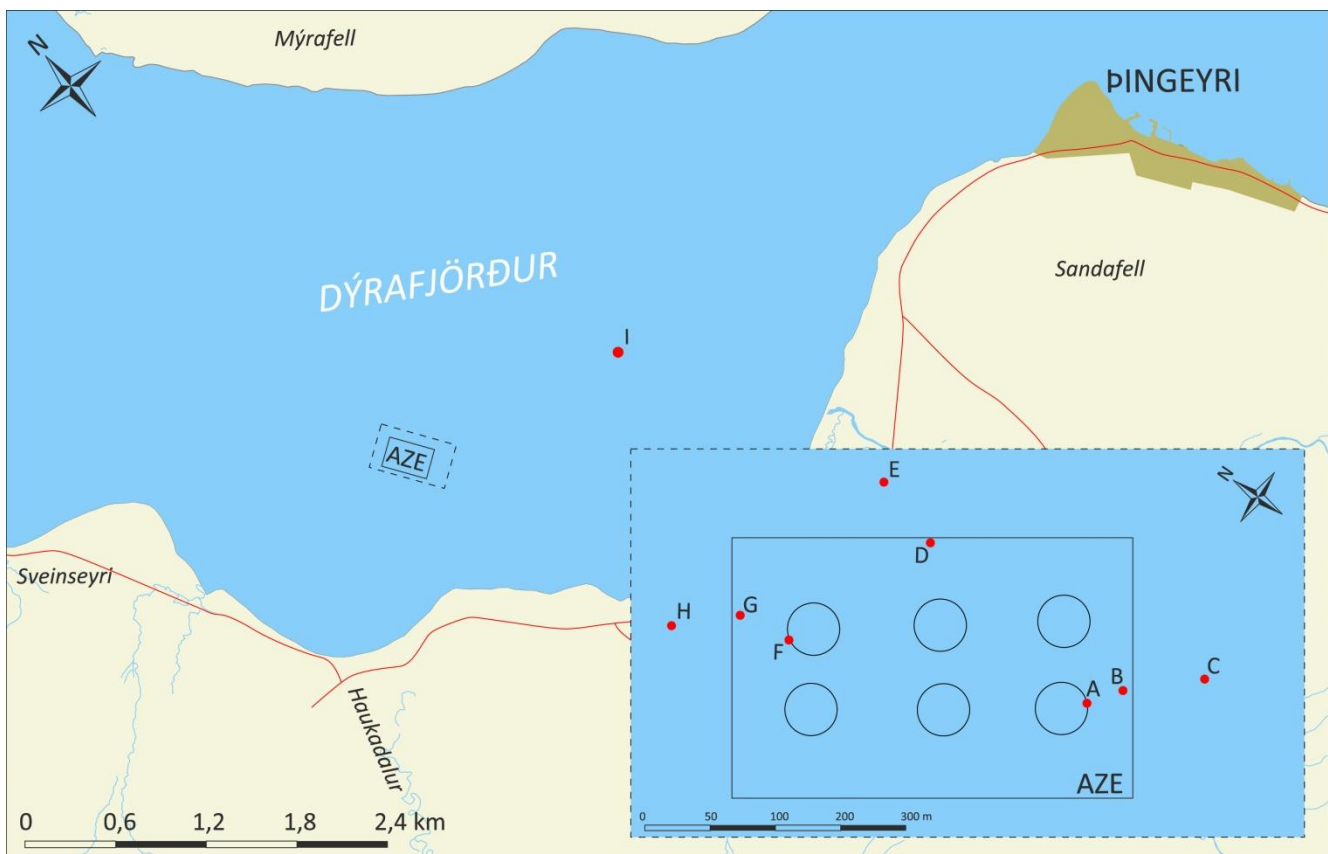
Arctic Sea Farm hf er með ASC-vottun á framleiðslu sinni og er sýnatökunni því hagað eftir stöðlum samkvæmt þeirri vottun. Í skýrslu ASC (Salmon Aquaculture Dialogue 2012) er leyfilegt áhrifsvæði (AZE) skilgreint sem 30 m út frá kvíum. Fimm stöðvar eru teknar innan AZE-svæðisins (mynd 2). Tvær þessara stöðva eru við kvíar (á sitt hvorum enda lengri áss kvíaraðar) og þrjár stöðvar um 25 m frá kvíum (ein þeirra hornrétt á straumstefnu, ein á móti straumi og sú þriðja með straumnum). Aðrar þrjár stöðvar eru teknar á sama máta og þær þrjár sem lýst er hér að framan en eru staðsettar rétt fyrir utan AZE-svæðið eða um 55 m frá kvíum. Ein viðmiðunarstöð er svo tekin vel utan AZE-svæðisins, 500-1000 m frá kvíum, en á álíka dýpi og botngerð og hinar stöðvarnar. Samkvæmt þessum stöðlum eru tekin tvö botndýrasýni á hverri stöð.



Mynd 1. Skematísk mynd af sýnatökustöðvum samkvæmt ASC-staðli. Brotalína sýnir útlínur AZE-svæðis.

