



## Fjarðalax



HÁSKÓLI ÍSLANDS

### Setmyndun undir sjókvíum

(Sedimentation processes under sea-cages)

Lokaskýrsla

Alex Allison <sup>1</sup>

Georg Haney <sup>2</sup>

Eva Dögg Jóhannesdóttir <sup>2</sup>

Guðmundur Víðir Helgason <sup>3</sup>

Ólafur Ögmundarsson <sup>4</sup>

Jón Örn Pálsson <sup>5</sup>

Þorleifur Eiríksson <sup>2</sup>

1. HáskólaSetur Vestfjarða
2. Náttúrustofa Vestfjarða
3. Háskóli Íslands
4. Matís
5. Fjarðalax

Desember 2011

NV nr. 24-11

## **Efnisyfirlit**

Efnisyfirlit .....	2
Inngangur .....	3
Aðferðir .....	4
Rannsóknavæði .....	4
Uppsetning á gildrum .....	5
Sýnatökur .....	6
Sýnavinnsla .....	7
Fóður .....	8
Niðurstöður.....	8
Fóður .....	11
Umræður.....	12
Breytingar á setmyndun .....	12
Sjónrænt mat og lykt .....	13
Möguleg ónákvæmni við framkvæmd rannsókna.....	13
Skipulagning.....	14
Framtíðar rannsóknir .....	14
Lokaorð .....	14
Þakkir .....	15
Heimildaskrá .....	15

## **Inngangur**

Setgildirur eru notaðar við rannsóknir á uppsöfnun botnsets til að mæla magn lífræns efnis og lífverur sem sökkva niður á sjávarbotn. Svona gildirur hafa víða verið notaðar erlendis en ekki mikið hér á landi svo vitað sé.

Setgildirurannsókn þessi er sú fyrsta sinnar tegundar sem gerð er við Íslandsstrendur. Tilgangur verkefnisins var að afla upplýsinga um setmyndun vegna úrgangs frá sjókvíaeldi. Markmiðið er að rannsaka raunverulegan feril setmyndunnar undir kvíum og bera saman við áætlaðan hvíldartíma á kvíum. Þetta gæti gefið nýrri viðmið fyrir fiskeldisstjórnun við Íslandsstrendur og er mikilvægt þar sem fiskeldi er vaxandi atvinnugrein hér á landi. Þekking á sambandi magns á fiski í kvíum, magn fóðurs og lífrænar uppsöfnunar getur bætt aðferðir í fiskeldi í sjó. Þessu markmiði verður aðeins náð ef hvíldartími eldisins er nógu langur til að setlagið (uppsöfnunin) hafi náð að minnka það mikið að það hafi ekki lengur neikvæð áhrif á umhverfið. Þess vegna er þekking á setmyndunar ferlinu svo mikilvæg.

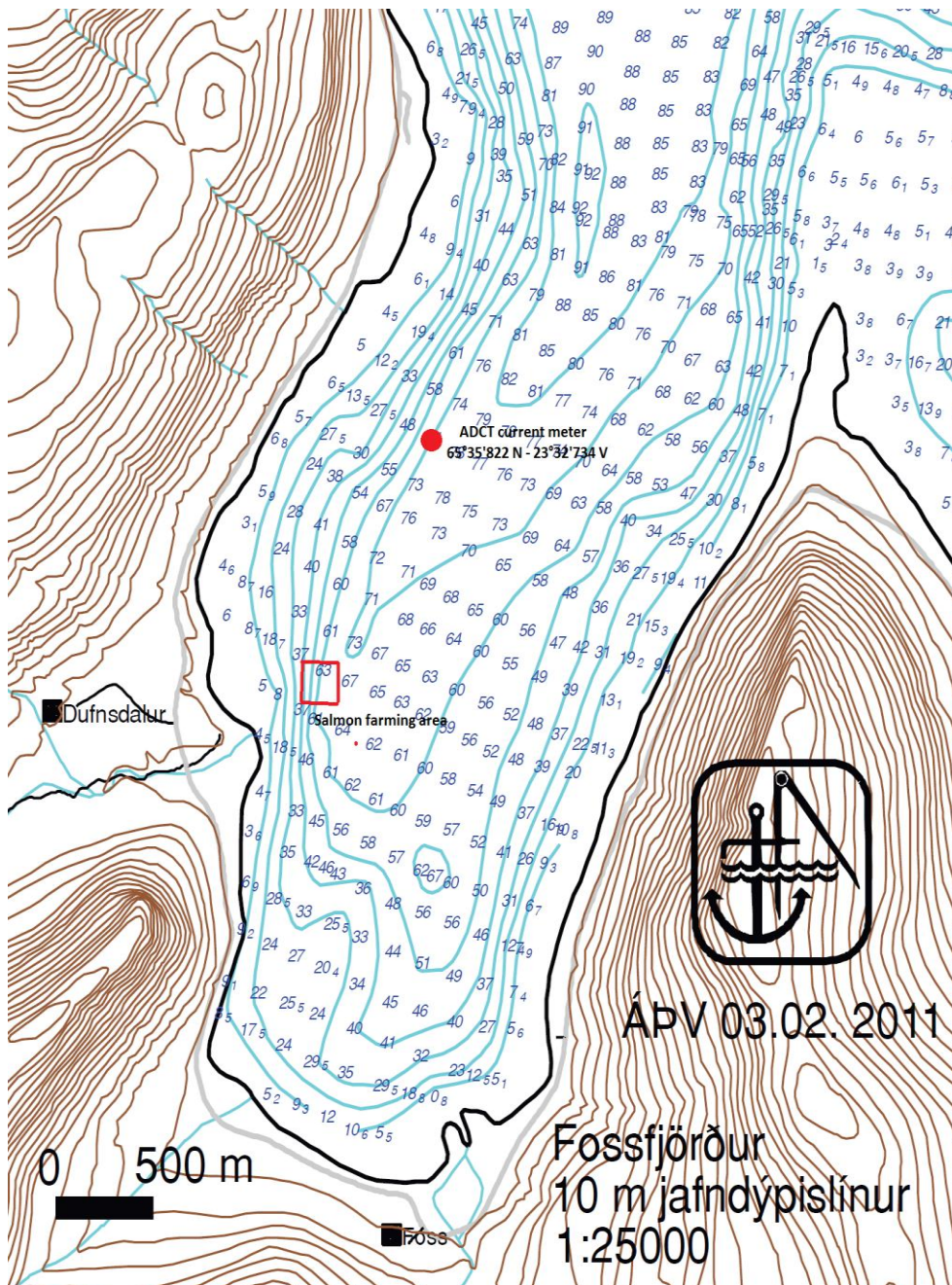
Fenginn var styrkur til verkefnisins frá Rannsókn- og nýsköpunarsjóði Vestur Barðastrandasýslu. Þessi skýrsla er lokaskýrsla til sjóðsins um niðurstöður verkefnisins.

