

HV 2019-27
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Kísilpörungar og hryggleysingar
í Lagarfljóti 2011 - 2012

Iris Hansen og Jón S. Ólafsson

REYKJAVÍK DESEMBER 2019

Kísilpörungar og hryggleysingar í Lagarfljóti 2011 - 2012

Iris Hansen og Jón S. Ólafsson

Skýrslan er unnin fyrir Landsvirkjun

Upplýsingablað

Titill: Kísilpörungar og hryggleysingar í Lagarfljóti 2011–2012		
Höfundur: Iris Hansen og Jón S. Ólafsson		
Skýrsla nr: HV-2019-027	Verkefnisstjóri: Jón S. Ólafsson	Verknúmer: 8940
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 61	Útgáfudagur: 30. desember 2019
Unnið fyrir: <i>Landsvirkjun</i>	Dreifing: Opin	Yfirfarið af: Guðni Guðbergsson
Ágrip <i>Iris Hansen og Jón S. Ólafsson. Kísilpörungar og hryggleysingar í Lagarfljóti 2011–2012. HV 2019-27. HV 2019-27.</i> Rannsókn á kísilpörungum og hryggleysingjum (smádýrum) í Lagarfljóti fór fram árin 2011 og 2012 og var endurtekning rannsóknar sem fór fram í Lagarfljóti sumrin 2006 og 2007. Sýnum var safnað á tveimur stöðum í fjöru stöðuvatnshluta Lagarfljóts (í Leginum), við Húsatanga og Þórsnes, í maí, júní og september. Tilgangur rannsóknarinnar var að kanna hvort tilflutningur vatns úr Háslóni í Lagarfljót, vegna reksturs Fljótsdalsvirkjunar, hafi haft áhrif á kísilpörunga og hryggleysinga í Lagarfljóti. Í heildina á litið bendir rannsóknin til þess að tilflutningur vatns úr Háslóni og aukinn svifaursstyrkur í Lagarfljóti í kjölfarið, hafi haft neikvæð áhrif á lífríki þess. Þéttleiki svifpörunga í fjörusvifi Lagarfljóts var mun minni eftir virkjun og litið fannst af þeim tegundum kísilpörunga sem einkennt höfðu pörungasvif Lagarfljóts fyrir virkjun. Mjög fáir hryggleysingar voru á steinum í fjöru eftir virkjun og af fábreyttari tegundahópum en fyrir virkjun. Magn blaðgrænu a á fjörusteinum var marktækt meira við Húsatanga eftir að vatni úr Háslóni var veitt í Lagarfljót, hins vegar var ekki marktækur munur á magni blaðgrænu milli rannsóknartímabila við Þórsnes. Hliðstæðar niðurstöður komu í ljós hvað þéttleika kísilpörunga á fjörusteinum varðar, þar sem marktækur munur var á milli tímabila við Húsatanga en ekki við Þórsnes. Mestu munar um áberandi há gildi fyrir blaðgrænu a og þéttleika kísilpörunga 2012 á báðum stöðum. Á mjóu belti í fjörunni, þar sem ljós nær niður á botn, virðast vera ágæt skilyrði fyrir vöxt kísilpörunga, eins og sást glögggt vorið 2012. Síðara árið var styrkur svifauris í vatninu lægri og veður hlýrra en var 2011. Breytingar á vatnshæð voru minni árin 2011 og 2012 en höfðu verið fyrir virkjun. Tegundasamsetning kísilpörunga á fjörusteinum Lagarins árin 2011 og 2012 var ólík fyrri árunum 2006 og 2007,		

samkvæmt samanburði á milli ára með óþvingaðri hnitunargreiningu (DCA- hnitun). Umhverfisbreyturnar rýni, lega steina og vatnshiti skýrðu 54% breytileikans sem kom á milli rannsóknaráranna fjögurra í tegundsamsetningu kísilþörunga samkvæmt CCA hnitunargreiningu.

Aukinn svifaur hefur haft mikil áhrif á lífsskilyrði fyrir kísilþörunga og hryggleysingja, bæði í svifi og á fjörubotni í Lagarfljóti. Ljós berst styttra ofan í vatnið og um leið minnkar það rúmmál þar sem ljóstillífun getur farið fram í svifinu. Einnig má ætla að belti frumframleiðenda efst í fjöru Lagarfljóts nái ekki eins djúpt og það gerði áður og sé því orðið minna að flatarmáli en það var fyrir virkjun. Þar með hefur dregið úr fæðuframboði fyrir aðrar lífverur í vatninu eins og hryggleysingja og fiska.

Abstract

Iris Hansen and Jón S. Ólafsson. Diatoms and littoral macroinvertebrates in Lagarfljót 2011–2012. HV 2019-27.

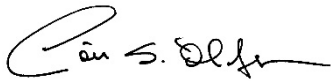
A study on diatoms and littoral fauna of Lagarfljót was carried out 2011 and 2012, which was a repeat of comparable study carried out 2006 and 2007. Samples were collected within the littoral zone of Lagarfljót at two locations and three times each year at Húsatangi and Þórsnes in May, June and September. The main objective of this study was to assess the effect from an inflow of water from hydropower reservoir Háslón into Lagarfljót on diatoms and the littoral fauna of Lagarfljót. The main results indicate that the inflow of turbid glacial melt water from Háslón reservoir has had a negative effect on diatoms and the littoral fauna. The density of planktonic diatoms was significantly lower 2011–2012 than it was 2006–2007 and some of the diatoms that characterized the community during the earlier study period were not found 2011–2012. The abundance and diversity of littoral invertebrates was lower 2011 and 2012 in comparison to 2006 and 2007. Chlorophyll a concentration was significantly higher at Húsatangi, but not at Þórsnes, when the results for 2011 and 2012 are combined, compared to 2006–2007. Similar results emerged for densities of epilithic diatoms, where the density was higher at Húsatangi after the inflow started of water from Háslón reservoir. There was not significant difference in diatom densities for Þórsnes. The main difference was due to high values for 2012. It seems like the condition for diatoms are favourable within a narrow belt of the littoral zone where light intensity is enough for photosynthesis such as in spring 2012. The condition for primary production in the littoral zone seems to have been more favourable in spring 2012 than it was at the same time the year before. This can partly be explained by lower turbidity and higher water temperature 2012 than 2011. Furthermore, the water level in Lagarfljót has been more stable after the Kárahnjúkar power plant came into operation than it was before (2006–2007) when water from Háslón reservoir was directed to Lagarfljót. Unconstrained detrended correspondence analyses (DCA) revealed that the species composition of epilithic

diatoms in the littoral zone of Lagarfljót was significantly different 2011 and 2012 than it was 2006 and 2007. A total of 54% of the variance in species composition was explained by three environmental variables; turbidity, water level and temperature.

Increased turbidity in Lagarfljót has changed conditions for diatoms and benthic invertebrates significantly. This is mainly due to decreased light penetration after inflow from Háslón reservoir started after 2007, which has caused a decrease in the Photosynthetically active radiation (PAR). This has also led to a decrease in primary production within the littoral zone and therefore less food available for invertebrates and cascading up Lagarfljót's food chain.

Lykilorð: *Lagarfljót, kísilþörungar, blaðgræna, hryggleysingjar*

Undirskrift verkefnisstjóra:



Undirskrift forstöðumanns sviðs:



1. Inngangur	1
2. Staðsetning og umhverfi	3
2.1 Sýnatökustaðir	3
2.2 Veðurfar og lofthiti	3
2.3 Vatnshiti	6
2.4 Vatnshæð	8
2.5 Svifaur	10
3. Aðferðir	11
3.1 Sýnatökur og mælingar	11
3.1.1 Umhverfisbreytur	11
3.1.2 Vatnssýni	11
3.1.3 Steinasýni	11
3.2 Úrvinnsla sýna	12
3.2.1 Vatnssýni	12
3.2.1.1 Lífrænt efni	12
3.2.1.2 Blaðgræna	12
3.2.1.3 Kísilþörungar	13
3.2.2 Steinasýni	13
3.2.2.1 Lífrænt efni	13
3.2.2.2 Hryggleysingar	13
3.2.2.3 Blaðgræna α	13
3.2.2.4 Kísilþörungar	14
3.2.2.5 Kísilþörungar taldir og greindir í smásjá	14
3.2.2.6 Hlutfall kísilþörungaskelja með sjáanlegri blágrænu	15
3.3 Töluleg úrvinnsla	16
4. Niðurstöður	17
4.1 Umhverfisbreytur	17
4.1.1 Hiti, rafleiðni og pH-gildi	17
4.1.2 Grugg og rýni	18
4.2 Fjörusvif	19
4.2.1 Lífrænt efni	19
4.2.2 Kísilþörungar	19

4.3 Fjörusteinar	24
4.3.1 Lífrænt efni	24
4.3.2 Hryggleysingar	26
4.3.3 Magn blaðgrænu a.....	28
4.3.4 Kísilþörungar	30
4.3.4.1 Þéttleiki kísilþörungum	30
4.3.4.2 Fjöldi kísilþörungategunda og -tegundahópa	32
4.3.4.3 Helstu tegundir kísilþörungum	33
4.3.4.4 Samfélög kísilþörungum	38
4.3.4.5 Hlutfall kísilþörungum með sjáanlegri blaðgrænu	39
5. Umræður.....	43
6. Tillögur að næstu skrefum	50
7. Heimildir.....	51
Þakkir	55
Viðaukar	57

Myndaskrá

1. mynd.	Sýnatökusvæðið við Húsatanga á sýnatökudögum árin 2011 og 2012.	4
2. mynd.	Sýnatökusvæðið við Þórsnes á sýnatökudögum árin 2011 og 2012.	5
3. mynd.	Vatnshiti í Lagarfljóti við Lagarfell árin 2006, 2007, 2011 og 2012.	6
4. mynd.	Skipting ára í tímabil eftir meðalvatnshita í Lagarfljóti við Lagarfell.	7
5. mynd.	Vatnshæð í Lagarfljóti við Lagarfell árin 2006–2007 og 2011–2012.	8
6. mynd.	Vatnshæð í Lagarfljóti við Lagarfell á sýnatökudögum og 30 daga þar á undan.	9
7. mynd.	Svifaur í Lagarfljóti við Lagarfell árin 2006–2007.	10
8. mynd.	Svifaur í Lagarfljóti við Lagarfossvirkjun árin 2008–2013.	10
9. mynd.	Grugg (NTU) við Húsatanga og Þórsnes og rýni mælt í fjöru við Húsatanga og Þórsnes.	18
10. mynd.	Magn lífræns efnis í fjörusvifi og hlutfall lífræns efnis við Húsatanga og Þórsnes.	19
11. mynd.	Þéttleiki kísilþörunga í vatnsbolnum í fjöru við Húsatanga og Þórsnes.	20
12. mynd.	Shannon fjölbreytileikastuðlar fyrir kísilþörunga í fjörusvifsýnum.	20
13. mynd.	Þéttleiki kísilþörunga og hlutfallslegur þéttleiki þriggja sviflægra kísilþörungategunda eða -tegundahópa í fjörusvifi við Húsatanga og Þórsnes.	21
14. mynd.	Þéttleiki og hlutfallslegur þéttleiki algengustu kísilþörungategunda, annarra en sviflægra í fjörusvifi úr fjöru við Húsatanga og Þórsnes.	23
15. mynd.	Meðalhlutfall lífræns efnis á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes.	24
16. mynd.	Þéttleiki hryggleysingja á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes.	26
17. mynd.	Hlutfallslegur þéttleiki hópa hryggleysingja á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes.	28
18. mynd.	Meðaltalsgildi fyrir magn blaðgrænu á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes.	28
19. mynd.	Þéttleiki kísilþörunga á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes.	30
20. mynd.	Shannon fjölbreytileiki fyrir kísilþörunga á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes.	32
21. mynd.	Hlutfallslegur þéttleiki og þéttleiki helstu kísilþörungategunda í Lagarfljóti sem voru algengari sumarið 2011 en 2012.	35
22. mynd.	Hlutfallslegur þéttleiki og þéttleiki helstu kísilþörungategunda í Lagarfljóti sem voru algengari sumarið 2012 en 2011.	36
23. mynd.	Hnitunarmynd (DCA) sem sýnir tengsl sýnatökustaða, sýnatökudaga og dýpis miðað við hlutföll kísilþörungategunda á fjörusteinum.	40
24. mynd.	Hnitunarmynd (CCA) sem sýnir tengsl sýnatökustaða, sýnatökudaga og dýpis út frá hlutföllum kísilþörungategunda á fjörusteinum á tveimur stöðum í Lagarfljóti.	41

Töfluskra

Tafla 1. Vatnshiti, rafleiðni og pH-gildi í fjöruborði Lagarfljóts, við Húsatanga og Þórsnes.....	17
Tafla 2. Meðalhutfall lífræns efnis á fjörusteinum.	25
Tafla 3. Niðurstöður tölfraeðiprófa (t-próf) á samanburði á hlutfalli lífræns efnis á fjörusteinum.	25
Tafla 4. Meðalþéttleiki hryggleysingja á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes.	26
Tafla 5. Niðurstöður tölfraeðiprófa (t-próf) á samanburði á þéttleika hryggleysingja á fjörusteinum.	27
Tafla 6. Meðaltalsgildi fyrir magn blaðgrænu a , á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes.	29
Tafla 7. Niðurstöður tölfraeðiprófa (t-próf) á samanburði á magni blaðgrænu á fjörusteinum.	29
Tafla 8. Meðalþéttleiki kísilþörunga á fjörusteinum í fjöru við Húsatanga og Þórsnes.	31
Tafla 9. Niðurstöður tölfraeðiprófa (t-próf) á samanburði á þéttleika kísilþörunga á fjörusteinum....	31
Tafla 10. Fjöldi tegunda og tegundahópa kísilþörunga sem sást á fjörusteinum.	32
Tafla 11. Hlutfall kísilþörungafruma sem innihéldu greinilega grænkorn (blaðgrænu).	39

Viðaukaskrá

Viðauki 1. Hryggleysingar á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes.	57
Viðauki 2. Kísilþörungategundir eða tegundahópar sem voru greindir í sýnum af steinum og úr fjörusvifi frá Húsatanga og Þórsnesi.....	58
Viðauki 3. Tegundaheiti kísilþörunga sem fundust í sýnum frá Húsatanga og Þórsnesi.	62

1. Inngangur

Fljótsdalsstöð Kárahnjúkavirkjunar tók til starfa 30. nóvember 2007. Síðan þá hefur vatni verið veitt í Lagarfljót úr virkjunarlónunum Háslóni á vatnasviði Jökulsár á Dal, úr Ufsarlóni á vatnasviði Jökulsár í Fljótsdal og Keldarlóni sem er ofan við Ufsarlón. Eftir að rekstur virkjunarinnar hófst hafa orðið miklar breytingar á þeim vötnum sem raskað var við framkvæmdirnar, sérstaklega á Jökulsá á Dal og Lagarfljóti. Fyrir virkjun Jökulsár á Dal var hún eitt gruggugasta vatnsfall landsins. Við gerð Kárahnjúkavirkjunar varð til um 60 km² lón, Háslón, sem safnar mestu af sumarrennsli Jökulsár á Dal. Megnið af árinu rennur aðeins dragavatn af heiðum á vatnasviði Jökulsár á Dal, neðan Kárahnjúkastíflu og er hún þess vegna nær mestan hluta ársins. Jökulvatn rennur ekki í farvegi hennar nema síðsumars þegar Háslón er orðið fullt og fer á yfirfall.

Vatn er tekið úr Háslóni um inntaksgöng í Fljótsdalsheiði, í gegnum túrbínur Fljótsdalsvirkjunar og um afrennslisskurð virkjunarinnar til Jökulsár í Fljótsdal, þaðan sem það berst í Lagarfljót. Við það u.þ.b. tvöfaldaðist rennsli Lagarfljóts miðað við það sem það var fyrir virkjun (Eydis Salome Eiríksdóttir o.fl., 2017). Magn svifaus í Lagarfljóti jókst einnig mikið, þar sem mun meiri svifaur berst nú úr Háslóni en það magn sem barst í Lagarfljót fyrir vatnsflutningana. Aukinn styrkur svifaus hefur áhrif á það hve langt sólarljós getur náð ofan í vatnsbolinn (rýni) og þar af leiðandi á möguleika frumframleiðenda til vaxtar.

Samkvæmt niðurstöðum rannsókna á fiskstofnum í Lagarfljóti, hefur bleikju fækkað, dregið hefur úr vaxtarhraða og fæða fiska er í meira mæli af landrænum uppruna en fyrri rannsóknir gáfu til kynna sem gerðar voru fyrir virkjun (Ingi Rúnar Jónsson og Friðþjófur Árnason, 2011, 2015, 2017; Ingi Rúnar Jónsson o.fl., 2013). Rannsókn á hryggleysingjum á fjörusteinum í Lagarfljóti í ágúst 2014, sýndu að mjög fáa hryggleysingja var að finna á steinunum miðað við eldri rannsóknir og voru rykmýslirfur langalgengastar (Ingi Rúnar Jónsson o.fl., 2017).

Áður en farið var að veita vatni úr Háslóni yfir í Lagarfljót, fór fram rannsókn á þörungum og smádýrum (hryggleysingjum) í Leginum, stöðuvatnshluta Lagarfljóts, árin 2006 og 2007 (Iris Hansen o.fl., 2013). Rannsóknin var endurtekin árin 2011 og 2012 og eru niðurstöður þeirrar rannsóknar hér til umfjöllunar. Þá hafði virkjunin verið í rekstri í nokkur ár og því er hægt að gera samanburð á niðurstöðum mælinga fyrir og eftir virkjun. Niðurstöður sem birtar voru í skýrslunni *Kísilþörungar og smádýr í Lagarfljóti 2006–2007* (Iris Hansen o.fl., 2013) verða notaðar til samanburðar.

Megintilgangur endurtekinnar rannsóknar árin 2011 og 2012, var að afla upplýsinga um mögulegar breytingar á samfélögum og magni kísilþörungum og hryggleysingja í fjöru Lagarfljóts eftir tilkomu Fljótsdalsvirkjunar og innrennsli vatns úr Háslóni í Lagarfljót.