Sýnataka

Sýnataka fór fram 23. nóvember 2016 við Haukadalsbót í Dýrafirði (kort 1). Stöðvar voru valdar eftir ASC-staðli eins og lýst er hér að framan (mynd 1). Hver stöð var hnitsett (brot úr mínútum, *e. decimal minutes*) og dýpi skráð. Við botnsýnatökuna var notuð 250 cm² Van Veen greip. Við sýnatökuna var greip látin síga niður á botn og hífð upp með spili (koppi). Sýni taldist nothæft ef greipin var lokuð þegar hún kom upp og set var í greipinni. Tekin voru þrjú setsýni á hverri stöð, tvö botndýrasýni fyrir dýragreiningu og eitt fyrir efnagreiningu. Botndýrasýnum var lýst með tilliti til setgerðar (t.d. leir eða sandur), litar, lykta og hvort lífverur eða skeljabrot sáust greinilega ásamt því að redox var mælt. Botndýrasýnin voru síðan varðveitt í formalíni (8-10%) og boraxi bætt út í til að sporna við niðurbroti skelja skeldýra. Formalíni var hellt af sýnunum eftir nokkra daga og alkóhól (70%) sett í staðinn. Í viðbót við efnasýnin var einnig tekið eitt setsýni á stöð F fyrir kopar mælingu. Öll sýni sem ætluð voru til efnagreininga voru fyrst sett í frysti og svo voru sýni af stöðvum A, C, E og H unnin hjá Efnagreiningum Keldnaholti þar sem mælt var heildar nitur (TN), heildar fosfór (TP), heildar kolefni (TOC) og súlfíð. Koparsýnið var líka unnið á sama stað. Greiningarmörk notuð við efnagreiningu voru fyrir TN 0,02 mg/kg, fyrir TP 0,1 mg/kg, fyrir TOC 0,05 mg/kg og fyrir Cu 0,03 mg/g (Guðjón Atli Auðunsson, munnleg heimild).



Kort 1. Sýnatökustöðvar við Haukadalsbót í Dýrafirði. Stöðvar A og F eru við kvíar. Stöðvar B, D og G eru 25 m frá kvíum og stöðvar C, E og H eru 55 m frá kvíum. Kortagerð: HBA/Nave©2016.

Úrvinnsla

Öll botndýrasýni voru rúmmálmæld og síðan sigtuð varlega í rennandi vatni í 500 μm sigti. Það sem eftir sat í sigtinu var síðan sigtað með 1 mm sigti og innihald beggja sigtanna sett í alkohól. Dýr úr 1 mm sigtinu voru notuð til greininga en hin sýnin voru varðveitt m.a. þar sem þau gætu nýst sem hluti af kornasýni. Unnin voru heildarsýni og dýrin 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.

Einsleitnustuðullinn, 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.

Einsleitnustuðullinn J' :

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

Bray-Curtis skyldleikaprófið er notað til að bera saman stöðvar sem teknar voru á fiskeldisvæðinu við viðmiðunarstöð. PRIMER 6 forritið var notað við útreikninga (Clarke og Warwick 2001).

NIÐURSTÖÐUR

Staðsetning og einkenni sýnatökustöðva

Staðsetningu og dýpi sýnatökustöðva má sjá í töflu 1. Litur sets var að mestu grásvartur og smá brennisteins lykt fannst af sýnum frá stöðvum A, B og F sem næst voru kvíum (tafla 1).

Tafla 1. Staðsetning, sjávardýpi (m) og lýsing á stöðvum út af Haukadalsbót í Dýrafirði.

Stöð	Hnit	Dýpt	Lýsing
A	N65° 53.256 W23° 36.035	32 m	Svört leðja, smá lykt.
B	N65° 53.247 W23° 36.003	32 m	Grásvört leðja, smá lykt.
C	N65° 53.223 W23° 35.944	32 m	Grásvört leðja með skeljarbrotum, engin lykt.
D	N65° 53.347 W23° 35.999	33 m	Grásvört leðja, engin lykt.
E	N65° 53.377 W23° 35.978	34 m	Grásvört leðja, engin lykt.
F	N65° 53.370 W23° 36.163	32 m	Svört leðja með skeljarbrotum, smá lykt.
G	N65° 53.392 W23° 36.172	33 m	Grásvört leðja, engin lykt.
H	N65° 53.412 W23° 36.222	33 m	Grásvört leðja með skeljarbrotum, engin lykt.
I	N65° 53.157 W23° 34.091	37 m	Grábrún leðja, engin lykt.

Sýnin voru frá 1192 til 1476 cm³ og 94-98% heildarsýnanna var með kornastærð minni en 500 µm. Meirihluti þess sem var stærri en 1 mm voru ásamt dýrum, skeljabrot og þörungaleifum. Af þessu má álykta að botninn sé mjúkur.

Redox mælingar

Niðurstöður mælinga fyrir Redox gildi og hitastig í sýnunum eru í töflu 2. Mælda Redox gildið þarf að umreikna yfir í E_{SHE} . Til þess er notuð tala (Reference potential) sem tengist hitastigi sýnisins og fylgir með tækinu (Thermo Fisher Scientific inc. 2007). Útreikningurinn er gerður á eftirfarandi hátt (Hargrave o.fl. 2008):

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

Gildi fyrir E_{SHE} á flestum stöðvum var á bilinu 112-179 mV. Gildið var hins vegar mun lægra fyrir þær stöðvar sem voru við kvíar eða 3 mV fyrir stöð A og 8 mV fyrir F. Stöð B sem var 25 m frá kví mældist 27mV. Viðmiðunarstöð mældist 171 mV.

Tafla 2. Meðaltal þriggja mælinga á redox og hita ásamt umreiknuðum gildum fyrir Eh SHE.

