


Hvíldarskýrsla

Gemlufall 2016

Unnið fyrir Arctic Sea Farm

Cristian Gallo

Mars 2017
NV nr. 14-17

 NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA		Dagsetning mán/ár: mars 2017
		Dreifing: <input type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til: <input checked="" type="checkbox"/> Háð leyfi verkkaupa
Skýrsla nr: NV nr. 14-17	Verknúmer: 445	
Heiti skýrslu: Hvítldarskýrsla Gemlufall 2016		Blaðsíður: 19
		Fjöldi viðauka: 3
Höfundur: Cristian Gallo		Upplag: 5
		Fjöldi korta: 2
Unnið fyrir: Arctic Sea Farm hf		Gerð skýrslu/Verkstig: Lokaeintak
Verkefnisstjóri: Cristian Gallo		Samstarfsaðilar:
Lykilorð íslensk: Vöktun, hvítldartími, botnsýni, botndýrasamfélög		Lykilorð ensk: Monitoring, fallow time, bottom sample, benthic community
Undirskrift verkefnastjóra: 		Yfirfarið af: Nancy Bechtloff

EFNISYFIRLIT

ÚTDRÁTTUR	3
ABSTRACT	3
INNGANGUR	4
AÐFERÐIR.....	5
Sýnataka	6
Úrvinnsla.....	7
Mat á fjölbreytni og skyldleika	7
NIÐURSTÖÐUR.....	8
Staðsetning og einkenni sýnatökustöðva	8
Kornastærð	8
Redox mælingar	9
Greiningar á botndýralífi.....	9
Fjölbreytileiki	10
Skyldleiki stöðva	11
UMRÆÐUR.....	12
ÞAKKIR	13
HEMILDASKRÁ	13
VIÐAUKI I.	15
VIÐAUKI II.	17
VIÐAUKI III.	19

ÚTDRÁTTUR

Sýnataka eftir hvíldar tíma við Gemlufall í Dýrafirði fór fram 15. júní 2016 og var gerð samkvæmt ASC staðli. Niðurstöður sýndu að botn hafði skánað í samanburði við ástand hans við lokasýnatöku. Vísitægundin *Capitella capitata* fannst í töluverðum fjölda á stöð við kvínna sem fiskur var síðast tæmdur úr. Það að fimm burstaorma tegundir sem eru þekktar fyrir að þola ekki uppsöfnun á lífrænum efnum voru komnar á stöð við kví ásamt því að Shannon-Wiener fjölbreytileikastuðullinn hafði aukist bendir til að botndýrasamfélag hafði jafnað sig nokkuð við hvíld. Þá voru gildi fyrir Redox (Eh_{SHE}) mælingar yfir 100. Samanburður þessarar athugunar og athugunar sem gerð var árið 2009 áður en fiskeldi byrjaði sýndi álíka tegunda samsetningu en um 50% Bray-Curtis skyldleika.

ABSTRACT

Monitoring after fallow period by Gemlufall in Dýrafjörður was carried out the 15th of June 2016 according to ASC standard. Results show improvement of bottom conditions at the cages in comparison to results of the bottom sampling done at the end of the production cycle. Indicator species *Capitella capitata* was found in significant number at station located at cage that was last emptied. Five polychaeta species, which are known to not tolerate effects of organic accumulation, were though also found at this station and Shannon-Wiener diversity index had also increased at this location. Redox potential (Eh_{SHE}) measured above 100. Comparison of results from this research with the one conducted in year 2009 point out little changes in species composition but around 50% value of Bray- Curtis similarity index.

INNGANGUR

Arctic Sea Farm hf óskaði eftir því við Náttúrustofu Vestfjarða (Nave) að tekin yrðu botnsýni á fiskeldissvæði fyrirtækisins, við Gemlufall í Dýrafirði, með því markmiði að kanna ástand botns eftir hvíldartíma frá eldi. Athugunin er liður í vöktun á áhrifum fiskeldisins á botndýralíf samkvæmt starfsleyfi fyrirtækisins (Umhverfisstofnun 2013) og vöktunaráætlun 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 Gemlufall (mynd 1) samanstendur af 4 kvíum, hver um sig 30 metrar. Silungur sem var í tveimur kvíum í Gemlufalli var fluttur að Haukadalsbót í ágúst 2015. Í hinum kvíunum við Gemlufall var byrjað að slátra í nóvember 2015 og var slátrun úr þeim lokið í febrúar 2016. Lífmassi í þessum tveimur kvíum var um 407 tonn af silungi. Athuganir hafa áður verið gerðar á fiskeldissvæðinu. Grunn athuganir voru framkvæmdar áður en fiskur var settur í kvíarnar (Böðvar Þórisson o.fl. 2010, Þorleifur Eiríksson o.fl. 2012) auk þess fór fram sýnataka á svæðinu í janúar 2016 þegar ræktunartímabili var lokið (Cristian Gallo 2017).