Yfirumsjón með verkefninu höfðu samstarfsaðilar (sjá höfunda) en helstu verkþættir voru í höndum Alex Allison, nema við Haf- og strandsvæðastjórnun við Háskólasetur Vestfjarða og Georg Haney frá Náttúrustofu Vestfjarða. Verkefnið er að stórum hluta meistaraverkefni Alex og eru því niðurstöðurnar einnig í meistaraprófs ritgerð hans (Alex Allison 2011).

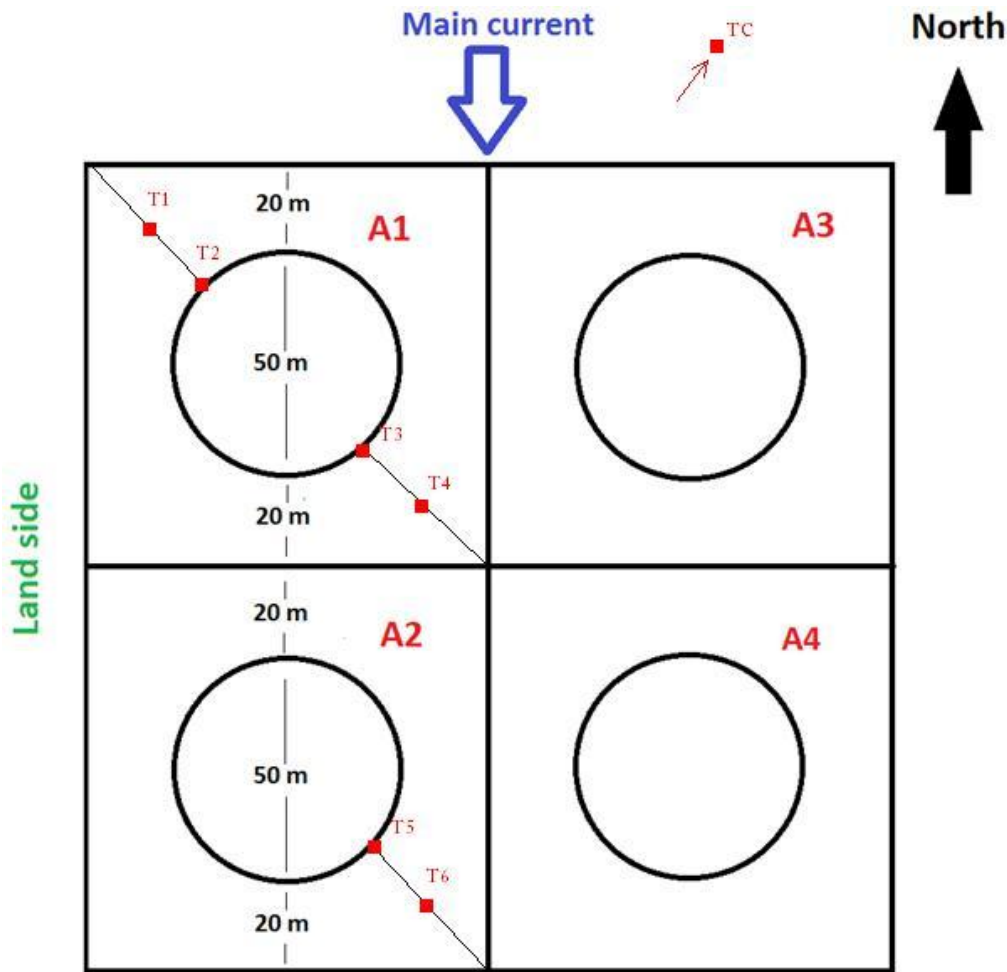
## Aðferðir

### Rannsóknavæði

Settar voru út setgildirur við sjókvíar frá Fjarðarlaxi og eru þær staðsettar í Fossfirði í Arnarfirði. Í allt voru notaðar 7 gildirur. Ein var höfð sem viðmiðunarstöð og staðsett á svipuðu dýpi og hinar en nógu langt frá eldinu svo hún yrði ekki fyrir áhrifum af eldinu. Viðmiðunarstöðin var valin staður norður af kvíum eða á sama stað og straummælingar höfðu farið fram áður (Jón Örn Pálsson, munnlegar uppl. mynd 1). Hinar 6 gildirurnar voru staðsettar við kvíar eins og sést á mynd 2.



Mynd 1. Rauður ferningur sýnir hvar eldisstöðin liggur og rauður punktur er u.þ.b. þar sem viðmiðunarstöðin var staðsett.

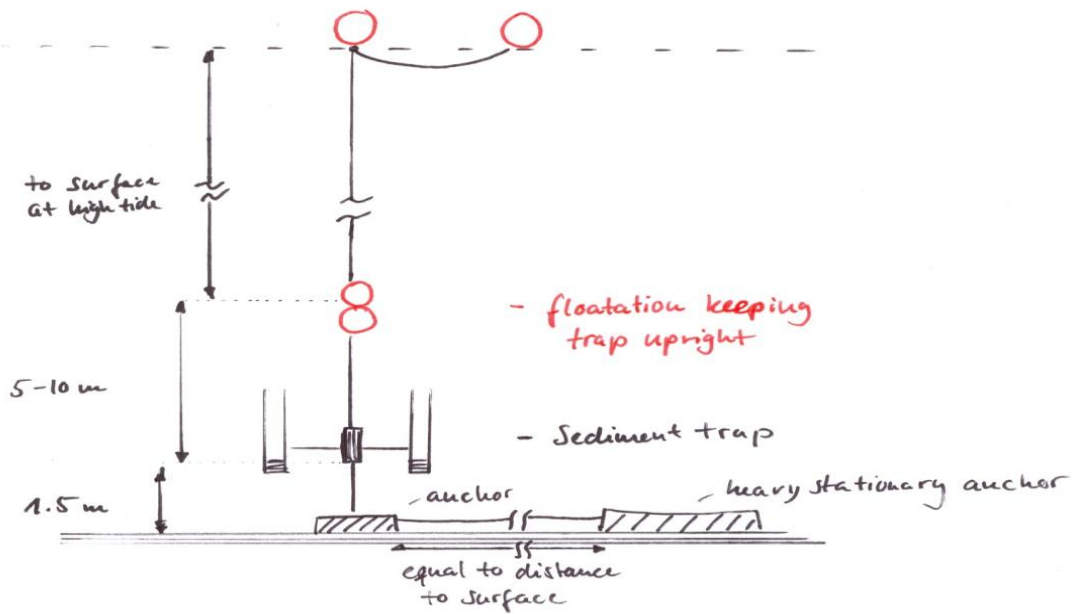


Mynd 2. Gildir T1-T6 voru staðsettar við eldið. Gildir 1, 4 og 6 eru u.þ.b. 20m frá kví en gildir 2, 3 og 5 eru alveg við kvíanna (0m). Ekki voru nægilega margar gildir til að hægt væri að setja við allar kvíar.