2. Staðsetning og umhverfi

2.1 Sýnatökustaðir

Sýnatökur fóru fram við strönd á tveimur stöðum í Leginum (stöðuvatns hluti Lagarfljóts, innan Lagarfljótsbrúar) árin 2011 og 2012, þ.e. við Húsatanga (N65°10.122', V14°79.667') og Þórsnes (N65°15.189', V14°26.982') á sambærilegan átt og gert var sumarið 2007. Sýnatökur fóru fram 18. maí, 14. júní og 6. september 2011 og 21. maí, 19. júní og 5. september 2012. Húsatangi er innarlega við Löginn að vestanverðu, fyrir neðan bæinn Hús og er rannsóknarsvæðið norðaustan við tangann á grýttri klapparfjöru (1. mynd). Þórsnes er utarlega við Löginn að austanverðu, skammt suður af Egilsstöðum og er rannsóknarsvæðið vestan við nesið á sendinni og smágrýttri fjöru (2. mynd). Húsatangi og Þórsnes voru í upphafi valin sem sýnatökustaðir vegna nálægðar við sinn hvorn enda Lagarins. Nánari lýsingu á stöðunum má finna í fyrri skýrslu og kort af staðsetningu sýnatökustaða við Lagarfljót (Iris Hansen o.fl., 2013).

2.2 Veðurfar og lofthiti

Veðurfar hefur mikil áhrif á umhverfisaðstæður lífvera í fjöru Lagarfljóts, til dæmis hafa lofthiti, sól, regn og vindur áhrif á vatnshita, birtustig í vatninu og stöðugleika vatnsborðs í fjörunni. Á vef Veðurstofu Íslands má finna upplýsingar um veðurfar á Austurlandi árin fjögur 2006, 2007, 2011 og 2012 (www.vedur.is).

Á Egilsstöðum hófst árið 2011 með umhleyplingarsamri tíð og lofthita sem var að meðaltali vel yfir meðallagi í janúar (-0,6°C), febrúar (0,3°C) og mars (-0,6°C). Í apríl var óvenju hlýtt á Austurlandi og var meðalhiti á Egilsstöðum 5,8°C. Þegar leið á maí mánuð kólnaði mjög og varð að kuldakasti sem náði fram í byrjun júní (meðalhiti 4,4 °C í maí og 6,0°C í júní). Meðalhiti í júlí var rétt undir meðallagi (10,5°C) og ágústmánuður var fremur kaldur miðað við fyrri mælingar (8,9°C), en í september var meðalhiti yfir meðallagi (7,8°C) (Trausti Jónsson, 2012, Veðurstofa Íslands, 2011a–i).

Fyrstu mánuðir ársins 2012 voru með þeim hlýjustu sem höfðu mælst á Austurlandi. Meðalhiti á Egilsstöðum var 0,1°C í janúar og 2,5°C í febrúar. Óvenju hlýtt var í mars (meðalhiti 2,9°C) en meðalhiti í apríl var mun lægri (0,8°C). Í maí kom rúmlega hálfsmánaðar langt kuldakast eftir tvo hlýja daga í byrjun mánaðar. Hiti í maí var undir meðallagi (4,6°C) og júnímánuður var líka í kaldara lagi (7,4°C). Hiti var í meðallagi í júlí (10,3°C) og í ágúst (10,2°C) en undir meðallagi í september (6,2°C) (Veðurstofa Íslands, 2012a–i).

Á vef Veðurstofunnar eru takmarkaðri upplýsingar um hita og veðurfar á Austurlandi árin 2006 og 2007. Þar segir að árið 2006 hafi hitastig verið „um 1,3 til 1,8 stigum ofan meðallags norðaustan- og austanlands“ (Trausti Jónsson, e.d.). Ársmeðalhiti á Egilsstöðum árið 2007 var 4,0°C, eða 1,1°C yfir meðallagi. Sumarið 2007 var óvenju þurr og óvenju hlýtt í apríl og fram í maí, en hitinn í júní og júlí var í meðallagi (Trausti Jónsson, 2007, 2008). Til samanburðar var ársmeðalhiti við Egilsstaði árið 2011 3,9°C og árið 2012 3,7°C (Trausti Jónsson, 2012, 2013).

Húsatangi



18. maí 2011



14. júní 2011



6. september 2011



21. maí 2012



19. júní 2012



5. september 2012



1. mynd. Sýnatökusvæðið við Húsatanga á sýnatökudögum árin 2011 og 2012. Dagsetningar sýnatökudaga eru skráðar fyrir neðan myndirnar, tvær myndir frá hverri sýnatöku, teknar í sína hvora áttina.

Figure 1. The sampling site at Húsatangi at different sampling dates in 2011 and 2012. Dates are shown at the bottom of each pair of photos, showing the site from a different angle.

Pórsnes



18. maí 2011



14. júní 2011



6. september 2011



21. maí 2012



19. júní 2012



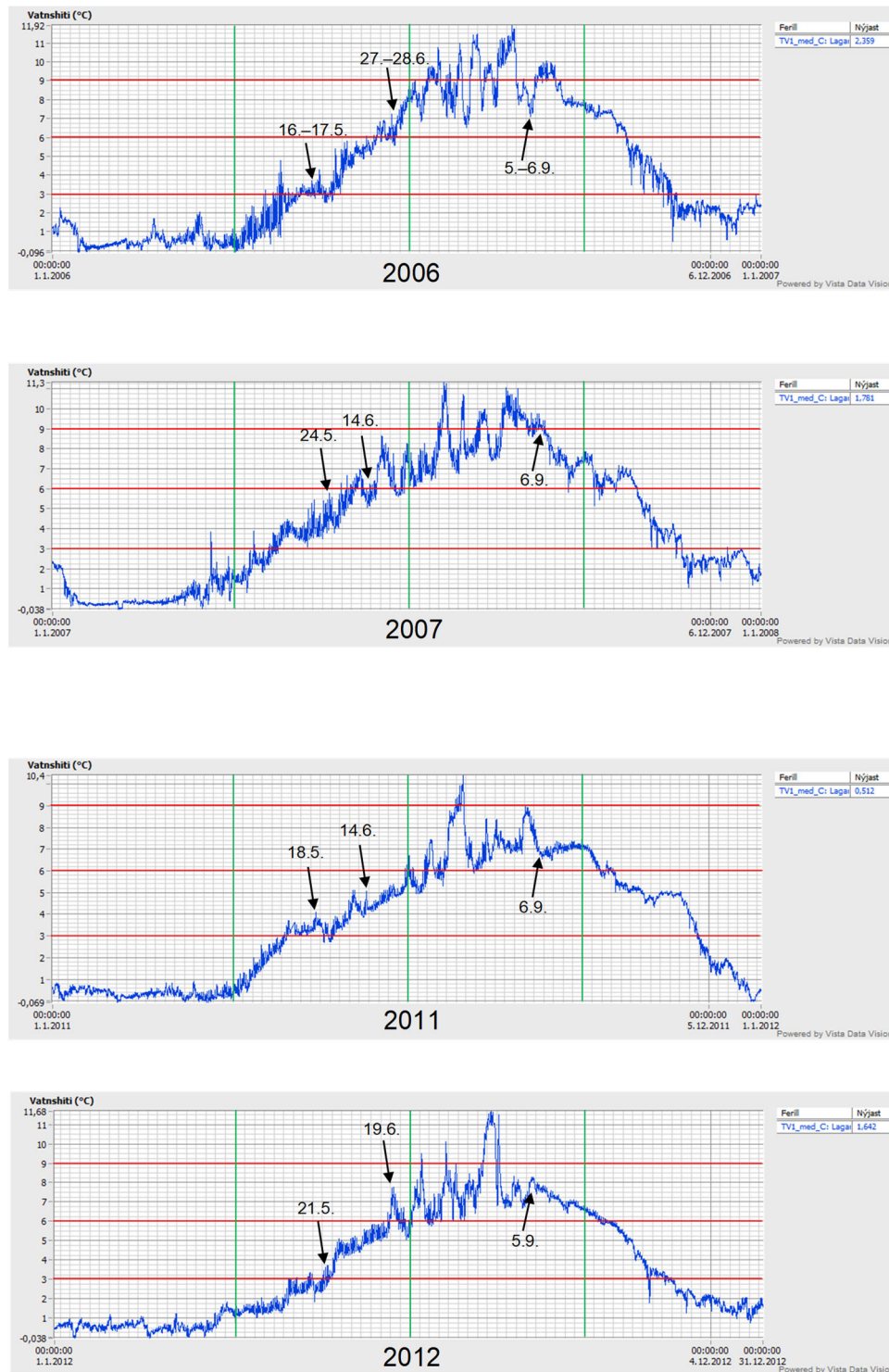
5. september 2012

2. mynd. Sýnatökusvæðið við Pórsnes á sýnatökudögum árin 2011 og 2012. Dagsetningar sýnatökudaga eru skráðar fyrir neðan myndirnar, tvær myndir frá hverri sýnatöku, teknar í sína hvora áttina .

Figure 2. The sampling site at Pórsnes on sampling dates (shown below relevant photograph) in the summers of 2011 and 2012. Dates are shown at the bottom of each pair of photos, showing the site from a different angle.

2.3 Vatnshiti

Á vef vatnshæðamælakerfis Veðurstofu Íslands (Veðurstofa Íslands e.d.) má fá upplýsingar um óyfirfarin gögn yfir vatnshita í Lagarfljóti við Lagarfell (3. mynd).



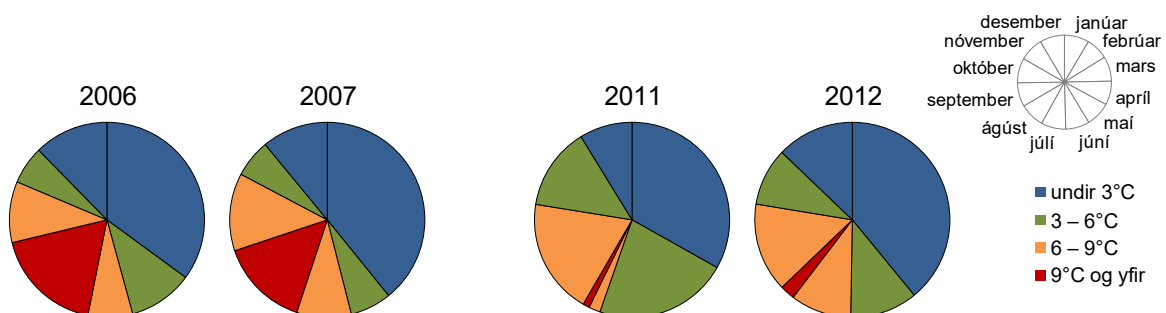
3. mynd. Vatnshiti (°C) í Lagarfljóti við Lagarfell (óyfirfarin gögn) árin 2006, 2007, 2011 og 2012 (Veðurstofa Íslands, e.d.). Sýnatökudagar eru merktir með örvum.

Figure 3. Water temperature (°C) in Lagarfljót at Lagarfell 2006, 2007, 2011 and 2012 (data not quality checked) (Veðurstofa Íslands, n.d.). Sampling dates are marked with arrows.

Vatnshiti í Lagarfljóti við Lagarfell var milli 0–1°C veturinn 2011, en eftir fyrstu vikuna í apríl hækkaði hann jafnt og þétt og var kominn upp í um 3°C í byrjun maí. Í maí var vatnshitinn nokkuð stöðugur á bilinu 3–4°C, en frá byrjun júní og fram til 23. júlí hækkaði hann smám saman upp í um 7°C. Hitastigið hélst eftir það við eða yfir 7°C þar til fór að kólna í lok september, tvisvar hækkaði hitinn í stuttan tíma á tímabilinu (3. mynd) (Veðurstofa Íslands, e.d.).

Vatnshitinn var undir 1°C frá ársbyrjun 2012 til loka mars þegar vatnshitinn hækkaði um 1°C og var um 1–2°C allan aprílmánuð. Í byrjun maí hækkaði vatnshitinn aftur um 1°C og hélst um eða undir 3°C þar til í síðustu viku maí þegar hitinn hækkaði í um 4–5°C. Eftir það hitnaði vatnið smám saman upp í 6°C í lok júní, sem var um 3 vikum fyrr en vatnið varð 6°C heitt sumarið áður. Frá byrjun júlí fram að miðjum október var vatnshitinn að meðaltali 6–8°C, með einum stuttum hitatoppi yfir 9°C (3. mynd) (Veðurstofa Íslands, e.d.).

Rannsóknarárunum hefur verið skipt niður í tímabil ráðandi meðalvatnshita í Lagarfljóti við Lagarfell út frá þeim gögnum sem hægt er að sækja á vef vatnshæðamælakerfis Veðurstofu Íslands (Veðurstofa Íslands, e.d.) (4. mynd). Meðalvatnshiti var lengur yfir 3°C árið 2011 en hin þrjú rannsóknarárin, en sama ár var stysta tímabilið með vatnshita yfir 6°C (4. mynd). Meðalvatnshiti var sjáanlega hærri fyrri árin tvö 2006 og 2007 en 2011 og 2012. Vatnshitinn fór yfir 6°C um miðjan júní bæði 2006 og 2007 og tímabil þegar vatnshitinn fór stundum yfir 9°C voru um 2 mánuðir hvort sumar 2006 og 2007, en voru eingöngu nokkrir dagar 2011 og 2012 (3. mynd og 4. mynd) (Veðurstofa Íslands, e.d.).

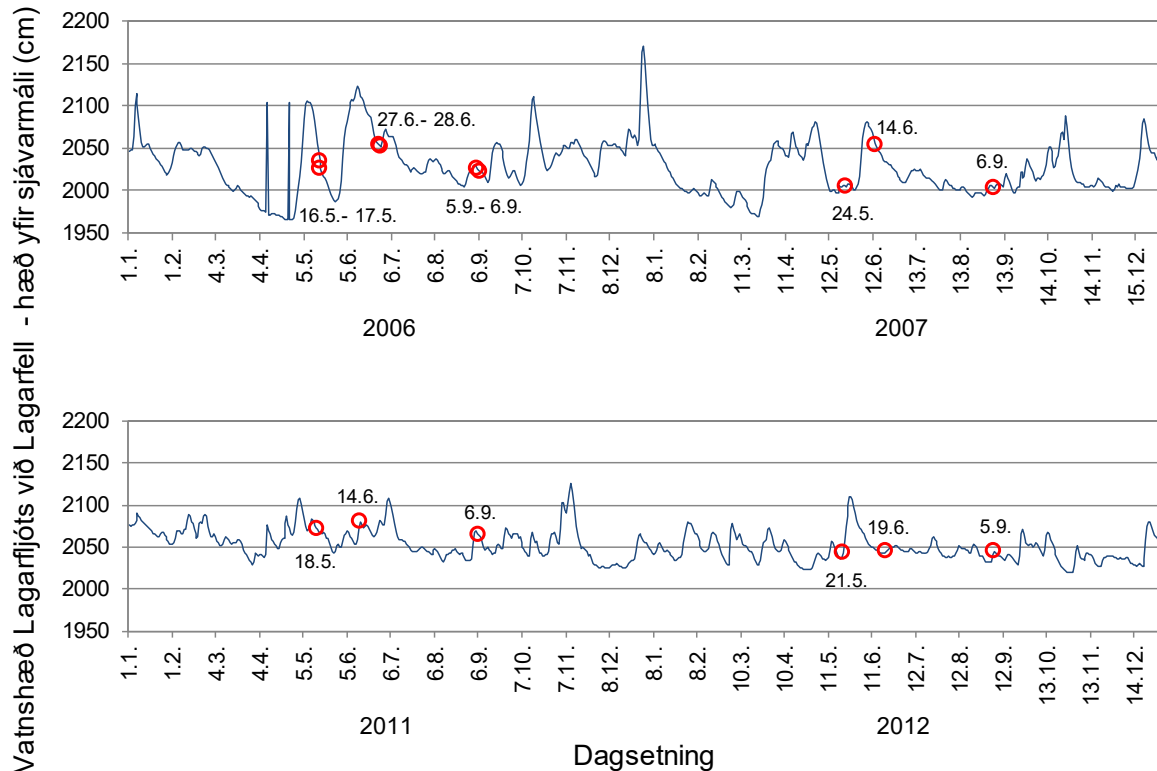


4. mynd. Skipting ára í tímabil eftir meðalvatnshita í Lagarfljóti við Lagarfell (óyfirfarin gögn) (Veðurstofa Íslands, e.d.). Hvert skífurit táknar eitt ár sem hefst efst á 1. janúar og 365 dagar ársins (366 dagar árið 2012) raðast réttsælis til ársloka. Vatnshita hefur verið skipt í fjóra flokka: undir 3°C, 3–6°C, 6–9°C og 9°C og yfir.

Figure 4. A classification of annual average water temperature in Lagarfljót for the four study years (data not quality checked) (Veðurstofa Íslands, n.d.). Each pie chart represent one year, 1 January is at the top and following months are shown in colckwise order from there. The water temperature regime has been divided into four categories: lower than 3°C, 3–6°C, –9°C and above 9°C.

2.4 Vatnshæð

Vatnshæð Lagarfljóts er stöðugt mæld við norður enda Lagarfljótsbrúar við Fellabæ og er mælirinn kenndur við Lagarfell (nefndur „Lagarfljót við Lagarfell“). Gögn í eigu Orkusölnunnar um vatnshæð í Lagarfljóti árin 2006–2012 voru notuð, en fengin með leyfi hennar frá Veðurstofu Íslands (2010) og Landsvirkjun (2014). Gögnin eru notuð hér til að fá hugmyndir um breytingar á vatnshæð á milli sýnatökudaga í Lagarfljóti (5. og 6. mynd).



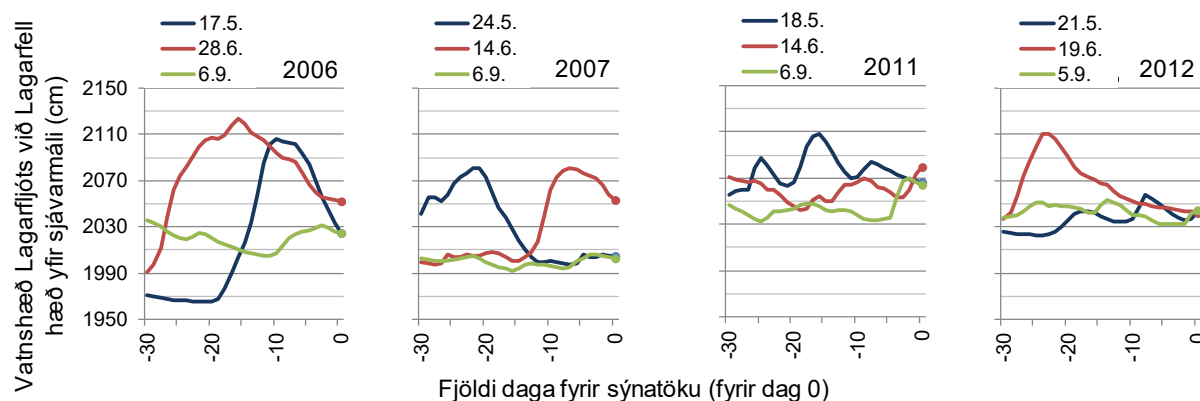
5. mynd. Vatnshæð (hæð yfir sjávarmáli í cm) í Lagarfljóti við Lagarfell árin 2006–2007 (Veðurstofa Íslands, 2010) og 2011–2012 (Landsvirkjun, 2014). Á myndinni eru sýnatökudagar merktir með rauðum hringjum og dagsetningu.