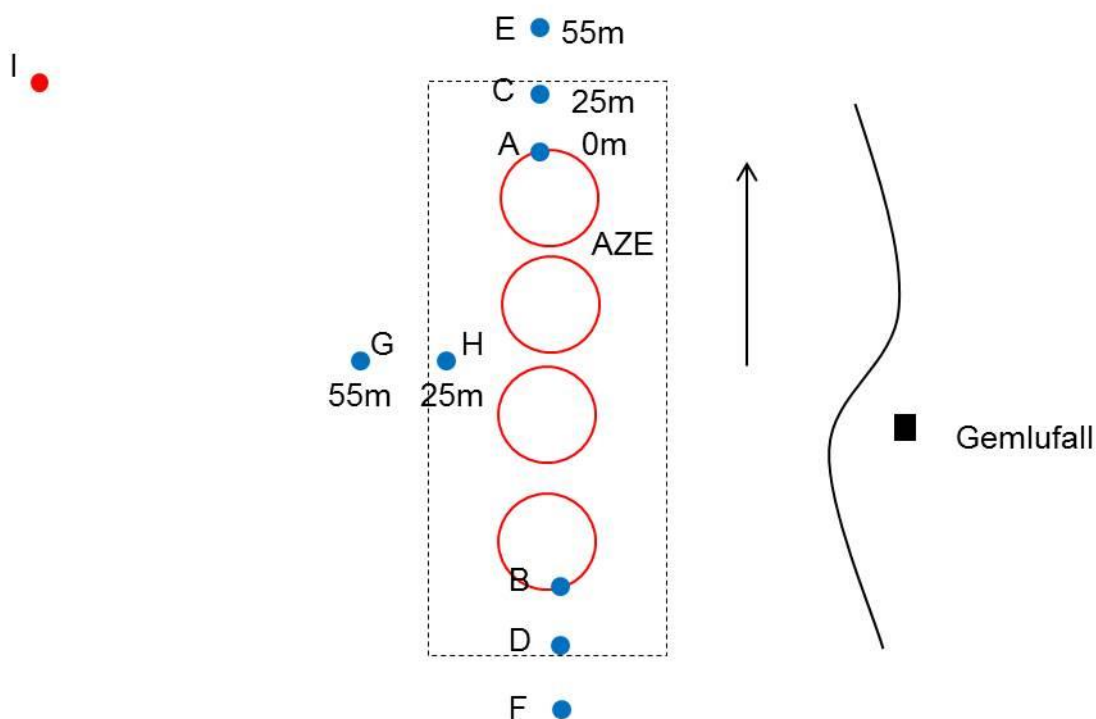
Þegar skoðað er smádýralíf á mjúkum sjávarbotni þarf að líta til fjölda tegunda (S) og fjölda einstaklinga af hverri tegund og frá þeim upplýsingum reikna fjölbreytileikastuðul (H'). Til að fá góða mynd af ástandinu er einnig nauðsynlegt að athuga hvort ákveðnar tegundir, sem þekkt er að annað hvort þola vel eða eru viðkvæmar fyrir lífrænni uppsöfnun næringarefna vegna eldis, séu til staðar eða ekki. Sumar þessara tegunda eru notaðar sem vísitægi. 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 vísitæga) sem og fjölbreytileiki samfélaganna reiknaður.



Mynd 1. Fiskeldissvæði út af Gemlufalli í Dýrafirði. Mynd: ©Bp/nave 5.6.2015.

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 áhrifasvæði (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 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 og eitt efnasýni á hverri stöð og redox potential mælt.



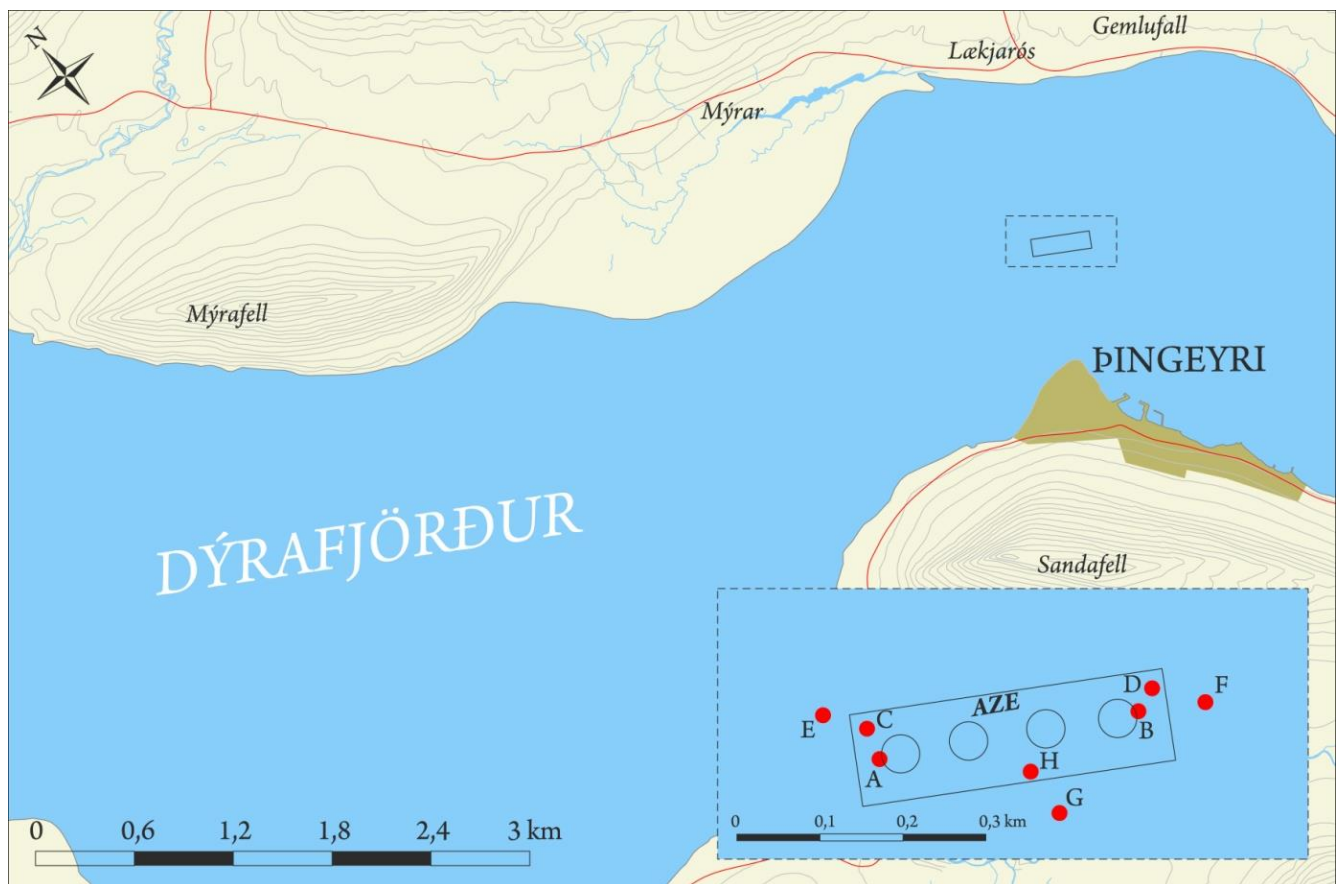
Mynd 2. Skematísk mynd af sýnatökustöðvum samkvæmt ASC-staðli. Brotalína sýnir útlínur AZE-svæðis.

