

BioPol ehf.
Sjávarlíftæknisetur
Marine Biotechnology Science
545 Skagaströnd
Iceland
<http://www.biopol.is>



Tilraunarækt á kræklingi í Miðfirði
- Vöktun á umhverfispáttum –
II. verkefnaár
-Lokaskýrsla í vaxtarsamning SSNV

Bjarni Jónasson
Halldór Ólafsson



Kræklingarannsóknir
Skýrsla BioPol 01-13
Jan 2013
ISBN – xxxx-xxxx



Skýrsluágrip

Report Summary



ISBN: xxxx-xxxx

Titill / Title	Forathugun á möguleikum kræklingaræktar við Húnaflóa		
Höfundar / Authors	Bjarni Jónasson ¹ , Halldór G Ólafsson ¹ , 1:BioPol ehf		
Skýrsla / Report nr.	ISBN-XXXX	Útgáfudagur / Date	28.01.2013
Styrktaraðilar /Funding	Vaxtarsamningur Norðurlands Vestra		
Ágrip á íslensku:	<p>Markmið þessa verkefnis var að vakta og rannsaka ræktunarsvæði fyrir krækling (<i>Mytilus edulis</i>) við Útbleiksstaði í Miðfirði með það fyrir augum að kanna hvort þau henti vel til ræktunar. Umhverfisþættir, hitastig og selta, ásamt lífræðilegum þáttum eins og magni kræklingalirfa, styrkur blaðgrænu <i>a</i> og þéttleiki þörungna var rannsakaður frá 2010-2012. Einnig var svæðið öðru hverju rannsakað m.t.t. þungmálma og örverumengunar. Blý og kvikasilfur mældust undir viðmiðunarmörkum (0,007+/-20% mg/kg og 0,010+/-20%, mælt einu sinni) en kadmín styrkur mældist yfir viðmiðunarmörkum í tveimur tilvikum af þremur (0,94+/-20% mg/kg – 2,76+/-20% mg/kg) og er því nauðsynlegt að skoða nánar. Niðurstöður þörungatalninga sýna að þörungar af ættkvísl <i>Alexandrium</i> og <i>Dinophysis</i> voru til staðar og hugsanlega yfir viðmiðunarmörkum en þörungarnir voru ekki greindir til tegunda. Megin niðurstöður verkefnisins eru að Miðfjörður virðist að mörgu leiti henta vel til ræktunar á kræklingi þar sem lirfuáseta gekk í flestum tilfellum vel og vöxtur kræklinga á svæðinu náði markaðsstærð á um tveimur árum.. Svæðið virðist vera laust við örverumengun en mengun af völdum kadmín þyrfti að skoða betur. Talningar á svisþörungum og eiturmælingar árið 2011 gefa til kynna áhættu á að uppskera úr Miðfirði yrði í flestum tilfellum ekki heimiluð sökum eitrana í skelfiski á tímabili sem nær frá vori og fram á haust hvert. Rekstraraðilar þyrftu því að miða sína sölu og markaðssetningu í kringum það.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>Kræklingur (Mytilus edulis), kræklingarækt, Ísland, eiturbörungar</i>		
Summary in English:	<p>The aim of this study was to monitor Midfjordur (Northern Iceland) to assess suitability for mussel farming. Environmental factors such as temperature, salinity and the biotic factors such as larval drift, chlorophyll <i>a</i> concentrations and phytoplankton abundance were monitored from 2010-2012. Additionally bacteriological contamination and heavy metal concentrations were checked sporadically. Heavy metal concentrations was assessed in mussels. Lead and mercury were found to be below acceptable levels (0,007+/-20% mg/kg and 0,010+/-20%, tested one time) yet cadmium was over acceptable limits two of the three times tested (0,94+/-20% mg/kg – 2,76+/-20% mg/kg) and should be investigated further. Monitoring of potentially toxic phytoplankton species shows that abundance of <i>Alexandrium sp.</i> and <i>Dinophysis sp.</i> may have been over acceptable limits during the time tested, but species were not identified. The main result are that the area seems to be suitable for mussel farming because larval settlement was successful, mussel reached market size in about two year and bacteriological contamination was below acceptable levels. Heavy metal concentration must be further analyzed because of the high levels of cadmium measured. Yet harvesting mussels must performed with caution because of high abundances of potentially toxic <i>Alexandrium sp.</i> and <i>Dinophysis sp.</i> were found from the early spring until the autumn every year. Toxin measurements with HP-LC from year 2011 confirm that PSP were present and over limits but DSP and ASP was present but under toxin limits.</p>		
Keywords:	<i>Blue mussel (Mytilus edulis), mussel farming in Iceland, toxic algae</i>		

Efnisyfirlit

1. Inngangur.....	23
1.1 Kræklingarækt	23
1.2 Líffræði kræklinga	24
1.2.1 Fyrsta áseta.....	25
1.2.2 Önnur áseta	25
1.3 Lirfusöfnun	26
1.4 Eiturþörungur	26
2.5.1 <i>Alexandrium</i> spp.....	27
2.5.2 <i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	27
2.5.3 <i>Dinophysis</i> spp.	28
1.5 Aðrir umhverfispættir.....	28
2.0 Efni og aðferðir	29
2.1 Kræklingalirfur	30
2.1.1 Sýnasöfnun	30
2.1.2 Talning á lirfum.....	31
2.1.3 Útreikningar.....	31
2.2 Eiturþörungur	31
2.2.1 Háfsýni.....	31
2.2.2 Talningarsýni.....	31
2.2.3 Smásjárskoðun og talning.....	31
2.4 Blaðgræna	31
2.5 Aðrir umhverfispættir og mælingar	32
2.6 Mælingar á þörungaeitri.....	32
3.0 Niðurstöður	33
3.1 Kræklingalirfur	33
3.2 Útsetning kræklingalína.....	36
3.3 Eiturþörungur	40
3.3.1 <i>Alexandrium</i> Spp.....	40
3.3.2 <i>Dinophysis</i> Spp.....	43
3.3.3 <i>Pseudonitzschia</i> Spp.	45
3.4 Hitastig, selta og sjóndýpi.....	48
3.5 Blaðgræna	54
3.6 Örveru og kadmín-mælingar	57
3.7 Mælingar á þörungaeitri.....	59

3.7.1 PSP þörungaeitur	59
3.7.2 DSP þörungaeitur	60
3.7.3 ASP þörungaeitur	61
4.0 Umræður	62
4.1 Kræklingalirfur	62
4.2 Eiturþörungur og mælingar á þörungaeitri	62
4.3 Hitastig og selta	63
4.4. Blaðgræna og vöxtur línum	63
4.5. Örveru og kadmín-mælingar	64
4.7 Niðurstæða og lokaorð	64
5. Heimildaskrá	66
6. Viðaukar	68

Myndaskrá

Mynd 1. Ferli fyrir ræktun og uppskeru á krækling (www.fao.org)	23
Mynd 2. Kræklingur og fæðunám	24
Mynd 3. Lífsferli kræklinga (Thorarinsdóttir, 2007)	25
Mynd 4 Kræklingalirfur	26
Mynd 5. <i>Alexandrium tamarens</i>	27
Mynd 6. <i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	27
Mynd 7. <i>Dinophysis</i> þörungur	28
Mynd 8 Sýnatökustaðir í Miðfirði	29
Mynd 9 Sýnishorn af Jellett eiturprófi	33
Mynd 10 Fjöldi kræklingalirfa í Miðfirði 2010	34
Mynd 11 Fjöldi kræklingalirfa Útíbleiksstöðum 2011	35
Mynd 12 Fjöldi kræklingalirfa í Útíbleiksstöðum 2012	36
Mynd 13. Kræklingalínurnar við Útíbleiksstaði í byrjun janúar 2011	38
Mynd 14 Vöxtur kræklinga á tilraunalínum í Miðfirði 2010-2012	40
Mynd 15. Fjöldi <i>Alexandrium</i> eiturþörungum 2010	41
Mynd 16. Fjöldi <i>Alexandrium</i> eiturþörungum 2011	42
Mynd 17 Fjöldi <i>Alexandrium</i> eiturþörungum 2012	43
Mynd 18 Fjöldi <i>Dinophysis</i> eiturþörungum 2010	44
Mynd 19 Fjöldi <i>Dynophysis</i> eiturþörungum 2011	44
Mynd 20 Fjöldi <i>Dynophysis</i> eiturþörungum 2012	45
Mynd 21. Fjöldi <i>Pseudo-nitzschia</i> eiturþörungum 2010	46
Mynd 22 Fjöldi <i>Pseudo-nitzschia</i> eiturþörungum 2011	47
Mynd 23 Fjöldi <i>Pseudo-nitzschia</i> eiturþörungum 2012	47
Mynd 24 Hitastig sjávar Útíbleiksstöðum 2010	48
Mynd 25. Hitastigsfrávik Útíbleiksstaða 2010	49
Mynd 26 Seltumælingar Útíbleiksstöðum 2010	49
Mynd 27 Hitastig sjávar Útíbleiksstöðum 2011	50
Mynd 28 Hitastigsfrávik Útíbleiksstaða 2011	51
Mynd 29 Seltumælingar Útíbleiksstöðum 2011	51
Mynd 30. Hitastig sjávar Útíbleiksstöðum 2012	52
Mynd 31 Hitastigsfrávik Útíbleiksstaða 2012	53

Mynd 32 Seltumælingar á Útbleiksstöðum 2012	54
Mynd 33 Bláðgrænumælingar 2010.....	55
Mynd 34 Bláðgrænumælingar 2011.....	55
Mynd 35 Bláðgrænumælingar 2012.....	56
Mynd 36. Þröngt á þingi, kræklingur á spotta.....	63

Töfluskrá

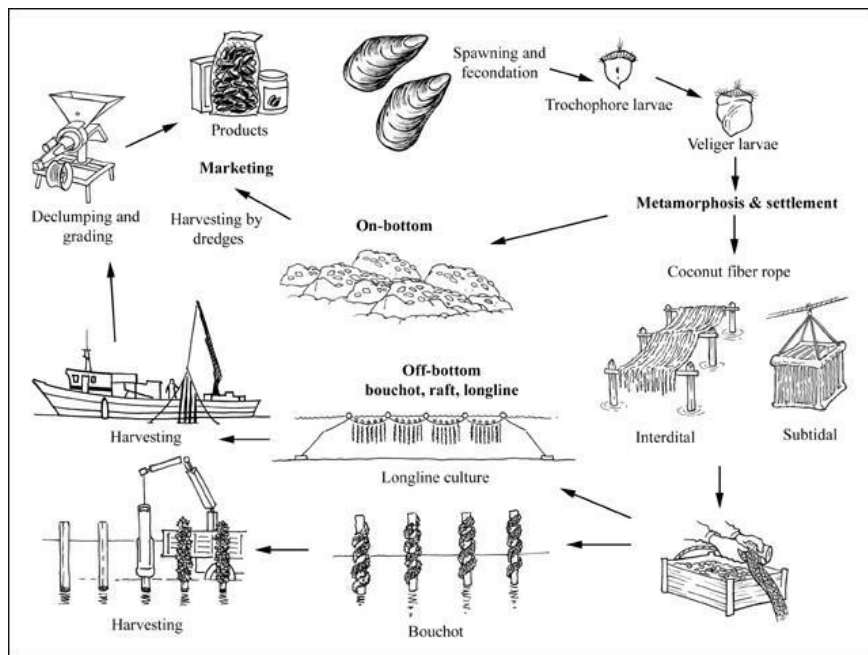
Tafla 1. Viðmiðunarmörk um fjölda eiturbörunga úr sjó samkvæmt Hafró.....	27
Tafla 2. Yfirlit yfir sýnatöku á Miðfirði 2010-2012.....	29
Tafla 3 Yfirlit yfir mismunandi eiturspróf sem notuð voru	32
Tafla 4. Stærð og fjöldi kræklingalirfa í Miðfirði árið 2010.....	34
Tafla 5 Stærð og fjöldi kræklingalirfa í Miðfirði árið 2011.....	35
Tafla 6 Stærð og fjöldi kræklingalirfa í Miðfirði árið 2012.....	36
Tafla 7. Niðurstöður úr mælingum á örverum í sjó og kræklingi úr Miðfirði	57
Tafla 8 Niðurstöður þungmálmamælinga	58
Tafla 9 Mælingar á PSP þörungaeitri 2011	59
Tafla 10 Mælingar á DSP þörungaeitri 2011.....	60
Tafla 11 Mælingar á ASP þörungaeitri 2011.....	61

1. Inngangur

1.1 Kræklingarækt

Áhugi manna á kræklingarækt hefur aukist mikið á síðustu árum og hefur nokkur fjöldi aðila staðið fyrir því sem mætti kalla tilraunarækt á nokkrum stöðum við landið. Það er óhætt að segja að tilraunir þessar hafi ekki gengið áfallalaust fyrir sig, svo ekki sé meira sagt, og má þar m.a. um kenna takmarkaðri þekkingu á umhverfispáttum og uppsetningu ræktunarbúnaðar og skorti á rannsóknum og þjónustu. Margt bendir til þess að skilyrði séu til staðar til þess að kræklingarækt geti orðið arðbær atvinnugrein á Íslandi. Má í því sambandi nefna að við Ísland er nægjanlegt rými til þess að byggja upp umfangsmikla ræktun. Heilnæmi ræktunarsvæða er almennt betra hér en í mörgum samkeppnislandi og þykja gæði Íslensks krækklings almennt góð og jöfn yfir árið. Þá fellur uppskerutími á Íslandi einkar vel að sveiflum í framboði annarsstaðar frá.

Heildarframleiðsla krækklings í heiminum var árið 2005 um tvær milljónir tonna. Helstu markaðir fyrir krækling í Evrópu eru í Frakklandi en þangað eru árlega flutt inn á milli 40 og 50 þúsund tonn. Til Belgíu, Bandaríkjana, Ítalíu, Þýskalands og Hollands nemur innflutningur á bilinu 20 til 30 þúsund tonn (Pálsson et.al, 2009).

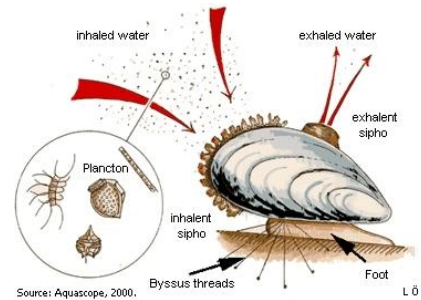


Mynd 1. Ferli fyrir ræktun og uppskeru á krækling (www.fao.org)

Kræklingarækt þykir í senn umhverfisvæn atvinnugrein sem einnig er líkleg til þess að hafa jákvæð áhrif á atvinnuuppbyggingu á landsbyggðinni. Aðferðirnar sjálfar við ræktunina eru í raun einfaldar og hafa verið þekktar í árhundruð. Svokölluðum lírfusöfnurum, gjarnan línun/köðlum (stólpar í Frakklandi), er komið fyrir á heppilega staði í sjónum og nátturuleg áseta kræklingalirfa á sér svo stað yfir sumar og haustmánuði. Þegar skeljarnar fara að vaxa eru þær gjarnan teknar af söfnurum, stærðarflokkaðar og komið fyrir í einskonar netsokkum þar sem þær taka út restina af vaxtarferlinum. Við hagstæð skilyrði ætti að vera hægt að ná skel í hæfilega stærð til uppskeru á 2 árum. Á mynd 1 má sjá nokkuð dæmigert ferli kræklingaræktar.

1.2 Líffræði kræklinga

Kræklingur (*Mytilus edulis*), einnig nefndur bláskel, er skelfiskur (samloka) af ætt sæskelja og er líffræði tegundarinnar nokkuð vel þekkt. Lokur skeljanna hafa jafna lögun og stærð og er haldið saman af sterkum samdráttarvöðva sem staðsettur er á aftari hluta skeljanna. Þessi vöðvi heldur skelinni þétt saman þegar hún verður fyrir ágangi eða hnjaski eða er tekin upp úr sjó, annars er hún opin. Fæðunám og öndun á sér stað með flæði af sjó yfir



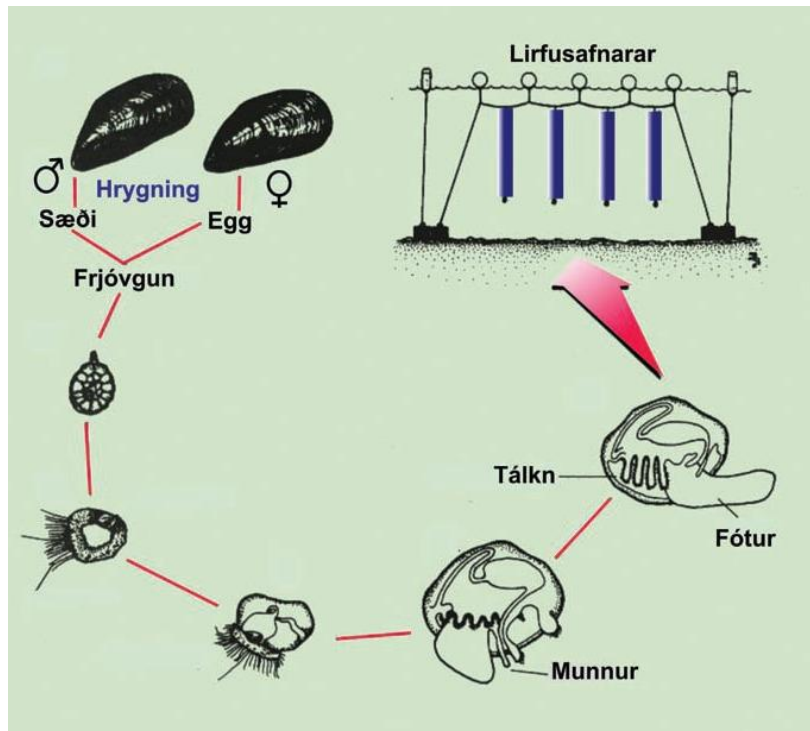
Mynd 2. Kræklingur og fæðunám.

tálkinn og eru fæðuagnir síðar frá með bifhárnum sem eru staðsett á tálknunum (Beaumont et al., 2004). Flæði sjávar er stjórnað af möttli sem klæðir skelina að innan og getur kræklingur dælt allt að 4 lítrum af sjó á klukkustund. Uppistaðan í fæðu kræklinga eru ýmsir svifþörungar en einnig skipta lífrænar leifar og grugg miklu máli (Karayücel and Karayücel, 2000). Eitt mikilvægasta líffæri kræklinga er fóturinn (Mynd 2) en hann gerir kræklingnum kleift að festa sig með spunaþráðum á fast yfirborð. Lífveran getur svo slitið eða spunnið nýja þræði að vild og hefur því nokkra möguleika á því að færa sig til lendi hún í óhentugum umhverfisaðstæðum. Þessi eiginleiki er sérstaklega mikilvægur í sambandi við kræklingarækt.

Kræklingur hefur aðskilin kyn, þó ekki sé neinn líkams- eða myndunarfræðilegur munur á milli kynja og því ekki hægt að greina það á lokaðri skel. Þroskun svilja og eggja fara fram í kynkirtlum sem staðsettir eru í möttlinum. Jafnvel í kynþroska dýrum, þar sem möttulholið er fullt af kynfrumum, er ekki alltaf auðvelt að sjá hvort um kven- eða karldýr er að ræða. Oftast er þó hægt að sjá það á lit dýranna þar sem kvendýrið hefur yfirleitt appelsínugula kynkirtla en karldýrið rjómalitaða (Thorarinsdóttir et al., 2007).

Hrygning á sér yfirleitt stað að sumri til en virðist geta dregist fram á haustið. Hitastig er talinn vera aðeins einn af mörgum þáttum sem stjórna hrygningu kræklinga. Aðrir þættir, s.s. þörungablómi (fæðuframboð), öldur, straumar, veðurfar og selta geta hugsanlega skipt máli. Á Nýfundnalandi fer hrygning yfirleitt fram frá júní til september þegar sjávarhiti er 12- 18°C (Beaumont et al., 2004). Á Prince Edwards eyju í Kanada gerist þetta hinsvegar yfirleitt við lægra hitastig, oft undir 10°C (Bernard et al., 1997). Á Íslandi má reikna með að hrygning geti farið fram við enn lægra hitastig, en ekki hafa farið fram miklar rannsóknir þessu tengdu. Rannsóknir Guðrúnar Þórarinsdóttur (Thorarinsdóttir, 1996, Thorarinsdóttir & Gunnarsson, 2003) benda þó til þess að þetta sé nokkuð breytilegt milli ára. Árið 1986 hófst hrygning kræklinga í Hvalfirði í júní þegar sjávarhiti var 8°C. Árið 1987 hófst hrygning á sama tíma en þá við 10°C. Árið 1986 stóð hrygning fram í miðjan ágúst, en árið 1987 fram í lok júlí. Í rannsókn Guðrúnar og Karls Gunnarssonar (2003), sem náði yfir Breiðafjörð annarsvegar og Mjóafjörð hinsvegar, kom fram að þroskun kynkirtla hófst á mismunandi árstímum á þessum tveimur stöðum þó hrygning hafi farið fram á svipuðum tíma. Í þeirri rannsókn kom hinsvegar í ljós að þó hrygning hafi hafist í júní, lauk henni ekki að fullu fyrr en í nóvember. Í gögnum úr Steingrímsfirði frá 2010 sést að holdfylling skelja minnkar nokkuð um miðjan júní það ár, sem er merki um að hrygning hafi farið af stað á þeim tíma við 8°C (Pálson, 2010). Óbirt gögn frá BioPol ehf. á Skagaströnd benda til þess að hrygning geti hafist jafnvel enn fyrr og að um fleiri hrygningartoppa geti verið að ræða (Jónasson, 2009). Sé það raunin, gæti það reynst afskaplega mikilvægt fyrir kræklingaræktendur þar

sem það gæti gefið möguleika á styttingu ræktunartíma um jafnvel heilt ár. Því er mikilvægt að hefja vöktun lirfa mun fyrr á vorin en tíðkast hefur.