### Uppsetning á gildrum

Hver gildra er með tvö rör sem mælast 0,07m að innanmáli, þannig að flatarmál röropsins er  $0,0038\text{m}^2$ . Hver gildra er sett eins nálægt sjávarbotni og hægt er og flotholt heldur henni lóðréttri svo hún leggist ekki á hliðina eða á botninn (sjá mynd 3). Við kvíar var hægt að festa gildir við kvíarnar en á viðmiðunarstöðinni þurfti bæði þyngra ankeri og betra flot.



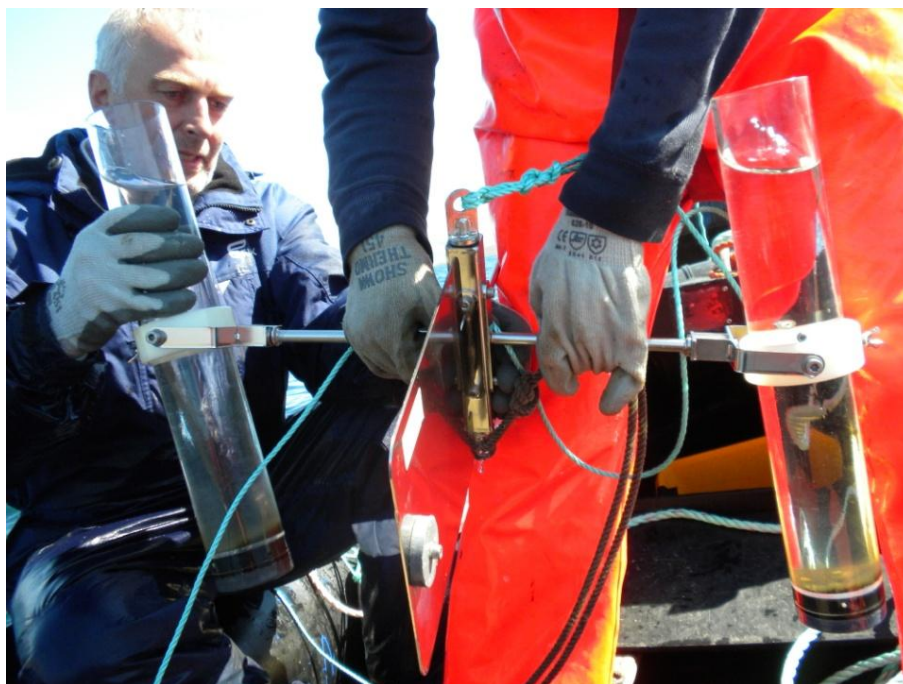


Mynd 3. Stærri ankerið er fyrst sett út með línu sem nær frá botni að yfirborði. Minna ankerið er fest í sömu línu og er hægt að hífa það upp þegar kemur að sýnatöku á meðan hið stærra heldur gildrunni á sínum stað.

### Sýnatökur

Gildran er hönnuð á þann hátt að rörin snúa alltaf upp í gildrunni. Þegar gildran hafði verið hífð upp á yfirborðið, voru rörin fjarlægð (mynd 4).

Þegar setlagið hefði sest nóg á botninn var hægt að hella vatninu varlega af gegnum 125 $\mu$ m sigti. Því næst var setlaginu hrært upp og skolað í 1L fötu. Einnig var allt sem eftir varð í sigtinu skolað í fötuna. Lykt, litur og tilurð fóðurs í sýnunum var skráð niður, sem og allt sem þótti frávik. Fötunni var lokað, hún merkt og sett í frysti um leið og komið var í land.



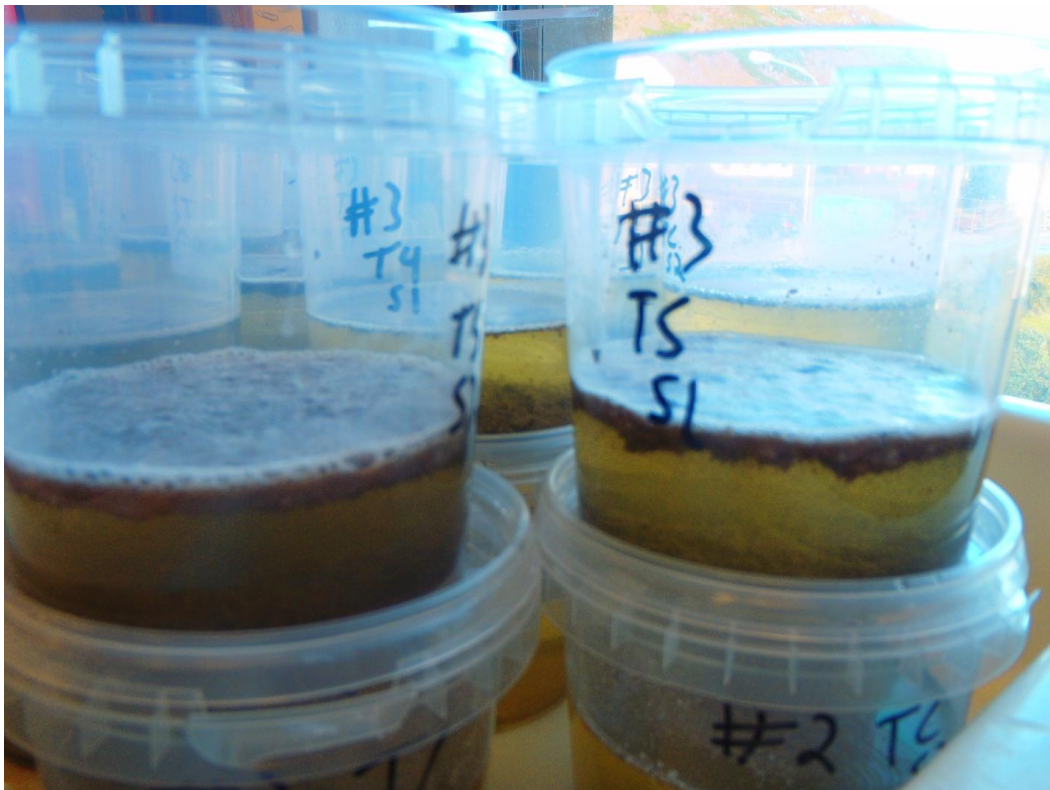
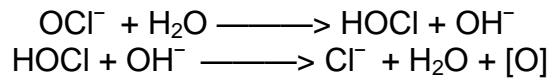
Mynd 4. Sýnataka með setgildru. Rörin fjarlægð.

