

Vöktun á botndýralífi við fiskeldiskvíar í Fossfirði 2011-2014

Unnið fyrir Fjarðalax

Böðvar Þórisson, Cristian Gallo og Eva Dögg
Jóhannesdóttir

Maí 2015
NV nr. 2-15

Útdráttur

Þessi rannsókn lýsir niðurstöðum vöktunar á botndýralífi yfir þrjú ár og er liður í því að meta áhrif á botndýralíf á meðan fóðrun stendur yfir og jafnframt meta hvort og hvernig botndýralíf endurheimtist eftir að fóðrun er hætt. Fjarðalax hefur skilgreint að eitt eldistímabil standi yfir í 36 mánuði (3 ár) og skiptist í vaxtartímabil, slátrunartímabil og hvíldartímabil.

Lax var alin í fjórum hringlaga eldiskvíum í Fossfirði í Arnarfirði. Kvíum var raðað í ferhyrning við markantinn þar sem dýpi var 45-65 m. Meginstraumstefna er inn vestan megin í firðinum. Vöktun fór fram við kvíar A3 og A4, sem voru staðsettar yfir mjúkum leirkenndum sjávarbotni (65 m dýpi). Fyrsta sýnataka fór fram áður en fóðrun hófst í júní 2011 og síðan árlega næstu 3 árin. Eftir að fóðrun hófst var lögð áhersla á að taka botnsýni á alls 9 stöðvum, sem tókst þó ekki alltaf af ýmsum ástæðum. Viðmiðunarstöð (stöð A) var staðsett 360 m norðan við eldisvæði. Þrjár stöðvar voru teknar á milli eldiskvína (stöð B, C, D) í 0, 20 og 40 m fjarlægð norðan við kví A4 og fimm stöðvar voru teknar sunnan við kví A4 í 0, 20, 65, 120 og 250 m fjarlægð (stöð E, F, G, H, I).

Tímasetning á botnsýnum var ákveðin m.t.t. til fóðurnotkunar. Í ágúst 2012 var tekin botnsýni því þá var fóðrun nálægt hámarki, í júní 2013 þegar fóðrun var nýlega hætt og síðan í maí 2014 þegar árslöngum hvíldartíma eldissvæðis var lokið. Að auki var tekin botnsýni á stöð D árið 2011 og aukastöð (X) vestan við kví A3 sama ár. Samtals var fóðrað 470 tonn af þurrfóðri í kví A3 og 495 tonn í kví A4.

Botnsýnatakan var framkvæmd með Van Veen greip og var bæði sýnatakan og úrvinnslan með stöðluðum aðferðum. Greint var niður í tegundir ef hægt var en í útreikningum var í sumum tilvikum einungis hægt að greina niður í ættkvísl eða ættir. Þráðormum var sleppt.

Áhrif á stöðvar B-F komu berlega í ljós í sýnum sem voru tekin í ágúst 2012 en fóðrun hafði þá staðið í ár. Þar voru færri tegundir/hópar og fjölbreytileiki var lægri en áður. Ein megin einkennistegundin er varðar uppsöfnun næringarefna er burstaormstegundin *Capitella capitata* en hún er af ætt Capitellidae. Þessi tegund/ætt fannst í ríku mæli á stöðvum í grennd við kvíarnar. Á stöð G í 65 m fjarlægð var burstaormurinn *C. setosa* einna algengastur. Þessi tegund virðist fjölga sér þar sem gætir lítilla áhrifa af uppsöfnun næringarefna en fjölbreytileiki þarf þó ekki að vera lágur né fáar tegundir/hópar á því svæði. Stöð H í 120 m fjarlægð virðist vera fyrir utan áhrifasvæðið árið 2012 miðað við tegundasamsetninguna á þeirri stöð. Í júní 2013 hafði ekki verið fóðrað í 3-6 mánuði en botndýralífið næst kvíunum mældist svipað og það var 2012. Þá hafði fjöldi tegunda/hópa á stöð G einnig minnkað frá því í sýnatökunni 2012 en hugsanlegt er að fjöldinn hafi verið lægri á tímabilinu og sé því á uppleið. Á bæði stöð F og G hafði fjöldi hópa/tegunda fjölgað í sýnatökunni 2014 frá því árinu áður og hafði einnig fjölbreytileiki hækkað verulega á stöð F. Áhrif hvíldar er að koma þar í ljós. Á stöðvum B og E var ekkert líf vorið 2014 og gæti því mikilla áhrifa á þeim stöðvum rúmu ári eftir að fóðrun hætti. Aðrar stöðvar eru þó að taka við sér, fjölbreytileiki og fjöldi tegunda/hópa að aukast og nálgast upprunalegt horf. Mikil og langvarandi áhrif á botndýralíf næst eldiskvíum bendir til þess að mikil staðbundin ofauðgun næringarefna hafi átt sér stað Fossfirði og sennilegast er að skýrana sé að leita í offóðrun

Efnisyfirlit

Útdráttur.....	2
Inngangur	4
Aðferðir	4
RANNSÓKNARSVÆÐI.....	4
SÝNATAKA	5
ÚRVINNSLA	8
MAT Á FJÖLBREYTNÍ	8
FÓÐRUN	9
Niðurstöður.....	9
FÓÐURMAGN Í KVÍUM A3 OG A4	9
FJÖLBREY TILEIKI BOTNDÝRALÍFS	10
GREININGAR.....	11
SKYLDLEIKI	12
Umræður.....	14
Heimildaskrá	17
Viðauki I. Greiningar á Botndýralífi. Stöðvar A-E árin 2012-2014 og D11 árið 2011.....	18
Viðauki II. Greiningar á Botndýralífi. Stöðvar F-I árin 2012-2014 og X11 árið 2011.....	20
Viðauki II. Flokkun á botndýralífi er liggur til grundvallar á útreikningum á fjölbreytileika og skyldleika.....	22
Viðauki IV. Fóðurgögn frá Fjarðalax fyrir kví A3 og A4 á árunum 2011-2013. Tölur eru í kílóum.	24

Inngangur

Fjarðalax óskaði eftir því við Náttúrustofu Vestfjarða að kanna áhrif af laxeldi í Fossfirði í Arnarfirði á botndýralíf. Fjarðalax hefur fengið umhverfisvottun á sína starfsemi en í því fellst meðal annars að framleiðslan skuli vera umhverfisvæn og sem næst sjálfbær. Þessi vöktunarrannsókn er liður í því að meta áhrif á botndýralíf á meðan fóðrun stendur yfir og jafnframt meta hvort og hvernig botndýralíf endurheimtist eftir að fóðrun er hætt. Fjarðalax hefur skilgreint að eitt eldistímabil standi yfir í 36 mánuði (3 ár) og skiptist í vaxtartímabil, slátrunartímabil og hvíldartímabil.

Fiskeldiskvíar Fjarðalax eru í Fossfirði í Arnarfirði og hófst eldi í firðinum sumarið 2011 þegar fyrstu seiðin fóru í kvíar. Botndýraathuganir voru fyrst gerðar í firðinum í janúar 2010 (Böðvar Þórisson o.fl. 2010) áður en eldi hófst. Einnig var botndýralíf kannað í firðinum fyrir fiskeldisfyrirtækið Arnarlax í júlí 2010 (Þorleifur Eiríksson o.fl. 2010).