Mynd 3. Lífsferli kræklinga (Thorarinsdóttir, 2007)

Lífsferil kræklinga má sjá á mynd 3. Tveimur dögum eftir að egg hafa frjóvgast myndbreytast kímfrumurnar yfir í svokallaðar seglberalirfur (veliger larvae) sem eru sviflægar í sjónum og berast því með hafstraumum. Þær má þekkja á áberandi „D-lögun“. Í háfsýnum fer gjarnan að bera á seglberalirfum þegar þær hafa náð um 100-200 μm stærð. Eftir um 3 vikur hafa lirfurnar myndbreytast á stig sem kallast *pediveliger* stig. Þá hefur fóturinn á þeim þroskast, móta fer fyrir skel (prodissoconch) og þær fara að þróa með sér fastmótaðra næringarnám. Á þessu stigi eru lirfurnar 200- 300 μg og greinilegur augndepill einkennir þær (Mynd 4).

1.2.1 Fyrsta áseta

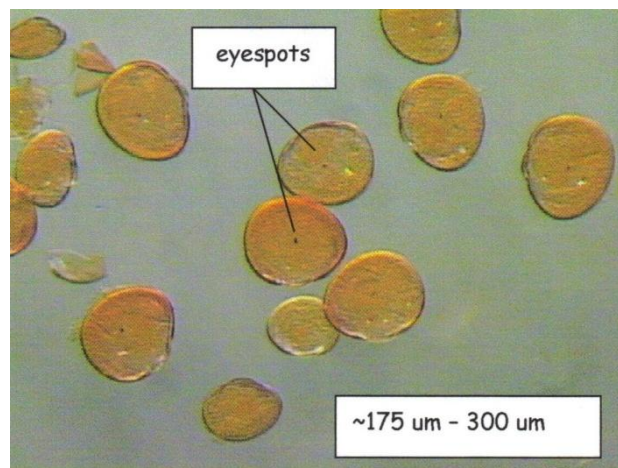
Þegar seglberalirfur (200- 300 μm á lengd) finna hentugan stað til að setjast á, t.d á ræktunarbönd kræklingabænda. Á þeim tímapunkti fer „seglid“ (velum) að hverfa og lirfan fer að framleiða spunapræði. Þær festa sig við yfirborðið og fara að myndbreytast, skelin fer að líkjast því sem þekkist hjá fullvaxta kræklingi. Á þessum tímapunkti er gjarnan talað um ásætu á ræktunarböndum, á ensku spat. Lirfurnar geta seinkað myndbreytingu um 5-6 vikur finni þær sér ekki hentugan stað til að setjast á.

1.2.2 Önnur áseta

Áseta á söfnurum eða öðru undirlagi getur fært sig úr stað, þ.e sleppt spunapræðum og myndað nýja á víxl. Þetta á einkum við ef aðstæður hafa ekki verið nægilega hagstæðar fyrir lirfurnar. Lirfur sleppa þá takinu og nýta sér spunapræðina og fótinn sem einskonar segl til að bera sig með hafstraumum þar til þær finna heppilegra búsvæði. Þetta er talið geta gerst í allt að 8 mánuði frá fyrstu ásetu og þar til lirfurnar hafa náð 3mm stærð (Beaumont et al., 2004).

1.3 Lirfusöfnun

Það er ljóst að mjög mikilvægt er að finna þá staði innan ræktunarsvæða þar sem lirfurek er mest og gefur það yfirleitt vísbendingar um hvar best er að setja út lirfusafnara. Ekki er víst að þeir staðir séu heppilegir til að setja út sjálf ræktunarböndin. Því er ekki óalgengt að menn safni lirfum á einum stað en staðsetji ræktunarbönd á öðrum. Þarna koma aðrir umhverfispættir inn í spilið, m.a. hitastig, selta og næringarframboð. Til að fá sem besta ásetu á lirfusafnarana þarf að tímasetja útsetningu þeirra vel. Ef safnarar eru settir út á röngum tíma eykur það líkur á óheppilegri ásetu, s.s. krossfiskalirfum, sem seinna éta kræklinginn, slíi og þörungum (Macneill et al., 2000). Gjarnan er miðað við að heppilegt sé að setja út kræklingalirfusafnara þegar u.þ.b. 50% af kræklingalirfum í svifinu hafa náð 200 μm stærð (Mynd 4). Það er talin vera sú stærð þar sem lirfurnar leita sér staða til að setjast. Á Íslandi er sem fyrr segir talið að þetta gerist yfirleitt frá júní og fram á haustið en frekari rannsókna er þörf. Einnig fer hrygning kræklinga eftir umhverfisaðstæðum, s.s. hita og næringarflæði sem getur verið mjög breytilegt milli ára og því er mjög mikilvægt að vakta vel lirfusvif til að ná sem bestum árangri við söfnun.



Mynd 4 Kræklingalirfur

1.4 Eiturþörungur

Plöntusvif, eða svifþörungur eru þær lífverur sem eru neðst í fæðukeðjunni og eru aðal fæða síara, s.s. lindýra og samloka, t.d. kræklinga. Vöxtur þörunganna er því undirstaða þess að hægt sé að rækta skelfisk. Í sjónum finnast margar tegundir ólíkra svifþörunganna og eru þeir flestir af hinu góða. Þó geta vissar tegundir undir ákveðnum kringumstæðum framleitt eitur sem þá sest í þær lífverur sem síja sjó eða nærast á þeim. Kræklingur getur því tekið upp mikið eitur. Þó skelfiskurinn sjálfur líti út fyrir að vera heilbrigður getur eitrun af völdum ákveðinna þörunganna verið það mikil að fólk verði alvarlega veikt eða deyri neyti það skelfisksins.

Á Íslandi hefur eftirlit með eiturþörungum verið í umsjá Hafrannsóknarstofnunar og viðmiðunarmörk á hámarks fjölda ákveðinna þörunganna í sjó gefin út til leiðbeiningar fyrir neyslu á skelfisk fyrir ákveðin svæði. Helstu tegundir þörunganna sem vaktaðar eru hafa verið; *Dinophysis* spp., *Alexandrium* spp. og *Pseudo-nitzschia* spp. Fari fjöldi eitraðra þörunganna yfir viðmiðunarmörk er varað við neyslu kræklinga frá viðkomandi svæði (Tafla 1.)

Tafla 1. Viðmiðunarmörk um fjölda eiturbörunga úr sjó samkvæmt Hafró

Tegund	Fjöldi fruma í líter	Tegund eiturs
<i>Dinophysis</i> spp.	500	DSP
<i>Dinophysis norvegica</i>	1000	DSP
<i>Dinophysis acuta</i>	500	DSP
<i>Dinophysis acuminata</i>	500	DSP
<i>Phalocroma rotundatum</i> (áður <i>dinophysis</i>)	1500	DSP
<i>Alexandrium ostenfeldi</i>	40	PSP
<i>Alexandrium tamerensins</i>	40	PSP
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>	100.000	ASP
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	200.000	ASP
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	200.000	ASP

2.5.1 *Alexandrium* spp.

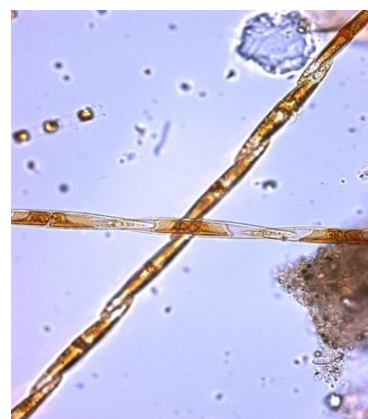
Af eitruðum þörungum sem finnast við Ísland veldur skorubörungurinn *Alexandrium* einna mestum áhyggjum. Þörungurinn framleiðir saxitoxin (taugaeitur) sem veldur lómunarveiki PSP (Paralytic Shellfish Poisoning). Getur valdið ógleði, uppköstum, svima, doða við varir og tungu og í verstu tilfellum öndunarerfiðleikum, lömun og dauða.



Mynd 5. *Alexandrium tamerens*

2.5.2 *Pseudo-nitzschia* spp.

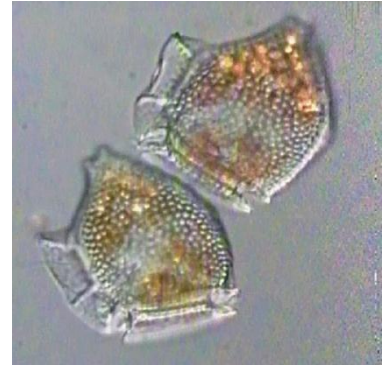
Pseudo-nitzschia er eini kísilþörungurinn sem getur verið eittraður við Ísland. Tegundin blómstrar yfirleitt um vor eða sumar en getur fundist nánast allt árið. Þær tegundir *Pseudo-nitzschia* sem eru eittraðar framleiða domoic sýru sem getur valdið óminniseitrun, Amnesic Shellfish Poisoning (ASP). Einkenni eitrunar eru meltingatruflanir, taugatruflanir svo sem ruglingur, minnisleysi, mikill höfuðverkur og flogaköst. Getur valdið dauða.



Mynd 6. *Pseudo-nitzschia seriata*

2.5.3 *Dinophysis* spp.

Til eru yfir 200 tegundir af ættkvíslinni *Dinophysis* en aðeins 8 af þeim eru taldar eittraðar. Hafrannsóknarstofnun Íslands hefur sérstaklega fylgst með 3 af þeim (sjá töflu 1). Þörungar af þessari tegund framleiða okadaic sýru og dinophysistoxin (DTX-1) og valda þeir DSP eitrun (Diarrhetic Shellfish Poisoning). Áhrif eitrunar eru yfirleitt magaverkir, ógleði, svefnhöfgi en dauðsföll hafa ekki verið rakin til eitrunar af völdum *Dinophysis*.



Mynd 7. *Dinophysis* þörungar

1.5 Aðrir umhverfispættir

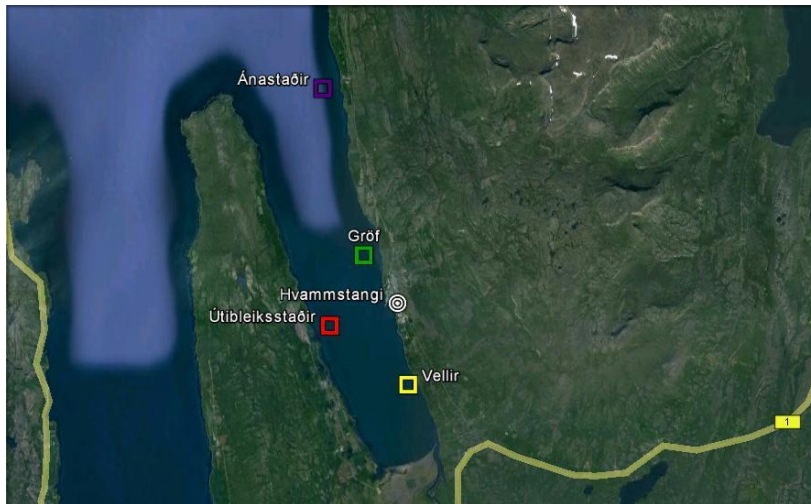
Víxlverkun hitastigs, seltu og fæðu eru mjög flókin og erfitt að mæla hvaða þáttur hefur mest áhrif á vöxt kræklinga. Þó hafa niðurstöður nokkurra rannsókna bent til þess að tiltæk fæða skipti meira máli en hitastig (Page and Hubbard, 1987, Camacho et al., 1995). Það er hinsvegar mjög mikilvægt að sem minnstar sveiflur séu í umhverfinu því miklar breytingar á seltu og hitastigi geta valdið stressi og haft neikvæð áhrif á vöxt og viðkomu kræklinga (Brenko and Calabrese, 1969, Paul Chapple et al., 1997).

Annar mikilvægur þáttur í vöktunum sem þessum eru mælingar á örverumengunum og þungmálmum. Þar sem kræklingur eru sírar geta mælst í þeim há gildi ýmissa mengunarefna og er tegundin stundum notuð sem mælikvarði á mengun strandsvæða (Izquierdo et al., 2003). Alla jafna er heilnæmi strandsvæða á Íslandi gott og saurkólímengun og örverumengun því líklega ekki vandamál. Þó hefur kadmín mælst í miklu magni í skel, m.a. í Arnarfirði, en það á líklega upptök sín í berggrunni en er ekki raunveruleg mengun (Gunnarsson et al., 2004). Þessa þætti er mikilvægt að skoða áður en farið er af stað með stóra ræktun á ákveðnum svæðum.

2.0 Efni og aðferðir

Á fyrsta verkefnaári voru þrír staðir innan Miðfjarðar skoðaðir (Mynd 8):

Gröf	(N65.24.33 og V20.57.56)	Gröf
Útíbleiksstaðir	(N65.23.87 og V20.56.00)	Útíbleiksstaðir
Vellir	(N65.22.16 og V21.32.92)	Vellir



Mynd 8 Sýnatökustaðir í Miðfirði

Á öðru og þriðja verkefnaári einskorðaðist sýnatakan við Útíbleiksstaði (N65.23.87 og V20.56.00)

Alls var farið í 57 sýnatökuferðir á tímabilinu 07.04.2010 og fram til 28.09.2012 (Tafla 2).

Tafla 2. Yfirlit yfir sýnatöku á Miðfirði 2010-2012

		Gröf	Útíbleiksstaðir	Vellir
<i>Dagsetning</i>				
07/04/10			X	X
26/04/10			X	X
07/05/10			X	X
19/05/10			X	X
03/06/10			X	X
09/06/10			X	X
18/06/10			X	X
28/06/10			X	X
12/07/10	X		X	X
19/07/10	X		X	X
27/07/10	X		X	
04/08/10	X		X	X
11/08/10	X		X	X
25/08/10	X		X	X
03/09/10	X		X	X
13/09/10	X		X	X

08/10/10		X	X	X
10/11/10		X	X	X
05/01/11		X	X	X
29/03/11			X	
19/04/11			X	
06/05/11			X	
13/05/11			X	
25/05/11			X	
03/06/11			X	
06/07/11			X	
13/07/11			X	
21/07/11			X	
28/07/11			X	
04/08/11			X	
09/08/11			X	
19/08/11			X	
25/08/11			X	
01/09/11			X	
09/09/11			X	
17/04/12			X	
27/04/12			X	
07/05/12			X	
18/05/12			X	
24/05/12			X	
01/06/12			X	
08/06/12			X	
21/06/12			X	
29/06/12			X	
05/07/12			X	
12/07/12			X	
19/07/12			X	
26/07/12			X	
31/07/12			X	
09/08/12			X	
15/08/12			X	
24/08/12			X	
30/08/12			X	
05/09/12			X	
14/09/12			X	
19/09/12			X	
28/09/12			X	

2.1 Kræklingalirfur

2.1.1 Sýnasöfnun

Kræklingalirfusýni voru tekin yfir allt tímabilið. Háfur, 30 cm í þvermál og með 15 µm möskva var látinn sökkva niður á 20 metra dýpi áður en hann var dreginn varlega upp aftur (ca. 0,5 metra/sek). Eftir inn-halið var háfurinn síðan skolaður varlega með sjó og sprautukönnu og sýnið sett í plastfötu. Þetta var endurtekið einu sinni. Því næst var innihaldi fötunar hellt á sigti með 90 µm möskva og skolað vel með sprautukönnu og sjó. Eftir að sýnið hafði verið sigtað var það sett í 180 ml plastdós og

varðveitt með formalíni sem hafði verið bufferað með boraxi. Rúmmál sýnis var haft því sem næst 100 ml.

2.1.2 Talning á lirfum

Plastdós með sýni var velt varlega í hringi, 10 sinnum í hvora átt til að fá góða blöndun á lirfum og svifi. Dós var síðan opnuð og 1 ml tekin upp með sprautu úr miðju glasi og því sem næst botni. Sýni var því næst sett á Sedgewick-Rafter Cell S50(microlitre) talningagler með reitum og undir Olympus SZX-16 víðsjá þar sem lirfur voru taldar og stærðarmældar. Talið var þrisvar sinnum úr hverri dós (3x 1 ml) til að fá sem nákvæmasta mælingu.

2.1.3 Útreikningar.

Til finna út hversu margar lirfur var að finna í per/líter sjó var byrjað á því að finna hvað mikið rúmmál af sjó háfurinn (30 cm þvermál) síar í hverju togi og margfalda það upp fyrir 2 tog:

$$Rúmmál\ sýnatöku = (r^2 \times \pi \times dýpi) * 2$$

$$20m(0,2m \times 0,2m \times 3,14)2 = 5,024\ m^3 = \underline{5.024\ lítrar}$$

Eftir að talið hafði verið 3x úr hverju sýni var tekinn meðalfjöldi lirfa/ml og margfaldað upp með heildarrúmmáli sýnis. Þá er hægt að reikna heildarfjölda kræklingalirfa/líter sjó á hverjum tíma.

2.2 Eiturbörungar

Til að leggja mat á fjölda og tegundasamsetningu þörunga var safnað háfsýnum og talningarsýnum. Háfsýni innihalda mikið magn af þörungum og eru notuð til glöggvunar á fjölbreytileika þörunga á hverjum tíma fyrir sig. Talningarsýni eru tekin beint svo hægt sé að leggja nákvæmt mat á fjölda ákveðinna þörunga í sjó.

2.2.1 Háfsýni

Háfur sem er 40 cm í þvermál og með 15 µm möskva var látinn síga niður á 5 metra dýpi áður en hann var dreginn hægt upp aftur (ca. 0,5 m/sek). Háfur var því næst skolaður að utan, innihald hans sett í 30 ml brúnt sýnatökuglas úr gleri og 0,3 ml af bufferuðu formalíni bætt út í.

2.2.2 Talningarsýni

Sýni var tekið á 1 meters dýpi með Niskin sjósýnataka frá KC-Denmark. Þá var 100 ml af sýninu sett í brúna sýnatökuflošku úr gleri og 1 ml af Lugols joðlausn bætt út í til að sýnið varðveittist.

2.2.3 Smásjárskoðun og talning

Talningar á eiturbörungum fóru fram eftir aðferð Utermöhl (1931) með snúinn smásjá (Olympus IX-51). Háfsýni voru sett í 10 ml sethólka (Hydro-Bios settling chambers) og talningarsýni sett í 50 ml hólka og látin setjast yfir nótt. Byrjað var á því að skoða háfsýni til að meta fjölbreytileika þörunga hverju sinni og skrá niður helstu tegundir. Þegar vart varð við eittraða þörunga í háfsýnum voru allir eittraðir þörungar í talningarsýnum taldir. Ekki var gerður greinarmunur milli undirtegunda í þörungatalningum.

2.4 Blaðgræna

Góður mælikvarði á heildarmagn þörunga, og þar með á tiltækri fæðu fyrir krækling, fæst með mælingum á blaðgrænu (Thorarinsdóttir, 1996). Sýni voru tekin á öllum stöðum á 2 mismunandi

dýpum í hverri ferð. Sýni var tekið á 5 og 15 meters dýpi með Niskin sjósýnataka og sett í plastflöskur á ís í kælibox. Þegar komið var í land voru sjósýnin síuð í gegnum glerfilter (Watman GF/F 47 mm), filterar þerraðir og komið fyrir í -80°C frystiskáp. Útdráttur og mælingar á blaðgrænu fóru fram hjá Sjávarrannsóknasetrinu Vör í Ólafsvík á sýnum sem tekin voru fram til ágúst 2010. Eftir þann tíma fóru þær mælingar fram hjá BioPol ehf.

2.5 Aðrir umhverfisþættir og mælingar

Í október 2010 var komið fyrir sjálfvirkum hitastigs og seltumælum við Gröf, Útibleiksstaði og Velli. Mælunum, sem voru af tegundinni Star-Oddi DST CTD, var komið fyrir á 5 metra dýpi. Þessar mælingar gengu ekki áfallalaust fyrir sig og á endanum náðist aðeins einn mælir á land. Sá mælir var slægður upp af snurvoðarbátnum Hörpu í júní. Eftir að sá mælir kom á land var hann endurstilltur og komið út við Útibleiksstaði. Einnig voru framkvæmdar sniðmælingar á hitastigi og seltu með sondu (YSI 30 Salinity Conductivity Temperature) á mismunandi dýpum í hverri sýnatökuferð (1, 3, 10, 15 og 20 metrar). Jafnframt voru tekin sjó og kræklingasýni yfir rannsóknatímann til þess að meta magn örvera í sjó og kræklingi. Einnig voru kræklingasýni notuð til að mælinga á þungmálmum.