## Sýnavinnsla

Sýnin voru tekin úr frysti og þýdd. Lokið var tekið af meðan sýnið var enn frosið til að setlagið í botninum mundi blandast sem minnst í hreina vatnið sem lá ofan á. Vatnið ofan á var fjarlæggt eftir bestu getu með því að sjúga það burt með sprautu. Setlagið var því næst sett á merkta petri skál, en skálarnar höfðu þá verið vigtaðar. Skálarnar með setlaginu voru þar næst settar í ofn (hjá Vegagerðinni á Ísafirði) þar sem prufurnar voru þurkaðar við 75°C í a.m.k. 12 tíma; stærri prufur þurftu heilan sólarhring eða 24 tíma til að þurrkast. Sýni voru vigtuð, eftir þurrkun, í skálinni og vigt skálarinnar dregin frá.

Til að ákvarða hlutfall lífræns efnis í sýninu verður að leysa þau upp og mæla mun á þurrvigti. Til þess var notaður 15% klór. Þessi aðferð er ekki algeng en reynist ágætlega.

Sýnið er sett í merkta 300 ml fötu og við það bætt 100 ml klór. Þegar klórinn er settur út í sýnið verða útvermin efnahvörf á milli klórs og lífrænu efnanna. Efnahvörfin eru oxun (súrefni bætist við) á kolefni í hinu lífræna efni.



Mynd 5. Sýni eftir að klór hefur verið bætt út í.

Losun koltvísýrings er hægt að sjá með berum augum í sýninu þar sem loftbólur krauma upp á yfirborðið (mynd 5). Þessi ferill tók upp undir tvær vikur. Klór var bætt við í þrepum þangað til að hætti að krauma en þá var sýnið þvegið og síað. Til þess var notuð pappírssía sem sýnið var pressað í gegnum (mynd 6). Hreint vatn var svo síað í gegn til að fjarlægja klór. Ef sían rifnaði var notuð ný sía og fjöldi sía skráður, þær settar í petri skál og þurrkaðar yfir nótt í þurrkofninum á 75-100°C. Allt var vigtað aftur og þyngd síu og skálar dregin frá.

Mismunur á þurrvigti áður en klór er bætt við og eftir gefur þyngd lífræns efnis.

## Fóður

Fjarðalax notaði þrjár mismunandi stærðir af fóðri á meðan á rannsókninni stóð: 3mm fóður var notað 13/06/11 – 10/07/11, 4mm fóður var notað 11/07/11 – 08/09/11 og 6mm fóður var notað 09/09/11 og allt þar til lok verkefnisins.

## Niðurstöður

Niðurstöður úr sýnatöktímabilum 3 og 4 er hægt að sjá hér að neðan. Svipaðar niðurstöður eru úr sýnatöktímabili 1 og 2 en í þeim tapaðist gildra T3 og var því valið að túlka aðeins niðurstöður þaðan að hluta.

Meðal heildarþyngd fyrir sýnin sjást í töflum 1-2. Hver tafla inniheldur þurrvigt og vigt lífræns efni.

Frávik voru reiknuð á hverju grafi með að nota viðmiðunarvigt salts fyrir neðri mörk en viðmiðunarvigt klórs fyrir efri mörk. Neðri mörk

sýna að skráð magn gæti verið minna en fundið var. Efri mörk sýna að magnið gæti verið hærra.

Þetta stafar af að leifar af klór og salti geta enn verið í sýninu.

Frá öllum tímabilum sýnatökunnar (líka 1 og 2) var þurrvigt viðmiðunarstöðvar (TC) þyngst en þegar hlutfall lífræns efni var reiknað var hlutfallið á viðmiðunarstöðinni í öllum tilvikum þó nokkuð lægra en á hinum stöðvunum (T1-T6, staðsetningar má sjá á mynd 2).

Sýni úr sýnatöktímabili 3 og 4 voru úti í 28 daga. Niðurstöður eru skráðar í töflu 1 og 2, gröf á myndum 7 og 8 eru byggð á þeim upplýsingum. Eins og sagt er hér að ofan er þurrvigt frá viðmiðunarstöðinni úr öllum sýnatökum hæst. Í töflu 1 má sjá að hæsta magn lífræns efnis var að finna í gildru T5 en minnst var það í gildru T1. Hlutfall lífræns efnis af heildarþurrvigt var þó hæst í gildru T2 og lægst í gildru T4 (ef ekki er tekið tillit til viðmiðs).

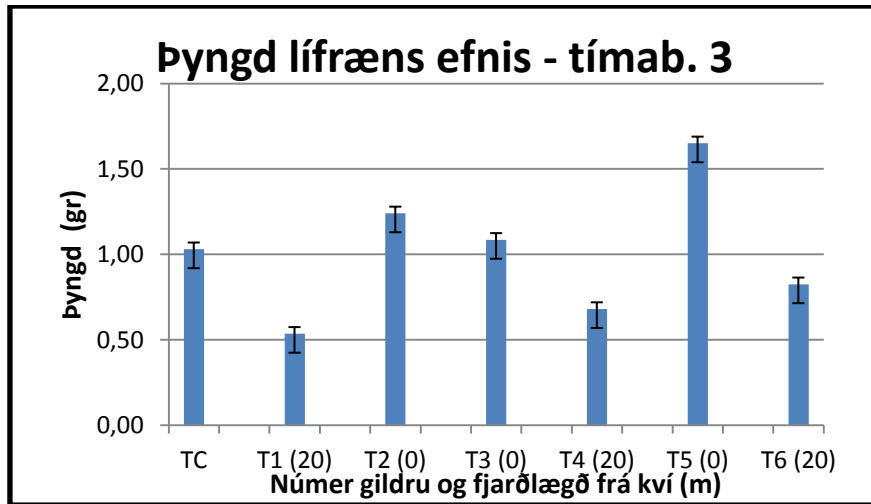
Tafla 1: Meðaltal frá sýnum úr sýnatöktímabili 3 (28 daga úti, 28/07/11 – 25/08/11).