Sýnataka

Sýnataka fór fram 15. júní 2016 við Gemlufall í Dýrafirði (mynd 1 og 3). Stöðvar voru valdar eftir ASC-staðli eins og lýst er hér að framan (mynd 2). Hver stöð var hnitsett (brot úr mínútum, *e. decimal minutes*) og dýpt skráð. Við botnsýnatökuna var notuð Van Veen greip. Á öllum stöðvum nema A og E var greipin 250 cm² en vegna bilunar var notuð 200 cm² greip á þeim stöðvum. Ekki náðist að taka viðmiðunarstöð (st. I) þar sem bátur rak of mikið.

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 í greipinni. Sýnunum var lýst með tilliti til setgerðar (t.d. leir eða sandur), litar og lyktar og hvort lífverur eða skeljabrot sáust greinilega (tafla 1). Redox potential var mælt með Orion 9678BNWP í efstu 2 cm sýnisins og hiti skráður.

Botndýrasýnin voru 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.



Kort 1. Sýnatökustöðvar við Gemlufall í Dýrafirði. Stöðvar A og B eru við kvíar. Stöðvar C, D og H eru 25 m frá kvíum og stöðvar E, F og G 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. Rúmmál allra sýna var mælt og sýnin úr sigtunum sett í alkóhól. 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. 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.

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 í samanburði á þessari athugun og frá grunnrannsókn sem gerð var árið 2009. PRIMER 6 forritið var notað við útreikninga (Clarke og Warwick 2001).

NIÐURSTÖÐUR

Staðsetning og einkenni sýnatökustöðva

Staðsetning og dýpi sýnatökustaða má sjá í töflu 1. Litur sets var gráleitur og ekki var vart við brennisteins lykt af sýnunum (tafla 1).

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

Stöð	Hnit	Dýpt	Lýsing
A	N65° 53.260 W23° 29.082	31m	Grábrúnn leir, lítil gróður og skeljabrot. Engin lykt.
B	N65° 53.181 W23° 28.708	30m	Grábrúnn leir, lítil gróður og skeljabrot. Engin lykt.
C	N65° 53.276 W23° 29.035	31m	Dökkgrá leðja, lítil gróður og skeljabrot. Engin lykt.
D	N65° 53.190 W23° 28.679	30m	Dökkgrá leðja, lítil gróður og skeljabrot. Engin lykt.
E	N65° 53.314 W23° 29.081	30m	Dökkgrá leðja, lítil gróður og skeljabrot. Engin lykt.
F	N65° 53.159 W23° 28.614	30m	Dökkgrá leðja, lítil gróður og skeljabrot. Engin lykt.
G	N65° 53.148 W23° 28.902	31m	Dökkgrá leðja, lítil gróður og skeljabrot. Engin lykt.
H	N65° 53.210 W23° 28.910	32m	Dökkgrá leðja, lítil gróður og skeljabrot. Engin lykt.

Kornastærð

Niðurstöður rúmmálmælinga (cm³) sýna má sjá í töflu 2. Flest sýnin voru frá 1206 til 1457 cm³. Sýni A og E voru tekin með minni greip og voru því minni að rúmmáli. Mestur hluti allra sýnanna var með korn minni en 0,5 mm eða frá 70-94% heildarsýnanna. Lítið af kornunum eða í kring um 1% var í stærð milli 0,5-1 mm. Frá 4 til 28 % heildarsýna var stærri en 1 mm. Stöðvar A og E voru með grófasta botninn en stöðvar C og G voru með finasta kornastærð. Meiri hluti stærstu kornanna var í raun skeljabrot og þórungaleifar.

Tafla 2. Meðal rúmmál (cm³) tveggja sýna nema fyrir stöð A. Sýni voru tekin með Van Veen greip 250 cm² nema stöðvar A og E voru teknar með 200 cm². Prósentur í töflunni tákna hlutfall tiltekens sýnis af heildarsýninu.