Stöð	Hiti (°C)	Redox (mV)		
		Mælt. gildi	Ref.pot.	Eh SHE
A	5,7	-213	216	3
B	5,7	-189	216	27
C	5,7	-53	216	163
D	5,6	-37	216	179
E	5,6	-87	216	129
F	5,6	-208	216	8
G	5,5	-43	216	173
H	5,6	-104	216	112
I	5,4	-45	216	171

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. 37 flokkunareiningar (taxa). Næsti hópur var lindýr en af þeim voru 98% samlokur (Bivalvia) eða a.m.k. 8 tegundir. Þriðji hópurinn í fjölda voru þráðormar (Nematoda) en þeir voru ekki greindir til tegunda.

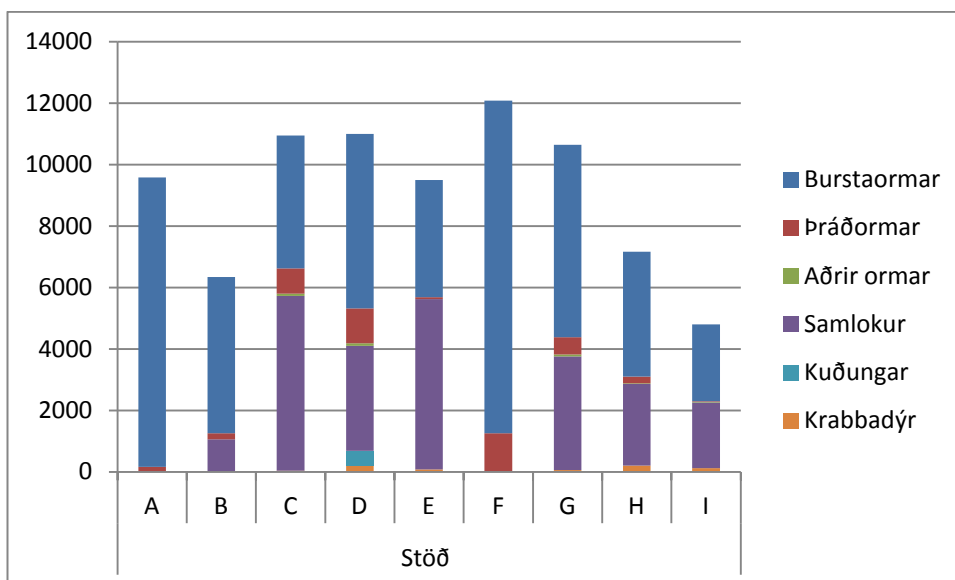
Algengasta tegundin var burstormurinn *Capitella capitata* með 22.360 einstaklinga á m² (einst./m²) en næstar í fjölda voru tvær samlokur, gljáhnýttla (*Ennucula tenuis*) með 13.140 einst./m² og lýsuskel (*Abra nitida*) með 8.020 einst./m².

Aðrar algengar (meira en þúsund einstaklingar á fermetra) burstaorma tegundir eftir fjölda voru *Microphthalmus aberrans*, *Galathowenia oculata*, *Chaetozone setosa*, *Euchone sp*, *Cossura longocirrata*, *Levinsenia gracilis*, *Sternaspis scutata/islandica* og *Phyllodoce maculata*. Vísitægundin *Capitella capitata* fannst á öllum stöðvum nema E og I en hún var í miklum fjölda á stöðvum við kvíar (stöð A og F) og í minnkandi fjölda er fjær dró kvíar. Önnur vísitægund, *Malacoceros fuliginosus*, sem er þekkt að þoli lífræna uppsöfnun fannst á stöð við kví og í 25 metra fjarlægð beggja megin kvía. *Microphthalmus aberrans* fannst á öllum stöðvum nema E. Hann var líka, eins og *Capitella capitata*, í mestum fjölda á stöðvum við kvíar og svo í minnkandi fjölda er fjær dró kvíar en þessi ormur fannst líka á viðmiðunarstöð (stöð I) en í litlu magni. *Galathowenia oculata* fannst hinsvegar ekki á stöðvum við kvíar né á stöð B heldur á stöðvum í meiri fjarlægð frá kvíum, og mest á stöð E. *Chaetozone setosa* var á öllum stöðvum nema stöð A og B en var í litlum fjölda á stöð F. Mest var af honum á stöð G, C og D. *Euchone sp* fannst í töluverðum fjölda á öllum stöðvum nema A, B og F.

Cossura longocirrata og *Levinsenia gracilis* fundust á öllum stöðvum nema A og F. Allar þessar tegundir fundust í minni fjölda á viðmiðunarstöð nema tegundirnar *Galathowenia oculata* og *Euchone sp* sem voru í álíka fjölda á öllum stöðvum.

Af samlokum voru tvær tegundir mest áberandi, gljáhnyta (*Ennucula tenuis*) og lýsuskel (*Abra nitida*). Báðar tegundirnar fundust á öllum stöðvum nema A og F og jukust fjær kvíum. Aðrar samloku tegundir sem fundust í töluverðum fjölda voru *Nuculana minuta*, *Thyasira flexuosa* og *Macoma calcarea*. Samlokur fundust vart á stöðvum A og F. Samlokur voru meira áberandi en burstaormar á stöðvum C og E en í álíka fjölda og þeir á stöð I.