Númer gildru	Þurrvigt (gr)	Þyngd lífræns efnis (gr)	Hlutfall lífræns efnis %	gr/m <sup>2</sup> /dag
TC	16.99	1.03	6.06	9.56
T1 (20)	1.94	0.53	27.45	4.97
T2 (0)	2.43	1.24	50.34	11.51
T3 (0)	3.16	1.09	34.48	10.07
T4 (20)	3.45	0.68	19.57	6.31
T5 (0)	5.30	1.65	31.11	15.32
T6 (20)	4.29	0.82	19.26	7.66

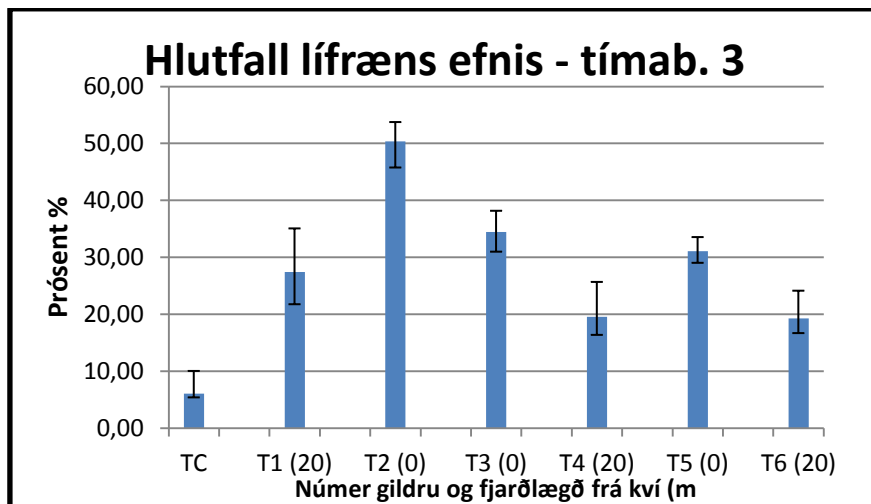


Mynd 6. Sýni pressað í gegnum síu.

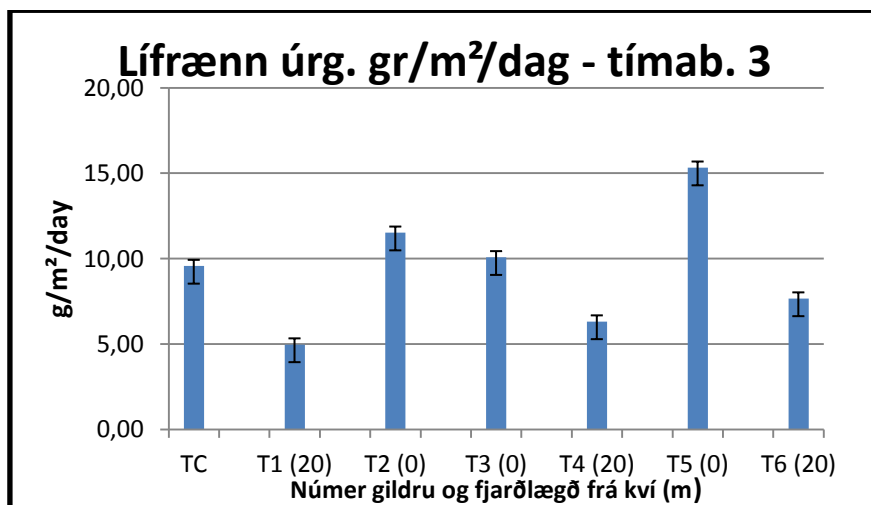




Mynd 7a: Þyngd lífræns efnis fyrir sýnatökutímabil 3. Neðri mörk eru 0,11gr og efri 0.04gr.



Mynd 7b: Prósent af lífrænu efni í hverri gildru í sýnatökutímabil 3. Neðri mörk fyrir TC til og með T6 eru 0.6%, 5.6%, 4.5%, 3.4%, 3.1%, 2.0% og 2.5% og efri 3.9%, 7.6%, 3.4%, 3.6%, 6.1%, 2.4% og 4.8% í þeirri röð sem sýnt er.

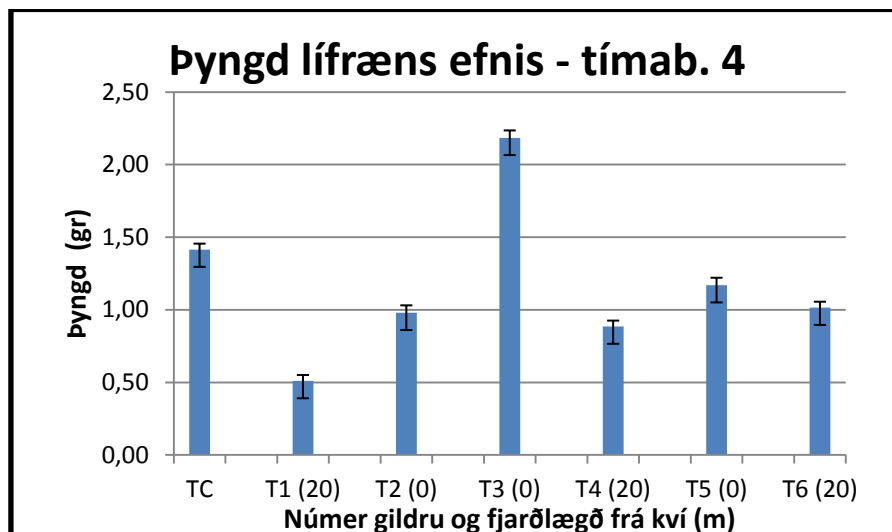


Mynd 7c: Lífrænn úrgangur pr dag pr m<sup>2</sup> úr sýnatökutímabil 3. Neðri mörk fyrir allar gildur 1.02gr/m<sup>2</sup>/dag og efri 0.37gr/m<sup>2</sup>/dag.

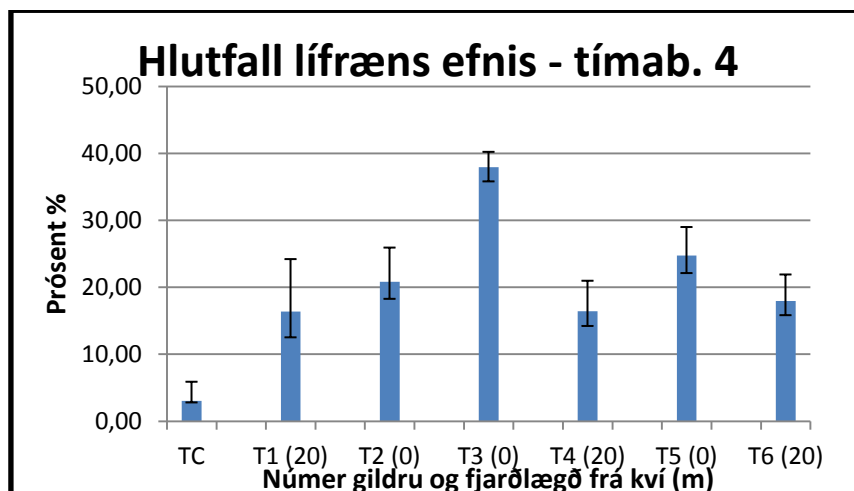
Tafla 2 sýnir niðurstöður frá sýnatökutímabili 4, gröf á mynd 8 eru byggð á þeim upplýsingum. Í henni sést að þurrvigtingin er langhæst á viðmiðunarstöð (TC). Gildra T3 innihélt mesta magn lífræns efnis og hafði einnig hæsta hlutfall lífræns efnis. Minnsta magn var að finna í gildru T1 en hlutfall lífræns efnis (ef ekki er tekið tillit til viðmiðs) var lægst í gildru T1 og T4 eða rúm 16% í báðum tilvikum.