Stöðvar	Heildarsýni	< 0,5mm (%)	0,5mm < x < 1mm (%)	>1mm (%)
A2	1005	703 (70)	16 (1,5)	286 (28)
B	1206	1055 (87)	11 (0,9)	140 (12)
C	1256	1186 (94)	16 (1,3)	51 (4)
D	1407	1156 (82)	8 (0,6)	243 (17)
E	904	704 (78)	7 (0,7)	193 (21)
F	1457	1256 (86)	15 (1,1)	186 (13)
G	1407	1306 (93)	11 (0,8)	90 (6)
H	1357	1226 (90)	13 (0,9)	118 (9)

Redox mælingar

Mælt var hitastig og gildi fyrir Redox í sýnunum (tafla 3). 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 eftir farandi hátt:

$$EhSHE = E_{mælt} + E_{ref.pot}$$

Ástæðan fyrir þessari umreiknun er að í ASC stöðlunum sem fylgja þessari vottun er enn notast við Eh SHE gildi (Hargrave o.fl. 2008).

Tafla 3. Mælingar á redox og hita ásamt umreiknuðum gildum fyrir Eh_{SHE}.

Stöðvar	Hiti (°C)	Redox (mV)		
		Mælt. gildi	Ref.pot.	Eh SHE
A1	5,5	-63	217	154
A2	5,4	-82	217	135
B1	6,1	-20	216	196
B2	6,2	-50	216	166
C1	5,5	40	217	257
C2	5,5	-20	217	197
D1	5,5	-42	217	175
D2	5,5	-80	217	137
E1	5,3	-71	217	146
E2	5,5	-62	217	155
F1	5,6	-40	217	177
F2	5,4	-16	217	201
G1	6,3	-80	216	136
G2	5,3	-97	217	120
H1	5,4	-100	217	117
H2	5,2	-36	217	181

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.

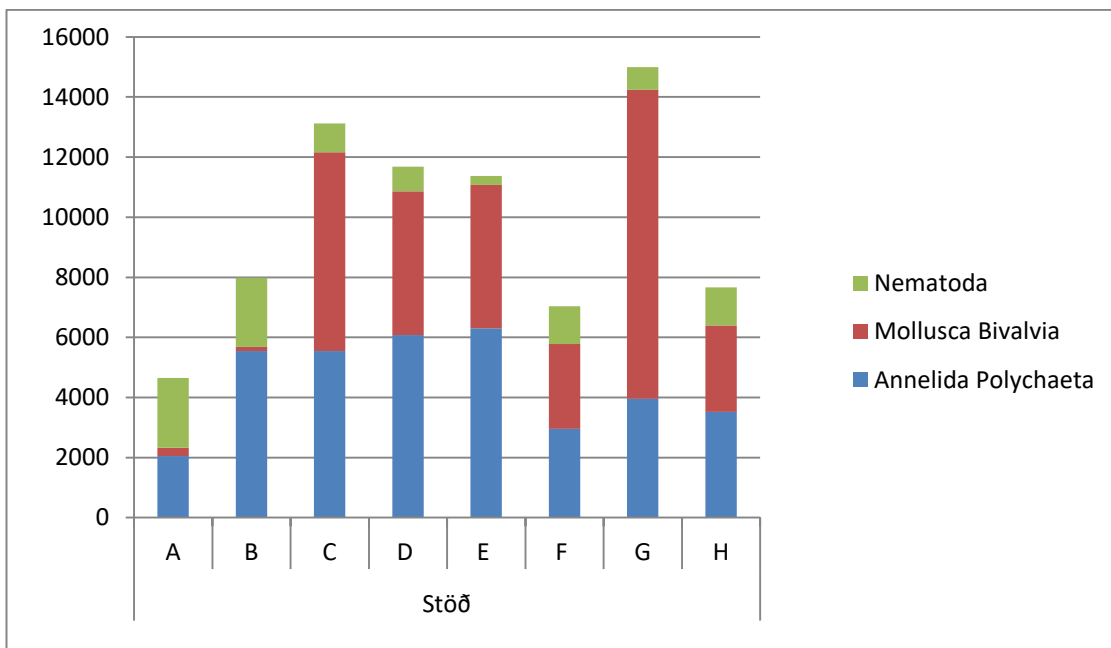
Burstaormar (Polychaeta) voru algengasti hópurinn með 36 flokkunareiningar (taxa). Næsti hópur var lindýr en af þeim voru nær 100% samlokur (Bivalvia) með 9 flokkunareiningar. Þriðji hópurinn í fjölda var þráðormar (Nematoda) en þeir voru ekki greindir til tegunda.

Algengasta tegundin var hinsvegar samlokan gljáhnyttla (*Ennucula tenuis*) með 18.710 einstaklinga á m².

Af burstaormum var tegundin *Euchone sp* í mestum fjölda (9.695 einst./m²) á öllum stöðvum nema A og B (við kvíar). Á stöð F var fjöldi hans svipaður og annarra burstaorma. Aðrar algengar burstaorma tegundir voru

Capitella capitata, *Cossura longocirrata*, *Levinsenia gracilis*, *Chaetozone setosa*, *Eteone longa*, *Sternaspis scutata/islandica*, *Microphthalmus aberrans*, *Galathowenia oculata* og *Spio sp.* Vísitægundin *Capitella capitata* fannst einungis á stöðvum B og D en hún var í töluverðum fjölda á stöð B. *Microphthalmus aberrans* var líka í mestum fjölda á stöð B með annarri vísitægund *Malacoceros fuliginosus* sem þó fannst í litlum fjölda.