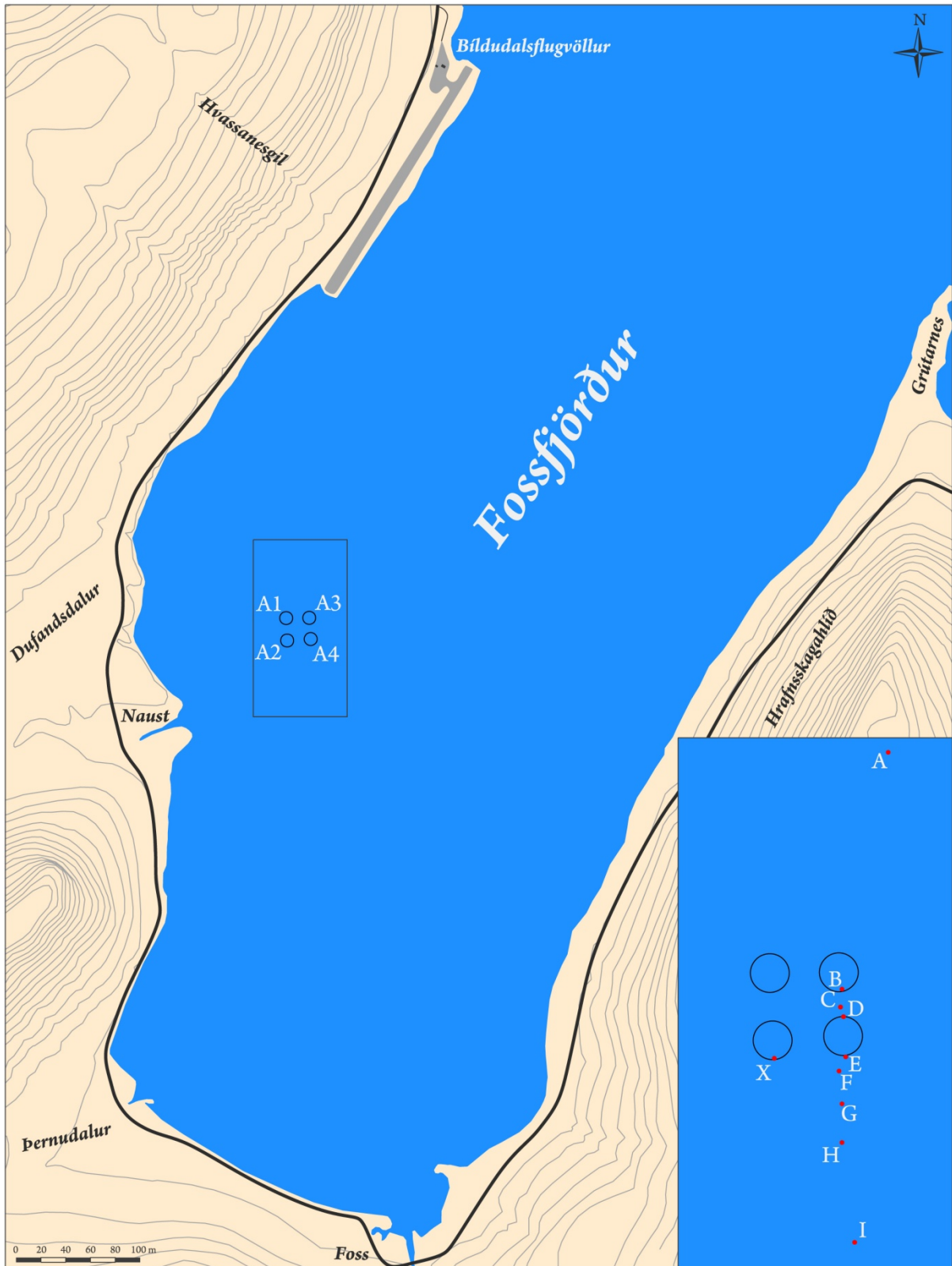
Fjarðalax hefur verið með fjórar kvíar á svæðinu og eru þær númeraðar frá A1-A4 (sjá mynd 1). Byrjað var að fóðra seiði þann 1. september 2011 í kvíum A3 og A4. Vöktun á botndýralífi hefur síðan staðið yfir frá árinu 2012 til 2014. Á tímabilinu 24. ágúst 2012 til 11. desember 2012 voru hafðar setgildirur á sömu sýnatökustöðvum nema einni stöð. Mælt var lífrænt botnfall með þessum setgildrum og komu út niðurstöður árið 2013 (Eva Dögg Jóhannesdóttir o.fl.).

Þessi rannsókn lýsir niðurstöðum vöktunar á botndýralífi yfir þrjú ár en einnig er greint frá niðurstöðum tveggja sýnatökustöðva árið 2011 (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2013).

Aðferðir

Rannsóknarsvæði

Eldissvæðið er út af Dufansdal í vestanverðum Fossfirði í Arnarfirði. Fjórar kvíar eru staðsettar á svæðinu (mynd 1) og er fóðrað frá landstöð. Dýpi við mynni Fossfjarðar er um 90 m en við kvíarnar eru dýpið 50-70 m. Megin straumstefna er inn fjörðinn vestan til í firðinum (Jóhannes Briem 2002, Hafrannsóknarstofnun óbirt gögn 2011).



Mynd 1. Staðsetning fiskeldiskvía (A1-A4) og sýnatökustöðva í Fossfirði. Mynd: HBA/nave©2015.

Sýnataka

Lagðar voru út stöðvar í ágúst 2012 og þær nefndar A-I. Stöðvarnar liggja milli kvía A3 og A4 (B, C og D) og í mismikilli fjarlægð frá kví A4 (E, F, G, H og I) inn fjörðinn eða í straumstefnu (mynd 1). Stöð A liggur fyrir utan kvíarnar. Stöðvarnar voru staðsettar með

bólum eða kvíum. Tekin voru sýni árin 2012, 2013 og 2014 á þessum stöðvum með nokkrum undantekningum (sjá síðar). Hver stöð fær bókstaf og aftan við bókstafinn er ártal á sýnatökunni t.d. A12 er sýnataka á stöð A árið 2012 (tafla 1).

Tekin voru sýni á fjórum stöðvum sumarið 2011, áður en fóðrun hófst á eldissvæðinu, en þá voru kvíar A3 og A4 ekki komnar á staðinn. Unnið var úr sýnum á tveimur stöðvum og má sjá niðurstöður í greinagerð Þorleifs og Böðvars (2013). Niðurstöðurnar eru notaðar í þessari rannsókn en heiti stöðvanna er breytt til samræmis við númeraröð í þessari skýrslu. Önnur stöðin fær X11 (áður stöð A í greinagerð Þorleifs og Böðvars 2013), hún var tekin við kví A-2. Hin fær D11 (áður stöð B í greinagerð Þorleifs og Böðvars 2013) en hún var tekin nálægt stöð D12.

Sýnatökurnar voru: 7. júní 2011 (X og D í töflu 1), 20. ágúst 2012 (tafla 1), 19. júní 2013 (tafla 2) og 16. maí 2014 (tafla 3).

Tafla 1. Hnit, dýpi og lýsing á sýnum á stöðvum A-I í Fossfirði. Sýnataka 20.08.2012.

Stöð	Dýpi m	Lýsing	Hnit
A12	61	Svört leðja, steinar, skel. Engin lykt.	N65 37.676 W23 33.019
B12	64	Svört leðja, sterk lykt.	N65 37.503 W23 33.070
C12	64	Svört leðja, smá lykt.	N65 37.490 W23 33.070
D12	65	Svört leðja, áberandi lykt.	N65 37.483 W23 33.064
E12	67	Svört leðja, áberandi lykt.	N65 37.454 W23 33.055
F12	67	Svört leðja, smá lykt.	N65 37.444 W23 33.064
G12	70	Svört leðja, engin lykt.	N65 37.420 W23 33.055
H12	68	Svört leðja, engin lykt.	N65 37.392 W23 33.050
I12	67	Svört leðja, engin lykt.	N65 37.322 W23 33.016
X11*		Grá leðja, dauðar skeljar, steinar.	N65 37.449 W23 33.179
D11**		Dökk leðja, burstaormur sést.	N65 37.485 W23 33.046

* Sama og stöð A í greinagerð Þorleifs og Böðvars (2013).

** Sama og stöð B í greinagerð Þorleifs og Böðvars (2013).

Þann 19. júní 2013 voru tekin sýni á sömu stöðvum og árið undan nema stöð B var sleppt. Kví hafði færst lítillega svo ekki var hægt að taka sýni á sama stað og stöð B var (tafla 2).

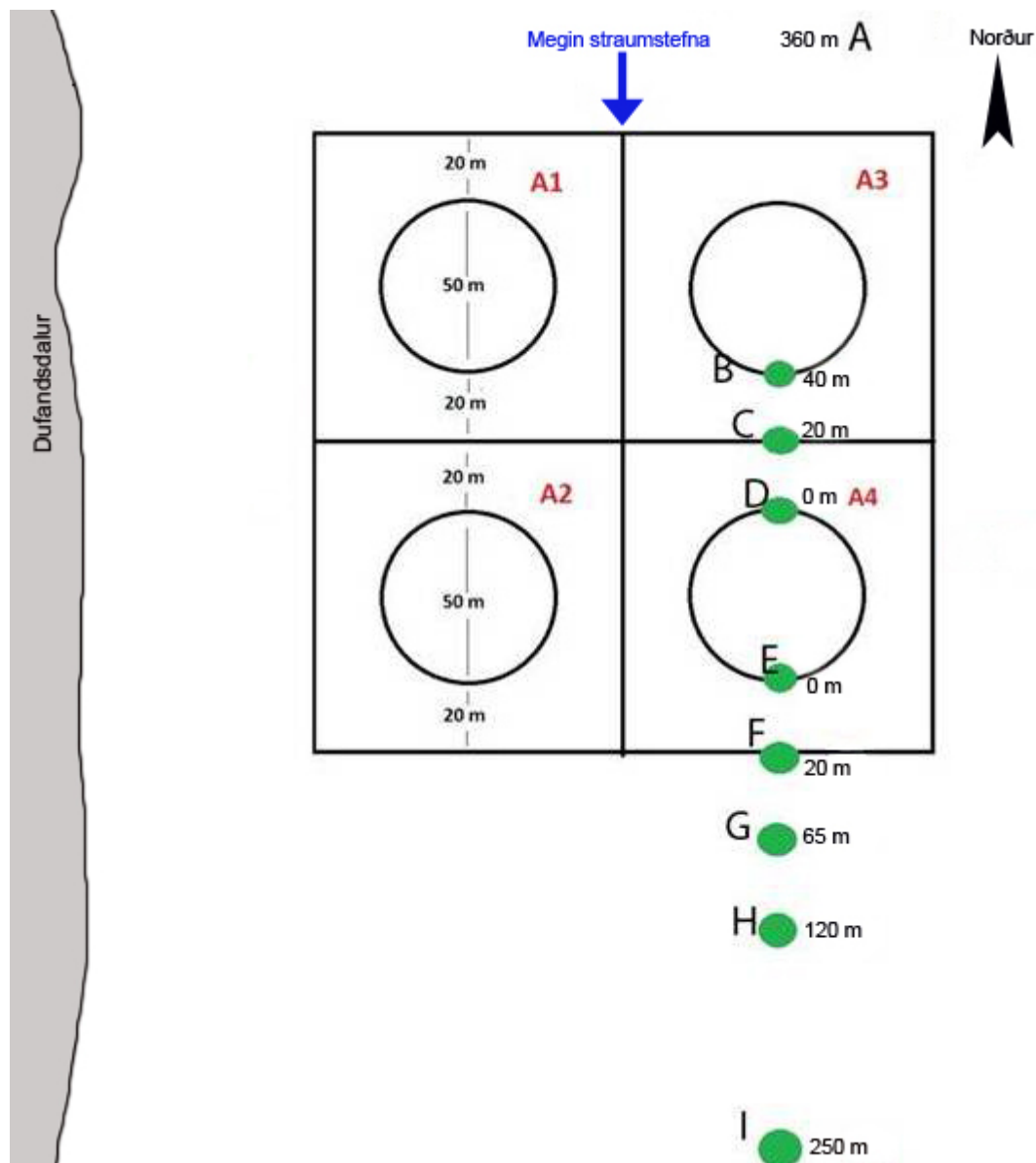
Tafla 2. Lýsing á sýnum á stöðvum A-I í Fossfirði þann 19. júní 2013.