Kuðungar voru ekki algengir og fundust bara á stöð D. Krabbadýr voru ekki algeng en fundust á öllum stöðvum nema A, B og F en af þeim voru í mestum fjölda marflær af ætt Lysianassidae á stöð D og þanggeit (*Caprella septentrionalis*) á stöð H. Ranaormar (Nemertea) og flatormar (Platyhelminthes) voru ekki algengir. Þráðormar fundust á öllum stöðvum en í minnsta fjölda á viðmiðunarstöð (mynd 4).



Mynd 2. Hlutfall á milli algengustu dýrahópa á hverri stöð. Á lóðréttu ásnum er fjöldi einstaklinga á fermetra en á láréttu ásnum eru ólíkar stöðvar.

Burstaormarnir *Euchone sp*, *Galathowenia oculata*, *Levinsenia gracilis*, *Maldane sarsi*, *Owenia fusiformis*, *Praxilella sp* og *Scoloplos armiger*, samlokurnar *Ennucula tenuis* og *Nuculana minuta* ásamt tveimur kuðungum voru til staðar innan AZE svæðisins í meira en 100 einst./m².

Fjölbreytileiki

Á flestum stöðvum var fjöldi flokkunareininga (S) frá 29 til 38. Stöð A var með fæsta hópa eða 4, því næst kom stöð F með 8 hópa. Stöðvar G og H voru með flestar flokkunareiningar eða 37 og 38. Viðmiðunarstöð (stöð I) var með 31 flokkunareiningu. Fjöldi dýra (N) var á milli 6,1 til 10,8 þúsund á fermetra á öllum stöðvum nema viðmiðunarstöð sem var með 4 þúsund dýr á fermetra (tafla 4). Stöð F var með mestan fjölda dýra en 84% þeirra var af vísitegundinni *Capitella capitata*. Á stöð A var hlutfall *Capitella capitata* 85% en á stöð B 63% (þráðormar voru ekki hafðir með í þessum útreikningum).

Fjölbreytileikastuðullinn $H'(\log_2)$ var 3 eða hærri á öllum stöðvum nema stöð A, B og F. Mestur fjölbreytileiki var á stöð G eða 4,28 en viðmiðunarstöð var með 3,87 (tafla 4).

Einsleitnistuðullinn (J') var svipaður á mörgum stöðvunum eða milli 0,69 til 0,82. Á stöð A og F mældist hann minni eða 0,35 annarsvegar og 0,25 hinsvegar. Hlutfall milli hópa er jafnara þegar talan nálgast 1.

Lágt gildi beggja þessara staðla á stöð A og F er hægt að rekja til þess að vísitegundin *Capitella capitata* fannst í miklu magni miðað við hinar tegundirnar.

Tafla 3. Fjöldi hópa/tegunda (S), fjöldi dýra (N), einsleitni (J') og fjölbreytileiki (H').

Stöð	S	N	J'	$H'(\log_e)$	$H'(\log_2)$
A	4	9440	0,35	0,48	0,70
B	18	6140	0,50	1,44	2,08
C	35	10160	0,69	2,44	3,53
D	33	9860	0,82	2,86	4,12
E	29	9440	0,70	2,34	3,38
F	8	10820	0,25	0,53	0,76
G	37	10120	0,82	2,96	4,28
H	38	7000	0,81	2,95	4,25
I	31	4800	0,78	2,68	3,87

Skuldleiki stöðva

Niðurstöður Bray- Curtis skyldleikaprófsins sýndu mestan skyldleika milli viðmiðunarstöðvar og stöðvar H eða 73,2%. Viðmiðunarstöðin var með um 60% skyldleika við stöðvar E og G og meira en 50% skyldleika við stöðvar C og D. Stöðvar A og F við kví og stöð B sem var 25 m innar í firðinum sýna lítinn skyldleika við viðmiðunarstöðina (tafla 5).

Tafla 4. Niðurstöður Bray- Curtis skyldleikaprófsins.

Stöð	A	B	C	D	E	F	G	H
A								
B	54,43							
C	3,88	24,54						
D	9,95	28,75	66,13					
E	0,21	17,97	64,28	60,52				
F	92,79	50,47	4,19	10,44	0,59			
G	9,81	29,03	63,90	75,67	65,64	10,12		
H	0,97	23,13	59,67	63,11	64,72	1,57	69,63	
I	0,28	23,40	51,60	55,11	57,86	1,79	59,25	73,22

Efnagreining

Efnasýni voru tekin á hverri stöð til að uppfylla bæði vöktunaráætlun og ASC staðla. Sýni af stöðvum A, C, E og H voru unnin fyrir TN, TP, TOC og súlfíð. Niðurstöður efnagreininga eru í viðauka 3. Heildar nitur (TN) var mælt milli 0,19-0,35 mmól/g þurrvigt (e. dry weight, dw) eða 0,27-0,49 % dw. Lægsta TN gildi mældist á stöð við kví en það hæsta á stöð sem var 55 m utar í firðinum en kvíarnar. Heildar kolefni (e. total organic carbon eða TOC) mældist milli 1,68-2,23 mmól/g dw eða 2,01-2,67 % dw. Heildar fosfór (TP) mældist milli 0,043-0,077 mmól/g dw eða milli 0,13-0,24 % dw með hæsta gildi á stöð A. Súlfíð mældist milli 0,33-8,40 mmól/L blautvigt (e. wet weight, ww) eða milli 11,4 og 285 mg/L ww. Mest súlfíð mældist á stöð C (8,40 mmól/L), en það var nær tvöfalt á við það sem mældist á stöð A við kví (4,42 mmól/L). Aðrar tvær stöðvar um 55 m frá kví mældust með mikið lægra gildi eða 0,33 og 0,91 mmól/L ww.