Af samlokum voru tvær tegundir mest áberandi, gljáhnytla (*Ennucula tenuis*) og lýsuskel (*Abra nitida*). Báðar tegundirnar aukast er fjær dregur kvíarnar en voru þó til staðar innan AZE svæðisins. Samlokur voru meira áberandi en burstaormar á stöð G og nálegt þeim í fjölda á öðrum stöðvum nema A og B. Krabbadýr voru ekki algeng en í mestum fjölda voru marflær *Protomedeia cf fasciata* á stöð G (mynd 3).



Mynd 3. 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) var á flestum stöðvum frá 26 til 30. Stöð B var með fæsta hópa eða 14 en stöð G með lang flesta hópa eða 35. Fjöldi dýra (N) var um 6 þúsund dýr á m^2 á stöðvum B, F og H. Stövar C, D, E og G voru með talsvert meiri fjölda eða 11 til 16 þúsund dýr á m^2 . Stöð A var með minnsta fjölda dýra eða 2.550 á m^2 (tafla 4).

Fjölbreytileikinn $H'(\log_2)$ var 3 eða hærrí á öllum stöðvum nema stöð B þar sem hann var 1,87. Mestur fjölbreytileiki var á stöð A eða 4,39 (tafla 4).

Einsleitninn (J') er þó svipuð á milli allra stöðva nema á stöðvum A og B. Á stöð A mældist hann meira eða 0,92 en á stöð B mældist hann minna eða 0,35. Hlutfall milli hópa er jafnara þegar talan nálgast 1.

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

Stöð	S	N	J'	H'(loge)	H'(log2)
A	27	2550	0,92	3,04	4,39
B	14	5720	0,49	1,29	1,87
C	27	12280	0,67	2,21	3,19
D	26	10940	0,72	2,35	3,39
E	30	11225	0,68	2,31	3,34
F	21	5820	0,79	2,42	3,49
G	35	15860	0,67	2,39	3,45
H	27	6680	0,77	2,55	3,68

Skyldleiki stöðva

Niðurstöður Bray- Curtis skyldleikaprófsins sýndu skyldleika um 50% á milli stöð 109 og flestum stöðvum sem teknar voru í þessari athugun (tafla 5).

Tafla 5. Niðurstöður Bray- Curtis skyldleikaprófsins.

Stöðvar	A	B	C	D	E	F	G	H
B	19,47							
C	22,59	9,33						
D	25,13	17,53	79,59					
E	22,50	7,79	72,20	70,52				
F	35,84	12,13	55,91	60,86	55,15			
G	15,21	5,19	66,52	60,45	60,99	42,44		
H	36,19	11,29	61,81	66,97	56,80	78,08	46,14	
109	24,18	4,77	48,78	50,89	52,84	58,52	40,94	56,84

UMRÆÐUR

Þessi athugun lýsir einkennum botnsets og samsetningu botndýrasamfélaga í nágrenni fiskeldisvæðis við Gemlufall í Dýrafirði. Fiskeldistímabilið á svæðinu byrjaði vorið 2014 og því lauk í febrúar 2016. Þegar rætt verður um niðurstöður þessarar athugunar verða fyrri rannsóknir (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2012, Cristian Gallo 2017) notaðar til hliðsjónar.

Útlitsleg einkenni og lykt setsins sýndu ekki merki um lífræna uppsöfnun. Brennisteins lykt fannst ekki nú á stöðvum við kvíar auk þess sem litur setsins hafði breyst úr svörtum í gráan. Ástand sets hefur því skánað frá síðustu sýnatöku sem gerð var áður en slátrun fór fram.

Botndýrasamfélag var í góðu ástandi með fjölda tegunda milli 21 og 35 og fjölbreytileikastuðul $H'(\log_2)$ yfir 3 á öllum stöðvum nema stöð B sem var við kvinna sem fiskur var síðast tæmdur úr. Í lokasýnatöku sem fór fram í janúar 2016 var stöð B með 7 tegundir og 21.150 dýr á fermetra (mest af þeim eða 73% voru af vísitegundinni *Capitella capitata*). Einsleitni á stöðinni var $J' = 0,35$ og fjölbreytileiki stuðullinn var $H'(\log_2) = 0,98$. Í þessari athugun (júni 2016) hafði fjöldi tegunda aukist í 14 en fjöldi dýra á fermetra minnkað í 5.720 (af þeim voru 55% af tegundinni *Capitella capitata*). Einsleitni á stöðinni hækkaði í $J' = 0,49$ og fjölbreytileiki stuðullinn $H'(\log_2)$ hækkaði í 1,87. Á stöð B fundust a.m.k. fimm burstaorma tegundir sem ekki eru þekktar fyrir að þola uppsöfnun á lífrænum efnum (Rygg 2002, Dean 2008). Þetta eru tegundir eins og *Euchone sp*, *Galathowenia oculata*, *Prionospio sp*, *Spio sp* ásamt ættinni Pholoidae.

Þar sem redox mælingar hafa ekki áður verið gerðar á þessu svæði voru engin gildi til samanburðar. Engu að síður eru E_{SHE} gildin jákvæð (yfir 0 fyrir allar stöðvar) og hægt verður að nota þau sem viðmið á þessu svæði í framtíðinni.