2.6 Mælingar á þörungaeitri

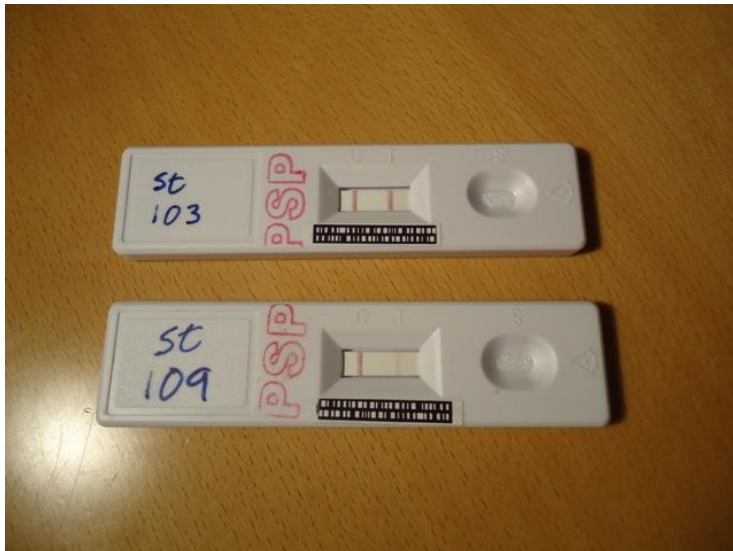
Í verkefninu voru prófaðar og bornar saman mismunandi mælingaraðferðir á þörungaeitri í skelfiski niðurstöðurnar voru síðan bornar saman við gögn um fjölda þörungna af hverri tegund fyrir sig. Segja má að hægt sé að skipta slíkum mælingum í 3 stig eftir gæðum og umfangi aðferðanna (Tafla 3).

Ekki verður farið út í nákvæma aðferðarfræði við hverja mælingu fyrir sig en fylgt var mjög nákvæmlega leiðbeiningum sem fylgdu hverju prófi fyrir sig. Á mynd 9 má hinsvegar sjá sýnishorn af Jellett prófum þar sem annað gefur til kynna að kræklingur hafi verið eittraður en hitt að um hreint sýni hafi verið að ræða.

Skelfiski var komið fyrir í búi við Útibleiksstaði á 5-7m dýpi (eftir veðri og straumum) og um 40-50 skeljar voru teknar í hverri sýnatökuferð til þess að nota við eiturmælingar. Skelfiskurinn var í öllum tilfellum hreinsaður, hakkaður og hakkið fryst fyrir notkun við mælingar á eitri.

Tafla 3 Yfirlit yfir mismunandi eitupróf sem notuð voru

Eitur	Tegund	Framleiðandi
ASP	Óléttupróf/skyndipróf	Jellett
	ELISA	BioSense Laboratories
	LCMS Massagreininir	Marine Scotland
DSP	Óléttupróf/skyndipróf	Jellett
	PP2A (Protein phosphatase 2)	ZEU Immunotec
	LCMS Massagreininir	Marine Scotland
PSP	Óléttupróf/skyndipróf	Jellett
	ELISA	r-BioPharm
	HPLC Massagreininir	Marine Scotland

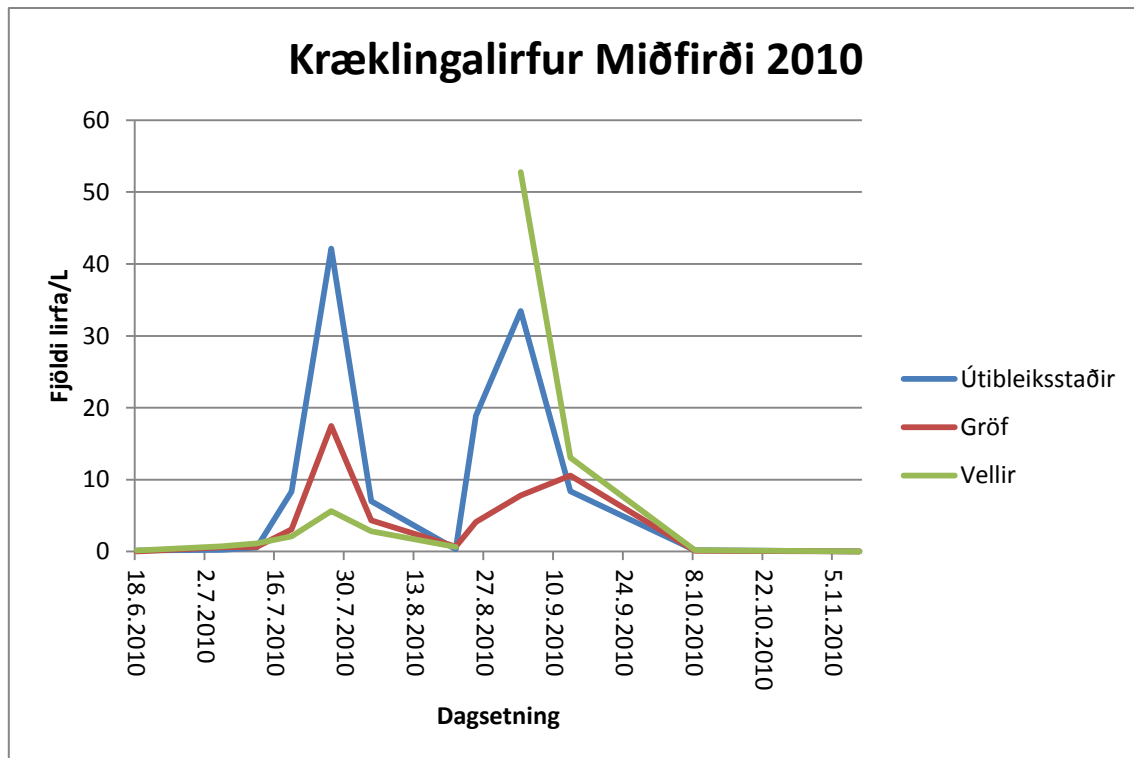


Mynd 9 Sýnishorn af Jellett eiturprófi

3.0 Niðurstöður

3.1 Kræklingalirfur

Á mynd 9 má sjá hvernig magn kræklingalirfa í Miðfirði var á þremur sýnatökustöðum árið 2010. Myndin sýnir að árið 2010 má gera ráð fyrir að tveir toppar hafi átt sér stað í magni lirfa í sjó. Fyrri í kringum lok júlí og sá seinni í lok ágúst eða byrjun september. Talsverður munur kemur fram í magni lirfa á milli stöðva innan fjarðarins en í fyrri toppnum er mest magn á Útibleiksstöðum en í seinni toppnum kemur mest magn fram að Völlum. Einnig má sjá að mesta magn sem mældist var yfir 50 lirfur/líter.



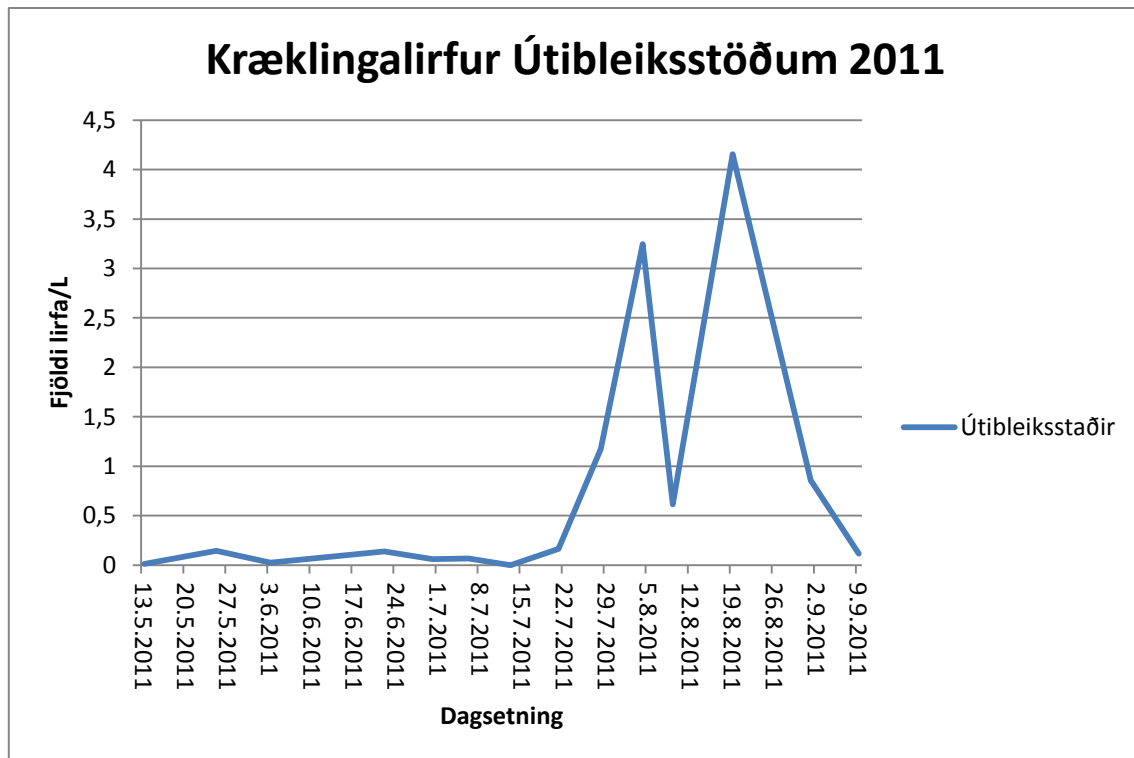
Mynd 10 Fjöldi kræklingalirfa í Miðfirði 2010

Í töflu 3 má sjá hvernig stærð kræklingalirfa þróaðist eftir því sem að leið á árið 2010. Sjá má að uppúr miðjum júlí var hlutfall lirfa, yfir 200µm, á öllum sýnatökustöðum komið yfir 50%. Einnig má sjá að við Gröf og Útibleiksstaði hélst það ástand í um tveggja vikna skeið en að Völlum var umrætt hlutfall yfir 200 µm samfleytt í fjórar vikur. Sambærilegt ástand kom einnig fram að Völlum í byrjun október en þá var magn þeirra hins vegar mjög lítið í samanburði við það sem hafði verið nokkru áður.

Gröf												
Dagsetning:	18.06.10	05.07.10	12.07.10	19.07.10	27.07.10	04.08.10	21.08.10	25.08.10	03.09.10	13.09.10	08.10.10	10.11.10
Hlutfall yfir 200µm:	-	23,30%	13,30%	60%	83,30%	43,30%	36,70%	16,67%	13,33%	20%	14,30%	-
Áætlaður fjöldi lirfa/liter:	0	0,61	0,64	3,11	17,47	4,34	0,7	4,12	7,8	10,55	0,103	0
Útibleiksstaðir												
Dagsetning:	18.06.10	05.07.10	12.07.10	19.07.10	27.07.10	04.08.10	21.08.10	25.08.10	03.09.10	13.09.10	08.10.10	10.11.10
Hlutfall yfir 200µm:	25%	9,50%	3,30%	56,70%	80%	33,30%	36,80%	6,67%	0%	10%	33,30%	0%
Áætlaður fjöldi lirfa/liter:	0,16	0,24	0,56	8,34	42,11	6,99	0,32	18,91	33,47	8,4	0,2	0,03
Vellir												
Dagsetning:	18.06.10	05.07.10	12.07.10	19.07.10	27.07.10	04.08.10	21.08.10		03.09.10	13.09.10	08.10.10	10.11.10
Hlutfall yfir 200µm:	0%	0	3,30%	63,30%	90%	53,30%	60%		6,67%	16,67%	78,60%	0%
Áætlaður fjöldi lirfa/liter:	0,17	0,71	1,12	2,12	5,64	2,82	0,65		52,76	13,07	0,2	0,02

Tafla 4. Stærð og fjöldi kræklingalirfa í Miðfirði árið 2010

Á mynd 10 má sjá hvernig magn kræklingalirfa þróaðist við Útibleiksstaði árið 2011. Á myndinni má sjá að magn lirfa var langt fram á sumar nánast ekki neitt en upp úr miðjum júlí fóru að sjást merki um aukningu sem náði síðan hágmarki með gildi 4,15 lirfur/liter þann 19. ágúst. Í samanburði við árið áður er þetta um tífalt minna magn en þá kom fram.



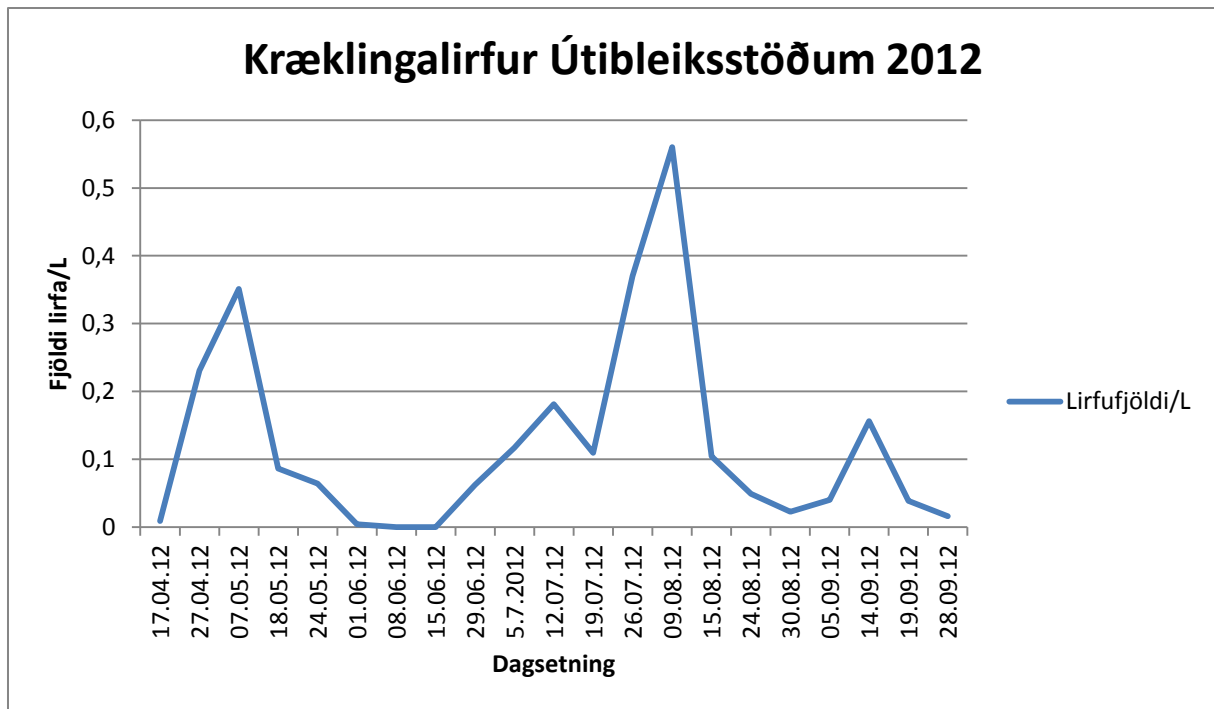
Mynd 11 Fjöldi kræklingalirfa Útibleiksstöðum 2011

Í töflu 4 má sjá að 50% hlutfall lirfa yfir 200 μ m náðist ekki fyrr en 1. september en einnig má sjá að á þeim tíma var magn lirfa frekar lágt.

Tafla 5 Stærð og fjöldi kræklingalirfa í Miðfirði árið 2011

Útibleiksstaðir															
Dagsetning	13.5.2011	25.5.2011	3.6.2011	22.6.2011	30.6.2011	6.7.2011	13.7.2011	21.7.2011	28.7.2011	4.8.2011	9.8.2011	19.8.2011	25.8.2011	1.9.2011	9.9.2011
Hlutfall yfir 200 μ m:	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3,30%	8,30%	0%		75%	33%
Áætlaður fjöldi lirfa/líter	0,01	0,14	0,02	0,14	0,06	0,07	0,00	0,16	1,17	3,25	0,61	4,15		0,86	0,12

Á mynd 11 má sjá yfirlit yfir magn kræklingalirfa við Útibleiksstaði árið 2012. Á myndinni má sjá að sumarið 2012 má hugsanlega greina þrjá toppa í fjölda lirfa þann fyrsta í byrjun maí, annan í byrjun ágúst og þann þriðja og minnsta um miðjan september. Hins vegar er mikilvægt að geta þess að hæsta gildi ársins er hins vegar ákaflega lágt eða aðeins 0,56 lirfur/líter. Það gildi er nánast 100 sinnum lægra en hæsta gildi ársins 2010 og 7,4 sinnum lægra en hæsta gildi ársins 2011.



Mynd 12 Fjöldi kræklingalirfa í Útíbleiksstöðum 2012

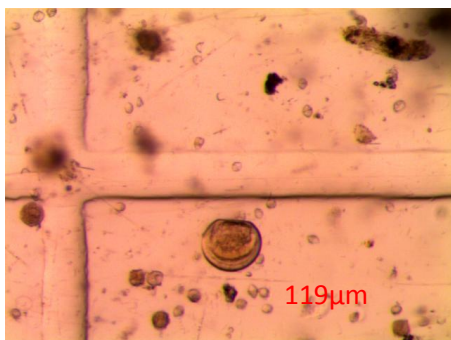
Í töflu 5 má sjá að 50% hlutfall lirfa yfir 200 μ m náðist ekki fyrr en 30. ágúst árið 2012 en einnig má sjá að á þeim tíma var magn lirfa nánast ekki neitt.

Tafla 6 Stærð og fjöldi kræklingalirfa í Miðfirði árið 2012

Útíbleiksstaðir 2012																		
Dagsetning	17.04.12	27.04.12	07.05.12	18.05.12	24.05.12	01.06.12	08.06.12	15.06.12	29.06.12	05.07.2012	12.07.12	19.07.12	26.07.12	09.08.12	15.08.12	24.08.12	30.08.12	05.09.12
Hlutfall yfir 200 μ m:	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6,90%	2,50%	4%	0%	18%	25%	36%	60%	38%
Áætlaður fjöldi lirfa/liter	0,01	0,23	0,35	0,09	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06	0,12	0,18	0,11	0,37	0,56	0,10	0,05	0,02	0,04

3.2 Útsetning kræklingalína

Þann 23. júlí 2010, þegar 50% lirfa höfðu að meðaltali náð 200 μ m stærð, var aðilum á Hvammstanga gert viðvart. Fóru þeir í kjölfarið út með línur sem þeir settu niður á tveimur stöðum; úti fyrir Gröf annarsvegar, og hinsvegar við Útíbleiksstaði gegnt Hvammstanga. Áður höfðu þeir farið með botnfestur og voru þær því tilbúna. Notast var við svokallaðar „single drops“ línur, þ.e lárétt höfuðlína með lóðréttum söfnurum (sjá viðauka). Á hverjum stað voru safnarar 50 metra langir, hver safnari 5 metra langur og ca 60cm á milli safnara. Í heildina voru því um 800 metrar af söfnunartógi sem gátu tekið við lirfum. Eftir útsetningu var farið að söfnurum í í hverri sýnatökuferð til að meta hvort einhver áseta væri komin á línurnar. Þann 28.08.2010 var fyrst vart við að komin væri ásæta og var þá sem svartur sandur þekti spottana. Eftir það fóru hlutirnir að gerast hratt.



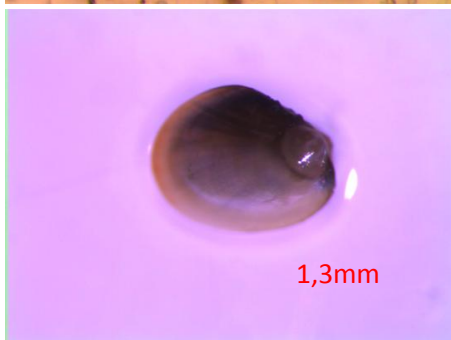
18.6.2010

Lirfur farnar að sjást í sjónum en ekki tilbúna að setjast. Á myndinni má sjá lirfu sem er 119 micron. Lirfur setjast við ca 250 microns stærð. D-lögun lirfunar mjög áberandi



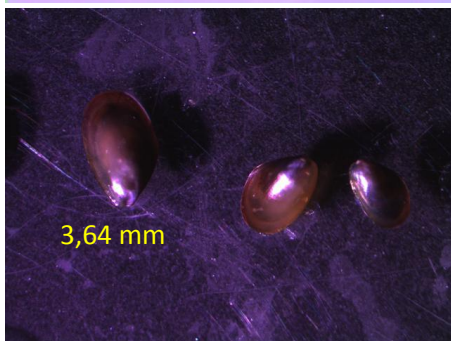
18.6.2010

Mynd frá sömu dagsetningu. Stærri lirfa sem er farin að taka á sig annað form.