Stöð	Lýsing	Hnit
A13	Svört leðja, steinar, skeljar. Engin lykt.	N65 37.685 W23 33.064
B13	Það voru ekki tekin sýni.	-
C13	Svört leðja, smá lykt.	N65 37.495 W23 33.088
D13	Svört leðja, áberandi lykt.	N65 37.482 W23 33.061
E13	Svört leðja, áberandi lykt.	N65 37.465 W23 33.049
F13	Svört leðja, smá lykt.	N65 37.440 W23 33.080
G13	Svört leðja, engin lykt.	N65 37.419 W23 33.049
H13	Svört leðja, engin lykt.	N65 37.385 W23 33.080
I13	Svört leðja, engin lykt.	N65 37.315 W23 33.021

Þann 16. maí 2014 var farið í sýnatöku á sömu stöðvum en þá var búið að fjarlægja kvíar A3 og A4, sem voru á sniðinu. Það gekk samt ágætlega að staðsetja sig á sömu stöðvum nema stöð A var tekin um 300 m norðar en árin á undan. Dýpi og botngerð voru þó svipuð.

Tafla 3. Lýsing á sýnum á stöðvum A-I í Fossfirði 16. maí 2014.

Stöð	Lýsing	Hnit
A14	Sandborin, ljósbrún leðja, dýr og skeljabrot.	N65 37.835 W23 32.879
B14	Svört hlaupkennd leðja. Áberandi lykt.	N65 37.504 W23 33.067
C14	Þykk sandborin leðja, skeljabrot.	N65 37.491 W23 33.068
D14	Svartur sandur, skeljar, stórir steinar.	N65 37.483 W23 33.083
E14	Svört hlaupkennd leðja, áberandi lykt.	N65 37.461 W23 33.088
F14	Grá sandborin leðja.	N65 37.446 W23 33.049
G14	Grá sandborin leðja.	N65 37.421 W23 33.062
H14	Grá leðja.	N65 37.407 W23 33.048
I14	Grá leðja, skeljabrot, burstaormar sýnilegir.	N65 37.324 W23 33.001



Mynd 2. Kvíar og sýnatökustöðvar. Mynd: Fjarðalax/Nave/Hulda©2015.

Notuð var Van Veen greip við sýnatökurnar en hún tekur sýni að flatarmáli 250 cm². Í sýnatökunni 2011 var notuð greip sem tekur sýni að flatarmáli 200 cm². Sýni telst nothæft ef greipin er lokuð þegar hún kemur upp og það er set í greipinni.

Tekin voru þrjú sýni á hverri stöð til greiningar á botndýralífi. Skráð var setgerð, litur á sýninu, sérstök lykt og hvort lífverur sáust (tafla 1-3). Erfitt er að staðla lykt því bæði geta verið mismunandi aðstæður (t.d. vindur) og einstaklingar mis lyktnæmir. Þegar lykt er skráð þá er átt við að það finnist brennisteinslykt af sýninu en ekki útilokað að um aðra lykt sé að ræða þegar hún er væg (lítill).

Botndýrasýnin voru fest í formalíni (5-10%) og boraxi bætt út í svo skeljar skeldýra leystust ekki upp. Formalíni var síðan hellt af sýnunum eftir nokkra daga og alkóhól (70%) sett í staðinn.

Úrvinnsla

Sýnin voru sigtuð varlega í vatni með 500 µm sigti. Dýr voru flokkuð undir víðsjá Leica MZ 6 og/eða MZ 12, greind í tegundir eða hópa með hjálp greiningarlykla og talin. Götungar (Foraminifera) finnast oft í sýnum en erfitt getur verið að greina hvort þeir hafa verið lifandi við sýnatöku og er þeim því sleppt.

Mat á fjölbreytni

Fjölbreytni var metin með Shannon-Wiener H' fjölbreytnistuðli (Grey et. al 1992; Brage og Thélin 1993). PRIMER 6 forritið var notað við útreikninga. Fjöldi þráðorma (Nematoda) var ekki notaður við útreikninga og sumar tegundir voru sameinaðar í ættkvísl eða ætt. Flokkunin sem liggur til grundvallar fyrir útreikninga er í viðauka III en allar greiningar eru í viðauka I og II.

Shannon-Wiener fjölbreytnistuðullinn 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 hækkar eftir því sem fjölbreytileiki eykst og er stuðullinn hæstur (H'_{max}) þegar fjöldi einstaklinga er sá sami hjá öllum tegundum.

$$H'_{max} = - \sum_{i=1}^S \frac{1}{S} \log_2 \frac{1}{S} = \log_2 S$$

Einsleitnistuðullinn J' , er nátengdur Shannon-Wiener stuðlinum, en sýnir hvort jafnræði er milli tegunda, eða ein eða fáar tegundir eru sérstaklega áberandi. Stuðullinn lækkar þegar það gerist, en hann getur mest orðið 1.

Einsleitnistuðullinn J :

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

Primer forritið er einnig notað til að meta vísitölu skyldleika, Bray-Curtis similarity coefficient (Clarke og Warick 2001). Vísitalan er frá 0-100% og hærrí tölur þýða aukinn skyldleika. Skyldleika á milli einstakra stöðva er hægt að lesa út úr töflu (sjá síðar). Gerð var klasagreining og MDS-greining en í þeirri síðarnefndu endurspegla fjarlægðir hversu ólík samfélögin eru. Klasagreiningin raðar líkum stöðvum saman og sýnir hve mikill skyldleiki (%) er á milli einstakra stöðva eða stöðvahópa (klasa).

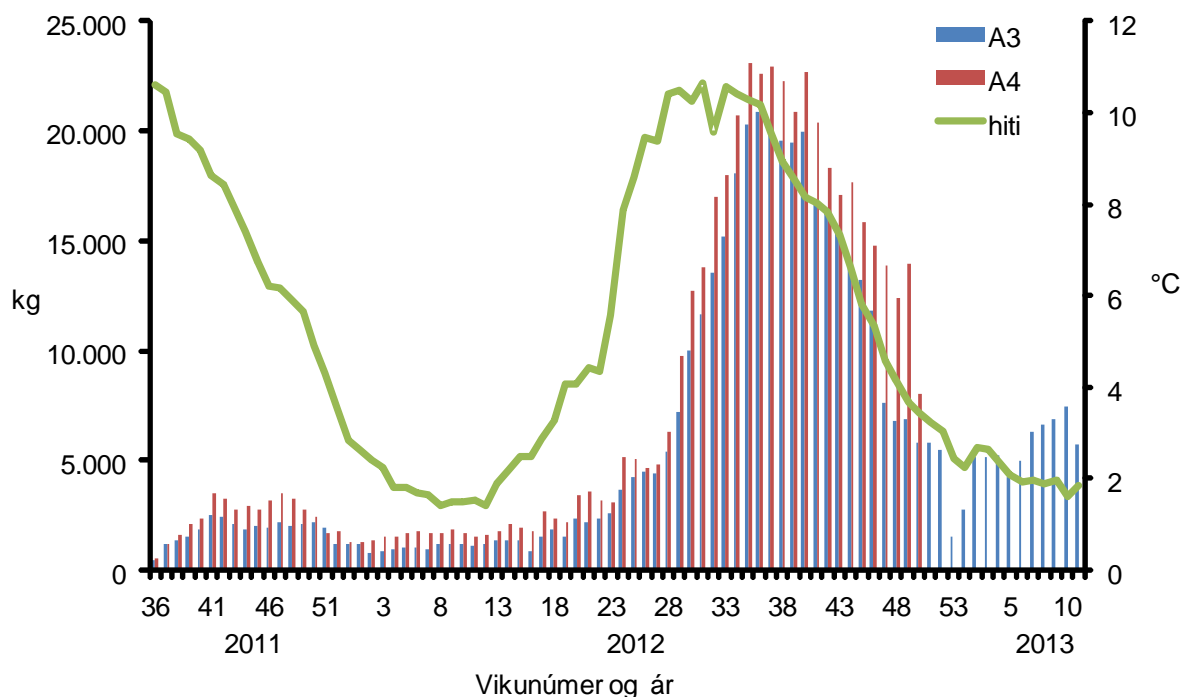
Fóðrun

Fóðrun hófst þann 1. september 2011 í kví A3 og A4 og henni lauk 12. desember 2012 í kví A4 og 14. mars 2013 í kví A3. Nákvæm fóðurgögn eru til fyrir hvern dag og hverja kví og má sjá í viðauka IV. Sýnd er mynd um fóðrun fyrir hverja viku í niðurstöðum.