Frá sýnatöku sem framkvæmd var árið 2009, áður en fiskeldi hófst á svæðinu, hafa aðeins verið unnin sýni frá einni stöð sem verður kölluð hér I09 (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2012). Dýpi stöðvarinnar var 24,2 metrar og staðsetninguna má sjá á korti 2 í viðauka III. Samanburður gagna þessara tveggja sýnataka sýnir að 21 af þeim 23 tegundum sem fundust árið 2009 fundust einnig árið 2016. Tvær samloku tegundir, kúfiskel (*Arctica islandica*) og auðnuskel (*Crenella decussata*), fundust ekki í þessari athugun. Niðurstöður Bray- Curtis skyldleikaprófsins sýndu um 50% skyldleika milli stöðva I09 og flestra sýnatökustöðva í þessari athugun. Flest dýranna sem fundust í báðum sýnatökunum hafa einnig fundist annars staðar í firðinum óháð fiskeldi (Jörundur Svavarsson og Arnþór Garðarsson 1986).

ÞAKKIR

Starfsmönnum Náttúrustofu Vestfjarða sem unnu að verkefninu er þakkað: Margréti Thorsteinsson fyrir aðstoð við sýnatöku, Guðrúnu Steingrímsdóttur fyrir vinnu við úrvinnslu sýna og Huldu B. Albertsdóttur sem sá um kortagerð. Brynjari Gunnarssyni skipstjóra og Einari 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 og Eva Dögg Jóhannesdóttir 2015. Botndýraathugun við Gemlufall í Dýrafirði 2015. Unnið fyrir Dýrfisk. NV nr. 8-15. Náttúrustofa Vestfjarða, Bolungarvík.

Cristian Gallo 2017. Lokaskýrsla Gemlufall 2016. Unnið fyrir Arctic Sea Farm. NV nr. 13-17. 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.

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,%20%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.

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

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 6. Niðurstöður greininga á botndýralífi á stöðvum teknað við Gemlufall í Dýrafirði 2016. Meðalfjöldi tveggja sýna á m² á hverri stöð.

Undirhópur/ætt/tegund	Íslenskt	Stöð							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Annelida Polychaeta	Burstaormar								
Ampharetidae		25		60	160	50	400	120	100
<i>Capitella capitata</i>		0	3180	0	460	0	0	0	0
<i>Chaetozone setosa</i>		250	0	420	520	425	180	160	220
<i>Cossura longocirrata</i>		150	0	580	1100	450	400	300	620
<i>Eteone longa</i>	Leirulaufi	275	420	400	440	75	220	120	200
<i>Euchone analis</i>		0	0	0	0	25	0	0	0
<i>Euchone sp</i>		125	120	2060	1580	2950	340	1720	800
<i>Galathowenia oculata</i>		175	40	260	120	400	180	400	200
<i>Glycera alba</i>		25	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera sp</i>		0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Goniada maculata</i>		0	0	0	0	0	0	40	20
Hesionidae		0	0	20	20	0	0	0	0
<i>Laonice bahusiensis</i>		25	0	0	0	0	0	20	0
<i>Levinsenia gracilis</i>		50	0	640	520	450	440	140	600
Lumbrineridae		0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Malacoceros fuliginosus</i>		0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Maldane sarsi</i>		0	0	20	0	0	0	20	0
Maldanidae		0	0	0	0	25	0	0	0
<i>Mediomastus fragilis</i>		0	0	20	80	0	0	0	0
<i>Mediomastus/ Heteromastus sp</i>		175	0	60	0	0	0	0	0
<i>Melinna cristata</i>		0	0	0	0	25	0	0	0
<i>Microphthalmus aberrans</i>		125	1580	0	140	125	80	40	60
<i>Nephtys sp</i>		75	0	20	120	75	60	80	140
<i>Nereimyra punctata</i>		25	0	0	0	0	0	0	0
<i>Owenia fusiformis</i>		0	0	20	0	25	20	20	60
<i>Parougia nigridentata</i>		0	0	0	60	25	20	20	0
<i>Pectinaria granulata</i>		125	0	20	0	0	0	0	20
<i>Pectinaria sp</i>		0	0	20	0	0	0	0	0
<i>Pholoe minuta</i>		0	0	0	0	0	20	0	0
<i>Pholoe sp</i>		0	0	0	60	25	0	20	20
Pholoidae		0	40	120	0	25	0	0	0
<i>Phyllodoce maculata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polydora sp</i>		75	0	60	60	25	120	20	20
Polynoidae		25	0	0	0	0	0	20	0
<i>Praxillella praetermissa</i>		0	0	0	0	0	0	0	100
<i>Praxillella sp</i>		0	0	20	40	25	140	80	0

áframhald...