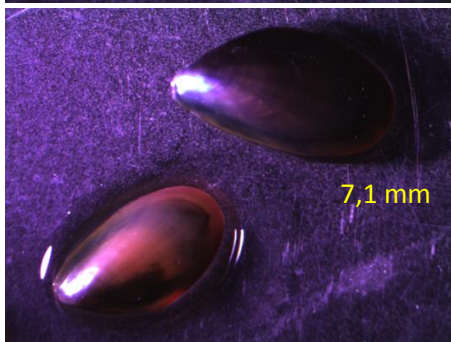
28.8.2010

Fórum að taka sýni og urðum þá fyrst varir við fullt af „sandi“ á söfnurunum. Á þessum tímapunkti var meðalstærð skelja á safnaranum 0,93mm (930 micron). Sýnið var tekið við Gröf.



23.9.2010

Tókum af báðum stöðum sýni. Þessi skel er frá Útíleiksstöðum og er meðalstærð komin upp í 2,66 mm á þessum tímapunkti.



8.10.2010

Þetta er úr síðustu ferð sem við fórum. Myndin er af skel við Útíleiksstaði og er meðalstærðin komin í 5 mm á þessum tíma. Stærri skelin á myndinni er 7,1 mm.



Mynd 13. Kræklingalínurnar við Útibleiksstaði í byrjun janúar 2011

Skel settist ekki einungis á söfnunarlínur, heldur á burðarlínu og botnfestulínur. Það var um gríðarlegt magn að ræða.

Sumarið 2011 voru þessar línur teknar upp og skelin sokkuð. Þó var skilið eftir á nokkrum liffusöfnurum við Útibleiksstaði. Þegar skelin er sokkuð er hún í raun reitt af söfnunarlínunni og sett í netpoka sem eru um 5 metra langir og þeir síðan hengdir á burðarlínu. Þetta var gert í byrjun september 2011. Þessar línur voru settar austan til í fjörðin, við Velli.

Um sumarið 2012 höfðu flestir þessara sokka slitnað af línunum, væntanlega hafa þeir ekki þolað a) þyngdina b) ágang sjávar. Þess má einnig geta að umferð hvala var allmikil við línurnar.

Árið eftir, 2011 voru settar út línur á tveimur stöðum, við Útibleiksstaði og Velli, semsagt bæði vestan og austan til í firðinum. Um var að ræða samtals um 220metra burðarlínu eða um 2000 metra af liffusöfnurum. Nú var notuð aðeins önnur aðferð við byggingu línunar. Hún er fólgin í því að burðarlína og botnfesta er eins og áður en safnarar eru á einni langri línu. Fyrri aðferð var þannig að hver lifrusafnari var ein lengja og vour því um 178-180 spottar á burðarlínunni.

Samkvæmt mælingum virtist svo sem lifra væri seinna á ferðinni en á árinu 2011 og voru línur því settar út um mánuði seinna en árið áður.

Þar sem línur fóru ekki út fyrr en í lok ágúst varð ekki vart við liffur á línunum um veturinn, og voru menn svartsýnir á að nokkuð rættist úr. Það fór þó þannig að í maí 2012 þegar línur voru skoðaðar að það var mikil áseta á þeim og þyngdust línurnar hratt. Þurfti að setja flotbelgi á línurnar með reglulegu millibili fram á haust. Ekki þótti ástæða til að sokka þessa skel, hún var það smá um haustið 2012.

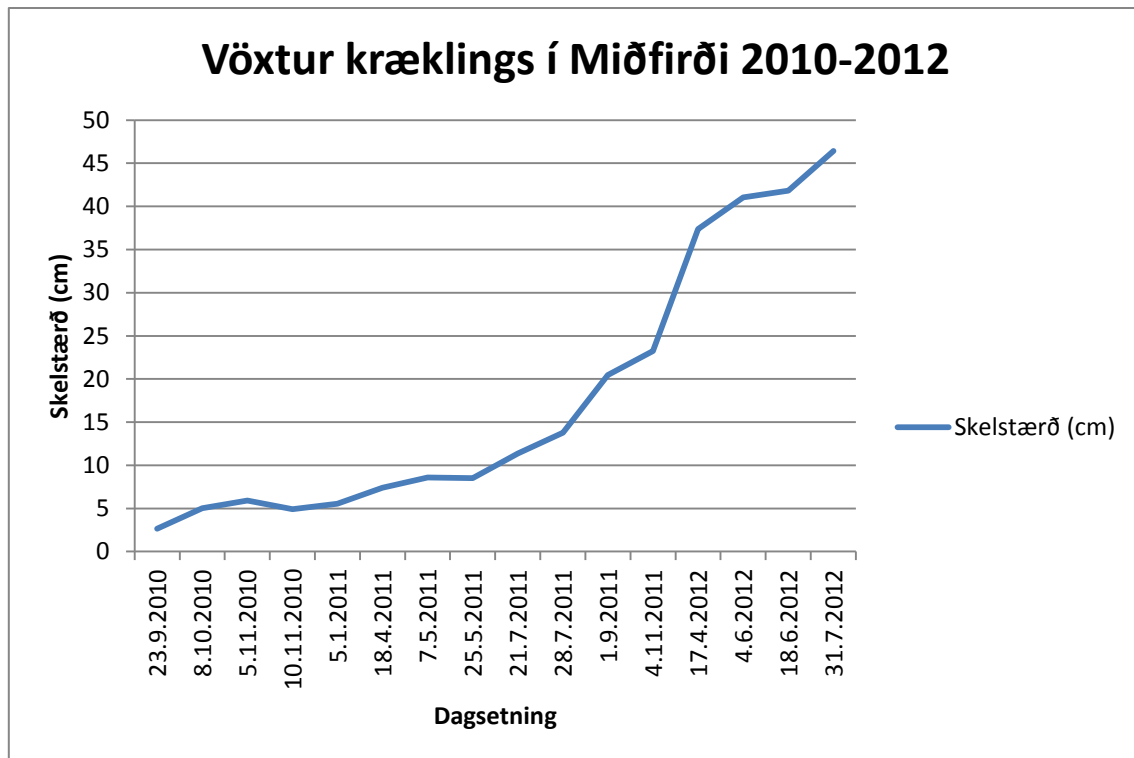
Í byrjun september 2012 var síðan sett ný burðarlína um 220 metra löng og lifrusafnarar um 1800 metrar. Línan var sett austan fjarðar, við Velli. Að þessu sinni höfðu ekki komið neinir verulegir toppar í mælingu á lifru og lína því sett út í von og óvon.

Þessi ræktun í tilraunaskyni hefur nú staðið yfir frá árinu 2010 og er gert ráð fyrir að hún leiði til þess að árið 2014 verði tekin ákvörðun um það hvort hafin verði ræktun í atvinnuskyni. Margar vísbendingar eru um að skilyrði séu ákjósnaleg í Miðfirði til ræktunar á kræklingi. Gríðarlega margir óvissuþættir eru þó alltaf í svona ræktun og margt sem getur breytt aðstæðum.

Höfum átt góð samskipti við marga af þeim aðilum sem eru í þessum tilraunum vítt og breytt um landið. Sérstaklega vil ég þó nefna Halldór Loga Friðgeirsson á Drangsnesi og samstarfsmenn hans þar. Þeir hafa miðlað okkur af reynslu sinni og hvatt okkur áfram.

Aðeins var notast við sjónrænt mat þegar þéttleiki ásetur var metinn en ekki gerð tilraun til að telja fjölda lirfa á hvern meter. Á mynd 12 má sjá safnarana við Útibleiksstaði þann 6. janúar 2012. Óhætt er að segja að mikil áseta hafi verið á safnara við Útibleiksstaði en ekki var sömu sögu segja á hinum staðnum. Við Gröf vildi það óhapp til að hnúfubakur flæktist í línunum, dró þær allar til með miklum látum og drapst svo sjálfur í hamaganginum. Þetta er talin geta hafa átt þátt í því að línurnar við Gröf náðu sér aldrei á strik varðandi ásetu. Sérstaklega var lítið um lifur þar sem dýrið hafði flækt mest í spottunum.

Á mynd nr. 13 má sjá hvernig vöxtur kræklinga í Miðfirði átti sér stað á tímabili sem náði frá september 2010 til ágúst 2012. Myndin sýnir að vöxtur fór frekar rólega af stað fyrrihluta árs 2011 en tók síðan verulegan kipp frá lokum júlí og fram í september. Síðan má sjá mjög mikinn vöxt á fyrrihluta árs 2012 og í lok tímabilsins er meðalsstærð skelja orðin yfir 46 cm.



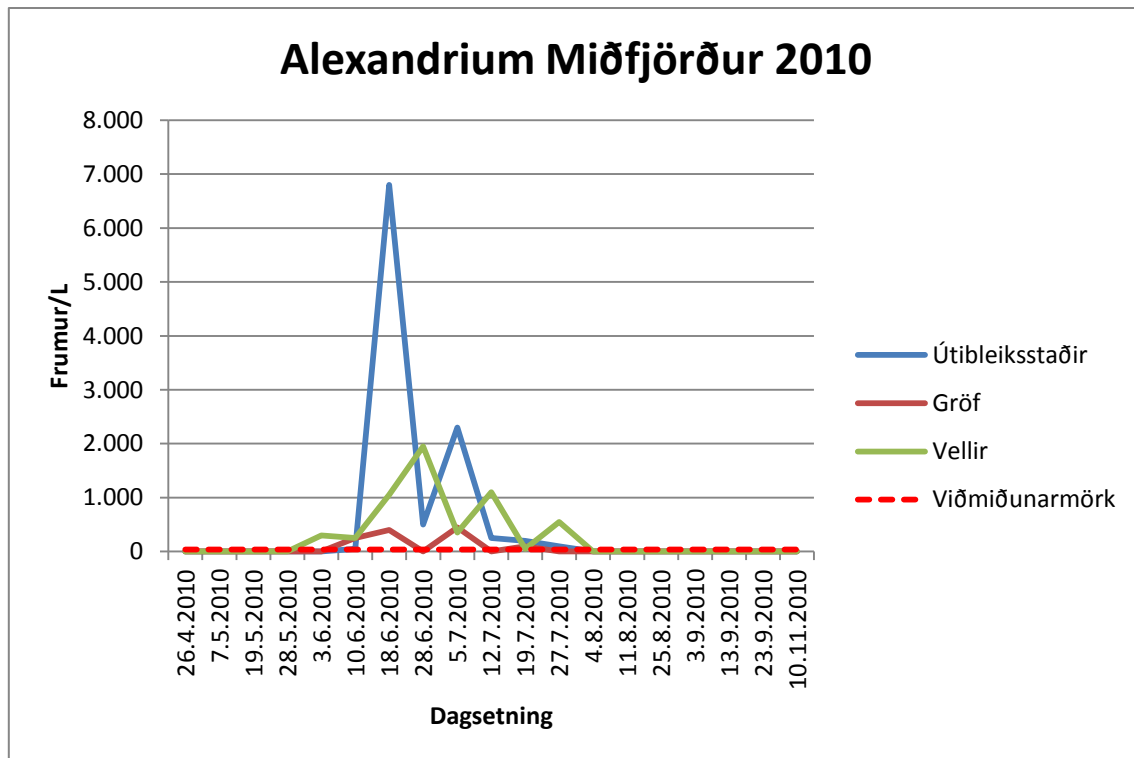
Mynd 14 Vöxtur kræklinga á tilraunalínunum í Miðfirði 2010-2012

3.3 Eiturþörungar

Hér er rétt að benda á að í þessu verkefni var ekki hægt að greina þörungna niður til einstakra tegunda heldur einungis til ættkvísla. Það er því ekki hægt að fullyrða um hvort um eittraðar tegundir hafi verið um að ræða eða hvort þær á annað borð hafi verið að framleiða eitur þegar sýnin voru tekin.

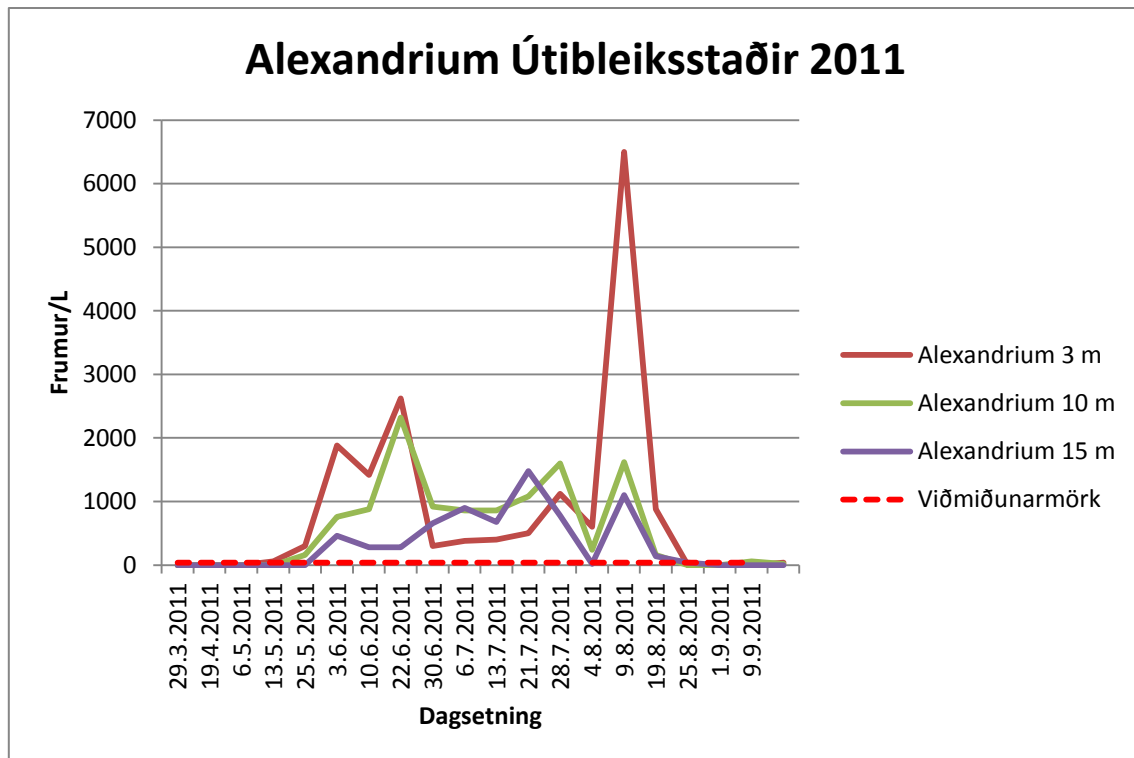
3.3.1 *Alexandrium Spp.*

Fjöldi *Alexandrium* þörungna árið 2010 reyndist vera undir viðmiðunarmörkum fram í byrjun júní en fór þá að fjölga nokkuð skarpt (Mynd 14). Sá tími sem fjöldi þeirra var yfir viðmiðunarmörkum var nokkuð svipaður milli svæða en þó kom mun hærri toppur við Útibileksstaði þegar fjöldi þeirra fór í 6800 frumur/líter þann 18. júní (Mynd 14). Á myndinni má sjá að fjöldi fruma var meira og minna yfir viðmiðunarmörkum frá byrjun júní til byrjun ágúst. Sterkar líkur eru því fyrir því að uppskera hefði ekki verið leyfileg yfir þann tíma vegna mögulegrar PSP eitrunar.



Mynd 15. Fjöldi *Alexandrium* eiturbörunga 2010

Á mynd 15 má sjá fjölda *Alexandrium* þörunga að Útibleiksstöðum á þremur mismunandi dýpum árið 2011. Sjá má að strax um miðjan maí er fjöldi fruma komin yfir viðmiðunarmörk á öllum dýpum og segja má að það ástand haldist þannig allt til loka ágúst. Einnig má sjá að fyrripart sumars og frá byrjun ágúst er fjöldinn mestur á 3m dýpi og síðan lækkandi niður á 15m dýpi. Um miðbik sumars snýst dæmið hins vegar við. Út frá þessum frumutalningum eru sterkar líkur á að ekki hefði verið hægt að uppskera skel á svæðinu vegna PSP eitrunar allt frá því um miðjan maí og til byrjun september 2011.



Mynd 16. Fjöldi *Alexandrium* eiturbörunga 2011

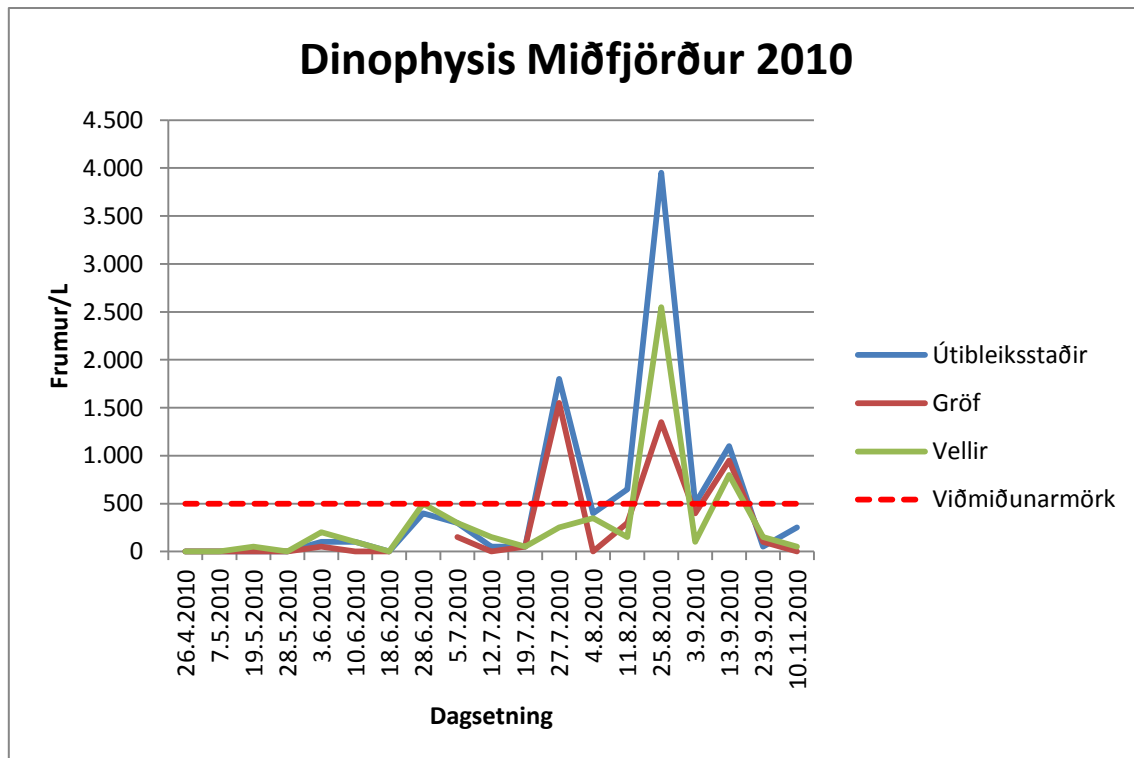
Á mynd 16 má sjá fjölda *Alexandrium* þörunga á 3m dýpi að Útibleiksstöðum árið 2012. Sýni voru einnig tekin á 10 og 15m dýpi en ekki er búið telja þau sýni þegar þessi skýrsla er skrifuð. Á myndinni má sjá að fjöldi fruma er komin yfir viðmiðunarmörk strax í byrjun maí og helst yfir mörkum til loka júlí. Eftir þann tíma virtust hins vegar engir *Alexandrium* þörungar ná sér á strik allt til loka september. Út frá þessum frumutalningum eru sterkar líkur á að ekki hefði verið hægt að uppskera skel á svæðinu vegna PSP eitrunar allt frá því í byrjun maí og til byrjun ágúst 2012.