Tafla 2: Meðaltal frá gildrum úr sýnatökutímabili 4 (28 daga úti, 25/08/11 – 22/09/11).

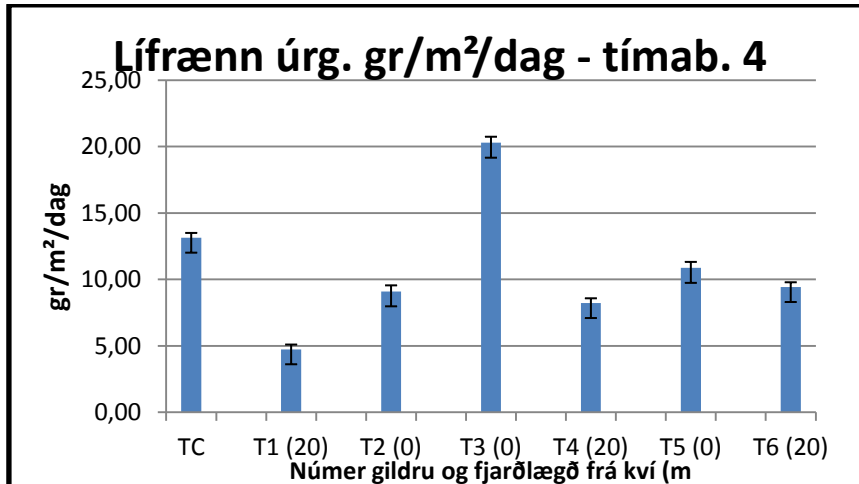
Númer gildru	Þurrvigting (g)	Þyngd lífræns efnis (g)	Hlutfall lífræns efnis %	gr/m <sup>2</sup> /dag
TC	46.07	1.42	3.06	13.14
T1 (20)	3.16	0.51	16.36	4.74
T2 (0)	4.71	0.98	20.82	9.10
T3 (0)	5.76	2.19	37.93	20.29
T4 (20)	5.38	0.88	16.45	8.22
T5 (0)	4.74	1.17	24.72	10.86
T6 (20)	5.65	1.02	17.97	9.42



Mynd 8a: Þyngd lífræns efnis frá sýnatökutímabili 4. Neðri mörk eru 0.12gr og efri 0.05gr.

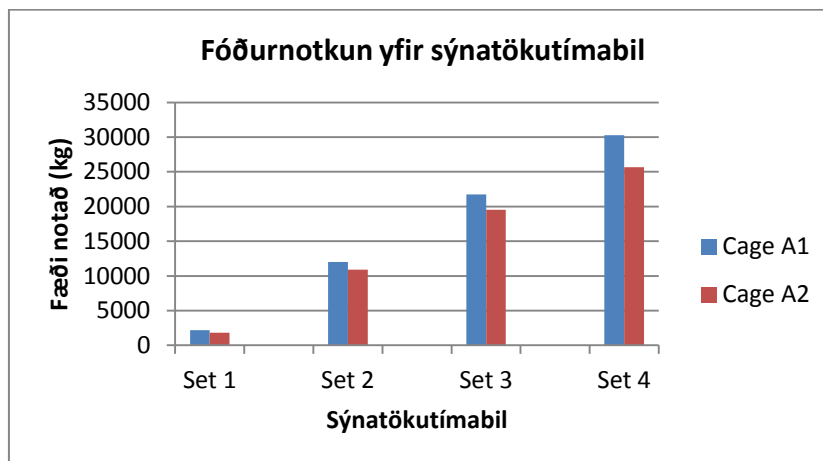


Mynd 8b: Hlutfall lífræns efnis í hverri gildru frá sýnatökutímabili 4. Neðri mörk fyrir TC til og með T6 er 0.2%, 3.8%, 2.5%, 2.1%, 2.2%, 2.6% og 2.1% og efri 2.8%, 7.8%, 5.1%, 2.2%, 4.5%, 4.2% og 3.9% í þeirri röð sem sýnt er.



Mynd 8c: Lífrænn úrgangur pr dag pr m<sup>2</sup> fá sýnatökutímabili 4. Neðri mörk fyrir allar gildir eru 1.11gr/m<sup>2</sup>/dag. Efri mörk fyrir gildir TC, T1, T4, og T6 eru 0.37gr/m<sup>2</sup>/dag en 0.46gr/m<sup>2</sup>/dag fyrir gildir T2, T3 og T5.

Mynd 9 sýnir heildar magn fóðurs sem notað var yfir hvert sýnatökutímabil. Á myndinni sést aukning á fóðurnotkun yfir tímabilið, þar sem minnst er notað í upphafi og mest í lok tímabilsins. Allan tíman er fóðurnotkun aðeins meiri við kví A1 (sjá staðsetningu á mynd 2).



Mynd 9: Heildar fóðurnotkun (kg) yfir sýnatökutímabil í kg fyrir kví A1 og A2.

Á viðmiðunarstöðinni var mikið um brotnar skeljar og gráan sand í gildrunni. Allar aðrar gildir höfðu dökk brúnt set. Lykt fannst af setinu í gildrum við kvíar og sterkust var hún í þeim gildrum sem voru alveg upp við kvíarnar. Engin lykt var úr gildrum á viðmiðunarstöðinni. Fóður fannst í öllum gildrum á kvíasvæðinu og mest í þeim sem voru alveg upp við kvíarnar. Gildir T2, T3 og T5 frá öðru, þriðja og fjórða sýnatökutímabili innihéldu hvítt slím.

## Fóður

Það kom í ljós að hraðinn sem fóðrið sest til botns, minkaði eftir því sem það var stærra. Samt sem áður jókst hraðinn til muna þegar loftbólur sem setjast utan á fóðrið hurfu. Greinilegt er að loftbólurnar hægja á fóðrinu. Þar sem fleiri loftbólur ná að festast á stærra fóðri með meira yfirborði er eðlilegt að það fóður sökkvi hægar. Hins vegar sekkur stærra fóðrið hraðar án loftbóla.

Lífrænt efni í fódri mældist aðeins 65%. En það kom þó í ljós að þegar fódrið var oxað með klór skildist fita/olía frá og flaut upp á yfirborðið. Fóður sem Fjarðalax notar inniheldur fiski olíu, 3mm inniheldur 23%, 4mm 26% og 6mm 32%. Einnig er aska til staðar í fódri (8% í 3mm en 7% í hinum stærðarflokkunum) sem klór leysir ekki upp. Þegar prósentur olíu og ösku eru lagðar saman hefur maður þurrvigt eftir oxun. Í raun ætti fita eða olía ekki að vera í því fódri sem er í gildrunum. Rannsókn á vegum Rapp o.fl. (2007) hafa sýnt þetta. Þegar fódrið brotnar niður í gildrunni ætti fita og olía að fljóta uppúr henni.