Undirhópur/ætt/tegund	Íslenskt	Stöð							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Annelida Polychaeta	Burstaormar								
<i>Prionospio fallax</i>		0	0	0	0	25	0	0	0
<i>Prionospio sp</i>		0	20	40	0	25	0	0	0
<i>Sabellides borealis</i>		0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scalibregma inflatum</i>		175	20	0	0	0	0	0	20
<i>Scoloplos armiger</i>	Roðamaðkur	25	0	80	0	100	20	20	20
<i>Spio sp</i>		100	80	220	120	175	220	80	80
<i>Sternaspis scutata</i>		0	0	0	0	50	0	0	0
<i>Sternaspis scutata/islandica</i>		0	0	340	440	575	100	500	220
Syllidae		0	0	40	40	100	0	20	0
<i>Terebellides sp</i>		25	0	0	0	0	0	0	0
<i>Terebellides stroemi</i>		0	0	0	0	25	0	0	0
Mollusca Bivalvia									
<i>Abra nitida</i>	Lýsuskel	50		2040	760	150	520	1820	680
Bivalvia		0	0	0	0	725	0	1720	0
<i>Ennucula tenuis</i>	Gljáhnytla	125	140	4120	3680	3225	1880	3740	1800
<i>Macoma calcarea</i>	Halloka	75	0	0	20	0	0	20	180
<i>Mya truncata</i>	Smyrslingur	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur	0	0	0	0	0	0	2560	0
<i>Nuculana sp</i>		0	0	120	0	150	0	40	0
<i>Saxicava artica</i>	Rataskel	0	0	0	0	0	0	40	0
<i>Thyasira flexuosa</i>	Hrukkubúlda	25	0	320	300	525	420	340	200
<i>Yoldia hyperborea</i>	Kolkuskel	0	0	20	20	0	0	0	0
Mollusca Gastropoda									
<i>Dendronotus frondosus</i>		0	0	0	0	0	0	40	0
Arthropoda Amphipoda	Marflær								
Amphipoda		0	20	0	40	0	0	0	0
Oedicerodidae		0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Monoculodes sp</i>		0	0	0	0	25	0	0	0
<i>Protomeдея fasciata</i>		0	0	0	0	0	0	1440	0
Arthropoda Cumacea	Pungrækjur								
<i>Eudorella emarginata</i>		0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Leucon nasicooides</i>		100	0	120	40	25	20	0	40
<i>Leucon sp</i>		0	0	0	0	50	20	100	40
Arthropoda Isopoda	Jafnfætlur								
<i>Pleurogonium sp</i>		0	0	0	0	0	0	20	0
Arthropoda Mysida	Agnir								
<i>Praunus flexuosus</i>	Ögn	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda Ostracoda	Skelkrabbar								
Arthropoda Sessilia	Hrúðurkarlar								
<i>Semibalanus balanoides</i>	Fjöruhrúðurkarl	0	20	0	0	0	0	0	0
Arthropoda Tanaidacea									
Echinodermata									
<i>Ophiura sp</i>	Slöngustjörnur	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemertea	Ranaormar	75	0	0	0	50	0	0	180
<i>Priapulius caudatus</i>	Maðkamóðir	50	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda	Práðormar	2325	2300	960	820	300	1260	760	1260

VIÐAUKI II.

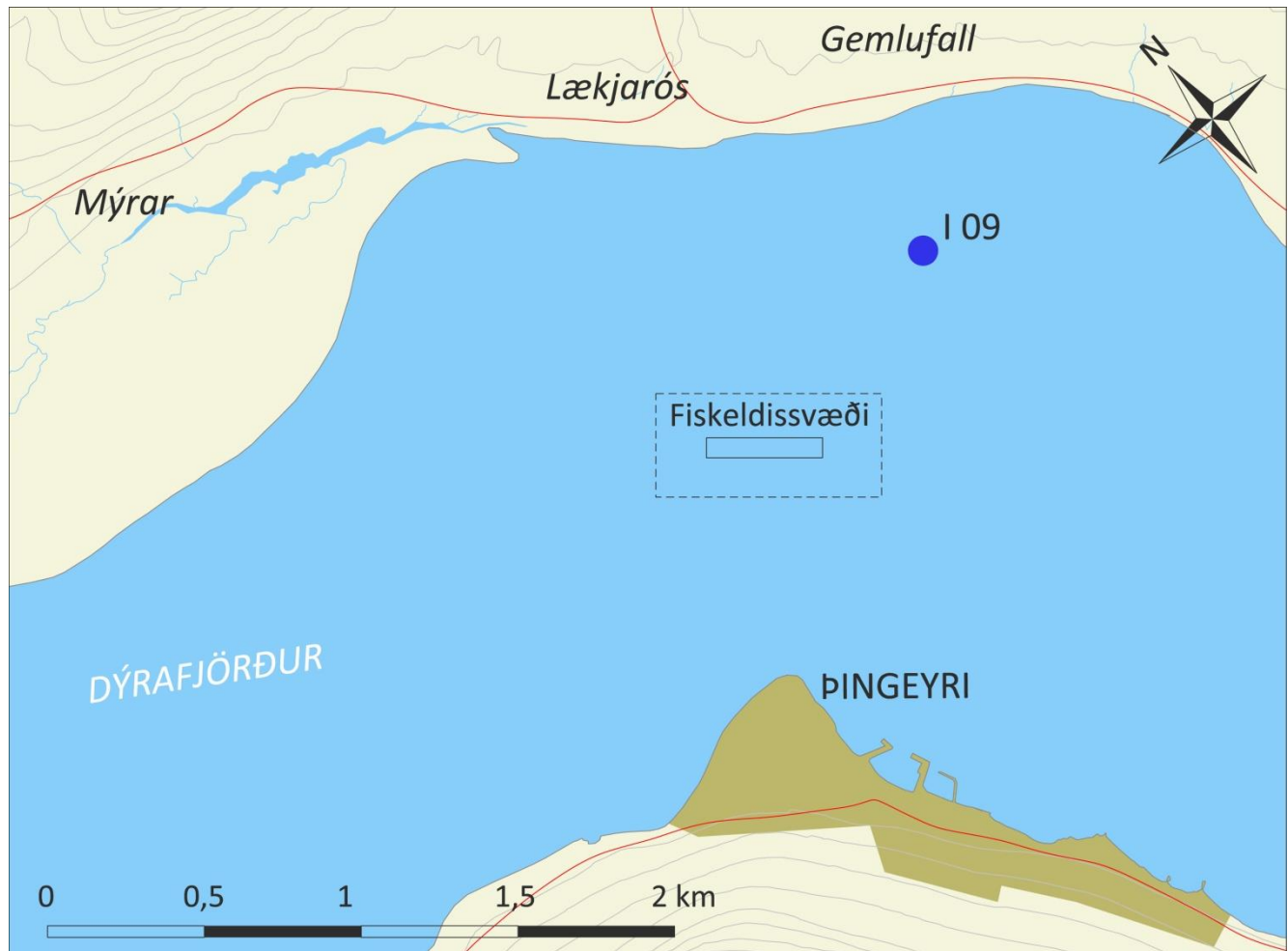
Tafla 7. Meðalfjöldi hópa/tegunda í stafrófsröð á stöðvum (2 sýni), við Gemlufall í Dýrafirði árið 2016, sem liggja til grundvallar fyrir útreikninga á fjölbreytileika.