Figure 5. Water level (height above sea level in cm) in Lagarfljót at Lagarfell the years of 2006–2007 (Veðurstofa Íslands, 2010) and 2011–2012 (Landsvirkjun, 2014). Sampling dates are marked with red circles and dates on each graph.

Vatnshæð mældist að meðaltali 2070 cm yfir sjávarmáli þá daga sem sýnatökur fóru fram árið 2011, en 2043 cm árið 2012. Árið 2011 var vatnshæð í Lagarfljóti við Lagarfell að meðaltali um 2058 cm og 2047 cm árið 2012 (Landsvirkjun, 2014). Árið 2006 var meðalvatnshæð 2047 cm yfir sjávarmáli og 2020 cm árið 2007 (Veðurstofa Íslands, 2010). Minni breytingar voru innan árs á vatnshæð Lagarfljóts árin 2011 og 2012 en árin 2006 og 2007 (5. mynd). Mesti munur á vatnshæð innan árs var 102 cm árið 2011 og 92 cm árið 2012 en var 205 cm og 184 cm á árunum 2006 og 2007.

Vatnshæðin var mjög lík á milli sýnatökudaga innan hvors árs þegar sýnatökur fóru fram sumrin 2011 og 2012. Mesti munur á vatnshæð var 14. júní 2011 þegar hún mældist 14–15 cm hærri en hina tvo sýnatökudaga þess sumars (6. mynd). Breytingar á hæð vatnsborðs síðustu daga fyrir sýnatökur sýna að tilviljun réði því að vatnshæð var oftast sú sama á sýnatökudögum innan hvers sumars öll fjögur árin. Sýnatökudagana 14. júní og 6. september 2011, hafði vatnsborð hækkað nýlega síðustu daga fyrir sýnatökur. Steinar sem teknir voru af á 20 cm dýpi

14. júní 2011 höfðu líklega aðeins verið undir vatni í 1–2 daga fyrir sýnatöku, en ofan vatnsborðs í fjörunni í um 16 daga af síðustu 30 dögum fyrir sýnatöku. Steinar sem voru á 20 cm dýpi 6. september 2011 höfðu líklega aðeins verið undir vatni í um 4–5 daga, en á þurru í um 21 dag af síðustu 30 dögum fyrir sýnatöku (6. mynd). Ólíklegt er að steinar sem teknir voru af 40 cm dýpi við sýnatökur, hafi verið á þurru einhverja af síðustu 30 dögum á undan.



6. mynd. Vatnshæð (hæð yfir sjávarmáli í cm) í Lagarfljóti við Lagarfell á sýnatökudögum og 30 daga þar á undan, árin 2006, 2007, 2011 og 2012. Punktar á hægri enda hvernar línu tákna vatnshæð á sýnatökudegi (á degi 0) (Veðurstofa Íslands, 2010; Landsvirkjun, 2014).

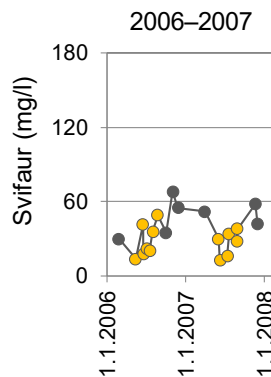
Figure 6. Water level (height above sea level in cm) in Lagarfljót at Lagarfell at sampling dates and for 30 days period prior to sampling dates 2006, 2007, 2011 and 2012. Circles at the right side of each line indicates water level at the sampling days (at day 0) (Veðurstofa Íslands, 2010; Landsvirkjun, 2014).

Árið 2012 voru vatnsborðsbreytingar minni að jafnaði en árið 2011. Ólíklegt er að sýnatökusteinar hafi verið á þurru síðustu 30 daga fyrir sýnatökur. Eina undantekningin voru steinar á 20 cm dýpi sem gætu hafa verið á þurru í um 1 dag af 30 fyrir sýnatöku 21. maí 2012 (6. mynd).

Breytingar í vatnshæð höfðu áhrif á breiðari hluta fjörunnar árin 2006 og 2007, en 2011 og 2012. Til dæmis höfðu steinar sem teknir voru bæði af 20 cm og 40 cm dýpi í maí og júní 2006 og í júní 2007 líklega verið á þurru í nokkurn tíma fyrir vatnsborðshækkunir að vori (6. mynd).

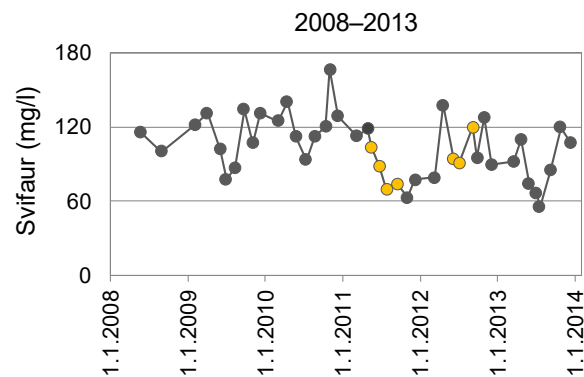
2.5 Svifaur

Gögn um styrk svifaurs í Lagarfljóti (mælt við vatnshæðarmælinn í Lagarfljóti við Lagarfell), árin 2006 og 2007 voru fengin frá Vatnamælingum Orkustofnunar [nú Veðurstofu Íslands] (2008) (7. mynd). Upplýsingar um styrk svifaurs í Lagarfljóti við Lagarfossvirkjun árin eftir virkjun eru úr gagnagrunni Jarðvísindastofnunar og Veðurstofu Íslands (Eydis Salome Eiríksdóttir o.fl., 2017) (8. mynd). Svifaur í Lagarfljóti (mældur við Lagarfossvirkjun) jókst verulega eftir virkjun, en hann var að meðaltali 28 mg/l árin 1998–2003, en 103 mg/l árin 2007–2013 (Eydis Salome Eiríksdóttir o.fl., 2014).



7. mynd. Svifaur í Lagarfljóti við Lagarfell árin 2006–2007 (Vatnamælingar Orkustofnunar, 2008). Mælingar sem voru gerðar um líkt leyti og þörungasýnatökur fóru fram sumrin 2006 og 2007 eru merktar með gulum punktum.

Figure 7. *Suspended inorganic material (SIM) in Lagarfljót at Lagarfell 2006–2007 (Vatnamælingar Orkustofnunar, 2008). Measurements were made at similar time as the algal sampling in the summer of 2006 and 2007 which are marked with yellow dots.*



8. mynd. Svifaur í Lagarfljóti við Lagarfossvirkjun árin 2008–2013 (Eydis Salome Eiríksdóttir o.fl., 2017). Mælingar sem voru gerðar um líkt leyti og þörungasýnatökur fóru fram sumrin 2011 og 2012 eru merktar með gulum punktum.

Figure 8. *Suspended inorganic material (SIM) in Lagarfljót at Lagarfossvirkjun 2008–2013 (Eydis Salome Eiríksdóttir et al., 2017). Measurements were made at similar time as the algal sampling was carried out in the summer of 2011 and 2012 which are marked with yellow dots.*

Styrkur svifaurs var svolítið ólíkur á milli áranna 2011 og 2012, sérstaklega veturna fyrir sýnatökurnar (8. mynd). Veturinn 2010 til 2011 var styrkur svifaurs um 130 mg/l að meðaltali, en frá byrjun maí mánaðar og yfir sumarið 2011 dró úr styrknum og rýni jókst samtímis (8. og 9. mynd). Mældist styrkur svifaurs að meðaltali 82 mg/l yfir sumarið 2011 (maí - september). Næsta vetur og fram á vorið 2012 mældist lægri styrkur svifaurs en hafði mælst síðustu fjóra vetur á undan, eða um 90 mg/l að meðaltali. Styrkur svifaurs jókst nokkuð á milli mælinga í mars og apríl og yfir sumarið 2012 mældist styrkur svifaurs að meðaltali 102 mg/l (júní - september) (8. mynd) (Eydis Salome Eiríksdóttir o.fl., 2017). Í nýlegri doktorsritgerð eftir Morgane Priet-Mahéo (2019) um rannsókn á flæði vatns úr Jökulsá á Dal inn í Lagarfljót kemur m.a. fram að þungur straumur, hlaðinn seti, geti ferðast eftir vatnsbolnum út eftir Leginum, undir hitaskilum og komið upp þar sem hitaskil breytast eða þar sem grynnist.

Tímabilið 24. febrúar 2006 til 29. nóvember 2007 mældist styrkur svifaurs 35 mg/l að meðaltali í Lagarfljóti við Lagarfell, hæsta gildi var 68 mg/l og það lægsta 13 mg/l (7. mynd) (Vatnamælingar Orkustofnunar, 2008).

3. Aðferðir

3.1 Sýnatökur og mælingar

Sýnum var safnað þrisvar hvort ár: 18. maí, 14. júní og 6. september 2011 og 21. maí, 19. júní og 5. september 2012. Rannsóknin beindist eingöngu að fjörubúsvæðum þar sem sýni voru tekin af yfirborði steina í fjöruborðinu og vatnssýni tekin úr fjörunni. Í hverri sýnatöku voru teknar myndir af sýnatökusvæðunum (1. og 2. mynd). Notaðar voru niðurstöður frá fyrri rannsókn til samanburðar úr þremur sýnatökuferðum af sex sem farnar voru árið 2006 og allar sýnatökur ársins 2007.

3.1.1 Umhverfisbreytur

Vatnshiti, leiðni, pH-gildi og grugg (NTU: Nephelometric Turbidity Units) var mælt með fjölnemamæli YSI 6600 við allar sýnatökur árið 2011. Í maí 2012 voru notaðir tveir fjölnemamælar (YSI 6600 og YSI 600XLM) við þessar mælingar. Reiknað var meðaltal fyrir hita og leiðni sem mæld voru með báðum mælum, en pH-gildi var mælt með YSI 600XLM. Í tveimur seinni sýnatökum sumarsins 2012, var grugg (NTU) ekki mælt. Leiðni var þá mæld með YSI EcoSense EC300 mæli og pH-gildi með YSI EcoSense pH100 mæli. Hiti var mældur með báðum fyrrnefndum mælum og meðaltöl þeirra mælinga notuð. Bæði rafleiðni og pH-gildi voru stöðluð við 25°C. Mikill öldugangur í sýnatökum í maí 2011 olli því að þá var aðeins mælt við botn á um 40 cm dýpi við Húsatanga, en annars var alltaf mælt rétt ofan við botn fjörunnar á 20, 40 og 60 cm dýpi. Rýni (eða sjóndýpi) var mælt í fjöru með rýnidiski (Secchi disk) í hverri sýnatöku.

3.1.2 Vatnssýni

Vatnssýni sem voru tekin til greininga á kísilþörungum í svifi í fjörunni og ákvörðunar á hlutfalli lífrænna efna í vatninu, voru tekin þar sem dýpi var um 80 cm. Hálf lítra flösku var dýft niður á 40 cm dýpi og hún fyllt þar. Alls voru tekin 3 sýni til greininga á þörungum og 5 sýni til ákvörðunar á lífrænu efni á hvorum stað. Í maí 2011 voru einnig tekin vatnssýni sem ætluð voru til blaðgrænumælinga, en því var hætt eftir það. Sýni fyrir þörungagreiningar voru varðveitt með því að bæta Lugol joðlausn (1–2% af heildarlausn) í sýnið. Önnur vatnssýni voru geymd á dimmum og köldum stað þar til unnið var úr þeim.

3.1.3 Steinasýni

Sýnatökur í fjöru við Húsatanga og Þórsnes voru með líkum hætti árin 2011 og 2012 og gert var árin 2006 og 2007 (Iris Hansen o.fl., 2013). Til að staðsetja sýnatökupunkta var 30 eða 50 m málband lagt eftir fjörunni við vatnsborðið. Þannig var afmarkað ákveðið lengdarbil í fjörunni, ýmist 30 eða 50 m langt bil meðfram flæðarmálinu. Fimm staðsetningar innan lengdarbils viðkomandi málbands voru valdar af handhófi (með tilviljunartöflu) og sýnum safnað þar af fjörubotni á tveimur dýpum, þ.e. 20 og 40 cm dýpi. Til samræmis við fyrri skýrslu (Iris Hansen o.fl., 2013) er dýptin skráð sem 0,2 og 0,4 m. Tveir eða þrír hnefastórir steinar voru teknir af botni á hvoru dýpi, af þeim var einn steinn ætlaður fyrir kísilþörungagreiningar, einn fyrir blaðgrænumælingar og einn til mælinga á lífrænu efni, samtals 13 sýni (3 fyrir þörunga, 5 fyrir blaðgrænu og 5 fyrir lífræn efni) af hvoru dýpi.

Til að verja þörungasýni fyrir smiti af kísilþörungum úr umhverfinu var hver steinn settur í hreina plastdós jafnskjótt og þeir voru teknir upp úr vatninu og þess almennt gætt að öll áhöld og ílát sem snertu sýnin væru hrein. Steinar sem ætlaðir voru til mælinga á blaðgrænu *a* voru pakkaðir í álpappír og geymdir í kæliboxi, til að verja þá birtu og halda þeim köldum þar til sýni voru meðhöndluð. Blaðgrænusýnin voru síðar einnig notuð til greininga á hryggleysingjum. Steinar sem ætlaðir voru til mælinga á lífrænu efni voru settir í plastdósir líkt og þeir steinar sem ætlaðir voru til þörungagreininga.

3.2 Úrvinnsla sýna

Úrvinnsla sýna var með sama hætti og lýst var í fyrri skýrslu (Iris Hansen o.fl., 2013). Gengið var frá sýnum í húsnæði Skógræktarinnar í Hallormsstaðarskógi fyrir frekari úrvinnslu eða fyrir varðveislu og flutning. Þar voru steinar þvegnir og sýni meðhöndluð í samræmi við hvort að þau væru ætluð til notkunar við þörungagreiningar, mælingar á hlutfalli lífrænna efna eða blaðgrænu.

3.2.1 Vatnssýni

3.2.1.1 Lífrænt efni

Vatnssýnin voru geymd, án íbættra varðveisluefna, í frysti eða kæli þar til unnið var úr þeim. Við úrvinnslu var hvert sýni síað með sogflösku í gegnum glertrefjasíu (Whatman® GF/C 47 mm í þvermál). Fyrir síun höfðu síurnar verið brenndar í eina klukkustund í brennsluofni við 550°C og vegnar. Að síun lokinni var hver trefjasía með sýni á, þurrkuð við 60°C í tvo sólarhringa og vegin að því loknu (heildar þurrvigt). Eftir það voru sýnin brennd í brennsluofni við 550°C í tvær klukkustundir og vegin aftur (ólífræn aska), en við brunann gufa eða brenna lífræn efni upp og ólífræn aska situr eftir. Þurrvigt lífræns efnis í sýni (stundum nefnd öskulaus þurrvigt) er því heildar þurrvigt sýnis að frádreginni þurrvigt ólífrænnar ösku í sama sýni. Hlutfall lífræns efnis er sama og hlutfall þurrvigtar lífræns efnis af heildar þurrvigt sýnisins:

$$\begin{aligned}\text{Lífrænt efni (þurrvigt)} &= \text{heildar þurrvigt sýnis} - \text{þurrvigt ólífrænnar ösku} \\ \text{Hlutfall lífræns efnis} &= \text{þurrvigt lífræns efnis} / \text{heildar þurrvigt sýnis}\end{aligned}$$

Magn lífræns efnis í vökva er stundum nefnt FPOM (*e. Fine Particulate Organic Material*) þar sem einingin er t.d. mg/l.

3.2.1.2 Blaðgræna

Í fyrstu sýnatökunni árið 2011 voru tekin 0,5 lítra vatnssýni í fjörunni sem ætluð voru til að mæla styrk blaðgrænu í vatninu, það var ekki gert í fyrri rannsókninni. Vegna mikils leirs í vatninu reyndist illframkvæmanlegt að sía vatnssýnin. Ætlunin var að sía þau samdægurs í gegnum glertrefjasíu (Whatman® GF/C 47 mm í þvermál) með vægu sögi og nota til þess handknúið sog, en síurnar stífluðust jafnharðan og tók langan tíma að sía hvert sýni. Var því eingöngu síað eitt sýni frá hvorum sýnatökustað 18. maí 2011. Síurnar voru geymdar í hreinu etanóli í sólarhring og blaðgræna mæld eftir það. Engin blaðgræna mældist í þessum tveimur sýnum. Eftir þetta var ákveðið að hætta við slíkar sýnatökur og verður ekki fjallað meira um þær hér.

3.2.1.3 Kísilþörungar

Úrvinnsla vatnssýna fyrir kísilþörungum í fjörusvifi var með líkum hætti og lýst verður fyrir þörungasýni af steinum hér á eftir (kafla 3.2.2.4), nema að í stað hlutsýnis var allt botnfall úr 0,5 lítra vatnssýnum hreinsað og notað til talninga og greininga á kísilþörungum. Unnið var úr einu sýni af hverjum þremur með tveimur undantekningum; greint var úr öllum þremur fjörusvifsýnum frá Húsatanga 18. maí 2011 og úr tveimur af þremur fjörusvifsýnum frá Þórsnesi 6. september 2011. Við forathugun kom í ljós að lítill munur var á milli endurtekinnna sýna, því var látið nægja að telja úr einu sýni af þremur vegna tímasparnaðar.

3.2.2 Steinasýni

3.2.2.1 Lífrænt efni

Steinar voru þvegnir með mjúkum uppvottabursta og það sem var skolað af hverjum steini var sett í merkt plastílát til síðari mælinga. Sýnin voru ómagnbundin og engin varðveisluefni voru notuð á þessi sýni. Úrvinnsla var að öðru leyti eins og gert var fyrir vatnssýni ætluð fyrir mælingar á lífrænu efni (kafla 3.2.1.1).

3.2.2.2 Hryggleysingjar

Sýni sem notuð voru til að telja og greina hryggleysingja (smádýr) úr, voru í raun botnfall úr blaðgrænusýnum sem síað hafði verið frá og geymt í etanóli í plastíláti (sjá kafla 3.2.2.3). Allir hryggleysingjar úr sýnum frá september 2011 og 2012 voru taldir og greindir eins og unnt var undir viðsjá. Á þessu úrvinnslustigi voru rykmýslirfur ekki greindar til tegunda, þau sýni bíða frekari úrvinnslu. Til að fá sambærilegar mælingar á flatarmáli steina við fyrri sýnatökur, voru dregnar upp útlínur steina sem sýna ofanvarp þeirra. Flatarmál hvers steins var reiknað út frá teikningunum og notað til að umreikna fjölda dýra á steini yfir á flatarmál.