Mynd 17 Fjöldi *Alexandrium* eiturbörunga 2012

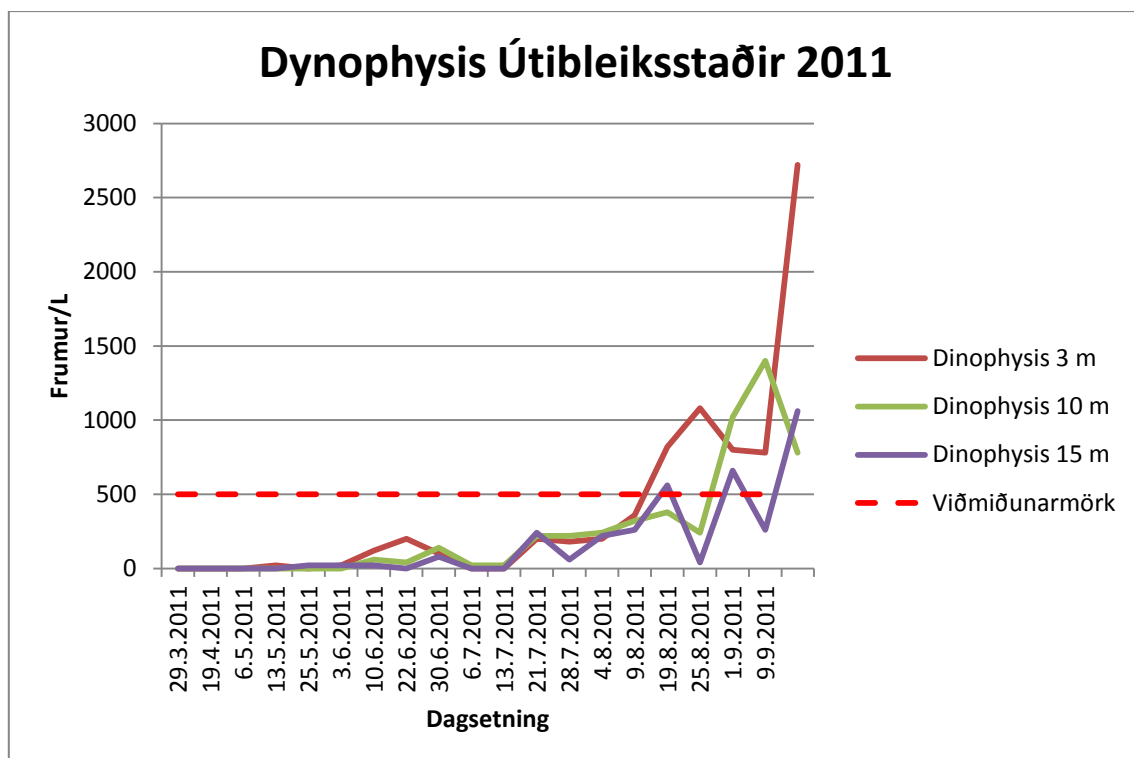
3.3.2 *Dinophysis* Spp.

Segja má að *Dinophysis* þörungar hafi ekki látið mikið á sér kræla fram eftir sumri 2010. Þó fór fjöldi þeirra í eitt skipti upp í viðmiðunarmörk í lok júní (Mynd 17). Í lok júlí fór þessi tegund svo að taka við sér og hefði að öllum líkindum valdið nokkrum usla og svæðalokunum hefði skelfiskrækt verið komin í fullan gang á svæðinu. Þann 23. september var fjöldi *Dinophysis* kominn undir viðmiðunarmörk og ekki varð vart við þá nema að litlu leiti eftir það. Almennt má segja að lítill munur hafi verið milli staða innan Miðfjarðar sumarið 2010. Mestur munur kemur þó fram í lok ágúst þegar fjöldi fruma nær mestum fjölda á Útíðisstöðum.



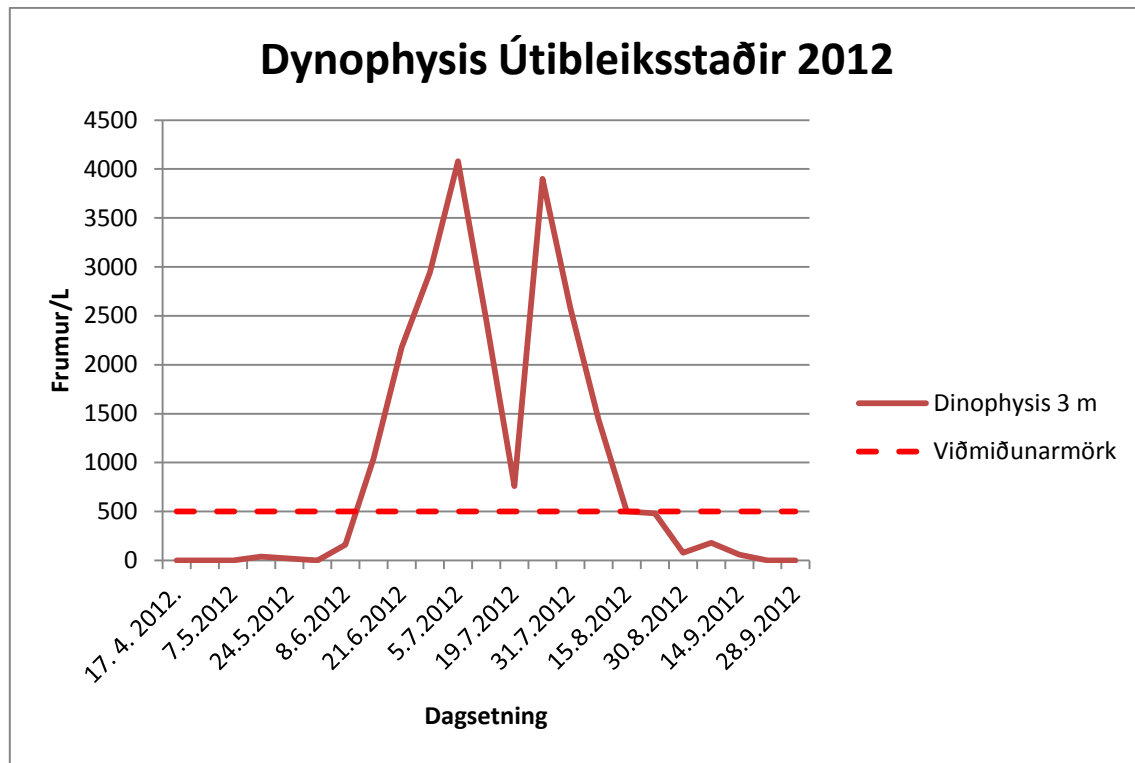
Mynd 18 Fjöldi *Dinophysis* eiturbörunga 2010

Á mynd 18 má sjá hvernig fjöldi *Dynophysis* þróaðist á þremur mismunandi dýpum á árinu 2011. Fjöldi fruma fór ekki yfir viðmiðunarmörk fyrr en í fyrrihluta ágústmánaðar en eftir það hélst það ástand allt þar til sýnatökum var hætt. Einnig má sjá að líklega hefur sýnataka hætt full snemma þar sem hæsta frumutala var einmitt í alveg í lok tímabilsins.



Mynd 19 Fjöldi *Dynophysis* eiturbörunga 2011

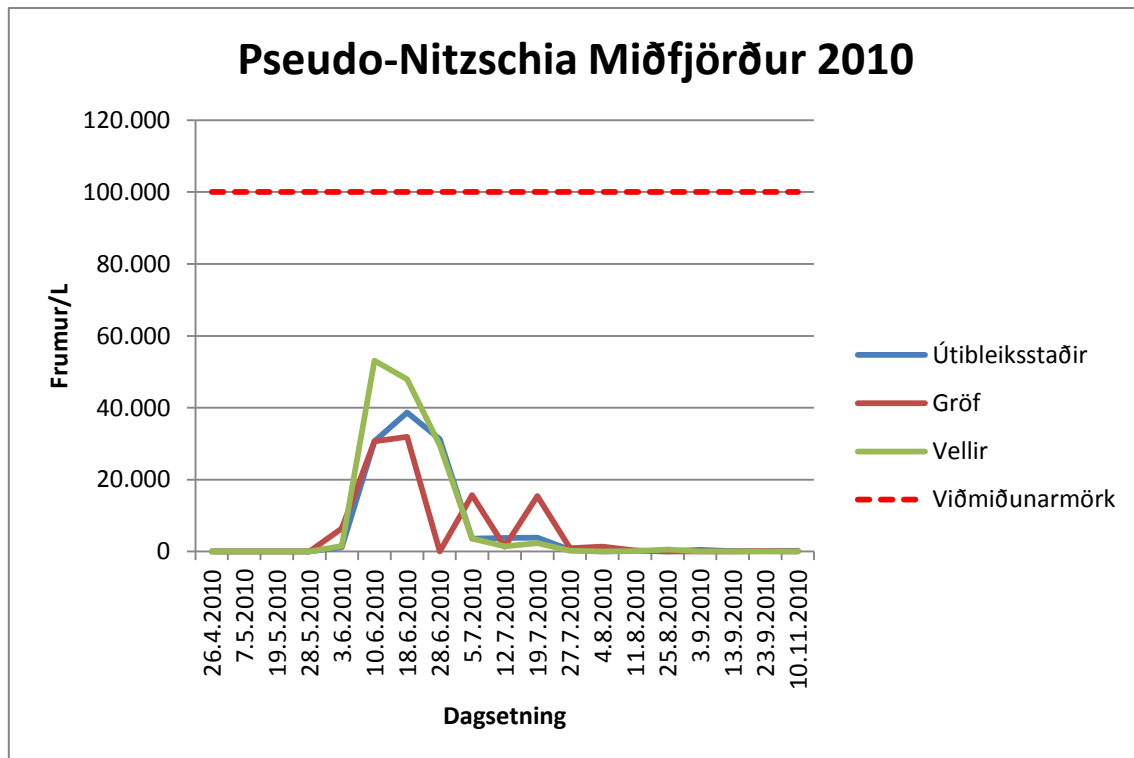
Á mynd 19 má sjá hvernig fjöldi *Dynophysis* þörunga var á 3m dýpi við Útibleiksstaði árið 2012. Myndin sýnir að fjöldi fruma var komin yfir viðmiðunarmörk strax um miðjan júní og helst þannig allt þar til í byrjun september. Einnig má sjá að á myndinni koma fram tveir toppar vegna þess að fjöldinn fer niður undir viðmiðunarmörkin í lok júlí en síðan strax upp aftur. Áhugavert er að nefna að í samanburði við árin á undan þ.e. 2010 og 2011 þá náðu *Dynophysis* þörunar sér greinilega mun fyrir á strik á árinu 2012 og gera má ráð fyrir að tegundin hefði valdið vandræðum í rúma 3 mánuði.



Mynd 20 Fjöldi *Dynophysis* eiturbörunga 2012

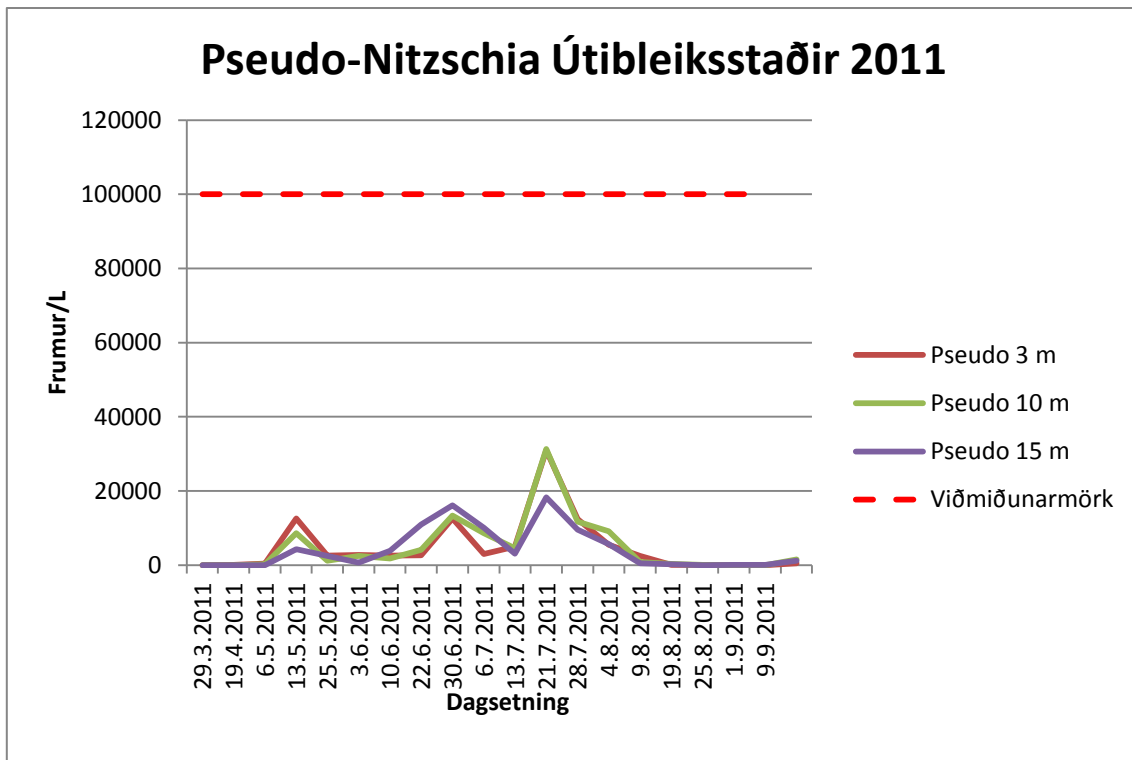
3.3.3 *Pseudonitzschia* Spp.

Á mynd 20 má sjá fjölda *Pseudonitzschia* fruma sem mældust á þremur stöðum innan Miðfjarðar árið 2010. Á myndinni sést að fjöldi fruma, á rannsóknatímabilinu, fer hæst í rúmlega 50.000 um miðjan júní en lækkar fljótlega aftur. Er þessi fjöldi langt undir viðmiðunarmörkum og því litlar líkur á að ASP eitrun hefði valdið vandræðum við uppskeru á kræklingi á Miðfirði árið 2010.



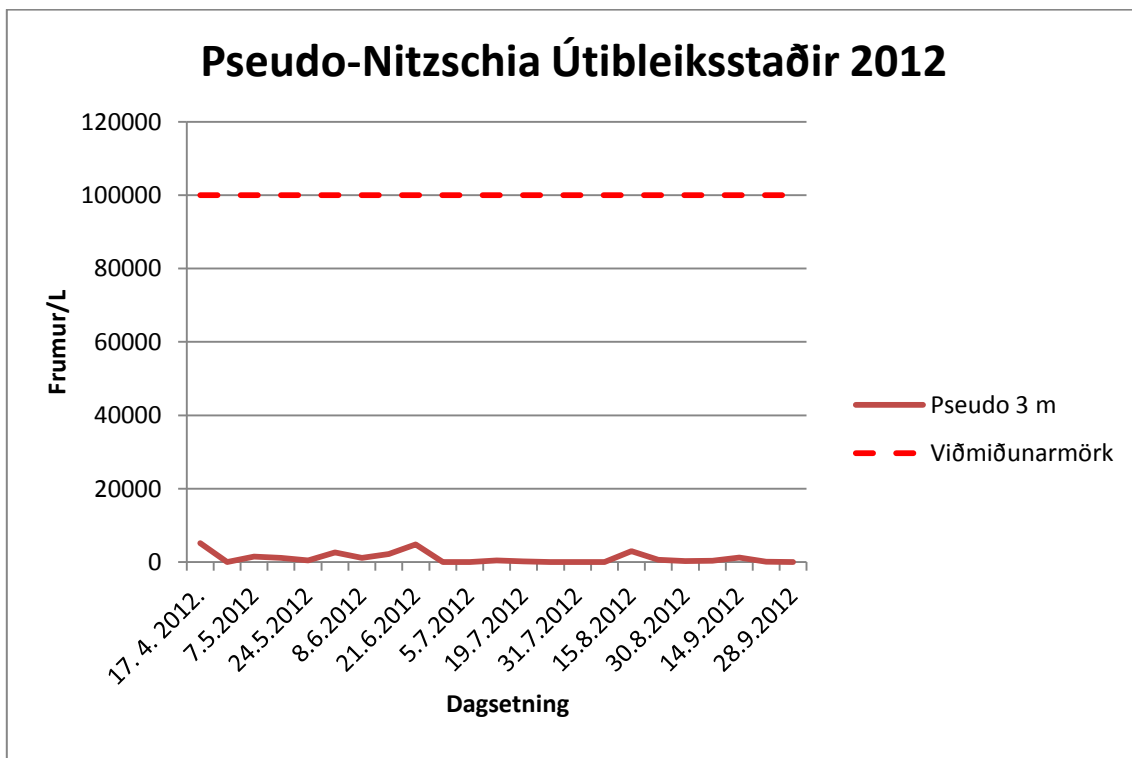
Mynd 21. Fjöldi *Pseudo-nitzschia* eiturbörunga 2010

Á mynd 21 má sjá fjölda *Pseudonitzschia* fruma sem mældust á þremur mismunandi dýpum við Útíbleiksstaði árið 2011.. Á myndinni sést að fjöldi fruma fer hæst í rúmlega 30.000 í lok júlí. Einnig má sjá að þrír toppar mynduðust yfir rannsóknatímabilið. Sá fyrsti um miðjan maí, annar í lok júní og sá þriðji í lok júlí. Eins og árið 2010 var fjöldinn langt undir viðmiðunarmörkum og því litlar líkur á ASP eitrun.



Mynd 22 Fjöldi *Pseudo-nitzschia* eiturförunga 2011

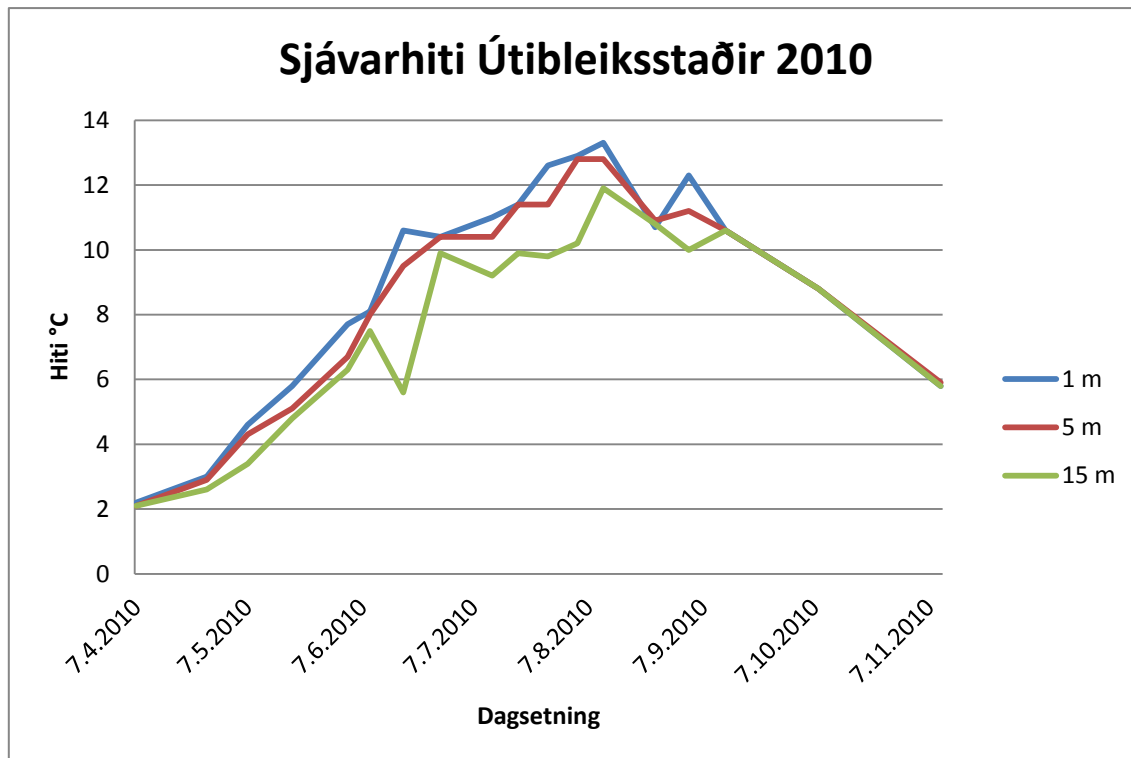
Á mynd 22 má síðan sjá sambærileg gögn um fjölda *Pseudonitzschia* þörunga á 3m dýpi við Útibleiksstaði árið 2012. Einfalt er að greina frá því að allan rannsóknatímann var fjöldinn afar lágur og mjög langt undir viðmiðunarmörkum.