Undirhópur/ætt/tegund	Stöð							
	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Abra nitida</i>	50	0	2040	760	150	520	1820	680
Ampharetidae	25	0	60	160	50	400	120	100
Amphipoda	0	20	0	40	25	0	0	20
Bivalvia	0	0	0	0	725	0	1720	0
<i>Capitella capitata</i>	0	3180	0	460	0	0	0	0
<i>Chaetozone setosa</i>	250	0	420	520	425	180	160	220
<i>Cossura longocirrata</i>	150	0	580	1100	450	400	300	620
<i>Dendronotus frondosus</i>	0	0	0	0	0	0	40	0
<i>Ennucula tenuis</i>	125	140	4120	3680	3225	1880	3740	1800
<i>Eteone longa</i>	275	420	400	440	75	220	120	200
<i>Euchone</i> sp	125	120	2060	1580	2975	340	1720	800
<i>Eudorella emarginata</i>	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Galathowenia oculata</i>	175	40	260	120	400	180	400	200
<i>Glycera alba</i>	25	20	0	0	0	0	0	0
<i>Goniada maculata</i>	0	0	0	0	0	0	40	20
Hesionidae	0	0	20	20	0	0	0	0
<i>Laonice bahusiensis</i>	25	0	0	0	0	0	20	0
<i>Leucon nasicooides</i>	100	0	120	40	75	40	100	80
<i>Levinsenia gracilis</i>	50	0	640	520	450	440	140	600
Lumbrineridae	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macoma calcarea</i>	75	0	0	20	0	0	20	180
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Maldane sarsi</i>	0	0	20	0	25	0	20	0
<i>Mediomastus fragilis</i>	175	0	80	80	0	0	0	0
<i>Melinna cristata</i>	0	0	0	0	25	0	0	0
<i>Microphthalmus aberrans</i>	125	1580	0	140	125	80	40	60
<i>Mya truncata</i>	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Mytilus edulis</i>	0	0	0	0	0	0	2560	0
Nemertea	75	0	0	0	50	0	0	180
<i>Nephtys</i> sp	75	0	20	120	75	60	80	140
<i>Nereimyra punctata</i>	25	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nuculana</i> sp	0	0	120	0	150	0	40	0
<i>Ophiura</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	20	0	25	20	20	60
<i>Parougia nigridentata</i>	0	0	0	60	25	20	20	0
<i>Pectinaria granulata</i>	125	0	40	0	0	0	0	20
<i>Pholoe</i> sp	0	40	120	60	50	20	20	20
<i>Phyllodoce maculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurogonium</i> sp	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Polydora</i> sp	75	0	60	60	25	120	20	20
Polynoidae	25	0	0	0	0	0	20	0
<i>Praunus flexuosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Praxillella</i> sp	0	0	20	40	25	140	80	100
<i>Priapulus caudatus</i>	50	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio</i> sp	0	20	40	0	50	0	0	0
<i>Protomedeia fasciata</i>	0	0	0	0	0	0	1440	0

áframhald...

Undirhópur/ætt/tegund	Stöð							
	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Sabellides borealis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Saxicava artica</i>	0	0	0	0	0	0	40	0
<i>Scalibregma inflatum</i>	175	20	0	0	0	0	0	20
<i>Scoloplos armiger</i>	25	0	80	0	100	20	20	20
<i>Semibalanus balanoides</i>	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Spio sp</i>	100	80	220	120	175	220	80	80
<i>Sternaspis scutata/islandica</i>	0	0	340	440	625	100	500	220
Syllidae	0	0	40	40	100	0	20	0
<i>Terebellides sp</i>	25	0	0	0	25	0	0	0
<i>Thyasira flexuosa</i>	25	0	320	300	525	420	340	200
<i>Yoldia hyperborea</i>	0	0	20	20	0	0	0	0

VIÐAUKI III.



Kort 2. Fiskeldissvæði í þessari athugun og unnin stöð frá 2009 (I09) við Gemlufall í Dýrafirði.

Kortagerð: HBA/Nave©2017.