3.2.2.3 Blaðgræna a

Sýni sem ætluð voru til blaðgrænumælinga voru unnin eins og gert var í fyrri rannsókn (Iris Hansen o.fl., 2013). Flatarmál steina var áætlað út frá þyngd álpappírs sem nægði til að hylja yfirborðs steinsins í einföldu lagi (Lamberti o.fl., 1991). Steinar voru þvegnir upp úr 96% etanóli. Vökvinn var geymdur í sólarhring kældur og í myrkri þar til blaðgrænan var mæld. Áður en hægt var að mæla blaðgrænuna var vökvinn síaður í gegnum glertrefjasíupappír (Whatman® GF/C 47 mm í þvermál). Botnfallið á síunni var geymt til að hægt væri að greina hryggleysingja úr þeim sýnum síðar (kafla 3.2.2.2). Blaðgræna *a* var mæld með ljósgleypnimæli (HACH Lange, DR 5000). Ljósgleypnin var mæld við 665 nm og 750 nm í 10 mm kúvettum. Í kúvettur voru settir 4 ml af blaðgrænuvökva hvers steins. Fimm dropum af 0,1N saltsýrulausn var bætt út í lausnina eftir að ljósmæling hafði farið fram til að hægt væri að reikna út hve mikið var af virkri blaðgrænu í sýninu, þannig var dregið frá magn blaðgrænu á niðurbrotsformi (*phaeophytin*).

Notað var eftirfarandi jafna til að reikna út magn blaðgrænu í sýnunum af steinum (Lorenzen, 1967; Wintermans og DeMots, 1965):

$$\text{Chl } a = \frac{A * K * ((665_b - 750_b) - (665_a - 750_a)) * V}{S * l}$$

Chl a	Styrkur blaðgrænu <i>a</i> (µg/cm ²).	K	2,43 leiðréttingarfasti fyrir sýringu.
A	11,99 gleypnistuðull (µg/cm ²) fyrir blaðgrænu <i>a</i> , sem byggður er á gleypnistuðlum fyrir blaðgrænu <i>a</i> í 96% etanóli: 83,4 l/(g*cm)	V	Rúmmál etanóls sem notað var við að leysa upp blaðgrænuna (ml).
665 _b	Gleypni við 665 nm fyrir sýringu.	665 _a	Gleypni við 665 nm eftir sýringu.
750 _b	Gleypni við 750 nm fyrir sýringu.	750 _a	Gleypni við 750 nm eftir sýringu.
S	Yfirborð steins (cm ²).	l	Breidd kúvettu (cm).

Vegna mistaka var ljósgleypni ekki mæld eftir sýringu í sýnum teknum í júní og september árið 2006. Til að reikna út magn blaðgrænu *a* án sýringar, var þremur þáttum sleppt úr jöfnunni, sem voru gildi fyrir gleypni eftir sýringu; 665_a og 750_a og leiðréttingarfastinn K:

$$\text{Chl } a = \frac{A * (665_b - 750_b) * V}{S * l}$$

Í fyrri skýrslu (Iris Hansen o.fl., 2013) var fastinn K með í útreikningum á magni blaðgrænu án sýringar, sem olli nokkurri skekkju í niðurstöðum. Þess vegna hafa gildi fyrir 2006 og 2007 verið endurreiknuð hér fyrir samanburð við niðurstöður frá 2011 og 2012. Við samanburð á niðurstöðum á milli ára var magn blaðgrænu án sýringar notað, því annars hefði vantað gögn frá 2006. En niðurstöður úr samanburði með t-prófum voru um það bil þær sömu hvort sem reiknað var út frá gildum fyrir magn blaðgrænu án eða með sýringu, þar sem það var hægt.

3.2.2.4 Kísilþörungar

Steinar voru þvegnir með mjúkum burstu upp úr eimuðu vatni til að safna kísilþörungum af þeim. Sýni voru sett í hrein plastílát og Lugol lausn (1–2% af heildarlausn) bætt í til varðveislu. Notaður var álpappír til að mæla flatarmál hvers steins. Tekin voru hlutsýni úr hverju sýni, vatnið í hlutsýninu var skilið frá botnfalli með því að spinna sýnin í skilvindu og fjarlægja vökvann ofan af á eftir. Lífræn efni voru hreinsuð úr botnfalli hlutsýna með saltpétursýru í hitabaði og skola á eftir með eimuðu vatni. Að lokum voru smásjárýni útbúin til að telja og greina kísilþörungum úr. Það var gert með því að setja dropa af sýni á þekjugler sem látin voru þorna upp yfir nótt. Uppþornaðir dropar af sýnum á þekjugleri voru steypdir á smásjarglerið með sérstöku steypiefni fyrir kísilþörungagreiningar (Naphrax). Nánari lýsingu á ferlinu má finna í fyrri skýrslu (Iris Hansen o.fl., 2013). Afgangar af sýnum voru geymdir til að greina síðar úr þeim aðra þörungum en kísilþörungum.

3.2.2.5 Kísilþörungar taldir og greindir í smásjá

Kísilþörungar voru greindir og taldir í Leica DM4000B fasasmásjá, við 1000 falda stækkun. Miðað var við að greina og telja að lágmarki 200 kísilþörungum í hverju sýni. Í fyrstu voru talningar eins og í fyrri rannsókn þar sem kísilþörungar voru taldir eftir sniðum yfir smásjarglerið (nánari lýsing í Iris Hansen o.fl., 2013). En sú aðferð gat valdið að úrtakið varð of

stórt ef þéttleiki á glerinu var mikill, því var breytt um aðferð þegar greint hafði verið úr um helmingi sýna frá 2011. Þá voru valdir punktar dreifðir á handahófskenndan hátt um þekjuglerið og talið úr þeim þar til greindur fjöldi fruma var kominn yfir 200. Í sumum fjörusvifsýnum var hins vegar mjög lítill þéttleiki kísilþörunga sem gerði þau sýni mjög tímafrek við greiningar og því náðist ekki tilætlaður fjöldi í öll úrtök. Að meðaltali voru greindar um 287 kísilþörungafrumur (203–604) úr hverju sýni af steinum og 157 frumur (52–232) úr fjörusvifsýnum. Heildarþéttleiki kísilþörunga (fjöldi/cm² eða fjöldi/l) var uppreiknaður út frá fjölda í hlutsýni samkvæmt formúlum sem skýrt er frá í fyrri skýrslu (Iris Hansen o.fl., 2013).

Við greiningar á kísilþörungum til tegunda var einkum stuðst við greiningabækur eftir Krammer og Lange-Bertalot (1997a, 1997b, 2004a og 2004b), Hofmann, Werum og Lange-Bertalot (2013) og Lange-Bertalot (2001). Heimasiðan *Diatoms of the United States* (Spaulding, Lubinski og Potapova, 2010) var mest notuð af þeim upplýsingum sem annars má finna á veraldarvefnum síðustu árin. Töluvert er um að ættkvíslir hafi breytt um nöfn í flokkunarfræðum kísilþörunga síðustu áratugi, en hér var valið að nota ættkvísla- og tegundanöfn eins og þau eru hjá Krammer og Lange-Bertalot (1997a, 1997b, 2004a og 2004b), þrátt fyrir að nú sé orðið algengara að nota önnur ættkvíslarheiti fyrir nokkrar ættkvíslir. Vegna vafaatriða við greiningar þurfti í nokkrum tilvikum að sameina tegundir í svonefnda tegundahópa við úrvinnslu gagna og er þá algengari eða algengasta tegundin innan hópsins oftast fremsta tegundaheitið. Sömu tegundahópar voru notaðir hér og í fyrri skýrslu (Iris Hansen o.fl., 2013), þó sumir hafi breytt um nafn og nokkrir bæst við. Í viðauka 3 eru skýringar og athugasemdir um breytingar frá fyrri skýrslu á greiningu nokkurra tegunda kísilþörunga eða flokkun í hópa, auk nokkurra annarra athugasemda um tegundagreiningar.

Eftir að tegundagreiningu var lokið voru öll kísilþörungasýnin (þrjár sýnatökur frá hverju ári 2006, 2007, 2011 og 2012) skimuð í smásjá við 200 og 400 falda stækkun og skráðar tegundir sem sáust við þessa stækkun en höfðu ekki verið taldar með í fyrri talningum. Voru það einkum stærri tegundir kísilþörunga eins og *Didymosphenia geminata* og stórvaxnar tegundir af *Cymbella* og *Cymatopleura* ættkvíslum sem bættust við tegundalistann. Niðurstöður úr þessari endurskoðun greininga („til staðar“ í viðauka 2) leiddu til þess að tegundalistinn varð aðeins lengri en kom fram í sambærilegri töflu í viðauka 2 í fyrri skýrslu (Iris Hansen o.fl., 2013).

3.2.2.6 Hlutfall kísilþörungaskelja með sjáanlegri blaðgrænu

Spurningar vöknúðu þegar niðurstöður fyrri rannsókna voru teknar saman um það hvort að taldir og greindir kísilþörungar hafi allir verið lifandi þegar sýnum var safnað. Lifandi kísilþörungafrumur innihalda frumulíffæri eins og grænuhorn, en dauðar frumur skilja eftir tómar kísilskeljar. Við hreinsun lífræns efnis úr kísilþörungunum eins og gert er fyrir tegundagreiningar er ekki hægt að sjá hvort að frumurnar hafi verið lifandi (þess vegna eru brotnar skeljar ekki taldar með við greiningar). Til að bæta úr þessu var ákveðið að skoða nokkur sýni aftur og reyna að finna út hlutfall kísilþörungafruma með sjáanlegum grænuhornum. Afgangar af sýnum voru notaðir, sem áður höfðu verið tekin hlutsýni úr til hreinsunar og greininga. Óhreinsuð smásjárýni voru ómagnbundin, en útbúin á sama hátt og gert var við hreinsuðu sýnin, þ.e. með því láta dropa á þekjugler, lát þá þorna og steypa síðar

á smásjargler með Naphrax kísilþörungasteypiefni. Skeljar með eða án blaðgrænu voru svo taldar, allar skeljar sem óljóst var til hvors hópsins tilheyrði voru flokkaðar með tónum skeljum. Var þetta gert fyrir átta steinasýni frá 2006, flest af þeim voru frá sýnatökum sem ekki eru til umfjöllunar í þessari skýrslu og þrjú sýni frá Strönd. Frá árinu 2007 voru sýni af þremur steinum skoðuð og frá 2011 voru sýni af átta steinum og fimm fjörusvifsýni skoðuð. Sökum tímaskorts voru engin sýni frá 2012 skoðuð í þessum tilgangi. Tilviljun réði mestu um val á sýnum.

3.3 Töluleg úrvinnsla

Mest var um að ýmis meðaltöl rannsóknartímabila eða sýnatökustöðvar væru borin saman með t-prófum miðað við einhliða eða tvíhliðadreifingu eftir því sem átti við. Marktæki var miðuð við að p-gildi væri minna 0,05. Breytileikastuðull fyrir breytileika á milli sýna (cv, e: *coefficient of variation*) var reiknaður í sumum tilfellum, en þá er fundið út hvert hlutfall staðalfráviks er af meðaltali. Fyrir kísilþörungum var fjöldi tegunda og tegundahópa talinn og reiknaður út Shannon fjölbreytileikastuðull (Magurran, 2004), sem tekur mið af hvert hlutfall hvernar tegundar er af heildarfjölda einstaklinga í stofninum. Til að meta hversu lík sýnatökusvæði (Þórsnes og Húsatangi) eða sýnatökudýpi (0,2 og 0,4 m) væru með tilliti tegundasamsetningar var óþvinguð hnitun notuð (e: *unconstrained ordination*) svokölluð DCA-hnitun (Detrended Correspondence Analyses) með tölfræðiforritinu CANOCO 4.5 (ter Braak og Šmilauer, 1998). Sýnatökusvæði eða dýpi raðast á hnitunarmyndinni eftir hve lík tegundasamsetning þeirra var, þannig að sýnatökustaðir þar sem tegundasamsetning var lík eru nálægt hver öðrum. Við hnitunina var hlutfallslegur þéttleiki mismunandi kísilþörungategunda eða hópa notaður og gögn frá þremur sýnatökudögum fyrir hvert ár 2006, 2007, 2011 og 2012. Til að prófa tilgátur um hvaða umhverfispættir skýrðu þann breytileika sem fram kom í tegundasamsetningu var notuð þvinguð hnitunargreining (e: *constrained ordination*) með CCA-hnitun og var marktækni hvernar breytu prófuð með Monte Carlo umröðunarprófi þar sem notaðar voru 199 umraðanir (Lěps og Šmilauer, 2003). Eftirfarandi breytur voru notaðar við greininguna og í upphaflega líkanið sem prófað var: 1) styrkur svifauurs, 2) rýni, 3) vatnshiti, 4) pH-gildi, 5) leiðni, 6) lega steina í fjöru (vatnshæð Lagarfljóts yfir sjávarmáli að frádregnu sýnatökudýpi), 7) fjöldi daga sem steinar gætu hafa verið ofan vatnsborðs mánuði fyrir sýnatöku, 8) árstími (nr. dags innan árs).

4. Niðurstöður

4.1 Umhverfisbreytur

4.1.1 Hiti, rafleiðni og pH-gildi

Árið 2011 mældist vatnshiti að meðaltali 2,1–9,2°C við Húsatanga og 4,0–9,4°C við Þórsnes þá daga sem sýnataka fór fram. Ári síðar mældist vatnshitinn 2,4–8,8°C að meðaltali við Húsatanga og 4,2–8,5°C við Þórsnes (tafla 1). Vatnshiti mældist lægri við Húsatanga en Þórsnes í öllum sýnatökum nema í september árið 2012. Munaði um 2°C á milli Húsatanga og Þórsness í maí bæði árin, en munurinn var minni er leið á sumrin (tafla 1). Hitamælingar á þremur dýptarbilum (20, 40 og 60 cm) sýndu að hitastig lækkaði örlítið með auknu dýpi. Oftast munaði um 0,2°C eða minna á milli 20 og 60 cm dýpis, nema í september 2011 við Þórsnes þegar munurinn var 0,6°C og í maí 2012 þegar munaði um 0,9°C við Húsatanga og 1°C við Þórsnes. Vatnshiti mældist að jafnaði lægri við sýnatökur árin 2011 og 2012 en 2006 og 2007 (tafla 1).

Tafla 1. Vatnshiti, rafleiðni og pH-gildi í fjöruborði Lagarfljóts, við Húsatanga og Þórsnes á sýnatökudögum. Sýnd eru meðaltöl og staðalfrávik mælinga á þremur dýpum (20, 40 og 60 cm dýpi) á hvorum sýnatökustað.

Table 1. Temperature, conductivity and pH at the shoreline of Lagarfljót, at Húsatanga and Þórsnes during sampling dates. The average and standard deviation at three depths (20, 40 and 60 cm depth) at each sampling point are shown.

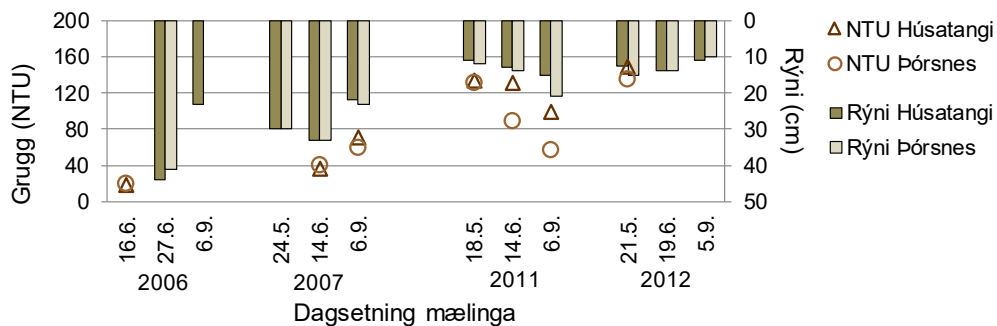
Dagsetning sýnatöku við:		Vatnshiti (°C)				Rafleiðni (µS/cm við 25°C)				pH-gildi (miðað við 25°C)			
Húsatanga	Þórsnes	Húsatangi		Þórsnes		Húsatangi		Þórsnes		Húsatangi		Þórsnes	
		meðaltal	staðalfrv.	meðaltal	staðalfrv.	meðaltal	staðalfrv.	meðaltal	staðalfrv.	meðaltal	staðalfrv.	meðaltal	staðalfrv.
16.5.2006	17.5.2006	2,8	0,2	5,8	0,28	66	0,6	75	3,1	8,2	0,05	8,2	0,01
27.6.2006	28.6.2006	6,8	-	10,3	-	63	-	57	-	8,1	-	8,8	-
5.9.2006	6.9.2006	9,6	-	10,7	0,33	61	-	61	0	8,4	-	8,6	0,36
	24.5.2007	3,4	0,04	5,8	0,27	65	0,6	66	1,7	8,3	0,04	9,5	0,24
	14.6.2007	7,3	0,05	7,8	0,15	60	0,6	61	0	8	0,03	7,9	0,03
	6.9.2007	10,1	0,28	10,8	0,26	74	6,7	62	0	8	0,05	8,4	0,18
	18.5.2011	2,1	-	4	0,07	51	-	51	0,6	7,4	-	7,4	0,03
	14.6.2011	4,2	0,07	6,1	0,07	51	0	65	1	7,6	0,02	7,7	0,02
	6.9.2011	9,2	0,02	9,4	0,03	50	0	46	0	8	0,06	8,5	0,12
	21.5.2012	2,4	0,05	4,2	0,32	52	0	56	0,6	7,8	0,04	8	0,09
	19.6.2012	7	0,45	7,3	0,51	46	0	46	0,3	7,5	0,07	7,2	0,02
	5.9.2012	8,8	0,06	8,5	0,08	62	0,2	45	0,1	6,3	0,06	6,6	0,06

Rafleiðni mældist að meðaltali um 51 µS/cm í fjörunni við Húsatanga og um 54 µS/cm við Þórsnes yfir sumarið 2011 og 2012 var meðal rafleiðni við Húsatanga 53 µS/cm og tæplega 51 µS/cm við Þórsnes (tafla 1). Rafleiðni var því svipuð bæði árin og ekki var reglubundinn munur á milli sýnatökustaðanna Húsatanga og Þórsness. Rafleiðni mældist þó að jafnaði lægri árin 2011 og 2012 en 2006 og 2007 (tafla 1).

Árið 2011 mældust pH-gildi lægst í maí og hæst í september á báðum stöðum (tafla 1). Þessu var öfugt farið árið 2012, en þá mældust hæstu pH-gildin í maí og lægstu í september á báðum stöðum (tafla 1). Árin 2006 og 2007, mældist pH-gildi að jafnaði hærri en árin 2011 og 2012 (tafla 1). Í tveimur þriðju skipta mældist örlítið hærri pH-gildi við Þórsnes en Húsatanga öll rannsóknarárin.