Koparsýni var tekið á stöð F og í því mældust 94,9 mg /Kg dw. Samkvæmt reglugerð um varnir gegn mengun vatns (796/1999) flokkast þetta gildi til efri marka náttúrulegra gilda í sjávarseti hér við land (umhverfismörk III).

UMRÆÐUR

Þessi athugun lýsir einkennum botnsets og samsetningu botndýrasamfélaga í nágrenni fiskeldisvæðis við Haukadalsbót í Dýrafirði. Fiskeldistímabilið á svæðinu byrjaði vorið 2015 og lauk veturinn 2016-2017. Svæðið er tiltölulega flatt og dreifing lífræns úrgangs virðist staðbundið við kvíar.

Útlitsleg einkenni og brennisteins lykt sets á stöðvum við kví sýndu merki um lífræna uppsöfnun. Á þeirri stöð var fjölbreytileiki minnstur og vísitægundin *Capitella capitata* algengasta tegundin ásamt annarri vísitægund *Malacoceros fuliginosus*. Burstaormurinn *Microphthalmus aberrans* fannst einnig í töluverðum fjölda á stöðinni sem styrkir fyrri athugarnir sem benda til að hann þoli uppsöfnun á lífrænum efnum. Vísitægundir fundust líka í töluverðum fjölda á stöð B en fjöldi þeirra minnkaði á öðrum stöðvum er fjær dró kvíar þ.e. á stöðvum í 25 og 55 m fjarlægð og var fjöldi þeirra þá álíka og hjá öðrum ormum. Á þessum stöðvum fjær kvíum voru samfélög í góðu ástandi sé litið til skyldleika stöðvanna við viðmiðunastöð og fjölbreytileikastuðli þeirra sem var yfir 3.

Fjöldi tegunda var hærri á fjórum af sex stöðvum í 25 og 55 m fjarlægð frá kvíum en á viðmiðunarstöðinni. Viðmiðunarstöðin var með 31 tegund en stöðvarnar fjórar voru með 33-38 tegundir eða hópa. Allar stöðvar voru með hærri heildarfjölda dýra en viðmiðunastöðin. Einsleitnistuðull og fjölbreytileikastuðull viðmiðunastöðvarinnar voru 0,78 annarsvegar og 3,87 hinsvegar. Þrjár stöðvar voru með álíka gildi fyrir stuðlana og viðmiðunarstöðin, tvær stöðvar aðeins lægri en hinar þrjár næst kvíum talsvert lægri. Allar stöðvarnar sem voru með álíka gildi voru í 25 og 55 m frá kvíum. Tegundirnar *Melinna cristata* og *Sabellides borealis* fundust einungis á viðmiðunarstöðinni. Fullorðin dýr *Euchone analis* fundust einnig einungis á þeirri stöð en ungir ormar af sömu ættkvísl fundust á fiskeldisvæðinu en voru of smáir til að hægt væri að greina þá til tegunda. *Ampharete sp* og *Spio goniocephala* fundust á viðmiðunarstöð og stöðvum G og H. Bray- Curtis skyldleikaprófið sýndi skyldleika hærri en 50% á milli viðmiðunarstöðvar og flestra stöðva sem teknar voru í þessari athugun.

Efnagreining á TN, TP, TOC og kopar í seti var gerð á fiskeldisvæðinu. Ekki eru þó til gögn til samanburðar þar sem slíkar mælingar voru ekki gerðar, á þeim tíma er sýnataka fór fram, áður en fiskeldi byrjaði. Ekki fundust heldur gögn um ásættanlegt magn þessara efna í aðgengilegum greinum og ritum svo erfitt er að draga ákveðnar ályktanir um niðurstöður efnagreininganna að svo stöddu. Samanburður við viðmiðunarstöð gæti þó verið gert.

Niðurstöður súlfíð greininga sýna ásættanleg gildi fyrir stöðvar E og H samkvæmt Hargrave o.fl 2008. Stöð A var eins og búist var við utan marka en það sem kom á óvart var að stöð C var með tvöfalt herra gildi en A. Niðurstöður súlfíð greininganna fyrir stöð C virðast því ekki vera í neinu samræmi við lykt sýnis, redox mælingar og ástand botndýrasamfélags. Vegna þessa háa gildis á stöð C var gerð önnur greining á sýninu eftir að niðurstöður bárust. Það var þó að öllum líkindum of seint þar sem súlfíð var vart mælanlegt í sýninu en

þekkt er að tími frá sýnatöku hefur áhrif á slíkar mælingar. Niðurstöður redox mælinga benda til að ástand stöðvar C sé álíka og annarra stöðva utan AZE svæðis.

Fjölbreytileikastuðull ($H'log_2$) utan AZE-svæðisins (stöðvar C, E og H) var í öllum tilvikum yfir 3. Fleiri en tvær tegundir sem ekki teljast vísitægundir fyrir lífræna uppsöfnun höfðu yfir 100 einstaklinga á fermetra á stöðvum innan AZE svæðisins. Hér má nefna burstaormana *Euchone sp*, *Galathowenia oculata*, *Levinsenia gracilis*, *Maldane sarsi*, *Owenia fusiformis*, *Praxilella sp* og *Scoloplos armiger*, samlokurnar *Ennucula tenuis* og *Nuculana minuta* auk tveggja kuðunga tegunda.