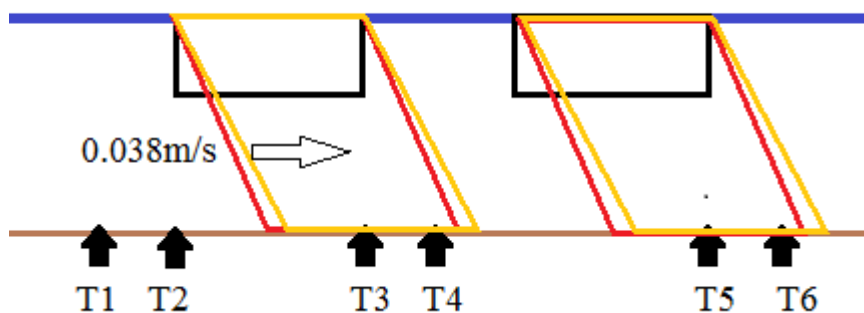
## Umræður

Aðferðir notaðar í rannsókninni þykja hafa gefið fullnægjandi niðurstöður. Með notkun setgildra til að safna seti undir kvíum og með því að nota klór til að fjarlægja lífrænt efni fengust góðar niðurstöður. Það eru ýmsar staðbundnar breytingar og breytingar yfir tíma á magni lífræns úrgangs sem hægt er að túlka með þessum niðurstöður.

## Breytingar á setmyndun

Frá sýnatökutímabilum 2, 3 og 4 var að finna meira lífrænt efni í gildrum sem nær voru kvíum en hinum sem voru 20 m frá. Fóðurköggjar sökkva hraðar en úrgangur frá fiski (Rapp o.fl. 2007, Giménes o.fl. 2011) þegar fóður fellur sekkur það mjög hratt og safnast fyrr á botninum nálægt kvínni. Gildir nær kvíum söfnuðu því meira lífrænu efni en aðrar, þetta hefur einnig komið fram hjá Rapp o.fl. (2007).

Á mynd 10 er hægt að sjá dreyfingu á tveim stærri gerðum af fóðurköggjum. Megin straumur liggur inn fjörðinn (í suður) en straumur er einnig í norður átt.



Mynd 10. Dreyfing á fódri af tveimur stærðarflokkum. Gult=6 mm, rautt=4mm. Kvía A1 til vinstri en A2 til hægri.

Þegar litið er á myndir 7a og 8a sést að gildir sem eru staðsettar 20m frá kví safna svipað miklu lífrænu efni á sýnatökutímabili 2-4. Á hverju tímabili er minnst um lífrænt efni í gildru T1. Gildra T6 safnar mestu og gildra T4 fylgir fast á eftir en alltaf með aðeins minna magni. Þetta er líklega hægt að útskýra með staðsetningu gildrana miðað við megin straumstefnu sem er til suðurs. Efni frá kvíunum munu því að öllum líkindum berast í átt til suðurs. Gildra T1 er norðan við kvíarnar og því ólíklegast að efni berist þangað. Gildra T4 er í straumstefnu frá kví A1 á meðan gildra T6 er í straumstefnu, bæði frá A1 og A2. Þrátt fyrir að fóðurköggjarnir sökkvi hratt er úrgangur frá fiskunum ekki eins fljótur að sökkva og er líklegt að gildra 6 hafi fengið eitthvað af þeim úrgangi frá A1.

Heildar setmyndun eykst saman með aukningu á fóðurnotkunn, yfir þær fjórar sýnatökur sem gerðar voru. Einn af einkennandi þáttum á vettvangi var að það voru fóðurköggjar í sýnunum. Gildir sem voru nær kvíum innihéldu meira af þessum fóðurköggjum en aðrar gildir. Mælt



Lífrænt efni kemur því líklega mest úr þessum kögglum. Fóðurnotkunn eykst yfir sýnatöku tímum og skýrir þar af leiðandi aukningu á lífrænu efni í gildrunum.

### Sjónrænt mat og lykt

Svört setmyndun og lykt af rotnum eggjum ( $H_2S$ ) fannst í gildrum hjá kvíum en ekki í þeim á viðmiðunarstöðinni. Þessi svarta setmyndun og eggjalykt er einkennandi fyrir setlög undir eldisstöðum. Svart set gefur til kynna súrefnisnautt umhverfi (anoxic conditions) (Vildish o.fl. ártal).

Gildrur alveg við kvíar (0m), þ.e. 2, 3 og 4, innihéldu hvítt slím. Þetta slím er að öllum líkindum framleitt af bakteríu (*Beggiatoa sp.*). Þessi baktería finnst almennt við súrefnisnauð skilyrði þar sem hún oxar (bætir súrefni við)  $H_2S$  (Wilding and Hughes 2010; Brooks and Mahnken, 2003). Þetta mundi einnig útskýra eggjalyktina af sýnunum. Taka skal fram að einkenni þessi var að finna inn í gildrunum. Gildrurnar eru einangraðar frá raunverulegum breytingum sem verða á sjávarbotninum og lífverum sem þar eru. Rapp o.fl. (2007) tóku eftir að þegar lífrænt efni, eins og fóður, ná niður að botninum heldur lárétt dreifing þess áfram. Þetta þýðir að þau sýni sem tekin hafa verið hér gefa mynd af setmyndun í gildrum en ekki endilega hina raunverulegu setmyndun sem verður á botninum.

### Möguleg ónákvæmni við framkvæmd rannsóknar

Viðmiðunarstöðin virðist ekki hafa verið á besta stað þar sem að mikið af sand og skeljum fannst í gildrunni. Þetta er mjög líklega vegna þess að einhver endurnýjun eða hræring á sjávarbotni á sér stað, þar sem að skeljar fljóta venjulega ekki mikið um í sjónum, heldur liggja þær á botninum. Þessar hræringa á sjávarbotni myndu líka færa lífræn efni í gildruna, sem gæti þýtt að sú setmyndun sem átti sér stað í gildrunum gefi ekki rétta mynd af setmyndun í Fossfirði.

Dýpið sem rannsóknin er gerð kemur í veg fyrir að hægt sé að staðsetja gildrur nákvæmlega með aðstoð kafara. Þetta þýðir að þó að þær hafi verið láttnar sökkva niður við kví (0m) og 20m frá kví, er ekki víst að þær hafi lent á réttum stað þegar á botninn var komið.

Straumhraði er aðeins þekktur frá des. 2010 til jan. 2011. Straumhraði yfir rannsóknartímum er ekki þekktur sem gerir það að verkum að mynd 12 gæti verið ónákvæm. Straumhraði Einnig hefur ekki verið mældur á kvísvæðinu.

Sökkhraði fóðurs var reiknaður út á rannsóknastofu í 40 cm röri. Hin raunverulegi hraði fyrir hinar mismunandi stærðir fóðursins, þar sem það sekkur gegnum mismunandi þéttleika af sjávarvatni á sýnatökusvæðum er ekki þekktur.