4.1.2 Grugg og rýni

Árið 2011 mældist grugg (NTU) mest í maí á báðum stöðum, en lækkaði er leið á sumarið. Við Húsatanga lækkaði gildið úr 134 í maí í 100 í september og við Þórsnes lækkaði gildið úr 131 í maí niður í 54 í september (9. mynd). Grugg var eingöngu mælt í maí árið 2012 og mældist það 149 við Húsatanga og 135 við Þórsnes. Grugg mældist að jafnaði meira við Húsatanga en við Þórsnes og í samræmi við það mældist oftast minna rýni við Húsatanga en við Þórsnes (9. mynd). Rýnið jókst er leið á sumarið 2011 með minnkandi gruggi, frá því að vera 11 cm í maí við Húsatanga í 15 cm í september og úr 12 cm í 21 cm við Þórsnes. Sumarið 2012 var rýnið við Húsatanga 12,5 cm í maí, 14 cm í júní og um 11 cm í september en við Þórsnes var rýni 15 cm í maí, 14 cm í júní og um 10 cm í september (9. mynd). Á fyrra rannsóknartímabilinu mældist mesta rýni 44 cm sumarið 2006 og 38 cm sumarið 2007 og minnst 23 cm 2006 og 22 cm 2007 (9. mynd).



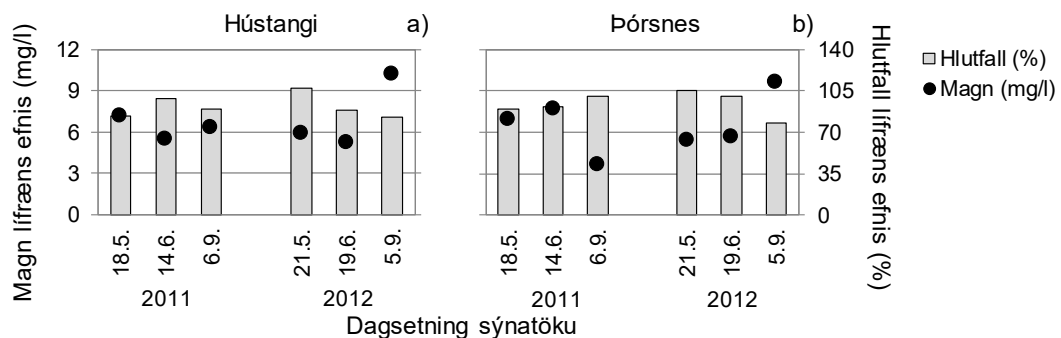
9. mynd. Grugg (NTU) við Húsatanga (þríhyrningar) og Þórsnes (hringir) og rýni (cm) mælt í fjöru við Húsatanga (dökkar súlur) og Þórsnes (ljóðar súlur). Mælingar vantar fyrir suma sýnatökudaga.

Figure 9. Turbidity (NTU) at the shore of Lagarfljót at Húsatangi (triangles) and Þórsnes (circles) and the secchi depth (cm) at Húsatangi is indicated with darker bars and lighter bars for Þórsnes. Measurements are missing for some of the sampling dates.

4.2 Fjörusvif

4.2.1 Lífrænt efni

Magn lífræns efnis í fjörusvifi var svipað á báðum stöðum, að meðaltali 5,7 mg/l og 6,5 mg/l við Húsatanga og 5,6 mg/l og 6,3 mg/l við Þórsnes sumrin 2011 og 2012 (10. mynd). Hlutfall lífræns efnis var 6,6–9,4% í fjörusvifi frá Húsatanga og 5,2–10,4% í sýnum frá Þórsnesi yfir bæði árin 2011 og 2012 (10. mynd). Að meðaltali var hlutfall lífræns efnis í fjörusvifi við Húsatanga 7,8% 2011 og 7,9% 2012. Við Þórsnes var hlutfallið 8,1% að meðaltali bæði árin. Þegar meðaltöl fyrir árin 2011 og 2012 voru borin saman með t-prófi var enginn marktækur munur á milli Húsatanga og Þórsnes. Ekki var heldur marktækur munur á milli ára innan hvors staðar fyrir sig. Þetta átti bæði við um magn og hlutfall lífræns efnis í fjörusvifi. Þar sem ekki voru tekin slík sýni á árunum 2006 og 2007 eru ekki til gögn frá þeim tíma til samanburðar.



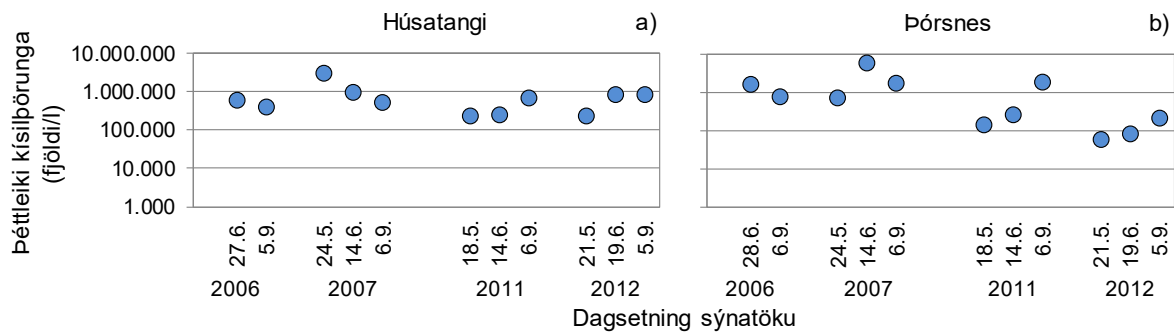
10. mynd. Magn lífræns efnis (mg/l) í fjörusvifi (punktur) og hlutfall (%) lífræns efnis (súlur) við Húsatanga (a) og Þórsnes (b). Sýndar eru niðurstöður þriggja sýnatökudaga yfir sumrin 2011 og 2012. Súlurnar og punktarnir sýna meðaltöl 5 mælinga.

Figure 10. Ash free dry weight matter (mg/L) in the water column at the littoral areas of Lagarfljót (dots) and percentage of organic matter (bars) at Húsatangi (a) and Þórsnes (b). The results for three sampling dates are shown for the summers of 2011 and 2012. The bars and dots show averages of 5 replicate measurements.

4.2.2 Kísilþörungar

Þéttleiki kísilþörungafurma í fjörusvifi árið 2011 var að meðaltali meiri við Þórsnes (um 800.000 frumur/lítra) en við Húsatanga (um 400.000 frumur/l) (11. mynd). Árið 2012 var þéttleiki kísilþörungna að meðaltali um 600.000 frumur/l við Húsatanga en minni við Þórsnes eða rúmlega 100.000 frumur/l (11. mynd). Mestur þéttleiki kísilþörungna var 6. september 2011 við Þórsnes (um 1.900.000 frumur/l). Þéttleiki í fjörusvifi árin 2006 og 2007 var oftast meiri en 2011 og 2012 einkum við Þórsnes (11. mynd). Í fjörusvifsýnum við Húsatanga árið 2006 voru að meðaltali um 500.000 frumur/l en árið 2007 um 1.500.000 frumur/l að meðaltali. Þéttleiki kísilþörungna í fjörusvifi við Þórsnes var hins vegar mun meiri árin 2006, um 1.200.000 frumur/l og 2007, um 2.800.000 frumur/l að meðaltali (11. mynd).

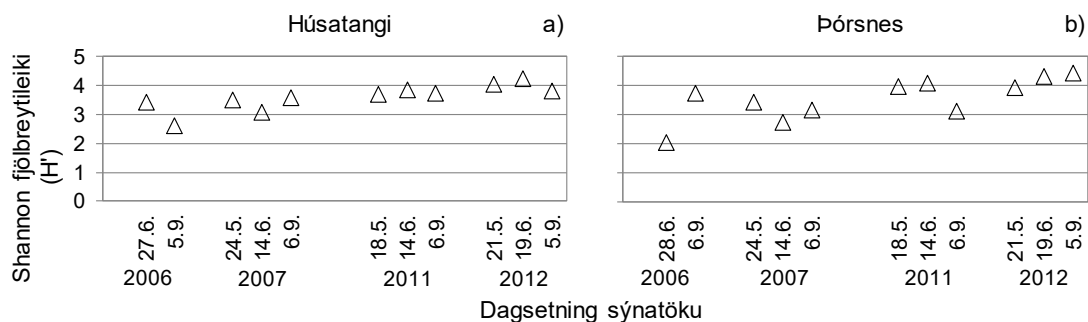
Kísilþörungar í fjörusvifi 2011 og 2012 voru greindir til alls 88 tegunda eða tegundahópa, en þar af voru í allt 70 tegundir eða tegundahópar árið 2011 (59 við Húsatanga og 50 við Þórsnes) og 72 árið 2012 (54 við Húsatanga og 61 við Þórsnes) (viðauki 2). Þetta voru fleiri tegundir og tegundahópar en greint var til í sýnum frá árunum 2006 (44 við Húsatanga og 40 við Þórsnes) og 2007 (54 við Húsatanga og 42 við Þórsnes) (Iris Hansen o.fl., 2013).



11. mynd. Þéttleiki kísilþörunga (fjöldi/lítra) í vatnsbolnum í fjöru við Húsatanga (a) og Þórsnes (b) árin 2006, 2007, 2011 og 2012, 3 sýnatökur hvert ár nema 2006 (2 sýnatökur). Talið var úr 1 sýni frá hvorum stað fyrir hvern sýnatökudag, nema 18.5.2011 þegar var talið úr 3 sýnum frá Húsatanga og 6.9.2011 þegar talið var úr 2 sýnum frá Þórsnesi. Athugið að y-ás er lógarípmískur.

Figure 11. The density of diatom frustules (number/Litre) in the water column at the littoral sites in Húsatangi (a) and Þórsnes (b) 2006, 2007, 2011 and 2012. One sample was processed for each sampling date except 18.05.2011 when three samples were processed from Húsatangi and 6.09.2011 when 2 samples were processed from Þórsnes. The sampling dates are labelled at the x-axes of the graphs. Note that the y-axes are logarithmic.

Þar sem engar tegundir eða tegundahópar voru sérstaklega ríkjandi í sýnum frá árunum 2011 og 2012 var breytileiki í þeim heldur meiri en frá árunum 2006 og 2007. Shannon fjölbreytileikastuðlar fyrir árin 2011 og 2012 voru 3,7–4,2 við Húsatanga og 3,1–4,4 við Þórsnes, en fyrir árin 2006 og 2007; 2,6–3,6 við Húsatanga og 2,1–3,7 við Þórsnes (12. mynd).



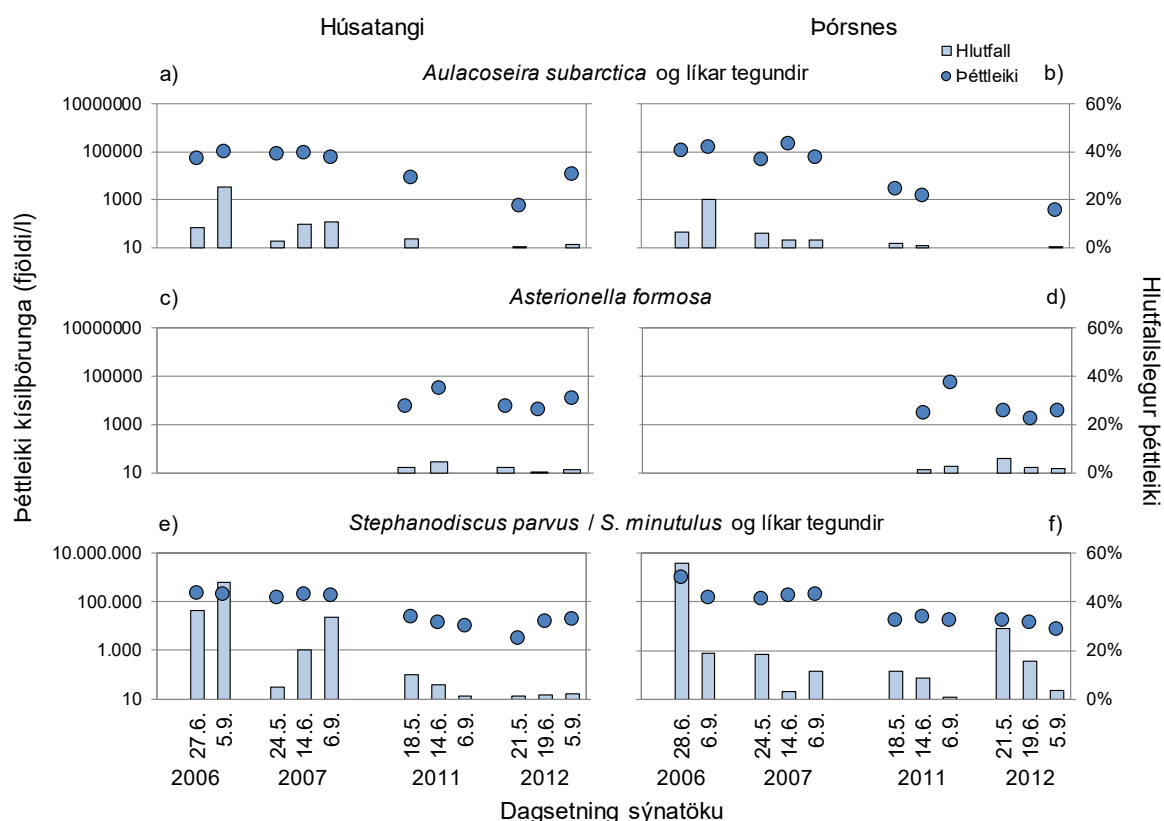
12. mynd. Shannon fjölbreytileikastuðlar fyrir kísilþörunga í fjörusvifsýnum við Húsatanga (a) og Þórsnes (b) árin 2006, 2007, 2011 og 2012. Talið var úr 1 sýni frá hvorum stað fyrir hvern sýnatökudag, nema 18.5.2011 þegar var talið úr 3 sýnum frá Húsatanga og 6.9.2011 þegar talið var úr 2 sýnum frá Þórsnesi.

Figure 12. Shannon diversity indices for diatoms in the water column at the littoral areas of Húsatangi (a) and Þórsnes (b) 2006, 2007, 2011 and 2012. One sample was processed for each sampling date except 18.05.2011 when three samples were processed from Húsatangi and 6.09.2011 when 2 samples were processed from Þórsnes. The sampling dates are labelled at the x-axes of the graphs.

Tegundir sem finnast í fjörusvifi eru blanda af tegundum sem finnast úti í vatnsbol Lagarins og tegunda sem þrífast á eða við botn fjörunnar og rótast upp við öldugang. Í fyrri rannsókn kom fram fylgni á milli þéttleika helstu svifþörungategunda sem fundust úti í Leginum árin 2006 og 2007 (*Stephanodiscus parvus* / *S. minutulus* og *Aulacoseira subarctica*) við þéttleika þeirra í fjörusvifinu (Iris Hansen o.fl., 2013). Svifsýni úr fjörunni voru þess vegna nýtt hér sem vísbending um þéttleika algengustu tegunda úti í vatnsbolnum. Á árunum 2011 og 2012 fundust frumur kísilþörunga af tegundum *Stephanodiscus parvus* / *S. minutulus* og *Aulacoseira subarctica* oftast í stökum eintökum í hverju fjörusvifsýni, en voru mun algengar árin 2006 og 2007.

Kísilþörungur af *Aulacoseira* ættkvíslinni fundust í um það bil öðru hverju sýni frá árunum 2011 og 2012. Stakar frumur af öðrum tegundum *Aulacoseira* ættkvíslarinnar voru sameinaðar í einn hóp með *Aulacoseira subarctica* (13. mynd a–b), en tegundirnar eru aðskildar í viðauka 2. Þéttleiki þeirra var lítill, á bilinu 340–8.100 frumur/l og alltaf í lágu hlutfalli, mest 3,5%, á báðum sýnatökustöðum (13. mynd a–b). Þetta var mikil breyting frá 2006 og 2007, þegar þéttleiki þessara tegunda var mun meiri (44.700–194.800 frumur/l) og hæsta hlutfall var um 25% í september 2006 við Húsatanga (13. mynd a–b).

Asterionella formosa kom fyrir í öllum fjörusvifsýnum sem tekin voru árin 2011 og 2012, nema í maí 2011 á báðum stöðum. Uppreiknaður fjöldi fruma af þessari tegund var 1.700–52.300 í lítra og hæsta hlutfall tegundarinnar var 6,1% (13. mynd c–d). *Asterionella formosa* er sviflæg tegund sem fannst ekki í þörungasýnum af steinum og sáust ekki í sýnum frá 2006 og 2007 (viðauki 2).



13. mynd. Þéttleiki kísilþörungna (fjöldi/lítra) (punktar) og hlutfallslegur þéttleiki (%) (súlur) þriggja sviflægra kísilþörungategunda eða -tegundahópa í fjörusvifi við Húsatanga og Þórsnes árin 2006, 2007, 2011 og 2012. Talið var úr 1 sýni frá hvorum stað fyrir hvern sýnatökudag, nema 18.5.2011 þegar var talið úr 3 sýnum frá Húsatanga og 6.9.2011 þegar talið var úr 2 sýnum frá Þórsnesi. Athugið að vinstri y-ás er lógarítmískur.

Figure 13. Density (number/Litre) (dots) and relative density (%) (bars) of three planktonic diatom taxa in the water column within the littoral zone at Húsatangi and Þórsnes 2006, 2007, 2011 and 2011. One sample was processed for each sampling date except 18.05.2011 when three samples were processed from Húsatangi and 6.09.2011 when 2 samples were processed from Þórsnes. Note that the left side y-axes are logarithmic.