Niðurstöður

Fóðurmagn í kvíum A3 og A4

Í kví A3 var fóðrað um 470 t og í kví A4 um 495 t eða tæp 965 t í báðar kvíar samtals. Mesta fóðrun var á tímabilinu frá ágúst til október 2012 en var einnig mikil í júlí og nóvember sama ár (mynd 3).



Mynd 3. Fóðrun (kg) í kvíum A3 og A4 á árunum 2011-2013 ásamt meðal sjávarhita fyrir hverja viku. Gögn frá Fjarðalax.

Aukið var við fóðrun í nóvember umfram átgetu fiskanna en það var tilraun til að auka vöxt fiskanna (Eva Dögg Jóhannesdóttir o.fl. 2013).

Fjölbreytileiki botndýralífs

Í töflu 4 eru niðurstöður um fjölbreytileika og einsleitni botndýrastöðva á árunum 2011-2014. Tvær stöðvar voru teknar árið 2011 (X11 og D11) en annars tekið á hverju ári á stöðvum A-I nema sleppt stöð B á árinu 2013.

Tafla 4. Fjölbreytileiki á stöðvum á árunum 2011-14. S = meðal fjöldi tegunda/hópa, N = meðal fjöldi einstaklinga. Sýni voru ekki tekin á stöð B13. Þráðormum (Nematoda) er sleppt í þessum útreikningum.

Stöðvar	S	N	J'	H'(loge)	H'(log2)	H'(log10)
A12	24	4747	0,670	2,130	3,073	0,925
A13	26	6373	0,623	2,029	2,928	0,881
A14	27	3187	0,606	1,998	2,883	0,868
B12	6	1133	0,341	0,611	0,882	0,265
B13	-	-	-	-	-	-
B14	0	0	0	0	0	0
C12	4	760	0,236	0,327	0,472	0,142
C13	5	227	0,848	1,365	1,969	0,593
C14	9	693	0,731	1,605	2,316	0,697
D11	12	1400	0,595	1,478	2,133	0,642
D12	4	67	0,961	1,332	1,922	0,579
D13	3	80	0,921	1,011	1,459	0,439
D14	7	320	0,836	1,626	2,345	0,706
E12	3	680	0,175	0,193	0,278	0,084
E13	2	133	0,469	0,325	0,469	0,141
E14	0	0	0	0	0	0
F12	4	1560	0,357	0,495	0,714	0,215
F13	8	1773	0,348	0,724	1,044	0,314
F14	10	613	0,796	1,832	2,644	0,796
G12	24	6240	0,637	2,025	2,921	0,879
G13	12	1440	0,807	2,006	2,894	0,871
G14	15	1853	0,855	2,315	3,340	1,005
H12	18	3440	0,767	2,216	3,197	0,962
H13	18	3760	0,794	2,296	3,312	0,997
H14	20	4733	0,691	2,070	2,987	0,899
I12	25	2640	0,699	2,248	3,244	0,977
I13	25	6773	0,642	2,066	2,981	0,897
I14	19	3413	0,672	1,980	2,856	0,860
X11	15	950	0,694	1,880	2,712	0,816

Stöðvar A, H og I eru svipaðar í fjölbreytileika og fjölda tegunda/hópa á milli ára. Þessar stöðvar eru lengst frá kvíunum. Stöð G er með svipaðan fjölbreytileika og á stöðvum A, H og I en fjöldi er þó lægri fyrir árin 2013 og 2014. Fjöldi tegunda/hópa og fjölbreytileiki er lágur á stöðvum B, C, D, E og F í sýnatökunum 2012-14. Fjöldinn er hæstur á þessum stöðvum árið 2014 nema stöð B og E en þá fundust engin lifandi dýr í sýnunum.

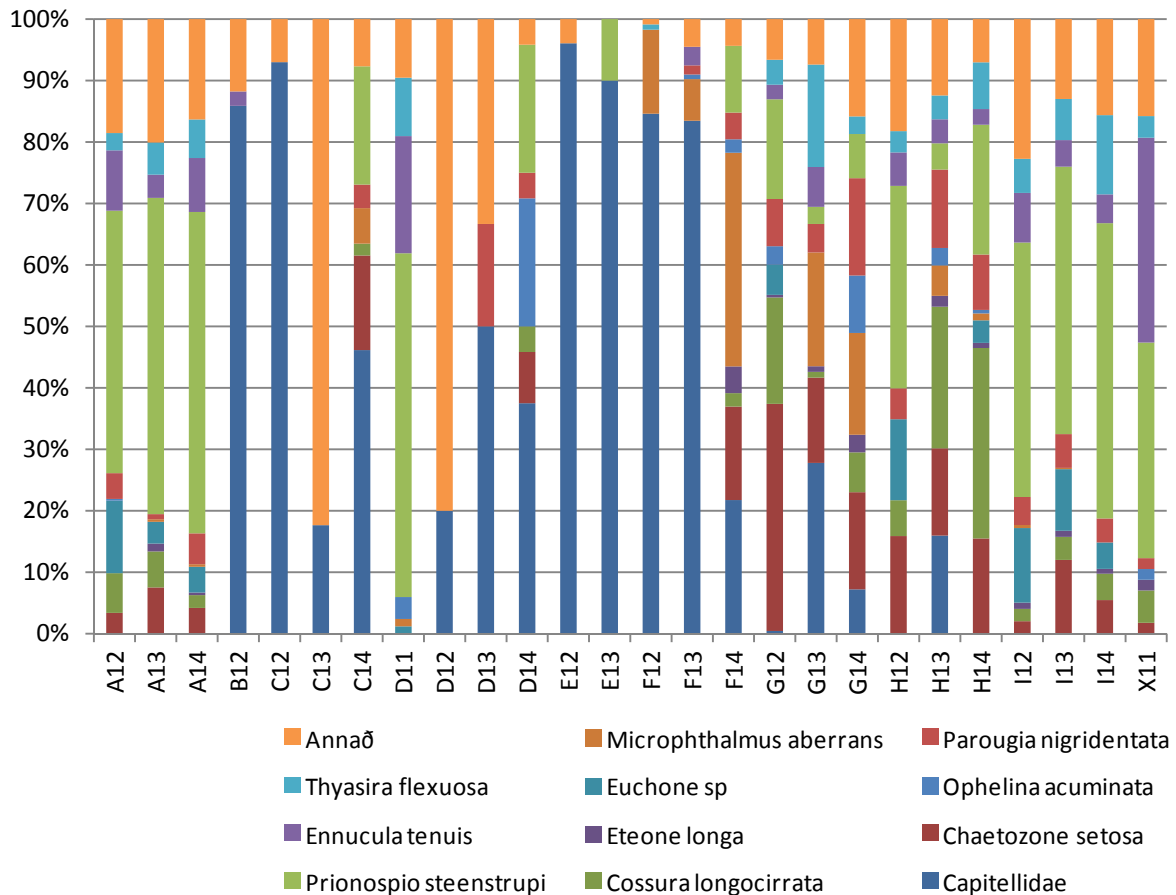
Greiningar

Liðormar (Annelida) er ein algengasta dýrafylkingin í botnseti í Fossfirði og eru burstaormar (Polychaeta) langalgengasti hópurinn í þeirri fylkingu. Þráðormar (Nematoda) voru þó mjög algengir á nokkrum stöðvum eins og má sjá í töflu 5. Skeldýr (Mollusca) eru algengari á viðmiðunarstöðvum en í grennd við kvíarnar. Krabbadýr (Crustacea) (fylking liðdýra Athropoda) eru í miklum minnihluta á öllum stöðvum.

Tafla 5. Meðalfjöldi dýra í fylkingu (Phylum) fyrir hverja stöð.