Ástand sets við fiskeldisvæði í Haukadalsbót virðist í ágætu ásigkomulagi á stöðvum 55 m frá kvíum og a.m.k. tveimur af þrem stöðvum 25 m frá kvíum.

Samkvæmt niðurstöðum okkar fullnægir fiskeldisvæðið við Haukadalsbót þeim þremur forsendum sem skilyrtar eru í ASC stöðlunum. Í fyrsta lagi voru redox potential gildi jákvæð í seti á stöðvum utan AZE-svæðis og styðja súlfíð mælingar þær niðurstöður að mestu. Í öðru lagi var fjölbreytileikastuðullinn hærri en 3 á stöðvum utan AZE-svæðisins. Í þriðja lagi voru tvær eða fleiri tegundir sem ekki eru vísitægundir með yfir 100 einstaklinga á fermetra á stöðvum innan AZE-svæðis. Byggt á niðurstöðum þessarar athugunar stenst fiskeldi við Haukadalsbót því forsendur 2.1.1, 2.1.2 og 2.1.3 samkvæmt ASC-stöðlum.

ÞAKKIR

Starfsmenn Náttúrustofu Vestfjarða er þakkað fyrir eftirfarandi: Guðrúnu Steingrímsdóttu fyrir vinnu við úrvinnslu sýna og Huldu B. Albertsdóttur fyrir vinnu við kortagerð. Brynjari Gunnarssyni skipstjóra og Bernharði Guðmundssyni háseta er þakkað fyrir skipstjórn og aðstoð við sýnatöku.

HEMILDASKRÁ

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

Böðvar Þórisson, Cristian Gallo og Þorleifur Eiríksson 2010. Athugun á botndýrum utarlega í Dýrafirði 2009. Unnið fyrir Dýrfisk hf. NV nr. 7-10. Náttúrustofa Vestfjarða, Bolungarvík

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 Dýrfisk hf. NV nr. 23-15. Náttúrustofa Vestfjarða, Bolungarvík

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.

Náttúrustofa Vestfjarða 2013. *Vöktunaráætlun Dýrfisks ehf.* Sótt á vef þann 10.12.2016 af slóð: <http://umhverfisstofnun.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Eftirlitsskýrslur/Fiskeldi/D%C3%BDrfiskur,%20D%C3%BDrafir%C3%B0i%20-%20v%C3%B6ktunar%C3%A1%C3%A6ltun.pdf>

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.

Salmon Aquaculture Dialogue. 2012. ASC Salmon Standard - version 1.0 june 2012. Salmon Aquaculture Dialogue.

Thermo Fisher Scientific 2007. User Guide. Redox/ORP Electrodes.

Umhverfisstofnun. 2013. Starfsleyfi fyrir kvíaeldisstöð Dýrfisks hf. í Dýrafirði. Umhverfisstofnun.

Umhverfisráðuneyti. 1999. Reglugerð 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.

Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. Athugun á botndýralífi út af Gemlufalli og Mýrafelli í Dýrafirði.
2012. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 13-12. Náttúrustofa Vestfjarða, Bolungarvík.

VIÐAUKI I.

Tafla 5. Niðurstöður greininga á botndýralífi á stöðvum teknar við Haukadalsbót í Dýrafirði 2016. Meðalfjöldi tveggja sýna á m² á hverri stöð.

Undirhópur/ætt/tegund	Íslenskt	Stöð								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Annelida Polychaeta	Burstaormar									
<i>Ampharete sp</i>		0	0	0	0	0	0	0	540	80
Ampharetidae		0	0	0	0	0	0	60	0	0
<i>Aricidea suecica</i>		0	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Capitella capitata</i>		8000	3860	320	480	0	9120	560	20	0
<i>Chaetozone setosa</i>		0	0	500	580	180	20	820	360	120
<i>Cirratulus cirratus</i>	Flækjubendill	0	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Cossura longocirrata</i>		0	60	940	620	200	0	160	280	120
Dorvilleidae		0	0	20	100	60	0	180	60	
<i>Eteone longa</i>	Leirulaufi	0	140	220	160	160	20	420	220	40
<i>Euchone analis</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	240
<i>Euchone sp</i>		0	0	520	600	280	0	660	300	180
<i>Exogone sp</i>		0	0	100	0	0	0	0	0	0
<i>Galathowenia oculata</i>		0	0	140	340	980	0	540	480	480
<i>Glycera alba</i>		0	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera sp</i>		0	0	0	0	0	0	20	0	20
<i>Harmothoe spp</i>		0	0	0	20	0	0	0	40	0
<i>Levinsenia gracilis</i>		0	20	260	500	340	0	600	300	220
<i>Malacoceros fuliginosus</i>		120	80	0	0	0	100	60	0	0
<i>Maldane sarsi</i>		0	0	20	140	80	0	60	20	0
<i>Mediomastus fragilis</i>		0	0	0	80	0	40	120	0	40
<i>Melinna cristata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	40
<i>Microphthalmus aberrans</i>		1300	280	40	480	0	1480	320	40	20
<i>Nephtys caeca</i>		0	0	0	0	0	0	40	100	0
<i>Nephtys sp</i>		0	0	80	60	100	0	0	40	80
<i>Nereimyra punctata</i>		0	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Nereis sp</i>		0	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Owenia fusiformis</i>		0	0	0	180	240	0	200	60	0
<i>Pectinaria koreni</i>		0	0	0	0	40	0	0	120	0
<i>Pectinaria sp</i>		0	20	160	40	180	0	220	0	20
<i>Pherusa falcata</i>		0	0	0	0	100	0	40	60	0
<i>Pholoe minuta</i>		0	0	0	0	20	0	0	0	0
<i>Pholoe sp</i>		0	0	40	0	40	0	0	0	0
<i>Phyllodoce maculata</i>		0	260	420	440	60	20	100	140	80
<i>Polydora sp</i>		0	0	0	0	0	0	40	0	0
<i>Praxillella praetermissa</i>		0	0	0	60	0	0	60	80	0
<i>Praxillella sp</i>		0	40	140	80	180	0	220	140	60