Þau einkenni sem voru skráð við sýnatökur eru aðeins frá gildrunum. Raunverulegt ástand sjávarbotnsins er ekki þekkt og aðeins áætlað eftir ástandi sýnanna. Einnig ætti að taka fram að magn efnis sem brotnar niður yfir rannsóknartímum er óþekkt. Ekki var mögulegt að setja niður gildru með þekktu magni af lífrænu efni til að mæla niðurbrot sem gerist náttúrulega í henni yfir vissan tíma á þessum stöðum. Þetta þýðir að niðurbrot af lífrænum efnum gæti verið byrjað áður en gildran er tekin upp.

Hraði setmyndunar hefur ekki verið rannsakaður í íslenskum fjörðum. Það finnst heldur engar upplýsingar um burðagetu íslenskra fjarða (hve mikinn lífrænan úrgang, botndýralífverur geta náð að brjóta niður). Ekki er víst að viðmiðunarstöðin gefi rétta mynd af bakgrunni setmyndunnar í Fossfirði. Þetta gerir það að verkum að mjög erfitt er að ákvarða áhrif á botninn út frá hraða setmyndunnar sem fundinn er í þessari rannsókn. Í rannsókn eftir Hargrave (1997) var sett fram að ef lífrænn úrgangur frá kvíum færi yfir  $1,0 \text{ gr C/m}^2/\text{dag}$  gæti botndýralíf ekki náð að brjóta hann niður. Þetta leiðir því til auðgunar á lífrænum efnum á

botninum og með því neikvæðra áhrifa á botninn. Samkvæmt þessu gefa gildirur sem settar voru við kvíar í þessari rannsókn þær upplýsingar að botninn undir þeim verði fyrir neikvæðum áhrifum. Samst sem áður er hraði niðurbrots mismunandi eftir stöðum og er ekki vitað hver sá hraði er í Fossfirði. Við rannsóknir á botndýralífi undir tilraunakvíum með fiski kom í ljós að við lítið álag breyttist strax samsetning botndýralífsins (Þorleifur Eirísson o.fl. 2009).

### **Skipulagning**

Skilningur á dreifingu og hraða setmyndunnar á lífrænu efni frá eldisstöðvum er lykilatriði í að skilja áhrif sem setmyndun hefur. Skilja þarf lífræna setmyndun á sjávarbotni til að ákvarða áhrif sem fiskeldi í sjó mun hafa á umhverfið. Ef hægt er að ákvarða niðurbrot á staðnum, er hægt að nota þær upplýsingar, upplýsingar um hreyfingu sjávar (straum o.fl.) og upplýsingar um hraða setmyndunar til að ákvarða burðargetu svæðisins. Með þessu væri hægt að lánmarka þau áhrif sem verða á botninum

Þekking á magni lífræns úrgangs getur einnig opnað möguleika á nýtingu hans, t.d. með sameldi. Notkunn á kræklingi og/eða þörungum til að fjarlægja lífræn efni úr sjónum getur minnkað áhrif eldisins á umhverfið enn meira.

Fjarðalax notar engin efni gegn snýkjudyrum eða sýklalyf sem gerir það að verkum að fyrirtækið getur selt vöru sína sem lífræna eða náttúrulega. Þetta gerir það að verkum að sameldi með krækling og þörung gæti jafnframt reynst fjárhagslega hagstætt fyrir fyrirtækið

### **Framtíðar rannsóknir**

Nauðsynlegt er að halda áfram rannsóknum á þessari uppsöfnun. Frekari greining á botninum kringum kvíarnar gæti gert það mögulegt að sjá hin raunverulegu áhrif sem eldið hefur bæði á botnset og botndýralíf. Rannsókn með fleiri setgildrum gæfi betri mynd af heildar dreifingu lífræns úrgangs frá fiskeldinu. Fleiri gildirur í straumstefnu gætu gefið nákvæmari upplýsingar til að bera saman við þessa dreifingu. Einnig væri áhugavert að nota súrefnismæli til að mæla súrefnismettun og sjá breytinguna á mismunandi dýpi. Þær mælingar mundu einnig gera það mögulegt að sjá hvort súrefnissnautt set sé á botninum.

### **Lokaorð**

Öllum markmiðum sem fyrir lágu var náð í þessu verkefni. Mögulegt var að reikna magn lífræns úrgangs með notkun fyrirfram ákveðinna aðferða. Einnig var hægt að bera það magn saman við notkun á fóðri. Gildirur nær kvíum söfnuðu meira af lífrænu efni frá kvíum sem borið hefur verið saman við dreyfingarmynstur fóðursins.

Bæði breytingar tengdar staðsetningu og yfir tíma ásamt sjónrænu mati og lykt, benda til að eldið hafi áhrif á sjávarbotninn undir kvíunum. Að því sögðu eru framtíðar rannsóknir nauðsynlegar til að meta þessi áhrif og hversu lengi þau vara. Þessi rannsókn opnar fyrir möguleikann á framtíðarrannsóknum á þessu sviði sem og möguleikann á tilraunum á mismunandi sameldi.

Að lokum hafa samstarfsaðilar ákveðið að halda úti gildrunum fram í febrúar 2012 með þá von að fá styrk í áframhaldandi rannsóknir.

## **Þakkir**

Starfsfólki Fjarðarlax er þakkað fyrir aðstoð á vettvangi. Vegagerðin á Ísafirði lagði til aðstöðu til sýnavinnu. Böðvar Þórisson hjá Náttúrustofu Vestfjarða aðstoðaði við ýmsa þætti verksins. Rannsókn- og nýsköpunarsjóður Vestur Barðastrandarsýslu styrkti verkefnið.

## **Heimildaskrá**

Alex Allison, 2011. Sedimentation and Salmon Aquaculture in Fossfjörður, handrit af mastersverkefni, leiðbeinandi Dr. Þorleifur Eiríksson. Háskólaþing Vestfjarða, Haf og strandsvæðastjórnun.

Hargrave, B.T., Phillips, G., Doucette, L., White, M., Milligan, T. Wildish, D., and Cranston, R. (1997) Assessing benthic impacts of organic enrichment from marine aquaculture. *Water Air and Soil Pollution*. Vol: 99 pg 641-650

Rapp, P., Ramirez, W.R., Rivera, J., Carlo, M., and Luciano, R. (2007) Measurement of organic loading under and open ocean aquaculture cage, using sediment traps on the bottom. *Journal of Applied Ichthyology*. Vol: 23 pg. 661-667.

Þorleifur Eiríksson, Cristian Gallo, Böðvar Þórisson og Þorleifur Ágústsson. 2009. Breytingar á botndýralífi vegna uppsöfnunar lífrænna efna frá fiskeldi. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 3-09.