Stöðvar	Liðormar	Liðdýr	Skeldýr	Þráðormar	Ranaormar	Samtals	Fjöldi
A12	3.947	40	693	307	67	5.053	25
A13	5.187	147	1.000	227	40	6.600	27
A14	2.547	13	613	227	13	3.413	28
B12	40	53	1.040	2.813	0	3.947	7
B13	-	-	-	-	-	-	-
B14	0	0	0	0	0	0	0
C12	707	53	0	93	0	853	5
C13	40	107	133	160	0	440	6
C14	693	0	0	1.347	0	2.040	10
D11	933	33	433	33	0	1.433	13
D12	27	27	13	53	0	120	5
D13	53	0	27	0	0	80	3
D14	320	0	0	2.653	0	2.973	8
E12	733	0	0	4.920	0	5.653	4
E13	133	0	0	760	0	893	3
E14	0	0	0	0	0	0	0
F12	1.533	13	13	733	0	2.293	5
F13	1.640	13	120	12.680	0	14.453	9
F14	600	0	0	2.680	13	3.293	11
G12	5.627	53	493	213	67	6.453	25
G13	1.013	0	427	587	0	2.027	13
G14	1.787	0	67	587	0	2.440	16
H12	2.907	0	413	173	120	3.613	19
H13	3.360	0	400	747	0	4.507	19
H14	4.187	0	520	533	27	5.267	21
I12	2.040	27	493	93	80	2.733	26
I13	5.680	13	960	307	120	7.080	26
I14	2.653	0	653	160	107	3.573	20
X11	550	0	400	17	0	967	16

Þráðormar (Nematoda) eru smáir ormar og getur því fjöldi þeirra í sýni ráðist af samsetningu setsins í botnsýninu þ.e. hversu vel sýnið sigtast. Þráðormum er því sleppt í útreikningum en fjöldi þeirra hafður í greiningum (viðauki I og II) og í töflu 5. Á mynd 4 má sjá algengustu hópa/tegunda á hverri stöð en þráðormum sleppt.

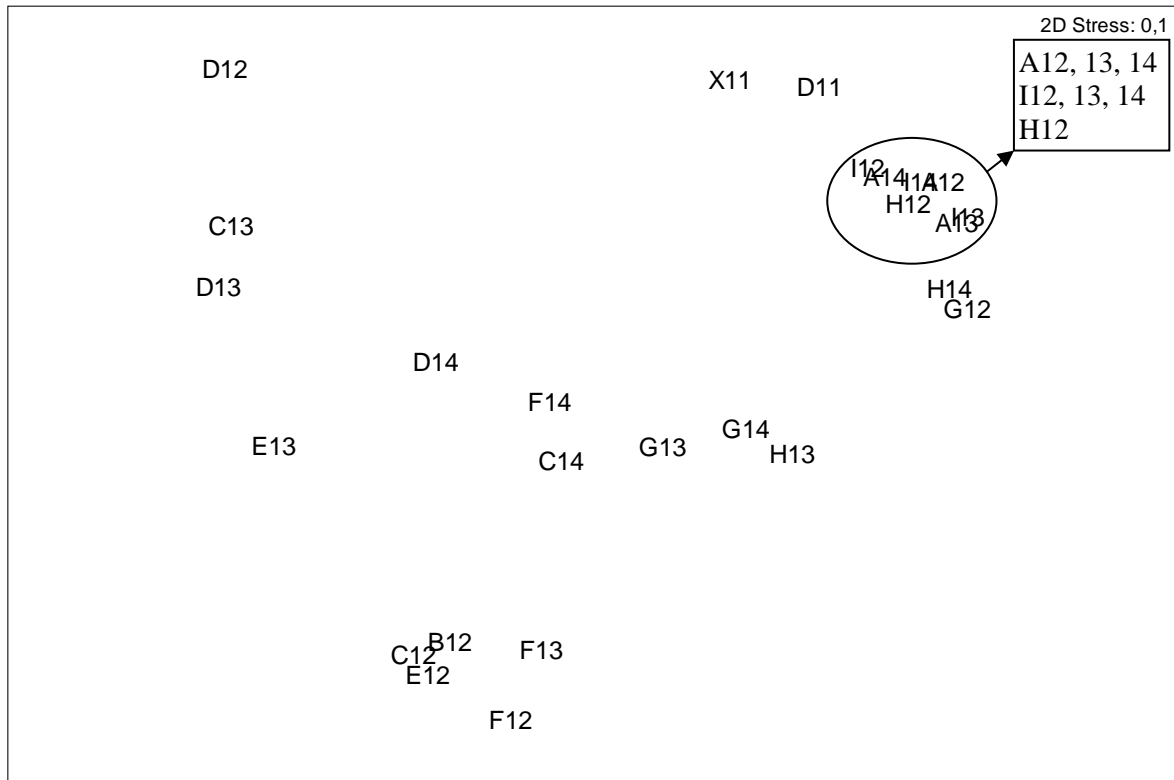


Mynd 4. Hlutfall nokkurra algenga hópa/tegunda á stöðvum A-I á árunum 2012-14 ásamt stöð D og X árið 2011.

Burstaormurinn *Prionospio steenstrupi* var algengasta tegundin á stöðvum A og I árin 2012-2014 og D11 og X11. Hann var einnig nokkuð algengur á H12. Burstaormar af ætt Capitellidae voru algengir á stöðvum B-F á árunum 2012-14. Hann var einnig nokkuð algengur á G13. Af því sem var greint til tegunda þá var *Capitella capitata* algengasta tegundin. Aðrar burstaormstegundir ná yfir 10% hlutdeild á einni eða fleiri stöðvum. Tvær skeldýrategundir ná yfir 10% hlutdeild á einni eða fleiri stöðvum. Þetta eru hrukkubúlða (*Thyasira flexuosa*) og gljáhnytla (*Ennucula tenuis*). Á stöð C13 og D12 voru fáar tegundir/hópar og engin þeirra í afgerandi fjölda.

Skyldleiki

Reiknaður var út skyldleiki stöðva og má sjá niðurstöður á mynd 5. Stöðvar B14 og E14 eru ekki inn á myndinni því engin lifandi dýr fundust.



Mynd 5. MDS kort af stöðvum í Fossfirði, árin 2011-14.

Á mynd 5 má sjá að A og I flokkast saman öll árin og X11 og D11 eru ekki langt undan. Stöðvar B, C, D, E og F flokkast vel saman með nokkrum undantekningum sem eru C12, D13 og F12.

Í töflu 6. má sjá skyldleika (%) á milli stöðva sem flokkast saman og eru að mestu utan áhrifa svæðis fiskeldisins.

Tafla 6. Skyldleiki (%) á milli nokkurra stöðva þar sem lítilla áhrifa virtist gæta.

Stöðvar	A12	A13	A14	G12	H12	H14	I12	I13
A12								
A13	63,3							
A14	71,3	60,8						
G12	46,4	45,5	45,0					
H12	67,8	56,0	66,4	57,0				
H14	48,9	50,7	51,2	73,4	61,3			
I12	65,0	48,8	71,4	47,7	73,7	51,0		
I13	69,9	78,5	59,7	52,9	63,4	57,2	52,1	
I14	69,3	62,1	83,6	48,1	71,6	56,3	68,7	64,1

Stöðvar A og I flokkast vel saman en einnig stöðvar H12 og H14. Stöð G12 er með um 50% skyldleika við viðmunarstöðvarnar (A og I) en yfir 50% við stöð H12 og H14.

Stöðvar X11 og D11 voru teknar áður en fôðrun hófst og sýna þær 58% skyldleika á milli sín. Þær sýna að jafnaði meiri skyldleika við viðmiðunarstöðvarnar en stöðvarnar sem eru næst þeim á árunum 2012-14.

Tafla 7. Skyldleiki (%) stöðva í grennd við fiskeldiskvíar A3 og A4.

Stöðvar	B12	C12	C13	C14	D11	D12	D13	D14	E12	E13	F12	F13
B12												
C12	77,5											
C13	21,6	13,5										
C14	36,5	44,0	8,7									
D11	3,2	0,0	0,0	14,3								
D12	8,9	9,7	36,4	3,5	1,8							
D13	11,0	9,5	43,5	13,8	0,0	36,4						
D14	16,5	22,2	14,6	50,0	13,6	6,9	26,7					
E12	73,5	90,7	8,8	48,5	0,0	3,6	10,5	24,0				
E13	18,9	26,9	22,2	32,3	1,7	13,3	37,5	58,8	29,5			
F12	72,3	62,1	4,5	32,0	2,0	1,6	4,9	12,8	58,3	14,2		
F13	71,6	55,8	10,7	31,4	5,3	2,9	8,6	14,0	53,3	12,6	86,4	
F14	15,3	19,4	9,5	57,1	9,6	3,9	15,4	54,3	20,6	35,7	31,9	24,6

Skyldleiki (%) er að jafnaði mestur á milli stöðva árið 2012 nema fyrir stöð D. Stöð C og E sýna 90,7% skyldleika árið 2012. Stöð F árið 2012 og 2013 sýna 86,4 % skyldleika á milli sín. Stöð D sýnir frekar lágan skyldleika við allar stöðvar og er hæsta gildið 50% á milli stöð D14 og C14.