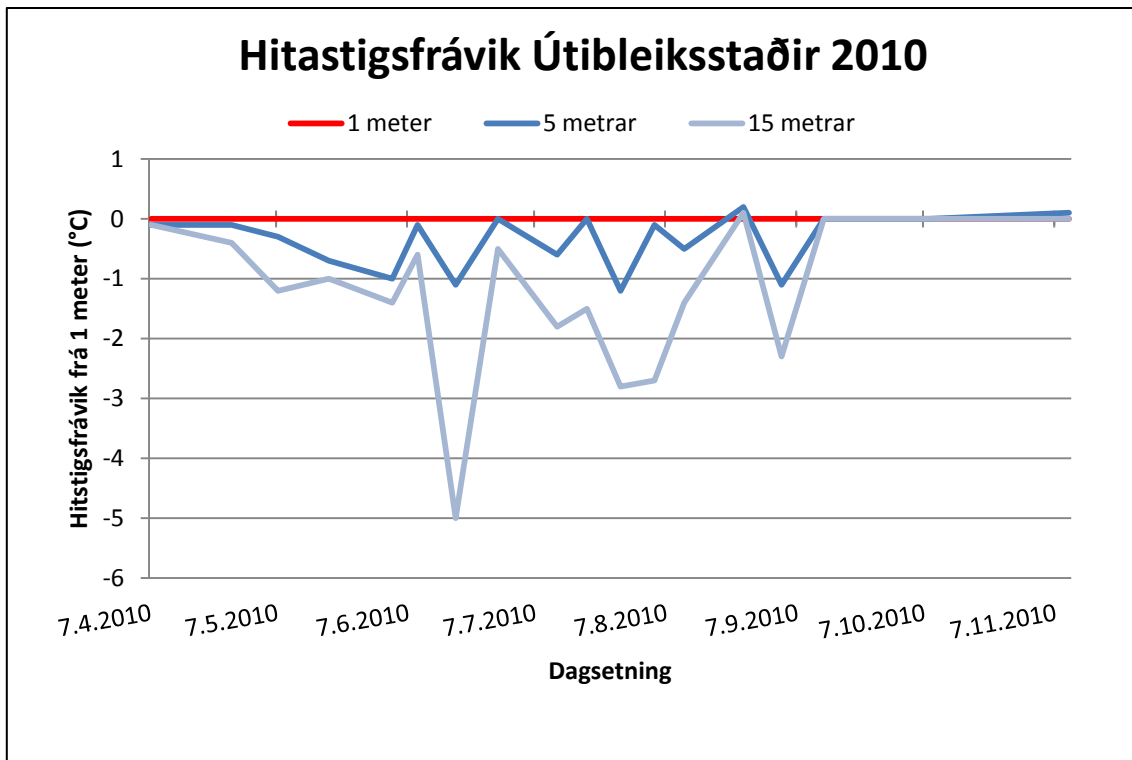
Mynd 23 Fjöldi *Pseudo-nitzschia* eiturförunga 2012

3.4 Hitastig, selta og sjóndýpi

Mælingar á hita, seltu og sjóndýpi á árinu 2010 ná yfir tímabil frá byrjun apríl og til byrjun nóvember. Á mynd 23 má sjá að hæsti hiti við Útíbleiksstaði varð á 1m dýpi í byrjun júlí og náði um 13°C. Einnig má gera ráð fyrir að töluverð lagskipting hafi verið til staðar meira og minna frá miðjum júní og fram í byrjun september.

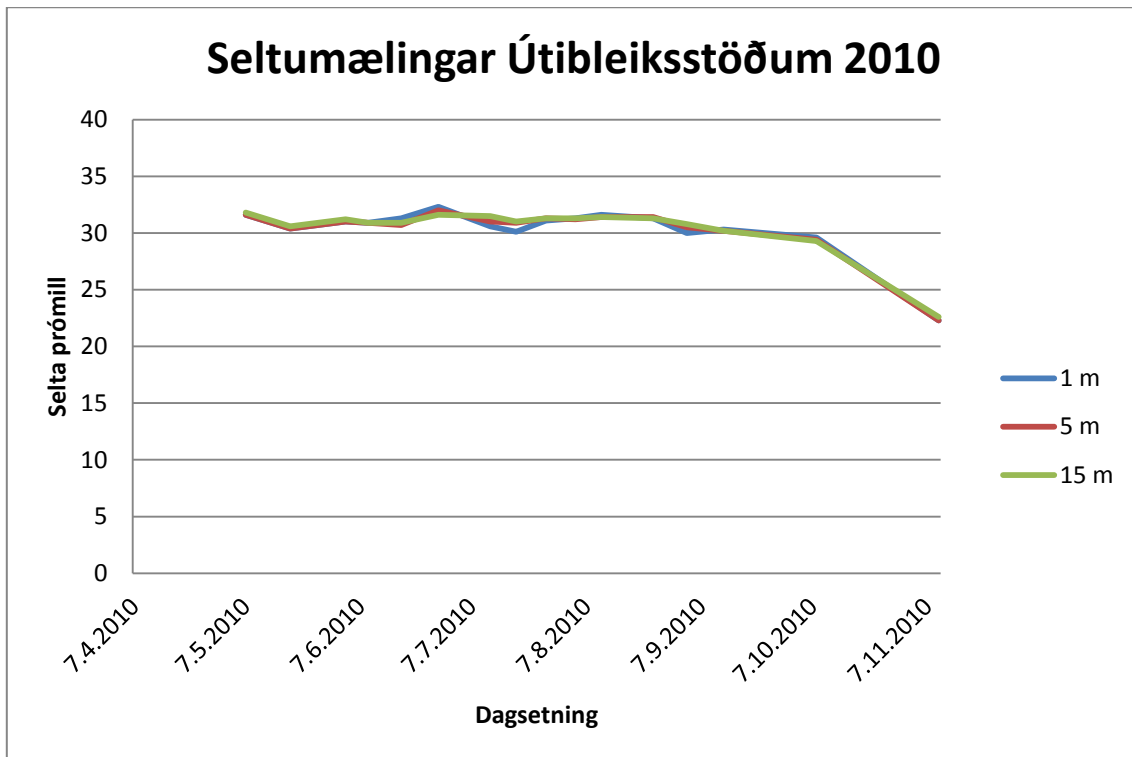


Mynd 24 Hitastig sjávar Útíbleiksstöðum 2010



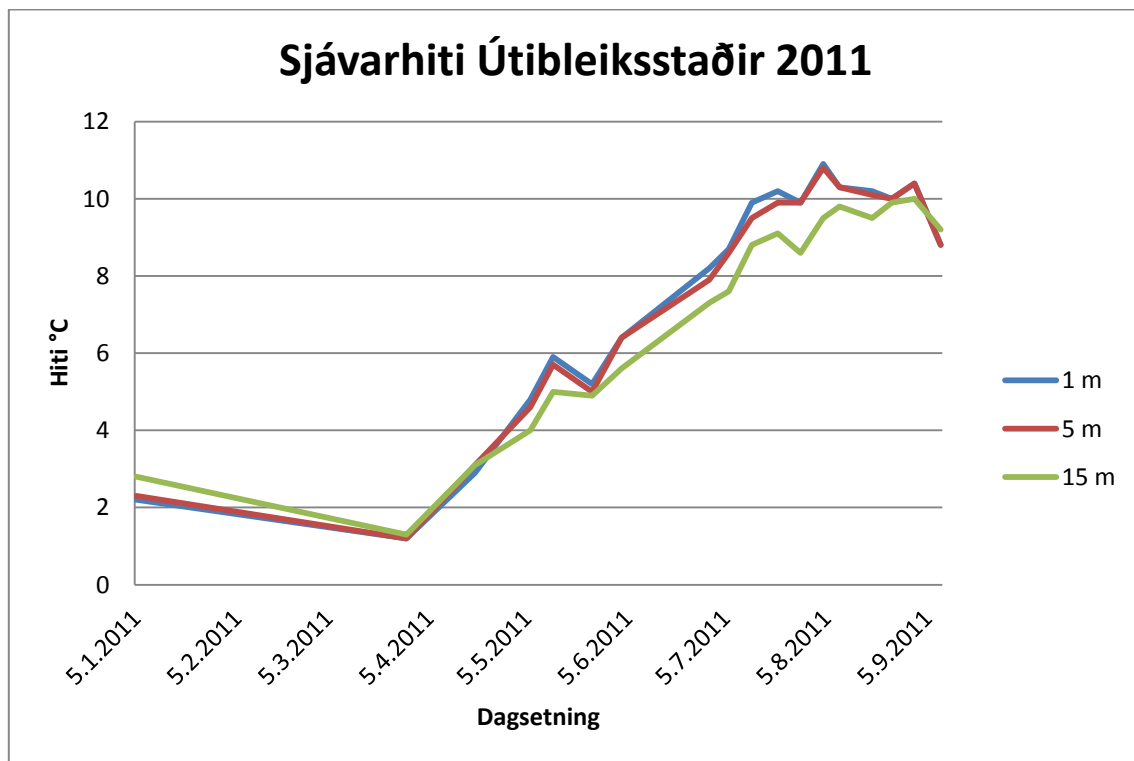
Mynd 25. Hitastigsfrávik Útíbleiksstaðir 2010

Á mynd 24 má sjá nánar hitastigsfrávik frá hitastigi á 1m dýpi og niður á 5 og 15 metra árið 2010. Myndin sýnir að mestur munur á hitastigi fá 1m og niður á 15m mældist 5°C um miðjan júní.



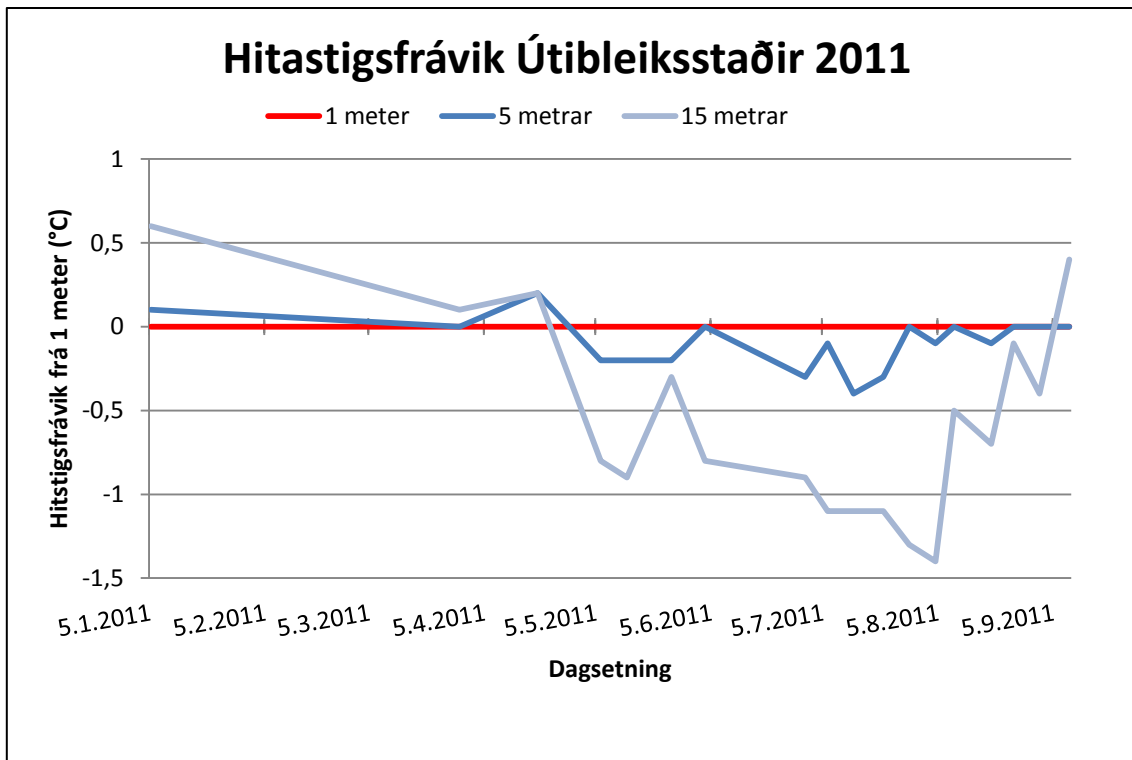
Mynd 26 Seltumælingar Útíbleiksstöðum 2010

Mynd nr 26 sýnir mælingar á seltu á þremur mismunandi dýpum við Útibleiksstaði árið 2010. Á myndinni má sjá að nánast enginn munur var á seltu á mismunandi dýpum. Allt fram á haust var seltan nokkuð stöðug í kringum 30 prómill en lækkaði síðan þegar leið á haustið.



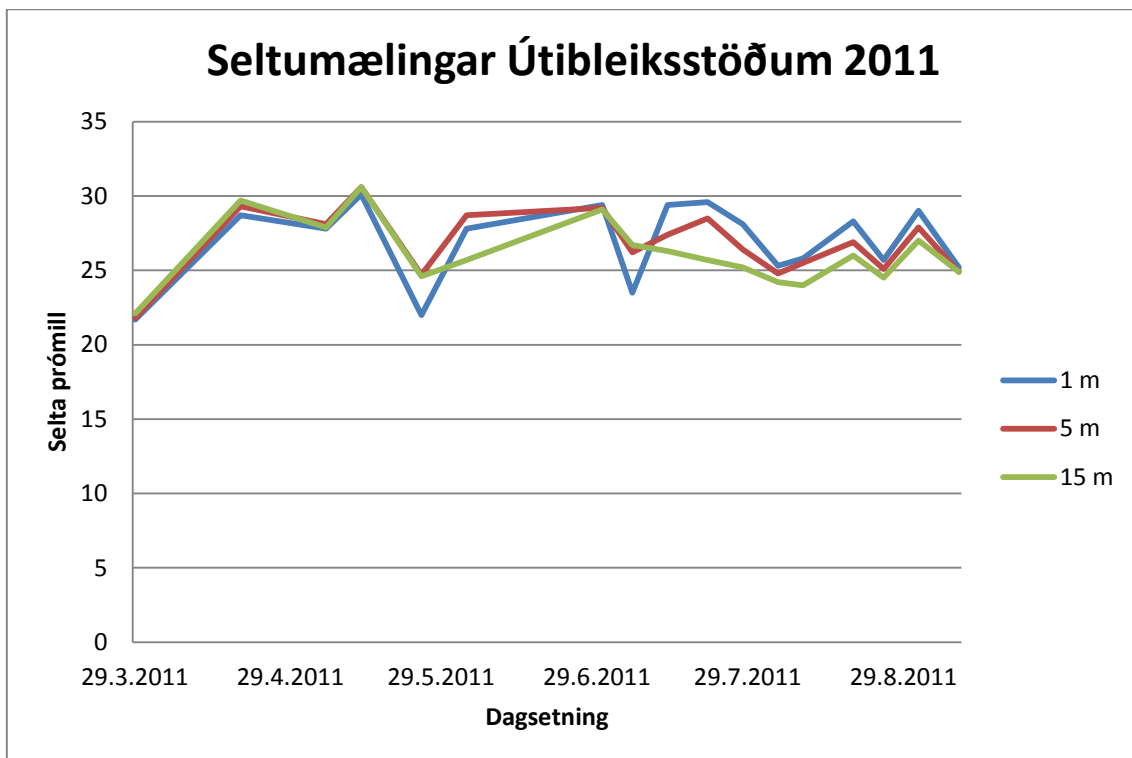
Mynd 27 Hitastig sjávar Útibleiksstöðum 2011

Á mynd nr 27 má sjá hvernig hitastig sjávar við Útibleiksstaði þróaðist á árinu 2011. Á myndinni má sjá að árið 2011 var mun kaldara en 2010. Hæsta mældu hitastig var rúmlega 10°C í samanburði við um 13°C árið áður. Sú mæling átti sér stað í byrjun ágúst.



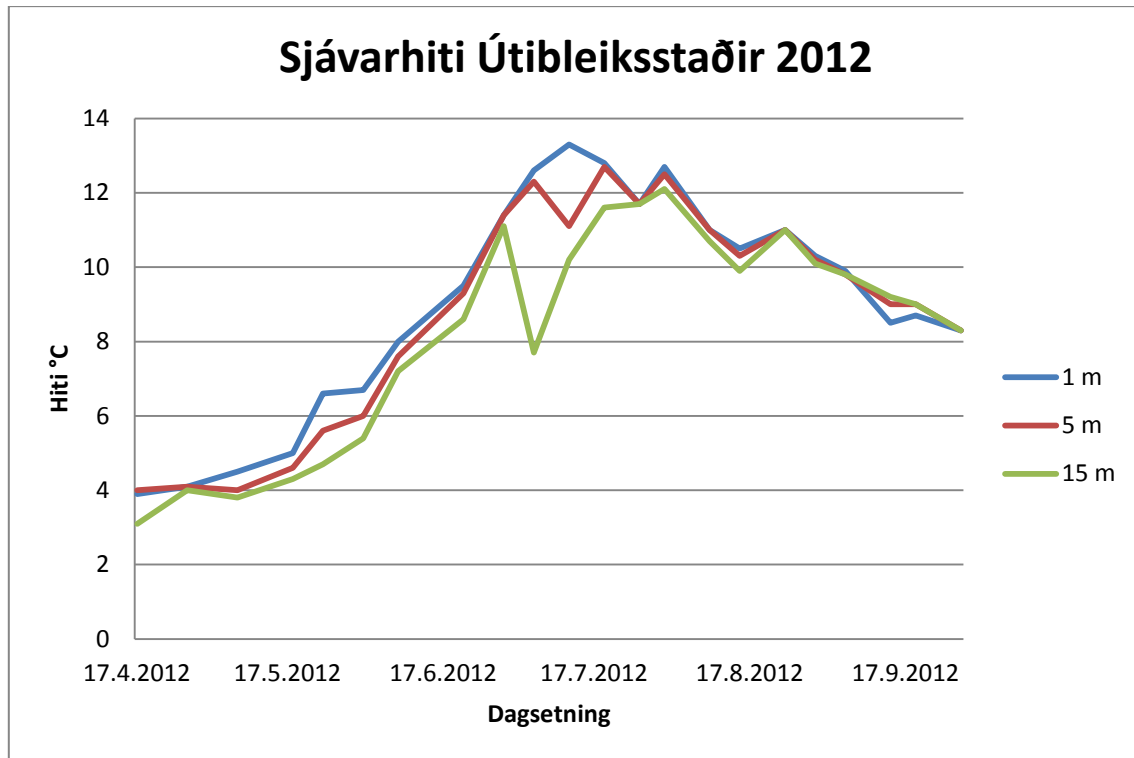
Mynd 28 Hitastigsfrávik Útíbleiksstaðir 2011

Á mynd 28 má sjá að hitastigsmunur frá 1m dýpi og niður á 15 metra var aðeins 1,4°C þegar mest var árið 2012. Verður það að teljast frekar lítið í samanburði við 5°C árinu áður.



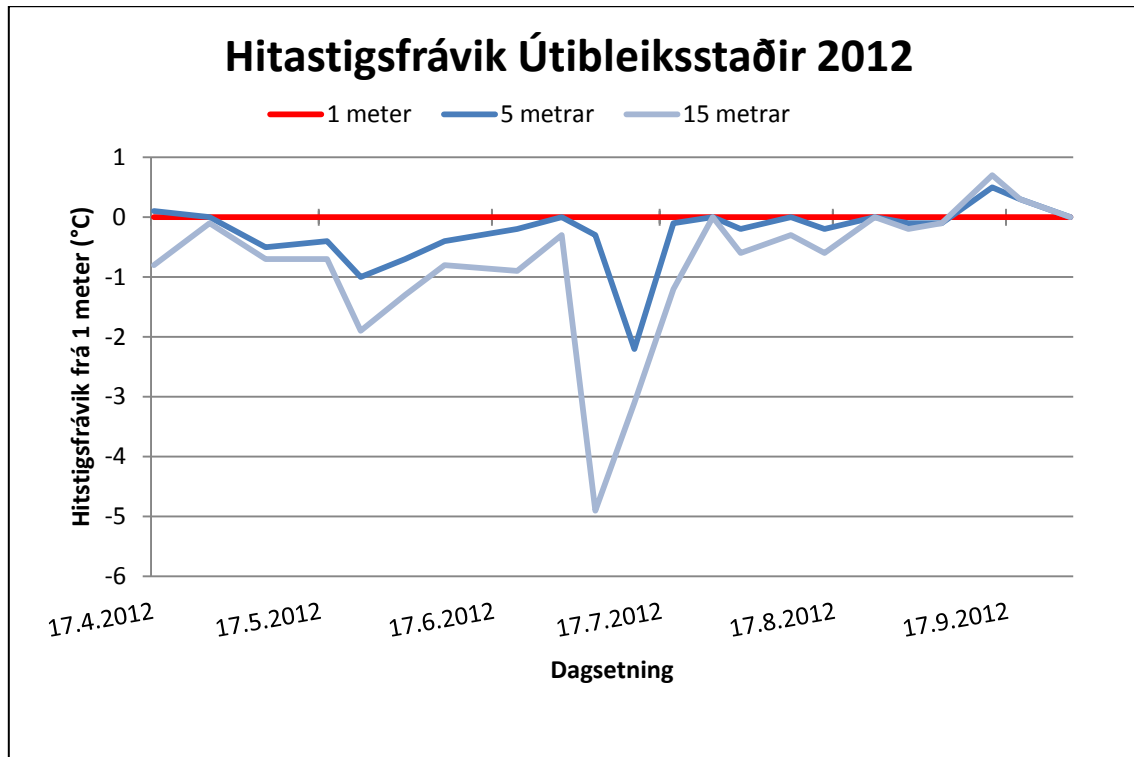
Mynd 29 Seltumælingar Útíbleiksstöðum 2011

Á mynd nr 30 má sjá yfirlit yfir seltumælingar að Útibleiksstöðum árið 2011. Myndin sýnir mælingar á þremur mismunandi dýpum. Í byrjun tímabilsins er seltan frekar lág eða í kringum 22 prómill en yfir megnið af rannsóknatímanum er seltustigið yfirleitt að sveiflast á bili sem nær frá 25-30 prómill.