Lítið fannst af *Stephanodiscus parvus* / *S. minutulus* árin 2011 og 2012. Hins vegar var svolítið af litlum kringlóttum kísilþörungum sem ekki var unnt að greina til tegunda með vissu. Hér eru þeir nefndir „Ógreindir kringlóttir kísilþörungur (svifþörungur)“ (viðauki 2 og 3) og eru hafðir í

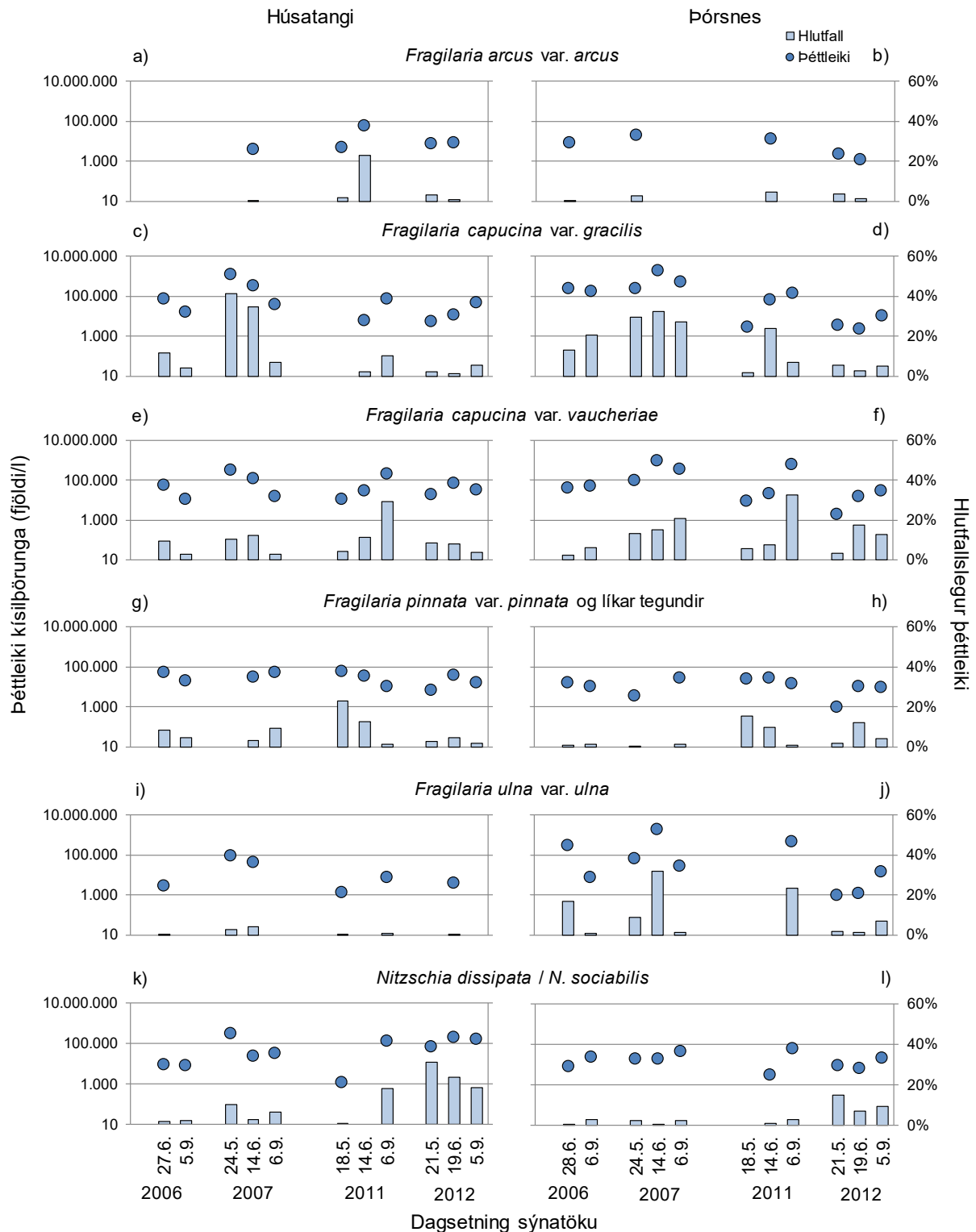
hópi með *Stephanodiscus parvus* / *S. minutulus* og líkum tegundum (13. mynd e–f). Kísilþörungar sem tilheyrðu þessum hópi fundust í öllum fjörusvifsýnum árin 2011 og 2012, um 3.200–23.400 frumur/l og hæsta hlutfall var 29%. Sambærilegar tölur frá 2006 og 2007 voru 134.100–940.400 frumur/l og hæsta hlutfall 56% (13. mynd e–f).

Tegundin *Fragilaria arcus* var. *arcus* fannst sjaldan í fjörusvifsýnum öll árin, en ef hún fannst var hún til staðar í sýnum frá því í maí og júní (14. mynd a–b). Mest var af tegundinni 14. júní 2011, en þá var hlutfall tegundarinnar við Húsatanga 22,7% (56.400 frumur/l) og 4,4% við Þórsnes (um 11.700 frumur/l) (14. mynd a–b).

Á árunum 2011 og 2012 voru kísilþörungar af tegundinni *Fragilaria capucina* var. *gracilis* flestir við Þórsnes árið 2011, en þéttleiki og hlutfallslegur þéttleiki þeirra fylgdist ekki að. Þannig fundust flest eintök af tegundinni í sýnum frá 6. september 2011 (128.700 frumur/l) en hæsta hlutfall tegundarinnar var 14. júní sama ár einnig við Þórsnes (24,0%). Við Húsatanga náði þéttleiki og hlutfallslegur þéttleiki *F. capucina* var. *gracilis* hámarki 14. júní 2011 (um 71.700 frumur/l, 10,2%) (14. mynd c–d). Að meðaltali var þéttleiki tegundarinnar líkur sumrin 2011 og 2012 við Húsatanga, eða um 25.000 og 21.000 frumur/l. Meira var af tegundinni við Þórsnes 2011 en 2012 eða um 65.000 frumur/l að meðaltali sumarið 2011 og um 5.000 frumur/l sumarið 2012. *F. capucina* var. *gracilis* var algengari 2006 og 2007 en 2011 og 2012, þegar meðalfjöldi í lítra var annars vegar um 190.000 sumarið 2006 við Þórsnes og um 850.000 sumarið 2007 og hins vegar um 40.000 við Húsatanga sumarið 2006 og um 525.000 sumarið 2007. Mesti þéttleiki tegundarinnar mældist í júní 2007 við Þórsnes (um 1.900.000 frumur/l, 32,3%) en hlutfall hennar var hærra við Húsatanga í maí 2007 (41,3%, um 1.200.000 frumur/l) (14. mynd c–d).

Mesti þéttleiki og hlutfallslegur þéttleiki *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* mældist í september 2011 eða um 200.000 frumur/l (29,1%) við Húsatanga og um 600.000 frumur/l (32,6%) við Þórsnes (14. mynd e–f). Meðal þéttleiki tegundarinnar við Húsatanga árið 2011 var um 80.000 frumur/l og um 40.000 frumur/l 2012. Árið 2011 var þéttleiki tegundarinnar við Þórsnes 220.000 frumur/l en árið 2012 um 15.000 frumur/l. Fyrri árin tvö 2006 og 2007 var þéttleiki *F. capucina* var. *vaucheriae* um 40.000 frumur/l á báðum stöðum sumarið 2006 en sumarið 2007 um 150.000 frumur/l við Húsatanga og um 440.000 frumur/l við Þórsnes (14. mynd e–f).

Tegundahópurinn *Fragilaria pinnata* var. *pinnata* og líkar tegundir, voru alltaf aðeins algengari við Húsatanga en Þórsnes og oftast í hærra hlutfalli, með hámark við Húsatanga í maí 2011 (um 53.000 frumur/l og 22,7% af heildarfjölda kísilþörungum). Annars var ekki mikill munur á milli sýnatökudaga og ára í fjölda og hlutfalli tegundahópsins, öll rannsóknarárin fjögur (14. mynd g–h).



14. mynd. Þéttleiki (fjöldi/lítra) (punktar) og hlutfallslegur þéttleiki (%) (súlur) algengustu kísilþörungategunda, annarra en sviflægra í fjörusvifi úr fjöru við Húsatanga og Þórsnes árin 2006, 2007, 2011 og 2012. Talið var úr 1 sýni frá hvorum stað fyrir hvern sýnatökudag, nema 18.5.2011 þegar var talið úr 3 sýnum frá Húsatanga og 6.9.2011 þegar talið var úr 2 sýnum frá Þórsnesi. Athugið að vinstri y-ás er lógarípmískur.

Figure 14. Density (number/Litre) (dots) and relative density (%) of the most common benthic and planktonic diatom taxa in the water column within the littoral zone at Húsatangi and Þórsnes 2006, 2007, 2011 and 2012. One sample was processed for each sampling date except 18.05.2011 when three samples were processed from Húsatangi and 6.09.2011 when 2 samples were processed from Þórsnes. Note that the left side y-axes are logarithmic.

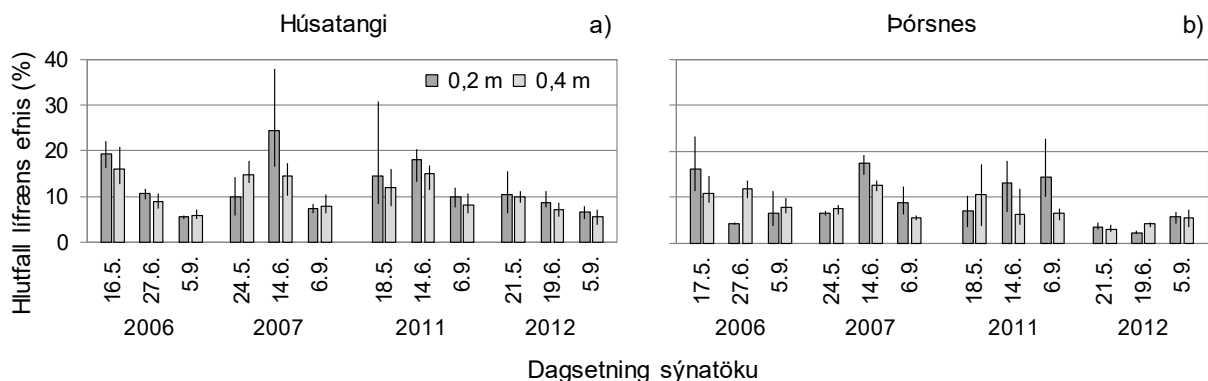
Tegundin *Fragilaria ulna* var. *ulna* var alltaf algengari við Þórsnes en Húsatanga (14. mynd i–j). Á árunum 2011 og 2012 fannst mest af *F. ulna* var. *ulna* í sýnum teknum 6. september 2011 við Þórsnes, en hlutfallslegur þéttleiki var þá 23,5% og þéttleiki um 450.000 frumur/l. Tegundin var heldur algengari á árunum 2006 og 2007, en árin 2011 og 2012. Mesti þéttleiki var 2007 við Þórsnes, um 1.900.000 frumur/l og hlutfall tegundarinnar var þá 32% í sýninu (14. mynd i–j).

Mest fannst af tegundahópnum *Nitzschia dissipata* / *N. sociabilis* sumarið 2012 á báðum sýnatökustöðum, en heldur meira fannst af þeim við Húsatanga en Þórsnes (14. mynd k og l).

4.3 Fjörusteinar

4.3.1 Lífrænt efni

Hlutfall lífræns efnis á fjörusteinum við Húsatanga var að meðaltali frá 8–18% sumarið 2011 en um 6–10% árið eftir. Hlutfall lífræns efnis var að jafnaði lægra við Þórsnes en við Húsatanga eða um 6–14% 2011 og um 2–6% sumarið 2012 (15. mynd). Hlutfall lífræns efnis við Húsatanga árið 2011 var hæst í júní, en 2012 var það hæst í maí og dró úr því er leið á sumarið bæði árin. Við Þórsnes var hins vegar ekki eins mikill munur á milli sýnatökudaga, en hlutfall lífræns efnis jókst þó heldur er leið á sumarið bæði árin. Meðal hlutfall lífræns efnis var lægst sumarið 2012 af rannsóknarárunum fjórum á báðum sýnatökustöðunum (15. mynd, tafla 2).



15. mynd. Meðalhlutfall lífræns efnis á fjörusteinum á 0,2 (dökkar súlur) og 0,4 m (ljósar súlur) dýpi við Húsatanga (a) og Þórsnes (b). Sýndar eru niðurstöður þriggja sýnatökudaga yfir sumrin 2006, 2007, 2011 og 2012. Árin 2006 og 2007 var mælt úr 3 sýnum en úr 5 sýnum árin 2011 og 2012. Lóðréttar línur fyrir hverja súlu sýna lægstu og hæstu mæligildin.

Figure 15. Average percentages of organic material covering pebbles at 0.2 and 0.4 m depth within the littoral zones at Húsatangi (a) and Þórsnes (b) for three sampling dates 2006, 2007, 2011 and 2012. Three replicate samples were processed for each site and date 2006 and 2007, but five replicates were processed 2011 and 2012 for each site and date. Vertical lines through each bar indicate the min-max range.

Hlutfall lífræns efnis sumarið 2012 var marktækt lægra en á árunum 2006, 2007 og 2011, bæði við Húsatanga og Þórsnes, þegar meðatöl hvers sýnatökuárs voru borin saman innan sýnatökustaðar með tvíhliða t-prófi (tafla 3 a). Hlutfall lífræns efnis var marktækt lægra við Þórsnes en Húsatanga bæði 2011 og 2012, en ekki kom fram marktækur munur á milli staða árin 2006 og 2007 (tafla 3 b). Þegar árin 2006 og 2007 voru sameinuð og borin saman við sameinuð árin 2011 og 2012 var ekki marktækur munur á milli rannsóknartímabila við Húsatanga, en hins vegar var marktækur munur við Þórsnes ($t(92)=2,784$, $p=0,0065$).

Tafla 2. Meðalhluftall lífræns efnis (%) á fjörusteinum innan sýnatökusvæðanna við Húsatanga og Þórsness. Sýnd eru meðaltöl þriggja sýnatökudaga fyrir hvert ár (2006, 2007, 2011 og 2012), auk staðalfrávik, breytileikastuðlar (cv) og fjöldi mælinga sem liggja að baki. Þrjú sýni voru tekin af hvoru dýpi árin 2006 og 2007 og fimm árin 2011 og 2012.

Table 2. Average percentages of organic material on pebble surfaces in the littoral zone in Húsatangi and Þórsnes for three sampling dates each year (2006, 2007, 2011 and 2012), with standard deviations, coefficient of variance and number of measurements. Three replicates samples were collected 2006 and 2007 and five 2011 and 2012.

Sýnatökustaður	Húsatangi				Þórsnes			
	Meðal hlutfall (%)	Staðal-frávik	Breytileika-stuðull (cv)	Fjöldi mælinga	Meðal hlutfall (%)	Staðal-frávik	Breytileika-stuðull (cv)	Fjöldi mælinga
2006	11,06	5,57	0,50	18	9,43	5,09	0,54	17
2007	13,16	7,57	0,58	18	9,64	4,45	0,46	18
2011	13,10	5,31	0,41	29	9,68	4,80	0,50	29
2012	8,07	2,39	0,30	30	4,04	1,52	0,38	30

Tafla 3. Niðurstöður tölfræðiprófa (t-próf) á samanburði á hlutfalli lífræns efnis á fjörusteinum; á milli ára innan sýnatökusvæðanna Húsatanga og Þórsness (a) og á milli sýnatökusvæða innan hvers árs (b). Í töflunni eru sýnd t-gildi fyrir hvern samanburð, p-gildi fyrir marktæki og fjöldi frítalna sem eru í sviga. Við útreikninga voru notaðar allar mælingar af 0,2 og 0,4 m dýpi. Þrjú sýni voru af hvoru dýpi árin 2006 og 2007 og fimm sýni árin 2011 og 2012.

Table 3. Statistical results (one way t-test) for comparisons on percentages of organic matter at the surface of littoral pebbles: Between years within the littoral zone at the sampling sites of Húsatangi and Þórsnes (a) and between sites within years (b). Comparisons are based on merged data from 0.2 and 0.4 m depths with 3 replicate samples 2006 and 2007 and five samples 2011 and 2012. The table shows t-values, p-values and degree of freedom (within parentheses).

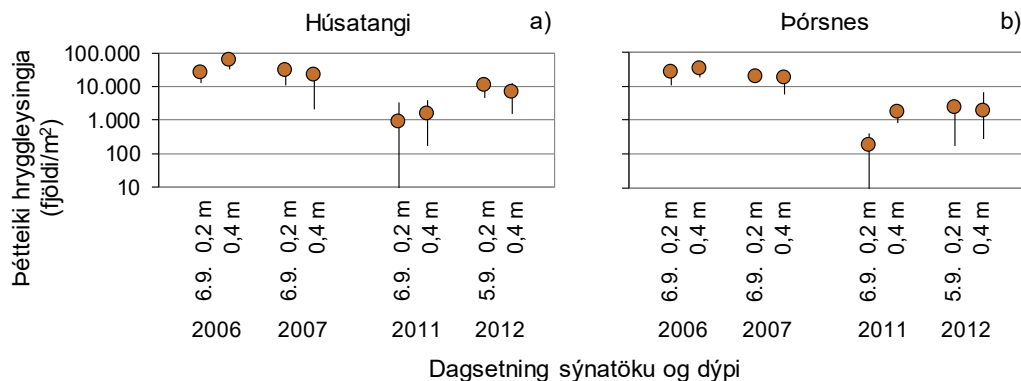
a)			b)	
Samanburður á milli ára:	Innan Húsatanga	Innan Þórsnes	Innan árs	Samanburður á milli Húsatanga og Þórsnes
2006 og 2007	t(34)=0,946, p=0,3509 óm	t(33)=0,131, p=0,8967 óm	2006	t(33)=0,903, p=0,3732 óm
2011 og 2006	t(45)=1,254, p=0,2163 óm	t(44)=0,169, p=0,8664 óm	2007	t(34)=1,699, p=0,0985 óm
2011 og 2007	t(45)=0,031, p=0,9755 óm	t(45)=0,030, p=0,9760 óm	2011	t(56)=2,567, p=0,0129*
2012 og 2006	t(46)=2,5867, p=0,0129 *	t(45)=5,422, p=2x10 ⁻⁶ ***	2012	t(58)=7,767, p=2*10 ⁻¹⁰ ***
2012 og 2007	t(46)=3,430, p=0,0013 **	t(46)=6,3335, p=1x10 ⁻⁷ ***		
2011 og 2012	t(57)=4,716, p=2x10 ⁻⁵ ***	t(57)=6,123, p=1x10 ⁻⁷ ***		

* P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001, óm = ómarktækt

Engin fylgni fannst á milli hlutfalls lífræns efnis í fjörusvifi (kafla 4.2.1) og hlutfalls lífræns efnis á steinum frá sömu sýnatökudögum.

4.3.2 Hryggleysingjar

Lítið fannst af hryggleysingjum (smádýrum) á steinum úr fjörunni bæði við Húsatanga og Þórsnes. Þéttleiki þeirra var að meðaltali á bilinu 900–1500 dýr/m² við Húsatanga og 170–1.700 dýr/m² við Þórsnes í september 2011 (viðauki 1 og 16. mynd). Þá voru tveir steinar af fimm af 0,2 m dýpi án dýra bæði við Húsatanga og Þórsnes. Í september 2012 mældist þéttleiki hryggleysingja að meðaltali 700–11.200 dýr/m² við Húsatanga og 1.900–2.200 dýr/m² við Þórsnes. Í heild fundust mun færri dýr á fjörusteinum árin 2011 og 2012 en 2006 og 2007 (16. mynd og tafla 4).