Umræður

Athuganir voru gerðar á fiskeldissvæðinu árið 2011 áður en fóðrun hófst. Unnið var úr sýnum á tveimur stöðvum (D11 og X11) frá þeirri athugun og sýna þær stöðvar mestan skyldleika á milli sín og svo við stöðvar sem eru utan við áhrifasvæði fiskeldisins (stöð A og I). Burstaormstegundin *Prionospio steenstrupi* er einna algengasta tegundin á þessum stöðvum en hún er víða með algengustu tegundum á mjúkum botni á Vestfjörðum (Þorleifur Eiríksson o.fl. 2010a og b, Þorleifur Eiríksson o.fl. 2011). Það voru ekki tekin sýni fyrir fóðrun á stöðvum A-I (fyrir utan stöð D) en niðurstöður úr athugunum 2010 (Þorleifur Eiríksson o.fl. 2010a og b) og 2011 (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2013) sýna að *P. steenstrupi* hefur líklega verið einkennistegundin á þessum stöðvum fyrir fóðrun.

Sýni voru tekin í ágúst 2012 þegar fóðrun var við hámark (mynd 3) og hafði staðið í rúmt ár. Áhrif á stöðvar B-F komu berlega í ljós en þar voru fáar tegundir/hópar og fjölbreytileiki var lágur. Ein megin einkennistegundin er varðar uppsöfnun næringarefna er burstaormstegundin *Capitella capitata* (sjá t.d. Anton Helgason o.fl. 2002; Dean 2008; Kutti o.fl. 2007; Rygg 2002) en hún er af ætt Capitellidae (mynd 4). Þessi tegund/ætt fannst í ríku mæli á stöðvum í grennd við kvíarnar. Á stöð G var burstaormurinn *C. setosa* einna algengastur. Þessi tegund virðist fjölger sér þar sem gætir lítilla áhrifa af uppsöfnun næringarefna en fjölbreytileiki þarf þó ekki að vera lágur né fáar tegundir/hópar á því svæði (Rygg 2002, Þorleifur Eiríksson o.fl. 2008). Stöð H virðist vera utan áhrifasvæðið árið 2012 miðað við tegundasamsetninguna á þeirri stöð.

Sýnataka fór fram í júní 2013 og hafði ekki verið fóðrað í kví A-3 frá því í mars 2013 og í kví A-4 frá því desember 2012. Svæðið hafði því verið í hvíld 3-6 mánuði. Stöðvar C, D og E sýna svipað og árið 2012 en á F stöð hefur fjöldi tegunda/hópa aðeins aukist og fjölbreytileikinn hækkað. Á stöð G hefur aftur á móti fækkað tegundum/hópum en fjölbreytileiki svipaður. Það gæti verið að einhvern tíman á tímabilinu á milli sýnataka að

fjölbreytileikinn hafi verið lægri á stöð G og væri því uppleið í júní 2013 en fjöldi tegunda/hópa þó enn lágur. Það sést líka að árið 2014 hefur tegundum/hópum fjölgað á þessum stöðvum og fjölbreytileiki aukist á stöð F. Á stöð H árið 2013 finnast burstaormar af ætt Capitellidae og gætir þar líklega aðeins áhrifa af eldinu. Bæði fjölbreytileiki og fjöldi tegunda/hópa eru þó nokkuð hár.

Tekin voru sýni í maí 2014 og enn virðist gæta mikilla áhrifa á stöðvum sem voru næst eldinu en það fundust t.d. engin lifandi dýr á stöð B og E. Aðrar stöðvar í grennd við kvíarnar eru þó á uppleið varðandi fjölda tegunda/hópa og fjölbreytileika. Burstaormar af ætt Capitellidae fundust ekki á stöð H þetta árið og fjöldi þeirra hafði minnkað stöð G.

Stöðvar utan áhrifasvæðis eldisins flokkast saman annars vegar og hins vegar stöðvar sem eru í grennd við kvíarnar. Stöðvar B, C, D og E flokkast þó verr saman en stöðvar utan áhrifasvæðisins en þar ræður líklega að einkennistegund fyrir uppsöfnun (*Capitella capitata*) er annað hvort í miklum fjölda eða hún hefur einnig hopað fyrir uppsöfnuninni. Stöð D og E eru við sömu kví og það hefði mátt búast við að skyldleiki væri meiri á milli þeirra innan sömu sýnatöku en svo virðist ekki vera. Það eru fáar tegundir/hópar sem finnast á þessum stöðvum og ættin Capitellidae var algengari á stöð E en D sem skýrir þennan mun. Þessar stöðvar eru samt nokkuð líkar í tilliti til fjölbreytileika og fjölda tegunda/hópa.

Niðurstöður þessara athugana sýna að talsvert álag var á botndýralíf á kvíarsvæðinu og að það er mestu staðbundið. Helstu áhrifa gætir við stöðvar B, D og E en þessar stöðvar voru teknar við kvíarnar. Álag virðist vera svipað á þessar stöðvar þegar niðurstöður eru skoðaðar fyrir árin 2012 og 2013 (stöð B reyndar ekki tekin árið 2013) en stöð D er farin að taka við sér vorið 2014 á meðan það finnast engin lifandi dýr á hinum stöðvunum. Stöðvar B og E eru í megin straumstefnu og gæti það skýrt muninn á þessum stöðvum vorið 2014.

Árið 2012 voru úti setgildir við þessar stöðvar og söfnuðu þær yfir þrjú tímabil árið 2012: Fyrsta tímabilið (T1) var 24.08-28.09, annað (T2) 28.09-13.11 og þriðja (T3) 13.11-11.12. Á T1 söfnuðu gildir á stöð D meira en á stöð B. Hin tvö tímabilin safnaðist mest á stöð B og E sem kemur ágætlega saman við að botndýralífið er lengur að ná sér á þeim stöðvum. Ákveðið var að auka við fóðrun fram yfir átgetu fiska á seinni tímabilunum til að auka vöxt fisksins (Eva Dögg Jóhannesdóttir o.fl. 2013) en sú tilraun gekk ekki eftir (Jón Örn Pálsson munnl. heimild).

Athuganir voru gerðar á botndýralífi við fiskeldiskvíar Fjarðalax í Tálknafirði á árunum 2010-2013. Heildarfóðrun á þessum árum var svipuð og í Fossfirði. Aðal áhrifasvæðið var næst kvíum í megin straumstefnu og áhrifin væg eða engin utan 100 m frá kví (Böðvar Þórisson o.fl. 2013) eins og í Fossfirði. Mun meira álag virðist þó hafa verið við kvíarnar í Fossfirði en í Tálknafirði og því botndýralífið lengur að ná sér. Ástæður fyrir þessu er líklega offóðrun um haustið og veturinn (Eva Dögg Jóhannesdóttir o.fl. 2013) þó svo að mismunandi umhverfi og aðstæður á þessum tveimur eldissvæðum gætu auðvitað líka haft eitthvað að segja.

Rannsóknir í Tálknafirði (Böðvar Þórisson o.fl. 2013) og í Fossfirði sýna að mestu áhrifin á botndýralíf er næst kvíum og lítil sem engin utan 100 m. Um ári eftir að fóðrun hætti í Tálknafirði er botndýralífið svipað og var fyrir fóðrun en gætir þó en lítilla áhrifa þar sem kvíarnar voru (Böðvar Þórisson o.fl. 2013). Í Fossfirði gætir enn mikill áhrifa innan við 20 m fjarlægð frá eldiskví þrátt fyrir 12 mánaða hvíldartíma. Í 65 fjarlægð og meiri frá eldiskvíum er áhrif hvíldartíma sambærileg við það sem mátti sjá í Tálknafirði. Rannsóknir með

setgildrum í Fossfirði staðfestu talsverða yfirfóðrun í lok eldistímans (Eva Dögg Jóhannesdóttir, Jón Örn Pálsson & Þorleifur Eiríksson, 2013). Mikil og langvarandi áhrif á botndýralíf næst eldiskvíum bendir til þess að mikil staðbundin ofauðgun næringarefna hafi átt sér stað Fossfirði og sennilegast er að skýrana sé að leita í offóðrun.