áframhald...

Undirhópur/ætt/tegund	Íslenskt	Stöð								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Annelida Polychaeta	Burstaormar									
<i>Prionospio fallax</i>		0	0	0	40	20	0	0	60	60
<i>Sabellides borealis</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	80
<i>Scalibregma inflatum</i>		0	260	20	0	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	Roðamaðkur	0	0	40	0	60	0	120	80	0
<i>Spio goniocephala</i>		0	0	0	0	0	0	0	20	20
<i>Spio sp</i>		0	0	20	0	20	0	60	20	0
<i>Sternaspis scutata</i>		0	0	60	0	0	0	0	0	180
<i>Sternaspis scutata/islandica</i>		0	0	160	640	400	0	460	400	140
Syllidae		0	20	60	20	0	20	40	40	60
Terebellidae		0	0	0	20	0	0	40	0	20
<i>Terebellides stroemi</i>		0	0	0	0	80	0	40	20	60
Mollusca Bivalvia										
<i>Abra nitida</i>	Lýsuskel	0	60	3140	840	1860	0	1000	600	520
<i>Astarte borealis</i>	Gimburskel	0	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Ennucula tenuis</i>	Gljáhnyttla	0	860	2020	2240	3240	0	1940	1540	1300
<i>Kellia suborbicularis</i>	Bugnisskel	0	0	0	0	40	0	0	0	0
<i>Macoma calcarea</i>	Halloka	20	80	80	0	80	0	100	40	0
<i>Nuculana minuta</i>	Trönusystir	0	0	0	100	180	0	160	260	160
<i>Nuculana sp</i>		0	20	280	0	40	0	120	0	60
<i>Thyasira flexuosa</i>	Hrukkubúlda	0	40	120	240	100	0	380	220	100
<i>Yoldia hyperborea</i>	Kolkuskel	0	0	20	0	0	0	0	0	0
Mollusca Gastropoda										
<i>Eubranthus sp</i>		0	0	0	300	0	0	0	0	0
<i>Tritia incrassata</i>	Brimgagar	0	0	0	160	0	0	0	0	0
Arthropoda Amphipoda	Marflær									
Ampeliscidae		0	0	0	0	20	0	0	0	0
<i>Caprella septentrionalis</i>	Þanggeit	0	0	0	20	0	0	0	100	0
Lysianassidae		0	0	20	120	0	0	0	20	0
Oedicerodidae		0	0	0	0	20	0	40	40	0
<i>Paroedicerus lynceus</i>		0	0	0	40	0	0	0	0	0
<i>Photis sp</i>		0	0	0	20	0	0	0	0	0
Arthropoda Cumacea	Pungrækjur	0	0	20	0	0	0	0	20	20
<i>Leucon nasicooides</i>		0	0	0	0	40	0	20	20	20
<i>Leucon sp</i>		0	0	0	20	0	0	0	0	80
Echinodermata										
<i>Ophiura sp</i>	Slöngustjörnu	0	0	0	0	0	0	0	20	0
Nemertea	Ranaormar	0	0	20	80	0	0	40	0	20
Platyhelminthes	Flatormar	0	0	60	0	0	0	20	20	0
Nematoda	Þráðormar	140	200	820	1140	60	1260	560	220	20

VIÐAUKI II.

Tafla 6. Meðalfjöldi hópa/tegunda í stafrófsröð á stöðvum (2 sýni), við Haukadalsbót í Dýrafirði árið 2016, sem liggja til grundvallar fyrir útreikninga á fjölbreytileika.