16. mynd. Þéttleiki hryggleysingja (fjöldi/m²) á fjörusteinum við Húsatanga (a) og Þórsnes (b). Sýnum var safnað í september árin 2006, 2007, 2011 og 2012 af 0,2 og 0,4 m dýpi. Sýndur er meðalþéttleiki (punktar) fimm sýna af hvoru dýpi, ásamt hæstu og lægstu gildum (lóðréttar línur). Athugið að y-ás er lógarípmískur.

Figure 16. The average density (number/m²) of invertebrates on pebbles at 0.2 and 0.4 m depths within the littoral zone of Húsatangi (a) and Þórsnes (b) in September 2006, 2007, 2011 and 2012. The vertical lines through each dot indicate the min-max ranges. Note that the y-axes are logarithmic.

Fjöldi hryggleysingja var mjög breytilegur á milli sýna seinni sýnatökuárin og því var breytileikastuðull (cv) fyrir meðalþéttleika hryggleysingja í sýnum frá árunum 2011 og 2012 helmingi hærri en fyrir árin 2006 og 2007 (tafla 4).

Tafla 4. Meðalþéttleiki hryggleysingja (fjöldi/m²) á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes í september 2006, 2007, 2011 og 2012. Meðaltöl og staðalfrávik fyrir hvern sýnatökudag eru reiknuð út frá sameinuðum sýnum af 0,2 og 0,4 m dýpi (10 sýni í allt). Breytileikastuðull (cv) fyrir breytileika á milli sýna er birtur fyrir hverja sýnatöku.

Table 4. The mean density (numbers/m²) of invertebrates on littoral pebbles within the littoral zone at Húsatangi and Þórsnes in September 2006, 2007, 2011 and 2012. The mean densities and standard deviation are based on joint samples from 0.2 and 0.4 m depths (total of 10 samples). Coefficient of variation is shown for each year.

Sýntökustaður	Húsatangi			Þórsnes		
	Meðalþéttleiki (fjöldi/m ²)	Staðalfrávik (fjöldi/m ²)	Breytileikastuðull (cv)	Meðalþéttleiki (fjöldi/m ²)	Staðalfrávik (fjöldi/m ²)	Breytileikastuðull (cv)
Ártal						
2006	42.510	23.755	0,56	27.893	12.521	0,45
2007	26.708	14.776	0,55	17.803	7.140	0,40
2011	1.203	1.489	1,24	915	903	0,99
2012	8.921	5.263	0,59	2.038	2.044	1,00

Innan sýnatökustaðar var marktækur munur á meðalþéttleika hryggleysingja milli ára (sýni af 0,2 og 0,4 m dýpi sameinuð, t-próf) (tafla 5 a), nema á milli 2011 og 2012 við Þórsnes. Þéttleiki hryggleysingja var marktækt meiri á fjörusteinum við Húsatanga en Þórsnes árið 2012, en árið 2011 var munurinn ekki marktækur (tafla 5 b). Í fyrri rannsókninni kom fram munur á milli

Húsatanga og Þórsness árið 2006, þegar sýni af þremur dýpum voru sameinuð (Iris Hansen o.fl., 2013), en þegar sýnum af 0,6 m dýpi er sleppt úr útreikningum var munurinn ekki marktækur á milli staða hvorki fyrir árið 2006 né 2007 (tafla 5 b).

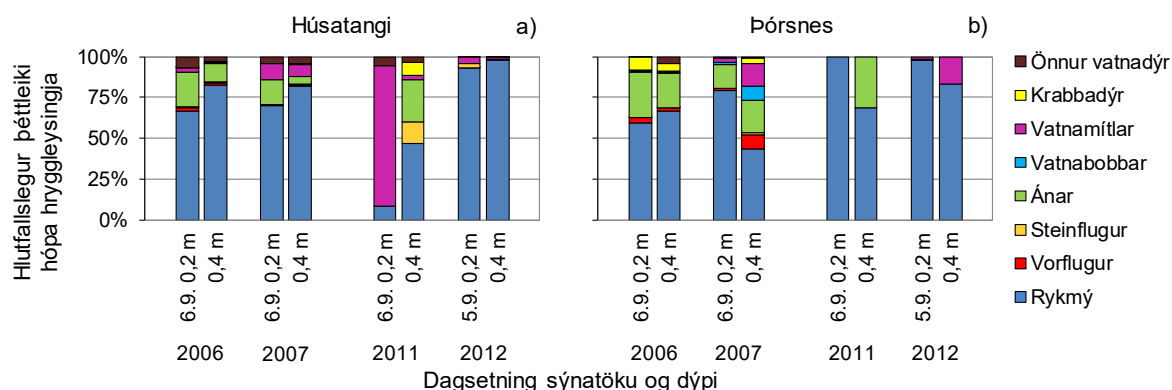
Tafla 5. Niðurstöður tölfræðiprófa (t-próf) á samanburði á þéttleika hryggleysingja á fjörusteinum; á milli ára innan sýnatökusvæða við Húsatanga og Þórsnes (a) og á milli sýnatökusvæða innan hvers árs (b). Í töflunni eru sýnd t-gildi fyrir hvern samanburð, p-gildi fyrir marktæki og fjöldi frítalna sem eru í sviga. Við útreikninga voru notaðar allar mælingar af 0,2 og 0,4 m dýpi, 10 sýni liggja að baki gilda fyrir hvert ár.

Table 5. Statistical results (one way t-test) for comparison of invertebrate densities between sampling sites at Húsatangi and Þórsnes (a), as well as between the years 2006, 2007, 2011 and 2012 within each site (b). Data for the two depths (0.2 and 0.4 m) were lumped prior to statistical analyses, so the total number of samples compared was 10. The table shows the results from one-way t-tests with t-values, degree of freedom (within parentheses) and p-values.

a)			b)	
Samanburður á milli ára:	Innan Húsatanga	Innan Þórsnes	Innan árs	Samanburður á milli Húsatanga og Þórsnes
2006 og 2007	t(18)=1,786, p=0,0455*	t(18)=1,734, p=0,0200*	2006	t(18)= 1,719, p=0,0513 óm
			2007	t(18)= 1,714, p=0,0518 óm
2011 og 2006	t(18)=5,486, p=2x10 ⁻⁵ ***	t(18)=6,796, p=1x10 ⁻⁶ ***		
2011 og 2007	t(18)=5,432, p=2x10 ⁻⁵ ***	t(18)=7,421, p=4x10 ⁻⁷ ***	2011	t(18)= 0,523, p=0,3036 óm
			2012	t(18)= 3,855, p=0,0006***
2012 og 2006	t(18)=4,364, p=0,0002**	t(18)=6,444, p=2x10 ⁻⁶ ***		
2012 og 2007	t(18)=3,586, p=0,0011**	t(18)=6,713, p=1x10 ⁻⁶ ***		
2011 og 2012	t(18)=4,462, p=0,0002***	t(18)=1,589, p=0,0647 óm		

* P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001, óm = ómarktækt

Meiri munur sást í tegundasamsetningu og hlutföllum tegundahópa hryggleysingja á milli Húsatanga og Þórsnes árið 2011 en ári síðar (17. mynd). Þannig voru vatnamítlar algengastir í sýnum frá Húsatanga á 0,2 m dýpi í september 2011, en rykmý var um 9% af þeim hryggleysingjum sem fundust þar (77 rykmýslifur/m²). Rykmý var á lirlustigi í um eða yfir 99% tilfella allar sýnatökurnar. Við Þórsnes var rykmý eini tegundahópurinn í sýnum á 0,2 m dýpi á sama tíma (100%, þéttleiki 170 lirlifur/m² (17. mynd og viðauki 1). Þar sem mjög fáir hryggleysingjar fundust í þessum sýnum varð vægi hvers einstaklings hátt í hlutfalls-útreikningunum. Á 0,4 m dýpi fundust fleiri tegundahópar við Húsatanga en Þórsnes, en helstu hóparnir á báðum stöðum voru rykmýslirlifur og ánar. Auk þeirra fundust steinflugur, vatnamítlar, skelkrebbi („krabbadýr“ á 17. mynd) og eitt bessadýr („önnur vatnadýr“ á 17. mynd) við Húsatanga. Í september 2012 var hlutfall tegundahópa líkara á milli staða og dýpa, þar sem rykmýslirlifur voru ráðandi í öllum sýnum og vatnamítlar voru næst algengastir á báðum stöðum. Auk rykmýs og vatnamítla fannst ein vorfluga á 0,2 m dýpi og ein strandfluga (önnur vatnadýr) á 0,4 m dýpi við Húsatanga og við Þórsnes var einn áni á fjörusteinum af 0,4 m dýpi (17. mynd og viðauki 1). Hlutfall rykmýs við Húsatanga var mjög lágt árið 2011 miðað við 2006 og 2007, en hlutfallið var hærra árið 2012 en hafði mælst áður (17. mynd a). Nokkuð fjölbreytt samfélag hryggleysingja voru við Húsatanga sumarið 2011, einkum á 0,4 m dýpi. Ári síðar var fjölbreytnin hins vegar mun minni. Við Þórsnes voru rykmýslirlifur ríkjandi bæði 2011 og 2012 og fundust færri dýr úr öðrum tegundahópum en fundust 2006 og 2007. Krabbadýr (þ.e. árfætlur, skelkrebbi og vatnaflær), vatnabobbar og vorflugur sem áður fundust við Þórsnes fundust ekki þar 2011 og 2012 (17. mynd b). Ánar sem voru algengir í sýnum 2006 og 2007 fundust eingöngu á 0,4 m dýpi í september 2011 á báðum stöðum og 2012 fannst aðeins einn áni, í sýni frá Þórsnesi af 0,4 m dýpi.

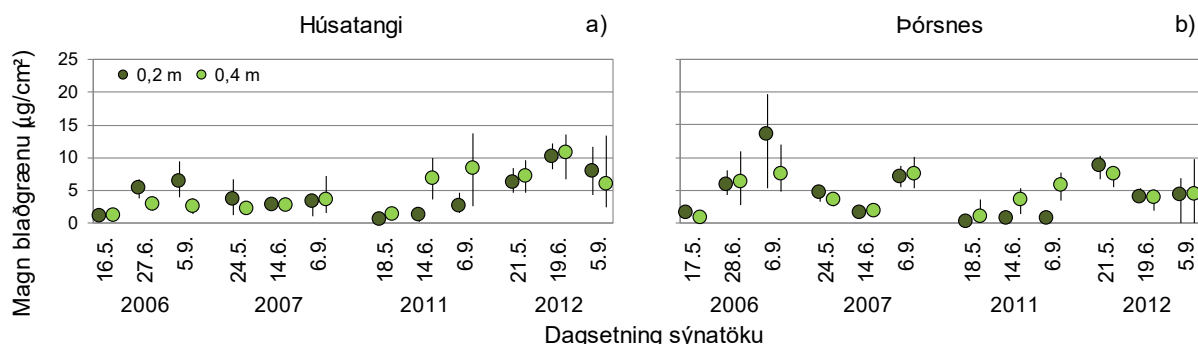


17. mynd. Hlutfallslegur þéttleiki hópa hryggleysingja á fjörusteinum við Húsatanga (a) og Þórsnes (b). Sýnum var safnað í september árin 2006, 2007, 2011 og 2012, af 0,2 og 0,4 m dýpi. Að baki hverrar súlu er meðaltal fimm sýna.

Figure 17. Relative density of littoral invertebrates at Húsatangi (a) and Þórsnes (b) in September 2006, 2007, 2011 and 2012 from depth of 0.2 and 0.4 m. The data presented in each bar is based on five replicate samples.

4.3.3 Magn blaðgrænu a

Magn blaðgrænu *a* var fremur lítið vorið 2011 en jókst er leið á sumarið og var mest í september á 0,4 m dýpi bæði við Húsatanga og Þórsnes. Í maí 2012 var magn blaðgrænu *a* líkt því sem hafði mælst í september haustið áður á báðum stöðum. Sumarið 2012 var magnið mest í júní við Húsatanga og en í maí við Þórsnes (18. mynd a og b).



18. mynd. Meðaltalsgildi fyrir magn blaðgrænu ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) (fyrir sýringu til útfellinga á phaeophytini) á fjörusteinum á 0,2 (dökkir punktar) og 0,4 m (ljósari punktar) dýpi við Húsatanga (a) og Þórsnes (b) sumrin 2006, 2007, 2011 og 2012. Árin 2006 og 2007 voru þrjár endurteknar mælingar á hvoru dýpi en fimm árin 2011 og 2012. Lóðréttu línurnar við hvern punkt liggja á milli lægsta og hæsta mæligildis án sýringar.

Figure 18. Average amount of epilithic chlorophyll (where acid was not used to correct for amount of phaeophytin) at 0.2 and 0.4 m depth within the littoral area in Húsatangi (a) and Þórsnes (b) for 2006, 2007, 2011 and 2012. Three replicate samples were processed 2006 and 2007 but five replicate samples were processed 2011 and 2012 for each sampling date and depth. The vertical lines through each dot show min-max ranges without acid.

Niðurstöður mælinga á magni blaðgrænu *a* fyrir sýringu voru að jafnaði 13,5% lægri en eftir sýringu. Mjög mikil fylgni var á milli reiknaðs magns blaðgrænu *a* án sýringar og eftir sýringu (Pearson $r=0,996$). Meðalmagn blaðgrænu án sýringar (eftir sýringu) var um 0,5(0,5)–8,4(9,3) $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ sumarið 2011 við Húsatanga og 6,1(7,3)–10,9(12,7) $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ sumarið eftir (18. mynd a). Á sama tíma mældist blaðgræna við Þórsnes að meðaltali um 0,2(0,2)–5,9(6,4) $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ sumarið 2011 og 4,0(4,6)–8,7(10,1) $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 2012 (18. mynd b). Sambærilegar tölur án sýringar frá 2006 og 2007 við Húsatanga voru frá 1,0–6,4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ og við Þórsnes 0,9–13,6 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Mesta magn blaðgrænu *a* mældist í júní 2012 við Húsatanga en í september 2006 við Þórsnes (18. mynd a og b).

Tafla 6. Meðaltalsgildi fyrir magn blaðgrænu *a* ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), mælt án sýringar, á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes árin 2006, 2007, 2011 og 2012. Sýnd eru meðaltöl, staðalfrávik frá þeim, breytileikastuðull (cv) og fjöldi mælinga sem liggja að baki. Meðaltölin byggja á öllum mælingum af 0,2 og 0,4 m dýpi úr þremur sýnatökum hvers árs. Sýni voru þrjú af hvoru dýpi árin 2006 og 2007 og fimm árin 2011 og 2012.

Table 6. Average amount of epilithic chlorophyll *a* ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), measured without acid treatment, for each year at both depths in Húsatangi and Þórsnes 2006, 2007, 2011 and 2012. Along with the average values are standard deviation, coefficient of variation and total number of samples which the average is based on. Three replicate samples were collected 2006 and 2007 from each depth but five 2011 and 2012.

Sýnatökustaður	Húsatangi				Þórsnes			
	Meðaltal ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Staðal- frávik	Breytileika- stuðull (cv)	Fjöldi mælinga	Meðaltal ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Staðal- frávik	Breytileika- stuðull (cv)	Fjöldi mælinga
2006	3,25	2,38	0,73	18	5,94	5,46	0,92	18
2007	3,04	1,70	0,56	18	4,40	2,64	0,60	18
2011	3,51	3,80	1,08	30	2,02	2,36	1,17	30
2012	8,06	3,22	0,40	30	5,50	2,94	0,53	28

Þegar reiknuð eru meðaltöl allra mælinga á magni blaðgrænu *a* fyrir hvert sýnatökuár sést að það var minnst sumarið 2011 við Þórsnes (tafla 6). Bæði sumrin 2011 og 2012 mældist meiri blaðgræna *a* á fjörusteinum við Húsatanga en við Þórsnes, sem var öfugt við það sem kom fram í mælingum frá 2006 og 2007, þá var að meðaltali meiri blaðgræna á fjörusteinum við Þórsnes en Húsatanga (tafla 6). Breytileiki á milli steina í mældu magni blaðgrænu var mestur árið 2011 bæði við Húsatanga og Þórsnes samkvæmt breytileikastuðli (cv) og minnstur árið 2012 af árunum fjórum. Öll árin var breytileiki á milli steina minni við Húsatanga en Þórsnes (tafla 6).

Tafla 7. Niðurstöður tölfræðiprófa (t-próf) á samanburði á magni blaðgrænu (án sýringar); á milli ára innan sýnatökusvæða við Húsatanga og Þórsnes (a) og á milli sýnatökusvæða innan hvers árs (b). Í töflunni eru sýnd t-gildi fyrir hvern samanburð, p-gildi fyrir marktæki og fjöldi frítalna sem eru í sviga. Við útreikninga voru notaðar allar mælingar af 0,2 og 0,4 m dýpi. Þrjú sýni voru af hvoru dýpi árin 2006 og 2007 og fimm sýni árin 2011 og 2012.

Table 7. Statistical results (one way t-test) for comparison of chlorophyll amount (without acidification): Between years within the littoral zone at the sampling sites of Húsatangi and Þórsnes (a) and between sites within years (b). Comparisons are based on merged data from 0.2 and 0.4 m depths with 3 replicate samples 2006 and 2007 but five samples 2011 and 2012. The table shows t-values, p values and degree of freedom (within parentheses).

a)			b)	
Samanburður á milli ára:	Innan Húsatanga	Innan Þórsnes	Innan árs	Samanburður á milli Húsatanga og Þórsnes
2006 og 2007	t(34)=0,303, p=0,3820 óm	t(34)=1,079, p=0,1441 óm	2006	t(34)=1,915, p=0,0320 *
2011 og 2006	t(46)=0,256, p=0,3996 óm	t(46)=3,453, p=0,0006 ***	2007	t(34)=1,832, p=0,0379 *
2011 og 2007	t(46)=0,488, p=0,3140 óm	t(46)=3,239, p=0,0011 **	2011	t(58)=1,824, p=0,0366 *
2012 og 2006	t(46)=5,481, p=1x10 ⁻⁶ ***	t(44)=0,040, p=0,4839 óm	2012	t(56)=2,795, p=0,0035 **
2012 og 2007	t(46)=6,091, p=1x10 ⁻⁷ ***	t(44)=1,882, p=0,0333 *		
2011 og 2012	t(58)=5,000, p=3x10 ⁻⁶ ***	t(56)=5,923, p=1x10 ⁻⁷ ***		

* P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001, óm = ómarktækt

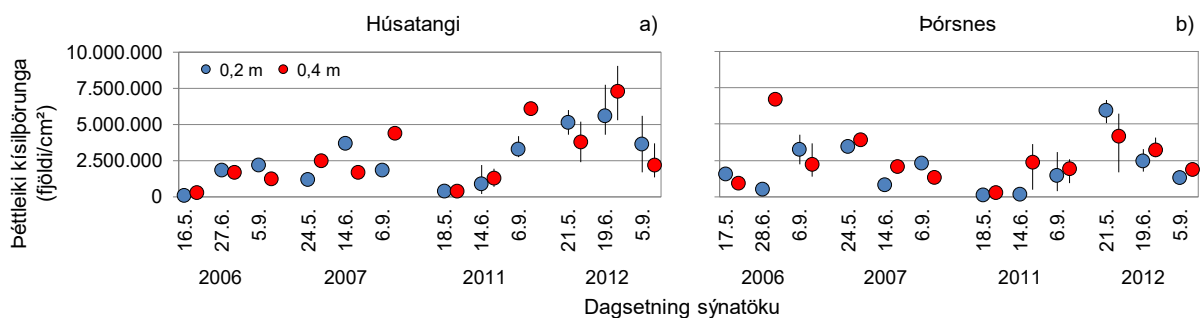
Meðalmagn blaðgrænu sameinaðra gilda fyrir hvert sumar, var marktækt minnst yfir sumarið 2011 við Þórsnes af árunum fjórum, en mesta meðalmagn blaðgrænu var sumarið 2012 við Húsatanga (tafla 7 a). Öll árin var marktækur munur á magni blaðgrænu á milli Húsatanga og Þórsnes, miðað við einhliða t-próf (tafla 7 b).