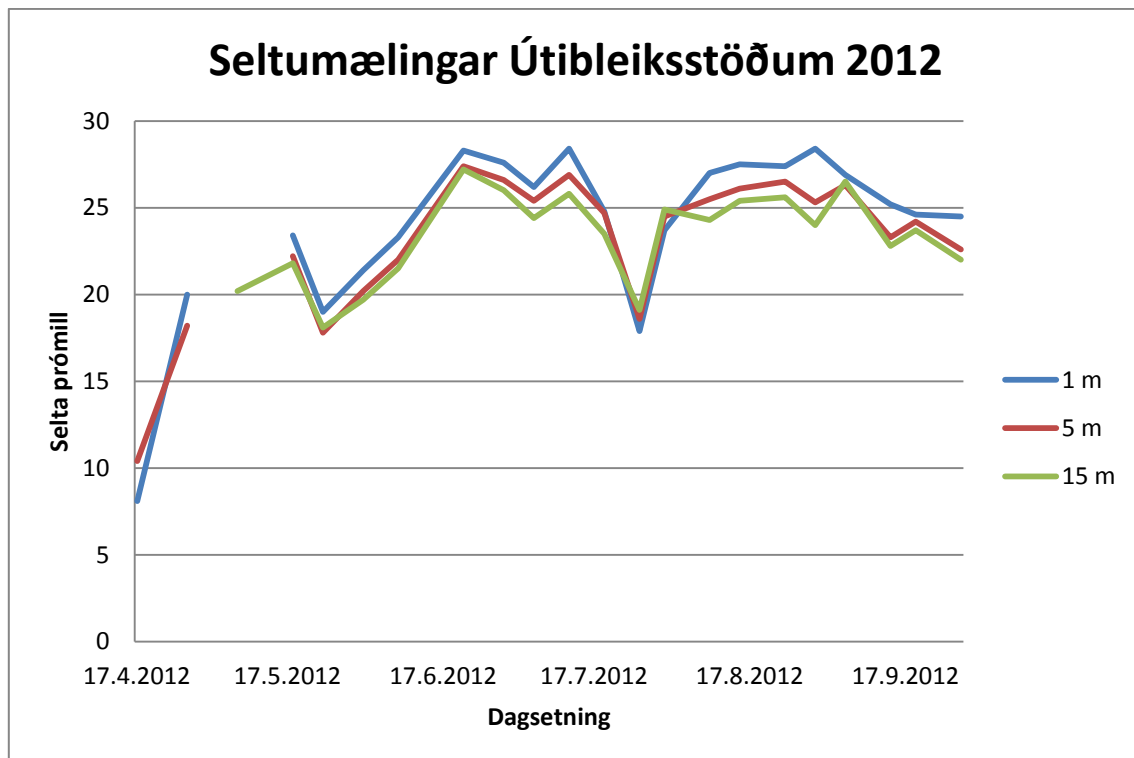
Mynd 30. Hitastig sjávar Útibleiksstöðum 2012

Á mynd nr 31 má sjá mælingar á sjávarhita á þremur mismunandi dýpum við Útibleiksstaði árið 2012. Mælingar ná fyrir tímabil frá miðjum apríl og fram til loka september. Í byrjun mældist hitastigið um og undir 4°C en fer síðan stighækkandi og nær hágmarki, rúmlega 13°C, á eins metra dýpi um miðjan júlí. Í lok tímabilsins er hitastigið á niðurleið aftur og þá er hitastigið komið niður undir 8°C. Í byrjun júlí virðist straumafar hafa valdið því að hiti á 15m dýpi lækkar töluvert og lagskipting virðist hafa myndast og virðist hún að mestu leiti haldast þar til í byrjun ágúst.



Mynd 31 Hitastigsfrávik Útíbleiksstaðir 2012

Á mynd 32 má sjá hitastigsfrávik frá yfirborði við Útíbleiksstaði 2012 niður á 5 og 15 metra dýpi sem er líklegt dýpi fyrir krækling sem er í ræktun. Hitastig á 1 metra er sett sem föst tala (rauð lína) en hinar línurnar sýna frávik frá henni. Myndin sýnir að í byrjun júlí á sér stað lagskipting þar sem hitastigsmunur frá yfirborði og niður á 15m var allt að því 5°C. Áhrifa frá þessari kólnun sem virðist eiga sér stað gætir seinna á 5m dýpi.

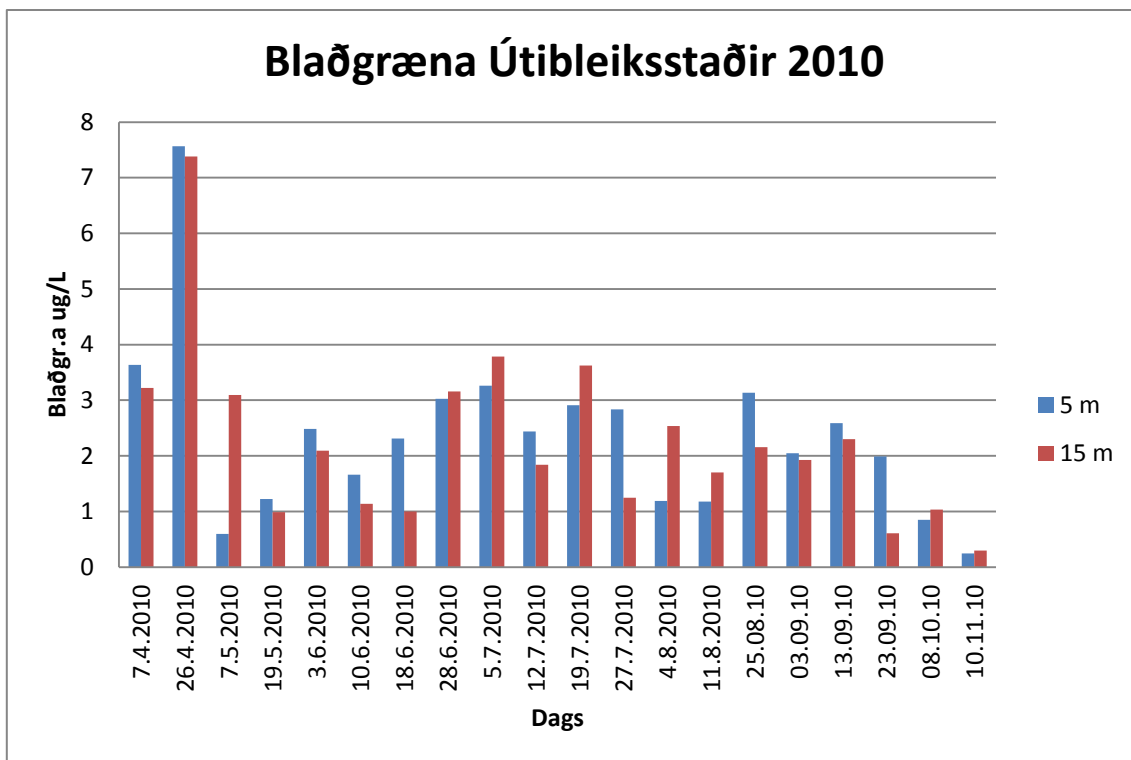


Mynd 32 Seltumælingar á Útibleiksstöðum 2012

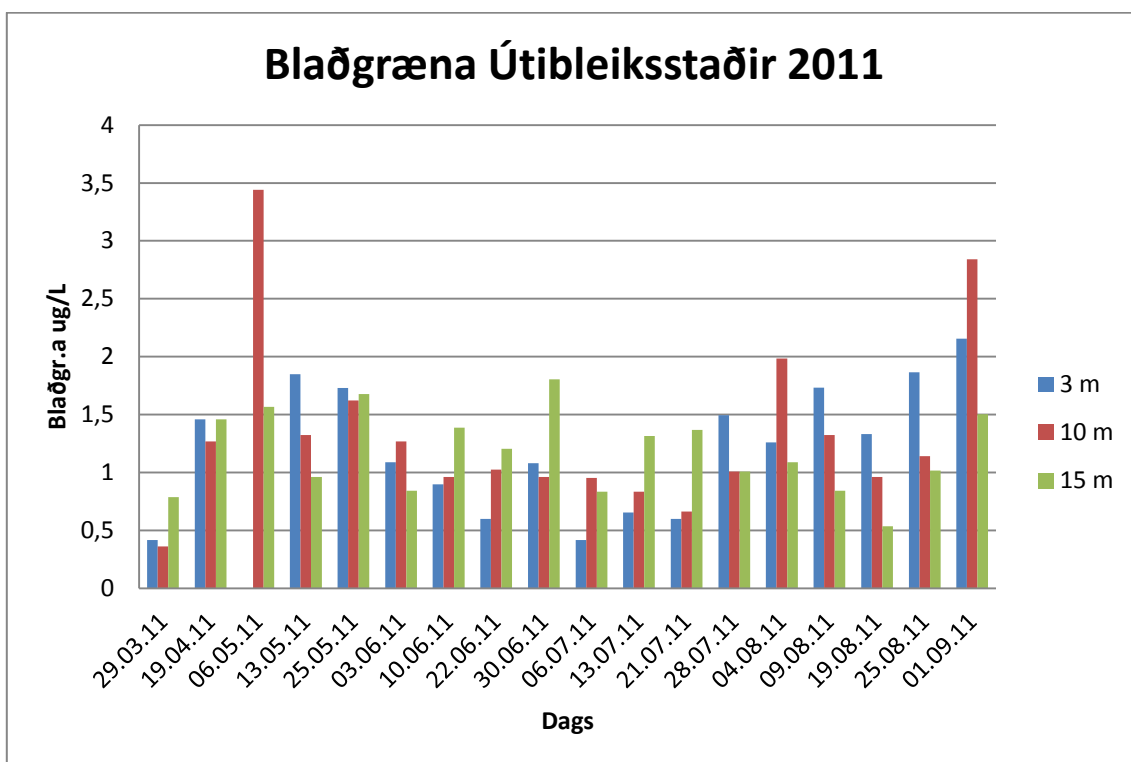
Á mynd nr 34 má sjá seltumælingar á þremur mismunandi dýpum við Útibleiksstaði árið 2012. Á myndinni má sjá að töluverðar sveiflur í seltu mældust yfir rannsóknatímabilið. Seltan virðist vera ákaflega lág í upphafi mælinga en ekst eftir því sem líður á þar til hámarki er náð í lok júní með gildi sem var rúmlega 28 prómill. Í lok júlí falla gildi á öllum dýpum niður fyrir 20 prómill en fara svo upp aftur og haldast í kringum 25 prómill allt fram á haust.

3.5 Blaðgræna

Á mynd 35 má sjá niðurstöður blaðgrænumælinga á tveimur dýpum við Útibleiksstaði árið 2010. Myndin sýnir hæstu gildi, yfir 7 mírógrömm/L, eða vorblómi mældust í lok apríl. Gildi lækkuðu hins vegar hratt niður í næstu mælingum á eftir en hækka smá saman aftur þar til hámarki er náð aftur í byrjun júlí. Eftir það má segja að gildi séu frekar lækkandi allt til loka tímabilsins þegar lítið sem ekkert mælist. Almennt má segja að ekki mælist umtalsverður munur á mæligildum á milli mismunandi dýpa nema á mæligildum þann 07.05 sem eru fyrstu mælingar eftir hæstu mæligildi. Þá virðist eins og frumframleiðni sé umtalsvert minni á 5m í samanburði við 15m.



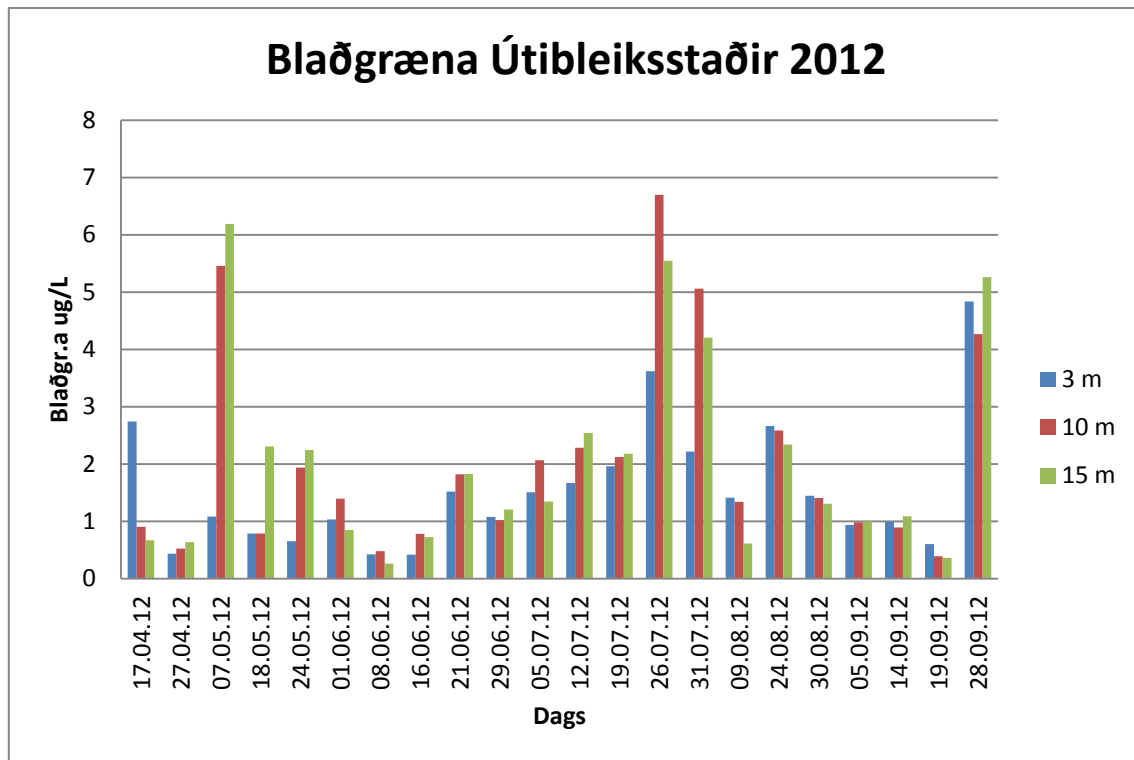
Mynd 33 Blaðgrænumælingar 2010



Mynd 34 Blaðgrænumælingar 2011

Á mynd nr. 36 má sjá mælingar á blaðgrænu á þremur mismunandi dýpum við Útibleiksstaði árið 2011. Myndin sýnir að vorblómi virðist hafa verið í hágmarki í byrjun maí árið 2011 með mæligildi rétt innan við 3,5 míkrogrömm/L á 10m dýpi. Eftir það virðast mæligildi almennt vera á niðurleið allt til júliloka en þá fara gildi aftur að hækka og að öllum líkindum má greina haustblóma í lok rannsóknatímabilsins með hæsta gildi á 10m dýpi rétt innan við 3 míkrogrömm/L. Í samanburði við

2010 þá virðist frumframleiðni hafa verið mun minni árið 2011 þar sem hæstu gildi árið 2010 voru meira en 100% hærri.



Mynd 35 Blaðgrænumælingar 2012

Á mynd nr. 37 má sjá yfirlit fyrir mælingar á blaðgrænu á þremur mismunandi mismunandi dýpum við Útbleiksstaði árið 2012. Rannsóknatímabilið nær frá miðjum apríl og fram til loka september. Á myndinni koma fram þrír toppar í frumframleiðni. Vorblómi í byrjun apríl og annar með hæstu mæligildi í lok júlí og sá þriðji, haustblómi í lok rannsóknatímabilsins.

3.6 Örveru og kadmínmælingar

Sýni fyrir örverumælingar á sjósýnum voru tekin tvisvar sinnum á þremur mismunandi dýpum yfir rannsóknartímann. Mælingar á sjósýnum leiddu í ljós að mengun af völdum kólí og saurkóligerla virtist ekki vera til staðar í miklu mæli. Jafnframt voru tvisvar sinnum send sýni af kræklingi af tilraunalínunum til þess að athuga mengun af völdum örvera. Tafla 6 sýnir að kræklingasýnin komu einnig vel út úr mælingum. Á grunni þessara niðurstaða má gera ráð fyrir að Miðfjörður yrði flokkaður sem A svæði m.t.t. örverumengunar. Allar örverugreiningar fóru fram hjá Rannsóknþjónustunni Sýni ehf.

Tafla 7. Niðurstöður úr mælingum á örverum í sjó og kræklingi úr Miðfirði

Sjósýni					
	Dýpi	Heildarfjöldi 22°C/ml	Kólí gerlar MPN/g	E.coli/100 ml	
4.11.2011	3 m	48	4	4	
4.11.2011	5 m	36	2	2	
4.11.2011	10 m	15	5	5	
9.2.2012	1 m	400	9	9	
9.2.2012	3 m	200	17	11	
9.2.2012	10 m	15	<1	<1	
Kræklingur					
		Heildarfjöldi 22°C/ml	Kólí gerlar MPN/g	Saurkólí MPN/g	Salmonella/25g
4.11.2011		370	0,36	0,36	Neikv.
10.2.2012		8100	0,92	0,36	Neikv.

Rannsóknir á þungmálum fóru fram hjá Matís ehf. Alls voru kræklingasýni send þrisvar sinnum yfir rannsóknatímabilið til þess að fá úttekt á magni þungmálma. Fyrst var mæling á þremur mismunandi þungmálum: kvikasilfri, kadmín og Blýi. Í ljósi þeirra niðurstaðna var ákveðið að mæla einungis kadmín í seinni tvö skiptin.

Í töflu 7 má sjá að kvikasilfur og blý virðast ekki vera vandamál á rannsóknasvæðinu en hins vegar eru tvær af þremur mælingum á kadmín yfir mörkum sem eru 1,0 mg/kg. Einnig má benda á að það gildi sem er undir mörkum er mjög nálægt viðmiðunargildinu.

Tafla 8 Niðurstöður þungmálmamælinga

Þungmálmar			
		Aðferð	Niðurstaða
15.3.2012		Kvikasilfur (Hg)	0,010 +/-20% mg/kg
15.3.2012		Kadmín (Cd)	1,14 +/-20% mg/kg
15.3.2012		Blý (Pb)	0,007 +/-20% mg/kg
27.4.2012		Kadmín (Cd)	0,94 +/-20% mg/kg
12.7.2012		Kadmín (Cd)	2,76 +/-20% mg/kg

3.7 Mælingar á þörungaeitri

Einungis liggja fyrir niðurstöður á mælingu á þörungaeitri fyrir árið 2011.

3.7.1 PSP þörungaeitur

Í töflu 9 má sjá annars vegar samanburð á fjölda *Alexandrium* fruma og niðurstöðum á mælingum á PSP þörungaeitri með mismunandi aðferðum. Reitir í töflunni sem eru litaðir rauðir gefa til kynna að viðkomandi gildi eru fyrir viðmiðunarmörkum. Talan sýnir að nokkuð gott samræmi virðist vera á milli ELISA og Jellett prófanna. Þær LC-MS mælingar sem voru framkvæmdar staðfesta að eiturmagn var langt fyrir mörkum. Aðeins í eitt skipti (25.05.11) sýnir Jellett falska jákvæða niðurstöðu og einu sinni (09.08.11) falska neikvæða niðurstöðu.

Tafla 9 Mælingar á PSP þörungaeitri 2011

Mælingar á PSP þörungaeitri 2011				
Viðmiðunarmörk <800 µg/kg				
Dags	<i>Alexandrium</i> spp. (frumur/L)	ELISA TOTAL PSP (µg/kg)	Jellett	LC-MS (µg/kg)
29.3.2011	0	ekki mælt	ekki mælt	ekki mælt
19.4.2011	0	ekki mælt	ekki mælt	ekki mælt
6.5.2011	60	ekki mælt	ekki mælt	ekki mælt
13.5.2011	300	267,95	neg	ekki mælt
25.5.2011	1.900	ekki mælt	pos	70
3.6.2011	1.420	>800	pos	ekki mælt
10.6.2011	2.420	>800	pos	ekki mælt
22.6.2011	300	>800	pos	4.498
30.6.2011	380	>800	pos	ekki mælt
6.7.2011	400	>800	pos	ekki mælt
13.7.2011	500	>800	pos	ekki mælt
21.7.2011	1.120	>800	pos	ekki mælt
28.7.2011	600	>800	pos	ekki mælt
4.8.2011	6.500	>800	pos	4.125
9.8.2011	880	>800	neg	ekki mælt
19.8.2011	0	>800	pos	ekki mælt
25.8.2011	0	>800	pos	ekki mælt
1.9.2011	0	>800	pos	1.681
9.9.2011	40	139,67	neg	ekki mælt

3.7.2 DSP þörungaeitur

Í töflu 10 má sjá annars vegar samanburð á fjölda *Dinophysis* fruma og fruma og niðurstöðum á mælingum á DSP þörungaeitri með mismunandi aðferðum. Reitir í töflunni sem eru litaðir rauðir gefa til kynna að viðkomandi gildi eru fyrir viðmiðunarmörkum. Niðurstöður LC-MS mælinga staðfesta að DSP eitur virðist aldrei hafa verið yfir viðmiðunarmörkum þrátt fyrir að fjöldi fruma og mælingar með ELISA prófi hafi gefið slíkt til kynna. Niðurstöður með Jellett prófum eru ekki í samræmi við neitt annað þar sem þau gefa til kynna að eitrun hafi verið til staðar yfir allt tímabilið.