Undirhópur/ætt/tegund	Stöð								
	Stöð: A	Stöð: B	Stöð: C	Stöð: D	Stöð: E	Stöð: F	Stöð: G	Stöð: H	Stöð: I
<i>Abra nitida</i>	0	60	3140	840	1860	0	1000	600	520
Ampeliscidae	0	0	0	0	20	0	0	0	0
Ampharetidae	0	0	0	0	0	0	60	540	80
<i>Aricidea suecica</i>	0	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astarte borealis</i>	0	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Capitella capitata</i>	8000	3860	320	480	0	9120	560	20	0
<i>Caprella septentrionalis</i>	0	0	0	20	0	0	0	100	0
<i>Chaetozone setosa</i>	0	0	500	580	180	20	820	360	120
<i>Cirratulus cirratus</i>	0	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Cossura longocirrata</i>	0	60	940	620	200	0	160	280	120
Cumacea	0	0	20	0	0	0	0	20	20
Dorvilleidae	0	0	20	100	60	0	180	60	40
<i>Ennucula tenuis</i>	0	860	2020	2240	3240	0	1940	1540	1300
<i>Eteone longa</i>	0	140	220	160	160	20	420	220	40
<i>Eubranchus sp</i>	0	0	0	300	0	0	0	0	0
<i>Euchone sp</i>	0	0	520	600	280	0	660	300	420
<i>Exogone sp</i>	0	0	100	0	0	0	0	0	0
<i>Galathowenia oculata</i>	0	0	140	340	980	0	540	480	480
<i>Glycera sp</i>	0	0	20	0	0	0	20	0	20
<i>Harmothoe sp</i>	0	0	0	20	0	0	0	40	0
<i>Kellia suborbicularis</i>	0	0	0	0	40	0	0	0	0
<i>Leucon nasicooides</i>	0	0	0	20	40	0	20	20	100
<i>Levinsenia gracilis</i>	0	20	260	500	340	0	600	300	220
Lysianassidae	0	0	20	120	0	0	0	20	0
<i>Macoma calcarea</i>	20	80	80	0	80	0	100	40	0
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	120	80	0	0	0	100	60	0	0
<i>Maldane sarsi</i>	0	0	20	140	80	0	60	20	0
<i>Mediomastus fragilis</i>	0	0	0	80	0	40	120	0	40
<i>Melinna cristata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	40
<i>Microphthalmus aberrans</i>	1300	280	40	480	0	1480	320	40	20
Nemertea	0	0	20	80	0	0	40	0	20
<i>Nephtys sp</i>	0	0	80	60	100	0	40	140	80
<i>Nereimyra punctata</i>	0	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Nereis sp</i>	0	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nuculana minuta</i>	0	20	280	100	220	0	280	260	220
Oedicerodidae	0	0	0	0	20	0	40	40	0
<i>Ophiura sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	0	180	240	0	200	60	0
<i>Paroediceros lynceus</i>	0	0	0	40	0	0	0	0	0
<i>Pectinaria sp</i>	0	20	160	40	220	0	220	120	20
<i>Pherusa falcata</i>	0	0	0	0	100	0	40	60	0
<i>Pholoe sp</i>	0	0	40	0	60	0	0	0	0
<i>Photis sp</i>	0	0	0	20	0	0	0	0	0
<i>Phyllodoce maculata</i>	0	260	420	440	60	20	100	140	80
Platyhelminthes	0	0	60	0	0	0	20	20	0
<i>Polydora sp</i>	0	0	0	0	0	0	40	0	0
<i>Praxillella sp</i>	0	40	140	140	180	0	280	220	60
<i>Prionospio steenstrupi</i>	0	0	0	40	20	0	0	60	60
<i>Sabellides borealis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	80
<i>Scalibregma inflatum</i>	0	260	20	0	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	40	0	60	0	120	80	0
Sipunculidae	0	0	40	0	0	0	40	40	20
<i>Spio sp</i>	0	0	20	0	20	0	60	40	20
<i>Sternaspis scutata/islandica</i>	0	0	220	640	400	0	460	400	320
Syllidae	0	20	60	20	0	20	40	40	60
Terebellidae	0	0	0	20	0	0	40	0	20
<i>Terebellides stroemii</i>	0	0	0	0	80	0	40	20	60
<i>Thyasira flexuosa</i>	0	40	120	240	100	0	380	220	100
<i>Tritia incrassata</i>	0	0	0	160	0	0	0	0	0
<i>Yoldia hyperborea</i>	0	0	20	0	0	0	0	0	0

Náttúrustofa Vesturlands
c/o Cristian Gallo
Aðalstræti 21
415 Bolungarvík

Reykjavík, January 18th 2017.

On December 12th the laboratory received 14 sediment samples for the analysis of TOC and sulphide and one sample for the analysis of copper.

Sampling was undertaken by the customer.

The following results were obtained (with one standard deviation from duplicate analysis for TN and TOC).

Sample marking	Lab code	TN % dw	TOC % dw	TP % dw	Sulphide mg/kg dw	Sulphide mg/L ww	Copper mg/kg dw
Hauk A1 23.11.16	136394	0,27±0,01	2,59±0,07	0,24	174	150	-
Hauk C1 23.11.16	136395	0,29±0,05	2,39±0,03	0,17	348	285	-
Hauk E1 23.11.16	136396	0,37±0,11	2,01±0,03	0,13	14,4	11,4	-
Hauk H1 23.11.16	136397	0,49±0,07	2,67±0,02	0,15	45,8	30,9	-
Kopar 23.11.16	136408	-	-	-	-	-	94,9±0,1

The results of TN, TOC, and sulphide expressed on a molar basis are given in the following table.

Sample marking	Lab code	TN mmol/g dw	TOC mmol/g dw	TP mmol/g dw	Sulphide mmol/kg dw	Sulphide mmol/L ww
Hauk A1 23.11.16	136394	0,19±0,01	2,15±0,05	0,077	5,44	4,42
Hauk C1 23.11.16	136395	0,20±0,03	1,99±0,03	0,054	10,9	8,40
Hauk E1 23.11.16	136396	0,27±0,08	1,68±0,03	0,043	0,45	0,33
Hauk H1 23.11.16	136397	0,35±0,05	2,23±0,02	0,049	1,43	0,91

Project number: 6EE16084

Sincerely,

Guðjón Atli Auðunsson, PhD
Analytical chemist