Heimildaskrá

- Anton Helgason, Sigurjón Þórðarson og Þorleifur Eiríksson. 2002. Athugun á skólpmengun við sjö þéttbýlisstaði. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 1-02.
- Brage, R og I. Thélin. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet I fjorder og kystfarvann. Virkningar av organiske stoffer. Statens forurensingstilsyn (SFT).
- Böðvar Þórisson, Cristian Gallo og Þorleifur Eiríksson. 2010. Botndýrarannsóknir á þremur svæðum í Arnarfirði 2010. Unnið fyrir Fjarðalax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 8-10.
- Clarke, K.R., og R.M. Warwick. 2001. Change in marine communities: An approach to statical analysis and interpretation. Önnur útgáfa. Primer-E Ltd.
- Dean, H. 2008. The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Revista de Biología Tropical*, 56, 11-38.
- Eva Dögg Jóhannesdóttir, Jón Örn Pálsson og Þorleifur Eiríksson. 2013 Mælingar á lífrænu botnfalli frá sjókvíum í laxeldi í Fossfirði í Arnarfirði. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 34-13.
- 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.
- Jóhannes Briem. 2002. Mælingar á straumum, hita og seltu í Arnarfirði frá 5. júlí til 15. september árið 2001. Hafrannsóknastofnun. Nr. 1/2002. 48 bls.
- Kutti, T., Hansen, P.K., Ervik, A., Hoisæter, T. og Johanessen, P. 2006. Effect of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. II. Temporar and spatial patterns in infauna community composition. *Aquaculture*, 262:355-366.
- Rygg, B. 2002. Indicator Species Index for Assessing Benthic Ecological Quality in Marine Waters of Norway. NIVA Report SNO 45-48-2002. Norwegian Institute for Water Research, Oslo, Norway.
- Þorleifur Eiríksson, Kristjana Einarsdóttir, Cristian Gallo og Böðvar Þórisson. 2008. Botndýrarannsóknir í Skutulsfirði. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 14-08.
- Þorleifur Eiríksson, Cristian Gallo og Böðvar Þórisson. 2010a. Botndýrarannsóknir á þremur svæðum í Arnarfirði 2010. Unnið fyrir Fjarðalax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 8-10.
- Þorleifur Eiríksson, Cristian Gallo og Böðvar Þórisson. 2010b. Botndýraathuganir í Arnarfirði 2010. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 16-10.
- Þorleifur Eiríksson, Cristian Gallo og Böðvar Þórisson. 2011. Botndýrarannsóknir í Ísafjarðardjúpi 2011. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 21-11.
- Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2013. Vöktun á botndýralífi við fiskeldiskvíar í Fossfirði í júní 2011. Náttúrustofa Vestfjarða.

Viðauki I. Greiningar á Botndýralífi. Stöðvar A-E árin 2012-2014 og D11 árið 2011.

Fylking/hópur/tegund	Íslenska	A12	A13	A14	B12	C12	C13	C14	D11	D12	D13	D14	E12	E13
Polychaeta	Burstaormar													
<i>Ampharetidae</i>		267	0	0	13	0	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Melinna cristata</i>		53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sabellides borealis</i>		0	80	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Apistobranchus cf tullbergi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Capitella capitata</i>		0	0	0	13	707	40	293	0	13	40	80	707	120
Capitellidae		0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	40	0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>		0	0	0	13	0	0	13	0	0	0	0	13	0
<i>Mediomastus fragilis</i>		27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone setosa</i>		160	480	133	0	0	0	107	0	0	0	27	0	0
<i>Cossura longocirrata</i>		307	373	67	0	0	0	13	0	0	0	13	0	0
<i>Parougia nigridentata</i>		200	53	160	0	0	0	27	0	0	13	13	0	0
<i>Diplocirrus cf longisetosus</i>		0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microphthalmus aberrans</i>		0	27	13	0	0	0	40	17	0	0	0	0	0
<i>Nereimyra punctata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
<i>Lumbrineris mixochaeta</i>		27	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris sp</i>		27	67	67	0	0	0	0	17	13	0	0	0	0
Maldanidae		0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nicomache sp</i>		0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Praxillella cf gracilis</i>		0	160	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Praxillella gracilis</i>		107	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Praxillella sp</i>		27	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys cf caeca</i>		53	0	27	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
<i>Nephtys sp</i>		0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ophelina acuminata</i>		13	0	0	0	0	0	0	50	0	0	67	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	Roðamaðkur	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galathowenia oculata</i>		27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eteone longa</i>		0	80	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eteone sp.</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllodoce maculata</i>		13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euchone cf papillosa</i>		0	53	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euchone papillosa</i>		0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fylking/hópur/tegund	Íslenska	A12	A13	A14	B12	C12	C13	C14	D11	D12	D13	D14	E12	E13
<i>Euchone sp</i>		560	120	13	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Scalibregma inflatum</i>		13	0	0	0	0	0	13	0	0	0	13	0	0
<i>Laonice cirrata</i>		0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio steenstrupi</i>		2.027	3.280	1.667	0	0	0	133	783	0	0	67	0	13
<i>Spio cf limicola</i>		27	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sternaspis scutata</i>		0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syllides longocirrata</i>		13	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Terebellides stroemii</i>		0	67	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustacea	Krabbadýr													
Amphipoda	Marflær	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leucon sp</i>	Pungrækjur	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
Tanaidacea	Þvengflær	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copepoda	Árfætlur	13	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda	Skelkrabbar	0	147	13	53	27	93	0	0	27	0	0	0	0
Bivalvia	Samlokur													
Bivalvia	Samlokur	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astarte montagui</i>	Lambaskel	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Yoldia hyperborea</i>	Kolkuskel	0	27	13	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Crenella decussata</i>	Auðnuskel	0	0	13	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur	0	53	27	1.013	0	120	0	0	13	27	0	0	0
<i>Nuculana pernula</i>	Trönuskel	67	293	53	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ennucula tenuis</i>	Gljáhnytla	467	240	280	27	0	0	0	267	0	0	0	0	0
<i>Abra nitida</i>	Lýsuskel	27	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macoma calcarea</i>	Hallloka	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thyasira cf flexuosa</i>	Hrukkubúlda	133	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
<i>Thyasira flexuosa</i>	Hrukkubúlda	0	333	200	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
Gastropoda	Kuðungar													
<i>Onoba sp</i>		13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda	Práðormar	307	227	227	2.813	93	160	1.347	33	53	0	2.653	4.920	760
Nemertea	Ranaormar	67	40	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Viðauki II. Greiningar á Botndýralífi. Stöðvar F-I árin 2012-2014 og X11 árið 2011.

Hópur/tegund	Íslenska	F12	F13	F14	G12	G13	G14	H12	H13	H14	I12	I13	I14	X11
Polychaeta	Burstaormar													
Ampharetidae		0	0	0	0	0	0	0	13	0	133	53	0	33
<i>Melinna cristata</i>		0	0	0	27	0	0	133	0	13	0	0	40	0
<i>Sabellides borealis</i>		0	0	0	67	0	0	0	13	13	27	13	53	0
<i>Apistobranchnus cf tullbergi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
<i>Capitella capitata</i>		1.320	1.480	133	27	400	0	0	600	0	0	0	0	0
Capitellidae		0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>		0	0	0	0	0	27	0	0	53	0	0	0	0
<i>Mediomastus fragilis</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notomastus latericeus</i>		0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone setosa</i>		0	0	93	2.307	200	293	547	533	733	53	813	187	17
<i>Cossura longocirrata</i>		0	0	13	1.080	13	120	200	867	1.467	53	253	147	50
<i>Parougia nigridentata</i>		0	27	27	480	67	293	173	480	427	120	373	133	17
<i>Diplocirrus cf longisetosus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microphthalmus aberrans</i>		213	120	213	0	267	307	0	187	53	13	13	0	0
<i>Lumbrineris mixochaeta</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0
<i>Lumbrineris sp</i>		0	0	0	40	0	0	107	13	40	27	267	107	17
<i>Praxillella cf gracilis</i>		0	0	0	0	0	0	13	0	0	27	13	0	0
<i>Praxillella gracilis</i>		0	0	0	0	0	0	53	0	0	27	80	40	0
<i>Praxillella sp</i>		0	0	0	13	0	0	0	0	27	0	0	27	17
<i>Nephtys caeca</i>		0	0	0	13	0	0	27	0	0	27	27	13	0
<i>Nephtys cf caeca</i>		0	0	0	27	0	0	0	0	53	0	0	0	0
<i>Nephtys sp</i>		0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	27	0	0
<i>Ophelina acuminata</i>		0	13	13	187	0	173	0	107	27	0	0	0	17
<i>Scoloplos armiger</i>	Roðamaðkur	0	0	0	0	13	213	0	293	40	0	27	0	17
<i>Galathowenia oculata</i>		0	0	0	0	0	13	40	0	0	27	13	67	17
<i>Levinsenia gracilis</i>		0	0	0	0	0	0	13	13	0	13	0	0	0
<i>Pholoe minuta</i>		0	0	0	13	0	0	0	0	0	13	0	0	0
<i>Eteone cf longa</i>		0	0	27	0	13	40	0	0	13	0	0	0	0
<i>Eteone longa</i>		0	0	0	27	0	13	0	67	27	27	67	27	0

Hópur/tegund	Íslenska	F12	F13	F14	G12	G13	G14	H12	H13	H14	I12	I13	I14	X11
<i>Eteone sp.</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Euchone cf papillosa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	107	93	627	147	0
<i>Euchone papillosa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0
<i>Euchone sp</i>		0	0	0	307	0	0	453	0	67	227	0	0	0
<i>Scalibregma inflatum</i>		0	0	0	0	0	13	0	0	0	27	0	0	0
<i>Laonice cirrata</i>		0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio steenstrupi</i>		0	0	67	1.013	40	133	1.133	160	1.000	1.093	2.947	1.640	333
<i>Spio cf limicola</i>		0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
<i>Syllides longocirrata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0
<i>Terebellides stroemii</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	27	13	0
Crustacea	Krabbadýr													
Amphipoda	Marflær	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leucon sp</i>	Punggrækjur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0
Tanaidacea	Þvengflær	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copepoda	Árfætlur	13	0	0	27	0	0	0	0	0	0	13	0	0
Ostracoda	Skelkrabbar	0	0	0	13	0	0	0	0	0	13	0	0	0
Bivalvia	Samlokur													
<i>Astarte sp</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
<i>Yoldia hyperborea</i>	Kolkuskel	0	0	0	13	0	0	27	0	0	0	40	13	0
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur	0	40	0	27	27	0	27	27	0	13	13	0	0
<i>Nuculana pernula</i>	Trönuskel	0	27	0	40	67	13	53	80	40	93	120	40	0
<i>Nuculana cf pernula</i>	Trönuskel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Ennucula tenuis</i>	Gjlahnytla	0	53	0	147	93	0	187	147	120	213	293	160	317
<i>Abra nitida</i>	Lýsuskel	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macoma calcarea</i>	Hallloka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
<i>Thyasira cf flexuosa</i>	Hrukkubúlda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
<i>Thyasira flexuosa</i>	Hrukkubúlda	13	0	0	253	240	53	120	147	360	147	453	440	17
Nematoda	Práðormar	733	12.680	2.680	213	587	587	173	747	533	93	307	160	17
Nemertea	Ranaormar	0	0	13	67	0	0	120	0	27	80	120	107	0

Viðauki II. Flokkun á botndýralífi er liggur til grundvallar á útreikningum á fjölbreytileika og skyldleika.