Tafla 10 Mælingar á DSP þörungaeitri 2011

Mælingar á DSP þörungaeitri 2011				
Eitur viðmiðunarmörk <160 µg/kg				
Dags	<i>Dinophysis</i> (frumur/L)	ELISA TOTAL DSP (µg/kg)	Jellett	LC-MS
29.3.2011	0	ekki mælt	pos	ekki mælt
19.4.2011	0	ekki mælt	pos	ekki mælt
6.5.2011	20	ekki mælt	pos	ekki mælt
13.5.2011	0	<63	pos	ekki mælanl
25.5.2011	20	ekki mælt	pos	ekki mælt
3.6.2011	120	<63	pos	ekki mælanl
10.6.2011	200	97,0	pos	ekki mælanl
22.6.2011	100	111,0	pos	8
30.6.2011	0	<63	pos	ekki mælanl
6.7.2011	0	92,0	pos	ekki mælanl
13.7.2011	200	<63	pos	10
21.7.2011	180	<63	pos	10
28.7.2011	200	94,0	pos	20
4.8.2011	360	78,0	pos	15
9.8.2011	820	91,0	pos	33
19.8.2011	1.080	178,0	pos	62
25.8.2011	800	207,0	pos	81
1.9.2011	780	293,0	pos	149
9.9.2011	2.720	<63	pos	12

3.7.3 ASP þörungaeitur

Í töflu 11 má sjá annars vegar samanburð á fjölda *Pseudon-nitzschia* fruma og niðurstöðum á mælingum á ASP þörungaeitri með mismunandi aðferðum. Taflan sýnir að mjög gott samræmi eru á milli mælinga með ELISA og LC-MS. Báðar mælingar sýna að eitur mælist á í kræklingi á svæðinu en magnið er langt undir viðmiðunarmörkum. Er það í góðu samræmi við frumutalningar sem aldrei fóru yfir fjölda sem talinn er vera yfir viðmiðunarmörkum. Taflan sýnir einnig að niðurstöður Jellett prófanna eru í samræmi við niðurstöður úr LC-MS.

Tafla 11 Mælingar á ASP þörungaeitri 2011

Mælingar á ASP þörungaeitri 2011				
Viðmiðunarmörk <20 mg/kg				
Dags	Pseudon-nitzschia spp. - frumur/líter	ELISA (µg/kg)	Jellett	LC-MS (µg/kg)
29.3.2011	60	ekki mælt	neg	ekki mælt
19.4.2011	440	ekki mælt	neg	ekki mælt
6.5.2011	12.580	ekki mælt	neg	ekki mælt
13.5.2011	2.520	3,8	neg	5
25.5.2011	2.700	ekki mælt	neg	ekki mælt
3.6.2011	2.560	36,6	neg	40
10.6.2011	2.620	27,2	neg	30
22.6.2011	12.560	69,8	neg	65
30.6.2011	3.020	37,9	neg	35
6.7.2011	4.960	57,0	neg	65
13.7.2011	30.940	28,1	neg	30
21.7.2011	12.400	43,0	neg	40
28.7.2011	5.480	146,7	neg	140
4.8.2011	2.500	33,5	neg	30
9.8.2011	80	9,3	neg	5
19.8.2011	20	5,3	neg	10
25.8.2011	0	4,5	neg	5
1.9.2011	0	6,8	neg	10
9.9.2011	460	ekki mælt	neg	5

4.0 Umræður

4.1 Kræklingalirfur

Hrygningartími kræklinga getur verið mjög breytilegur milli svæða og ára. Rannsóknir benda til þess að hitastig skipti mestu máli við að hrinda hrygningu af stað en þættir eins og þörungablómi, vorleysingar, straumar, öldurót og seltubreytingar skipta einnig máli (Bernard, 1998). Veðurfarslegir þættir og straumar geta svo einnig haft áhrif á sýnatökuna sjálfa og þannig skekkt niðurstöður.

Niðurstöður úr talningum Steingrímsfirði á Ströndum, sem er rétt um 20 sjómílur sunnan við Gjögur, hafa leitt í ljós að fjöldi lirfa þar hefur farið upp í ca. 30/líter yfir aðal lirfutímamann (Pálsson, 2010). Það eru sambærilegar tölur og þekkjast á Nýfundnalandi (Macneill et al., 2000).

Séu niðurstöður yfir lirfumælingar skoðaðar er mjög athyglisvert að sjá hversu mikill munur kemur fram í magni lirfa við þær mælingar sem framkvæmdar voru. Árið 2011 mældist gríðarlega mikið af lirfu og áseta það ár tókst með afbrigðum vel. Árið eftir mældist um tíu sinnum minna magn í hæsta toppi en árið áður. Freistandi er í þessu sambandi að benda á að þegar hitastigsgögn áranna 2010 og 2011 eru borin saman kemur fram um 2° munur í hitastigi. Vor og fyrripartur sumars ársins 2011 var með eindæmum kalt og allar líkur á að hrygning kræklinga hafi gerst seinna en árið áður og jafnvel að sýnatökum hafi verið hætt áður en hrygningu var lokið. Góð áseta að vori 2012 styður þessa kenningu. Sé litið á lirfumælingar 2012 kemur í ljós að nánast engin lirfa virðist hafa verið til staðar við Útlibleiksstaði það ár. Ekki er gott að segja hvað getur skýrt þetta þar sem t.d. sjávarhiti árið 2012 var sambærilegt við árið 2010 þegar magn lirfa var gríðarlega mikið. Áhugavert verður að fylgjast með hvort áseta muni verða ásættanleg vorið 2013.

4.2 Eiturþörungur og mælingar á þörungaeitri

Af þeim 60-80 tegundum svifþörungna sem taldir eru geta myndað eitur og verið skaðlegir, eru ca. 90% svipuþörungur, nánar tiltekið skorupþörungur (Smayda, 1997). Í þeim hópi eru bæði þörungur af tegundinni *Alexandrium* og *Dinophysis*. Flestir svipuþörungur, þ.m.t. þörungur af tegundinni *Alexandrium*, fara í gegnum ákveðið kynþroska/fjölgunar- stig sem á sér yfirleitt stað í lok þörungablómans og einkennist af myndun kynfruma. Þessar kynfrumur renna svo saman og mynda stærri sviflæga frumu (sundfrjóvgaða okfrumu) sem sekkur svo til botns eftir nokkra daga og myndar þolhjúp (hypnozygote). Eftir tiltekinn þroskunartíma, sem er mislangur milli tegunda, er fruman búin að ná réttu stigi og er tilbúin til að spíra ef umhverfisaðstæður eru hentugar eða hún fær innræn eða utanaðkomandi merki (exo/endo- genous cues). Eftir það ganga frumurnar, sem nú eru planomeiocyte, undir rýrisskiptingu og mynda loks aftur syndandi frumur (Anderson et al., 1998). Blómi *Alexandrium* þörungna getur því borið snöggt að, og þar sem um fleiri en eina tegund er að ræða, komið upp á ólíkum tímum yfir sumarið.

Eitt helsta sóknarfæri í íslenskri kræklingarækt felst í því að hafa á boðstólnum ferskan krækling þegar framboð í Evrópu er lítið. Talið er að holdfylling á íslenskum kræklingi sé mjög jöfn og góð yfir árið (Pálsson et al., 2009). Í samkeppnislöndum hafa eitraðir þörungur einnig valdið miklu tjóni í ræktuninni og hamlað uppskeru í lengri tíma yfir vor og sumarmánuði þegar holdylling er góð hér heima. Vonir manna standa til þess að á meðan slíkt ástand ríki víða í Evrópu, geti Íslendingar skorið upp. Í því sambandi er áhugavert að skoða blóma eitraðra þörungna á mismunandi stöðum við Ísland eftir árstímum. Ef blómi hefst á ólíkum tímum yfir sumarið milli landshluta eykur það líkur á því að hægt sé að halda framboði jöfnu og byggja upp markaði.

Þegar niðurstöður þessa verkefnis eru skoðaðar m.t.t. ættkvísla þörunga sem geta verið eitraðir kemur í ljós að sterkar líkur eru á að lokað hefði verið á uppskeru á kræklingi úr Miðfirði meira og minna öll árin sem rannsóknin náði yfir. Í flestum tilfellum væri um að ræða tímabil sem næði frá apríl/maí að vori til ágúst/september að hausti. Ástæður þessara lokana yrðu fyrst og fremst vegna PSP og DSP eitrana í skelfiskinum sem rekja mætti til tilvistar eitraðra tegunda af *Alexandrium* og *Dynophysis* þörunga. Öll þrjú rannsóknárin eru þessar ættkvíslir til staðar og verulega yfir viðmiðunarmörkum væri hér um að ræða eitraðar tegundir. Pseudo-Nitzschia ættkvíslin virðist hins vegar ekki ná sér nema að litlu leiti á strik og því er ekki ástæða að hafa eins miklar áhyggjur af ASP eitrun. Séu niðurstöður eiturmælinga frá árinu 2011 skoðaðar kemur í ljós að það ár var verulegt magn PSP eiturs til staðar í skelinni við Útbleiksstaði. Einnig staðfestu mælingar með HP-LC og ELISA prófum að magn ASP eiturs var langt undir viðmiðunarmörkum enda fjöldi *Pseudo-Nitzschia* þörunga nokkuð langt innan viðmiðunarmarka. HP-LC mælingar framkvæmdar til þess að mæla DSP þörungaeitur staðfesti hins vegar að DSP eitur var innan viðmiðunarmarka þrátt fyrir að mælingar með ELISA prófum og fjöldi *Dynophysis* fruma sýndu gildi sem voru fyrir ofan viðmiðunarmörk. Notkun Jellett prófa við mælingar á þörungaeitri virtust einungis gefa nothæfar niðurstöður þegar um var að ræða PSP og ASP eitur. Við mælingar á DSP eitri með Jellett prófum fengust niðurstöður sem ekki voru í takt við niðurstöður úr HP-LC mælingum.

4.3 Hitastig og selta

Þegar gögn um hitastig og seltu eru skoðuð er kannski lítið sem kemur sérstaklega á óvart. Hiti virðist að öllu jöfnu ná um og yfir 13°C síðsumars. Engu að síður verður enn og aftur að geta þess að veðurfarslega var vor og fyrripartur sumars árið 2011 með eindæmum kaldur enda virtist hitastig sjávar ekki ná nema um 11°C það sumarið. Séu niðurstöður seltumælinga skoðaðar má gera ráð fyrir að einhverjum ferskvatnsáhrifum frá Miðfjarðará sé að gæta sérstaklega að vorlagi þegar leysingar eru í hámarki. Virðist selta flest árin vera frekar lág að vorinu. Öll árin virtist eiga sér stað ákveðin lagskipting í firðinum þó mismikil sé og misjafnt hversu lengi hún varði.



Mynd 36. Þröngt á þingi, kræklingur á spotta.

4.4. Blaðgræna og vöxtur línur

Frumframleiðni er uppsöfnun lífrænna efna sem plöntur mynda við ljóstillífun. Allir svifþörungar í sjónum fanga sólarorku, og með hjálp efnis sem nefnist blaðgræna (chlorophyll), umbreyta þeir vatni og koltvísýringi í sykrur (Gudmundsson, 1998). Blaðgræna er því oft notuð sem mælikvarði á tiltæka fæðu fyrir krækling í sjó. Blaðgrænumælingar á rannsóknatímabilinu sýna að vorblómi á sér yfirleitt stað snemma að vorinu en síðan lækka mæligildi nokkuð hratt niður. Í flestum tilvikum virðist blaðgrænumagnið byggjast aftur upp þegar líða tekur á sumarið. Árið 2011 og 2012 koma fram

toppar að haustinu sem eru þó minni en eru að vorinu. Árið 2012 kemur fram toppur í blaðgrænu í kringum lok júlí og byrjun ágúst sem er hærri en vorhámarkið og áhugavert er að benda á að á svipuðum tíma á sér stað töluverð lækkun í seltumælingum. Þarna gæti verið um að ræða að Miðfjarðaráin hafi náð að skila fram næringarefnum í efstu lög sjávar og það hafi sett af stað þessa atburðarrás. Lítið er samt sem áður hægt að fullyrða um það þar sem mælingar á næringarefnum voru ekki framkvæmdar samhliða. Hér er væntanlega um að ræða flókið samspil ljóss, magns næringarefna, fjölda þörunga og arðræningja á hverjum tíma.

Ef lítið er á þann vöxt sem átti sér stað á þeim tilraunalínum sem settar voru út er ekki hægt að segja annað en að niðurstaða hafi verið góð þar sem um tvö ár liðu frá því að safnarar voru settir út og þar til skelin var komin í markaðsstærð.

4.5. Örveru og kadmín-mælingar

Niðurstöður örverumælinga benda til þess að magn kólí og saurkólígerla séu innan marka. Ræktunarsvæðum er skipt niður í gæðaflokka og byggir það meðal annars á mælingum á fjölda kólí og saurkólígerlum. Sem dæmi má nefna að svæði með A-vottun, þ.e lítið menguð svæði, fá að uppskera skel og setja beint á markað innihaldi hún ekki þörungaeitur (Gunnarsson, 2010). Kræklingur sem skorinn er upp af svæðum með vottun B eða C þarf að fá tíma til að „skola“ sig í landi og hreinsa sig. Kræklingi er þá gjarnan komið fyrir í kerjum með rennsli af hreinum sjó og kostar það því meira umstang og kostnað við uppbyggingu og minnkar sveigjanleika í sölu afurða. Í vottunarferli og heilnæmisúttektum á vegum Matvælastofnunar (MAST) er notast við magn kólí og saurkólí á skel. Þau tvö kræklingasýni sem send voru til Rannsóknþjónustunnar Sýni sýndu að kólí og saurkólí magn var innan marka.

Mælingar á kadmín í skel frá Miðfirði benda til þess að kadmínmengun geti verið vandamál á því svæði. Tvær mælingar að þremur sýna gildi yfir mörkum og sú þriðja er rétt undir mörkum. Í samtali við Þór Gunnarsson hjá Matvælastofnun kom fram að kadmín mengun er þekkt á ákveðnum svæðum við Ísland m.a. í Arnarfirði og er talið að hér sé um að ræða náttúrulegt kadmín sem berst fram úr jarðlögum. Einnig kom fram að við meðhöndlun á sýnum sem á að nota við mælingar á þungmálum er mikilvægt að tryggja að kræklingurinn verði ekki fyrir vatnstapi fyrir mælingu því það eykur hlutfallslegan styrk efnanna sem á að mæla. Í okkar tilviki er ekki hægt að útiloka að svo hafi verið þar sem sýnin voru send með flutningabíl til Matís í Reykjavík. Okkar niðurstaða er því sú að lýkindi séu á að kadmín gæti orðið yfir viðmiðunarmörkum en æskilegt sé að frekari mælingar yrðu framkvæmdar til þess að skera endanlega úr um það. Mælingar á blýi og kvikaslifri benda hins vegar til að þeir þungmálmar myndu ekki hindra ræktun á svæðinu.

4.7 Niðurstaða og lokaorð

Markmið þessa verkefnis var að kanna fýsileika Miðfjarðar sem svæðis til kræklingaræktar. Svæðið virðist að mörgu leiti henta vel þar sem lirluáseta hefur í flestum tilfellum gengið vel og vöxtur kræklinga á svæðinu sambærilegur eða betri en gengur og gerist í kringum Ísland. Svæðið virðist vera laust við örverumengun en mengun af völdum kadmín þyrfti að skoða betur. Mælingar á blýi og kvikaslifri benda ekki til mengunar hvað þau efni varðar. Talningar á ættkvíslum svifþörunga sem geta verið eittraðir gefa til kynna að sterkar líkur eru á því að uppskera kræklinga úr Miðfirði yrði í

flestum tilfellum ekki heimiluð sökum PSP og DSP eitrunar á tímabili sem nær frá vori og fram á haust. Mælingar á þörungaeitri árið 2011 staðfesta tilvist PSP eiturs í kræklingi sem er yfir viðmiðunarmörkum viðmiðunarmörkum. DSP eitur kemur einnig fram í kræklingasýnum en er þó undir viðmiðunarmörkum þrátt fyrir að frumutalningar gæfu annað til kynna. ASP eitur mældist í kræklingasýnum en langt undir viðmiðunarmörkum.

5. Heimildaskrá

Anderson, D.M., Cembella, A.D., Hallegraeff, G.M., 1998. Physiology and bloom dynamics of toxic Alexandrium with emphasis on life cycle transitions. *Physiological Ecology of Harmful Algal Blooms*. Springer, Berlin, pp. 29-48

Bernard, B.L., 1998. Mussel Monitoring Program. 1997 Report. . PEI Dept. of Fisheries and Environment. Fisheries and Aquaculture Division.

Beaumont, A., Gjerdem, T., Moran, P., 2004. Blue mussel - *Mytilus edulis* Mediterranean mussel - *M. galloprovincialis*. Genimpact final scientific report. University of Wales, Bangor UK. AKVAFORSK, Aas, Norway University of Vigo, Vigo, Spain

Brenko, M.H., Calabrese, A., 1969. The combined effects of salinity and temperature on larvae of the mussel <i>Mytilus edulis</i>. *Marine Biology* 4, 224-226.

Camacho, A.P., Labarta, U., Beiras, R., 1995. Growth of mussels (*Mytilus edulis galloprovincialis*) on cultivation rafts: influence of seed source, cultivation site and phytoplankton availability. *Aquaculture* 138, 349-362.

Gudmundsson, K., 1998. Long-term variation in phytoplankton productivity during spring in Icelandic waters. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 55, 635-643.

Gunnarsson, 2010. Sínaviðtal við fagsviðsstjóra hjá MAST. In: Jónasson, B.s (Ed.), Reykjavík

Hafrannsóknastofnun Íslands, 2010. Upplýsingavefur um vöktun eiturbörunga.
<http://www.hafro.is/voktun/hval.htm>

Izquierdo, J.I., Machado, G., Ayllon, F., d'Amico, V.L., Bala, L.O., Vallarino, E., Elias, R., Garcia-Vazquez, E., 2003. Assessing pollution in coastal ecosystems: a preliminary survey using the micronucleus test in the mussel *Mytilus edulis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 55, 24-29.

Jónasson, B., 2010. Óbirt gögn. Niðurstöður úr rannsóknum á krælingalirfum í sjó í Húnaflóa 2009. Óbirt skýrsla- BioPol ehf.

Karayücel, S., Karayücel, İ., 2000. The effect of environmental factors, depth and position on the growth and mortality of raft-cultured blue mussels (*Mytilus edulis* L.). *Aquaculture Research* 31, 893-899.

Macneill, S., Miranda, P., Couturier, C., Parson, G.J., 2000. NAIA Mussel Larval/Spatfall Monitoring Program 1994-1999- Increasing Spat Collection for Mussel Culture in Newfoundland. NAIA (Newfoundland Aquaculture Industry Association).

Page, H.M., Hubbard, D.M., 1987. Temporal and spatial patterns of growth in mussels *Mytilus edulis* on an offshore platform: relationships to water temperature and food availability. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 111, 159-179.

Paul Chapple, J., Smerdon, G.R., Hawkins, A.J.S., 1997. Stress-70 protein induction in *Mytilus edulis*: Tissue-specific responses to elevated temperature reflect relative vulnerability and physiological function. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 217, 225-235.

Pálsson, Ö. Jón., 2010. Um kræklingaverkefni í Steingrímsfirði og á Vestjörðum. In: Jónasson, B.s (Ed.), *Skagaströnd*.

Pálsson, Þorgeir., Theodórsson, B., Pálson, Ö., Jón., 2009. Stefnumótun í bláskeljarækt á Íslandi 2009-2015. Stöðulýsing og samantekt stefnumótunarvinnu. Atvinnuþróunarfélag Vestfjarða.

Smayda, T.J., 1997. Harmful algal blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnol.Oceanogr.* 42, 1137-1153.

Swan, S.C., Davidson, K., 2010. Monitoring Programme for the Presence of Toxin Producing Plankton in Shellfish Production Areas in Scotland. Reportin period: 01 January 2009 - 31 December 2009. Scottish Association of Marine Science, Oban.

Thorarinsdóttir, G.G., 1996. Gonad development, larval settlement and growth of *Mytilus edulis* L. in a suspended population in Hvalfjörður, south-west Iceland. *Aquaculture Research* 27, 57-65.

Thorarinsdóttir, G.G., Gunnarsson, V.I., Theodórsson, B., 2007. Kræklingarækt á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn* 76, 63-69.

Uthermöhl, v.H., 1931. Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Plantkons. (Mit besonde Beriicksichtigung des Ultraplanktons). . *Verh. Int. Theor. Angew. Limnol.* 5, 567-595.

Mynd af uppsetningu kræklingasafnara (teikning gerð fyrir Vogaskel á Vatnsleysuströnd)