Tegund/hópur	A12	A13	A14	B12	C12	C13	C14	D11	D12	D13	D14	E12	E13	F12	F13	F14	G12	G13	G14	H12	H13	H14	I12	I13	I14	X11
<i>Ampharetidae</i>	267	0	0	13	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	133	53	0	33
<i>Apistobranchus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
<i>Capitellidae</i>	0	0	0	973	707	40	320	0	13	40	120	653	120	1.320	1.480	133	27	400	133	0	600	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone setosa</i>	160	480	133	0	0	0	107	0	0	0	27	0	0	0	0	93	2.307	200	293	547	533	733	53	813	187	17
<i>Cossura longocirrata</i>	307	373	67	0	0	0	13	0	0	0	13	0	0	0	0	13	1.080	13	120	200	867	1.467	53	253	147	50
<i>Diplocirrus sp.</i>	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eteone longa</i>	0	80	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	27	13	53	0	67	40	27	67	27	17
<i>Euchone sp</i>	560	227	133	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	307	0	0	453	0	173	320	680	147	0
<i>Galathowenia oculata</i>	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	40	0	0	27	13	67	17
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	0	13	0	0	13	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	27	0	0	53	0	0	0	0
<i>Laonice cirrata</i>	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
<i>Levinsenia gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	0	13	0	0	0
<i>Lumbrineris sp</i>	53	160	67	0	0	0	0	17	13	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	107	13	40	53	267	107	17
<i>Maldanidae</i>	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mediomastus fragilis</i>	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melinna cristata</i>	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	133	0	13	0	0	40	0
<i>Microphthalmus aberrans</i>	0	27	13	0	0	0	40	17	0	0	0	0	0	213	120	213	0	267	307	0	187	53	13	13	0	0
<i>Nephtys sp</i>	53	40	27	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	27	13	53	27	53	13	0
<i>Nereimyra punctata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nicomache sp</i>	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notomastus latericeus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Ophelina acuminata</i>	13	0	0	0	0	0	0	50	0	0	67	0	0	0	13	13	187	0	173	0	107	27	0	0	0	17
<i>Parougia nigridentata</i>	200	53	160	0	0	0	27	0	0	13	13	0	0	0	27	27	480	67	293	173	480	427	120	373	133	17
<i>Pholoe minuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	13	0	0	0
<i>Phyllodoce maculata</i>	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tegund/hópur	A12	A13	A14	B12	C12	C13	C14	D11	D12	D13	D14	E12	E13	F12	F13	F14	G12	G13	G14	H12	H13	H14	I12	I13	I14	X11
<i>Praxillella sp</i>	133	160	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	67	0	27	27	67	67	17
<i>Prionospio</i>																										
<i>steenstrupi</i>	2.027	3.280	1.667	0	0	0	133	783	0	0	67	0	13	0	0	67	1.013	40	133	1.133	160	1.000	1.093	2.947	1.640	333
<i>Sabellides borealis</i>	0	80	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	13	13	27	13	53	0
<i>Scalibregma</i>																										
<i>inflatum</i>	13	0	0	0	0	0	13	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	27	0	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	213	0	293	40	0	27	0	17
<i>Spio cf limicola</i>	27	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
<i>Sternaspis scutata</i>	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syllides</i>																										
<i>longocirrata</i>	13	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0
<i>Terebellides</i>																										
<i>stroemii</i>	0	67	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	27	13	0
Amphipoda	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copepoda	13	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	27	0	0	0	0	0	0	13	0	0
<i>Gammarus sp</i>	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leucon sp	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0
Ostracoda	0	147	13	53	27	93	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	13	0	0	0
Tanaidacea	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Abra nitida</i>	27	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astarte sp</i>	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
Bivalvia	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crenella decussata</i>	0	0	13	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ennucula tenuis</i>	467	240	280	27	0	0	0	267	0	0	0	0	0	0	53	0	147	93	0	187	147	120	213	293	160	317
<i>Macoma calcarea</i>	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
<i>Mytilus edulis</i>	0	53	27	53	0	67	0	0	13	27	0	0	0	0	40	0	27	27	0	27	27	0	13	13	0	0
<i>Nuculana pernula</i>	67	293	53	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	40	67	13	53	80	40	93	120	40	17
<i>Praxillella sp</i>	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	27	0	0
<i>Thyasira flexuosa</i>	133	333	200	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	13	0	0	253	240	53	120	147	360	147	453	440	33
<i>Yoldia hyperborea</i>	0	27	13	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	27	0	0	0	40	13	0
Nemertea	67	40	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	67	0	0	120	0	27	80	120	107	0

Viðauki IV. Fóðurgögn frá Fjarðalax fyrir kví A3 og A4 á árunum 2011-2013. Tölur eru í kílóum.

Ár	Vika nr.	Fóður (kg) í kvíum		Samtals
		A3	A4	
2011	36	425	515	940
	37	1.155	1.222	2.377
	38	1.351	1.571	2.922
	39	1.532	2.077	3.609
	40	1.873	2.360	4.233
	41	2.497	3.479	5.976
	42	2.433	3.274	5.707
	43	2.077	2.793	4.869
	44	1.867	2.948	4.815
	45	1.989	2.784	4.773
	46	1.955	3.205	5.160
	47	2.164	3.510	5.674
	48	1.985	3.276	5.261
	49	2.082	2.791	4.873
	50	2.195	2.397	4.592
	51	1.902	1.725	3.627
	52	1.204	1.741	2.945
	2012	53	1.185	1.265
1		1.203	1.311	2.514
2		821	1.347	2.168
3		858	1.493	2.351
4		908	1.546	2.454
5		998	1.650	2.648
6		992	1.743	2.735
7		919	1.683	2.602
8		1.184	1.720	2.904
9		1.201	1.853	3.054
10	1.205	1.716	2.921	
11	1.133	1.482	2.615	
12	1.217	1.568	2.785	
13	1.355	1.763	3.118	
14	1.362	2.098	3.460	
15	1.348	1.950	3.298	
16	852	1.751	2.603	
17	1.507	2.682	4.189	
18	1.831	2.358	4.189	
19	1.524	2.186	3.710	
20	2.310	3.387	5.697	
21	2.190	3.573	5.763	
22	2.328	3.195	5.523	

Ár	Vika nr.	Fóður (kg) í kvíum		Samtals
		A3	A4	
2012	23	2.558	3.105	5.663
	24	3.640	5.108	8.748
	25	4.202	5.073	9.275
	26	4.454	4.684	9.138
	27	4.420	4.791	9.211
	28	5.370	6.292	11.662
	29	7.223	9.759	16.982
	30	10.004	12.752	22.756
	31	11.651	13.773	25.424
	32	13.577	17.035	30.612
	33	15.147	17.962	33.109
	34	18.043	20.705	38.748
	35	20.282	23.077	43.359
	36	20.845	22.587	43.432
	37	20.101	22.931	43.032
	38	19.549	22.256	41.805
	39	19.431	20.870	40.301
	40	19.927	22.672	42.599
	41	16.872	20.396	37.268
	42	16.230	18.324	34.554
	43	15.674	17.091	32.765
	44	13.965	17.638	31.603
	45	13.237	15.872	29.109
	46	11.839	14.746	26.585
	47	7.599	13.863	21.462
	48	6.793	12.425	19.218
	49	6.913	13.923	20.837
	50	5.812	8.042	13.854
	51	5.817		5.817
	52	5.458		5.458
	53	1.482		1.482
2013	1	2.756		2.756
	2	5.144		5.144
	3	5.181		5.181
	4	5.219		5.219
	5	4.264		4.264
	6	4.961		4.961
	7	6.293		6.293
	8	6.662		6.662
	9	6.855		6.855
	10	7.435		7.435
	11	5.688		5.688
Samtals		469.688	494.740	964.428