Pegar niðurstöður áranna 2006 og 2007 voru sameinaðar og bornar saman með t-prófi við sameinaðar niðurstöður 2011 og 2012, var munur á milli tímabila við Húsatanga marktækur ($t(99)=3,913$, $p=0,0001$) en ekki við Þórsnes.

4.3.4 Kísilþörungar

4.3.4.1 Þéttleiki kísilþörungna

Þéttleiki kísilþörungnafruma var lítill á fjörusteinum í maí 2011, en jókst er leið á sumarið og varð mestur í september. Heldur meiri þéttleiki mældist við Húsatanga en við Þórsnes (19. mynd). Í maí 2012 var þéttleikinn við Húsatanga líkur því sem hann hafði verið í september árið áður, en mun meiri við Þórsnes. Þéttleikinn var mestur við Húsatanga í júní en í maí við Þórsnes (19. mynd).



19. mynd. Þéttleiki kísilþörungna á fjörusteinum (fjöldi/cm²) á 0,2 (bláir punktar) og 0,4 m dýpi (rauðir punktar) við Húsatanga (a) og Þórsnes (b) sumrin 2006, 2007, 2011 og 2012. Talið var úr einu sýni af hvoru dýpi frá árunum 2006 og 2007 (nema 6.9.2006 við Þórsnes var talið úr 3 sýnum) og árin 2011 og 2012 var talið úr 3 sýnum af hvoru dýpi. Lóðréttar línur í gegnum punkt eru á milli lág- og hágildis mælinga.

Figure 19. Average density (number/cm²) of epilithic diatoms at 0.2 (blue dots) and 0.4 m (red dots) depth within the littoral zone in Húsatangi (a) and Þórsnes (b) 2006, 2007, 2011 og 2012. Diatoms were counted from one sample at each depth for every date 2006 and 2007, except for Þórsnes 6 September 2006, when three samples were processed, but three replicate samples were processed 2011 and 2012. Vertical lines through each dot indicate min-max ranges.

Þéttleiki kísilþörungna á fjörusteinum við Húsatanga var um 400.000–6.000.000 frumur/cm² sumarið 2011 og um 2.000.000–7.000.000 sumarið eftir. Þéttleikinn við Þórsnes var um 100.000–2.500.000 frumur/cm² sumarið 2011 og um 1.300.000–6.000.000 frumur/cm² sumarið 2012. Í sambærilegum sýnum frá árunum 2006 og 2007 var þéttleikinn um 100.000–7.000.000 frumur/cm², en þá var oftast talið úr stökum sýnum fyrir hvert dýpi (19. mynd).

Tafla 8. Meðalþéttleiki kísilþörunga á fjörusteinum (fjöldi/cm²) af 0,2 og 0,4 m dýpi (sameinuð) í fjöru við Húsatanga og Þórsnes árin 2006, 2007, 2011 og 2012. Í töflunni eru sýnd meðaltöl, staðalfrávik, breytileikastuðull og fjöldi mælinga. Talið var úr einu sýni af hvoru dýpi árin 2006 og 2007 og þremur sýnum af hvoru dýpi árin 2011 og 2012.

Table 8. Average density of epilithic diatoms (number/cm²) at two depths combined (0.2 and 0.4 m) within the littoral zone in Húsatangi and Þórsnes 2006, 2007, 2011 and 2012. The table shows averages, standard deviation, coefficient of variation and number of samples. Diatoms were counted from one sample at each depth for every date 2006 and 2007 but three replicate samples were processed 2011 and 2012.

Sýnatökustaður	Húsatangi				Þórsnes			
Ártal	Meðal- þéttleiki (fjöldi/cm ²)	Staðal- frávik	Breytileika- stuðull (cv)	Fjöldi mælinga	Meðal- þéttleiki (fjöldi/cm ²)	Staðal- frávik	Breytileika- stuðull (cv)	Fjöldi mælinga
2006	1.234.713	863.688	0,70	6	2.613.461	1.893.922	0,72	10
2007	2.553.374	1.240.104	0,49	6	2.304.056	1.193.231	0,52	6
2011	2.061.653	2.181.378	1,06	18	1.047.255	1.249.639	1,19	18
2012	4.611.170	2.138.249	0,46	18	3.148.963	1.831.267	0,58	18

Meðalþéttleiki kísilþörunga innan hvors sýnatökustaðar var marktækt minnstur árið 2011 við Þórsnes, en þéttleiki var marktækt mestur árið 2012 við Húsatanga (töflur 8 og 9 a). Við Húsatanga var einnig marktækur munur á milli 2006 og 2007 (tafla 9 a). Munur á milli staða innan hvers sumars var marktækur árin 2011 og 2012, en ekki árin 2006 og 2007 (tafla 9 b). Breytileikastuðlar fyrir meðalþéttleika kísilþörunga á fjörusteinum hvert ár voru alltaf örlítið lægri fyrir Húsatanga en fyrir Þórsnes og mestur var breytileikinn á milli sýna fyrir árið 2011 á báðum stöðum (tafla 8). Þegar sameinaður þéttleiki á steinum frá árunum 2006 og 2007 var borinn saman innan staða, við sameinaðan þéttleika frá 2011 og 2012 kom í ljós að þéttleiki kísilþörunga marktækt meiri seinni árin við Húsatanga ($t(46)=1,920$, $p=0,0306$) en við Þórsnes var munurinn ekki marktækur.

Tafla 9. Niðurstöður tölfræðiprófa (t-próf) á samanburði á þéttleika kísilþörunga á fjörusteinum; á milli ára innan sýnatökusvæða við Húsatanga og Þórsnes (a) og á milli sýnatökusvæða innan hvers árs (b). Í töflunni eru sýnd t-gildi fyrir hvern samanburð, p-gildi fyrir marktæki og fjöldi frítalna sem eru í sviga. Við útreikninga voru notaðar allar mælingar af 0,2 og 0,4 m dýpi. Þrjú sýni voru af hvoru dýpi árin 2006 og 2007 og fimm sýni árin 2011 og 2012.

Table 9. Statistical results (one way t-test) for comparison of densities of epilithic diatoms: Between years within the littoral zone at the sampling sites of Húsatangi and Þórsnes (a) and between sites within years (b). Comparisons are based on merged data from 0.2 and 0.4 m depths with 3 replicate samples 2006 and 2007 but 5 samples 2011 and 2012. The table shows t-values, p values and degree of freedom (within parentheses).

a)			b)	
Samanburður á milli ára:	Innan Húsatanga	Innan Þórsnes	Innan árs	Samanburður á milli Húsatanga og Þórsnes
2006 og 2007	$t(10)=2,137$, $p=0,0187$ *	$t(14)=0,357$, $p=0,3632$ óm	2006	$t(14)=1,665$, $p=0,0591$ óm
2011 og 2006	$t(22)=0,894$, $p=0,1904$ óm	$t(26)=2,640$, $p=0,0069$ **	2007	$t(10)=0,355$, $p=0,3650$ óm
2011 og 2007	$t(22)=0,520$, $p=0,3042$ óm	$t(22)=2,155$, $p=0,0212$ *	2011	$t(34)=1,712$, $p=0,0480$ *
2012 og 2006	$t(22)=3,722$, $p=0,0006$ ***	$t(26)=0,733$, $p=0,2352$ óm	2012	$t(34)=2,204$, $p=0,0172$ *
2012 og 2007	$t(22)=2,215$, $p=0,0187$ *	$t(22)=1,050$, $p=0,1526$ óm		
2011 og 2012	$t(34)=3,541$, $p=0,0006$ ***	$t(34)=4,022$, $p=0,0002$ ***		

* $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, óm = ómarktækt

4.3.4.2 Fjöldi kísilþörungategunda og -tegundahópa

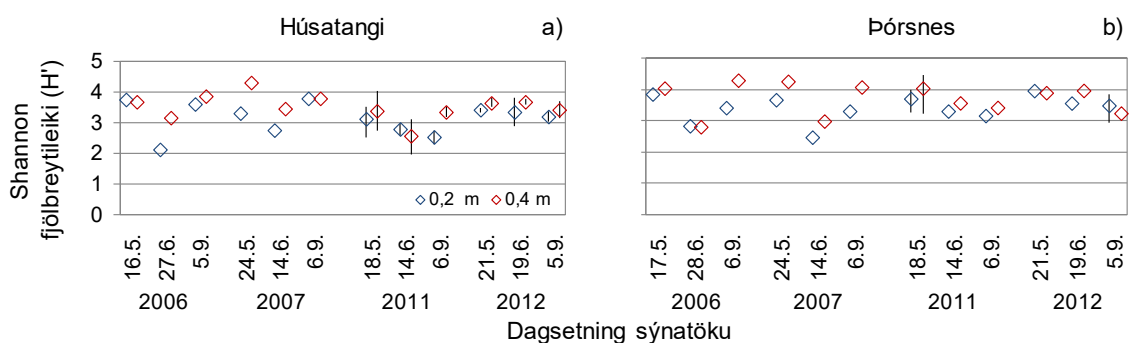
Kísilþörungar á fjörusteinum sem var safnað 2011 og 2012 voru greindir til 99 tegunda og tegundahópa. Þar af voru 88 sem fundust í steinasýnum frá 2011, 66 tegundir og tegundahópar við Húsatanga og 72 við Þórsnes. Úr sýnum frá 2012 var greint til 75 tegunda og tegundahópa, þar af fundust 56 við Húsatanga og 65 við Þórsnes (viðauki 2).

Tafla 10. Fjöldi tegunda og tegundahópa kísilþörungum sem sáust á fjörusteinum á 0,2 og 0,4 m dýpi (sameinuð) í fjöru við Húsatanga og Þórsnes frá þremur sýnatökudögum 2006, 2007, 2011 og 2012. Fjöldi sýna er sýndur innan sviga.

Table 10. The number of epilithic diatom taxa at 0.2 and 0.4 m depth (combined) for three dates during the summer of 2006, 2007, 2011 and 2012 within the littoral zone in Húsatangi and Þórsnes. The number of samples is shown within parentheses.

Sáust á fjörusteinum við:	2006	(N)	2007	(N)	2011	(N)	2012	(N)	2006 og 2007	(N)	2011 og 2012	(N)	Öll fjögur árin	(N)
Húsatanga	72	(6)	72	(6)	75	(18)	87	(18)	87	(12)	96	(36)	110	(48)
Þórsnes	70	(6)	62	(6)	74	(18)	72	(18)	81	(12)	91	(36)	102	(48)
báða staði	88	(12)	85	(12)	94	(36)	105	(36)	99	(24)	117	(72)	127	(96)

Þegar skoðaður er fjöldi tegunda og tegundahópa sem sáust í sýnum við skimun í viðbót við eiginlega talningu, bættust nokkrar tegundir og tegundahópar við og heildarfjöldinn varð 117 fyrir sumrin 2011 og 2012 en 99 fyrir sumrin 2006 og 2007 (tafla 10 og viðauki 2).



20. mynd. Shannon fjölbreytileiki fyrir kísilþörungum á fjörusteinum á 0,2 (bláir tíglar) og 0,4 m (rauðir tíglar) dýpi við Húsatanga (a) og Þórsnes (b) 2006, 2007, 2011 og 2012. Myndirnar byggja á stökum sýnum 2006 og 2007 (nema Þórsnes 6.9.2006, þrjú sýni) en meðaltölum þriggja sýna 2011 og 2012. Lóðrétt lína í gegnum hvern tíglar táknar mörk lág- og hágildis.

Figure 20. Shannon diversity indices for epilithic diatoms at 0.2 (blue diamonds) and 0.4 m (red diamonds) depth within the littoral zone in Húsatangi (a) and Þórsnes (b) 2006, 2007, 2011 and 2012. The Shannon diversity is based on single samples for 2006 and 2007 except for Þórsnes 6 September 2006 when three samples were processed. For 2011 and 2012, three samples were always processed. Vertical lines through each diamond indicate the min-max range.

Shannon fjölbreytileikastuðlar fyrir kísilþörungum á fjörusteinum voru að meðaltali lægri sumarið 2011 (Húsatangi 2,5–3,4 og Þórsnes 3,2–3,6) en 2012 (Húsatangi 3,2–3,7 og Þórsnes 3,2–3,9) (20. mynd). Sumarið 2011 var meiri munur á Shannon fjölbreytileikastuðlum á milli sýnatökudaga á Húsatanga, auk þess sem Shannon fjölbreytileiki var að jafnaði aðeins lægri í samanburði það sem sást við Þórsnes á sama tíma. Ári síðar var lítill munur bæði milli sýnatökudaga og staða á Shannon fjölbreytileikastuðlum. Á fyrri tímabilinu 2006 og 2007, var munur meiri breytileiki á Shannon fjölbreytileika milli sýnatökudaga og dýpa en sást 2011 og 2012. Að jafnaði var Shannon fjölbreytileiki yfirleitt minni á 0,2 m dýpi en 0,4 m dýpi, en munurinn var minni árin 2011 og 2012 en 2006 og 2007 (20. mynd a–b).

4.3.4.3 Helstu tegundir kísilþörungna

Þær tegundir og tegundahópar kísilþörungna sem voru ríkjandi á fjörusteinum í hverri sýnatöku fyrir sig, fundust oftast öll fjögur sumrin. Hins vegar voru hlutföll tegundanna innan sýna (hlutfallslegur þéttleiki) og þéttleiki (fjöldi/cm²) nokkuð breytilegur á milli ára og sýnatökudaga. Verður hér fjallað um þær tegundir sem voru ríkjandi hverju sinni, þ.e. sem voru í hæstu hlutfalli í einhverjum sýnum (með hæstan hlutfallslegan þéttleika).

Eftirfarandi tegundir (í stafrófsröð) voru 20% af hlutfallslegum þéttleika kísilþörungna á fjörusteinum í að minnsta kosti einni sýnatöku árin 2006–2012 og voru algengari sumarið 2011 en 2012: *Fragilaria capucina* var. *gracilis*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Fragilaria ulna* var. *ulna*, *Gomphonema olivaceum* (mismunandi afbrigði), *Meridion circulare* og *Navicula mutica* (var ranglega nefnd *N. saxophila* í fyrri skýrslu) (21. mynd).

Tegundin *Fragilaria capucina* var. *gracilis* var ein algengasta tegundin árin 2006 og 2007 (Iris Hansen o.fl., 2013) en var ekki algeng árin 2011 og 2012. Hlutfall tegundarinnar við Húsatanga var að meðaltali um 3% sumarið 2011 og 0,8% sumarið 2012 og við Þórsnes var hlutfallið um 2,5% 2011 og 3,8% 2012. Þéttleiki tegundarinnar 2011 og 2012 var 3.000–400.000 frumur/cm² við Húsatanga og 300–130.000/cm² við Þórsnes (21. mynd a–b). Hlutfallslegur þéttleiki og þéttleiki tegundarinnar *F. capucina* var. *gracilis* jókst á milli sýnatökudaga yfir sumarið 2011 og var mestur í september bæði við Húsatanga og Þórsnes. Ári síðar var hliðstæð breyting á milli sýnatökudaga ekki eins greinileg, hvorki í hlutfalli né þéttleika (21. mynd a–b). Á árunum 2006 og 2007 var hlutfall tegundarinnar breytilegt á milli sýnatökudaga (0,45–44,7%) og að meðaltali um 20% á báðum stöðum og náði hámarkspéttleika í júní bæði sumrin. En þéttleiki tegundarinnar var um 12.000–2.000.000/cm² sumrin 2006 og 2007 (21. mynd a–b). Oftast var tegundin hlutfallslega algengari á 0,2 m dýpi en á 0,4 m á báðum stöðum öll rannsóknarárin, þó ekki eins reglulega 2011 og 2012. Munur á milli dýpa á þéttleika tegundarinnar var hins vegar óreglulegri (21. mynd a–b).

Árin 2006 og 2007 var *F. capucina* var. *vaucheria* næst algengasta tegundin á fjörusteinum (Iris Hansen o.fl., 2013). Sumarið 2011 var *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* algengasta tegundin við Þórsnes, að meðaltali um 20% (1.300–740.000 frumur/cm²) og næst algengust við Húsatanga, um 19% að meðaltali (7.200–1.800.000 frumur/cm²) (21. mynd c–d). Þá jókst hlutfallslegur þéttleiki tegundarinnar er leið á sumarið og var hæstur í september á báðum stöðum. Hlutfall *F. capucina* var. *vaucheria* var hins vegar mun lægra árið 2012 en hafði sést hin árin, 3% að meðaltali (20.000–300.000 frumur/cm²) við Húsatanga og um 8% (20.000–700.000 frumur/cm²) við Þórsnes. Hlutfallslegur þéttleiki tegundarinnar jókst lítillega er leið á sumarið 2012 við Húsatanga, en við Þórsnes var hlutfall tegundarinnar hæst í júní. Hlutfall tegundarinnar var að meðaltali um 18% sumrin 2006 og 2007 (11.000–1.200.000 frumur/cm²) en mest var af henni í júní bæði sumrin. Oftast var hlutfallslega meira af tegundinni á 0,2 m dýpi en 0,4 m dýpi öll rannsóknarárin fjögur, en stöku undantekningar voru frá því við Þórsnes (21. mynd c–d).

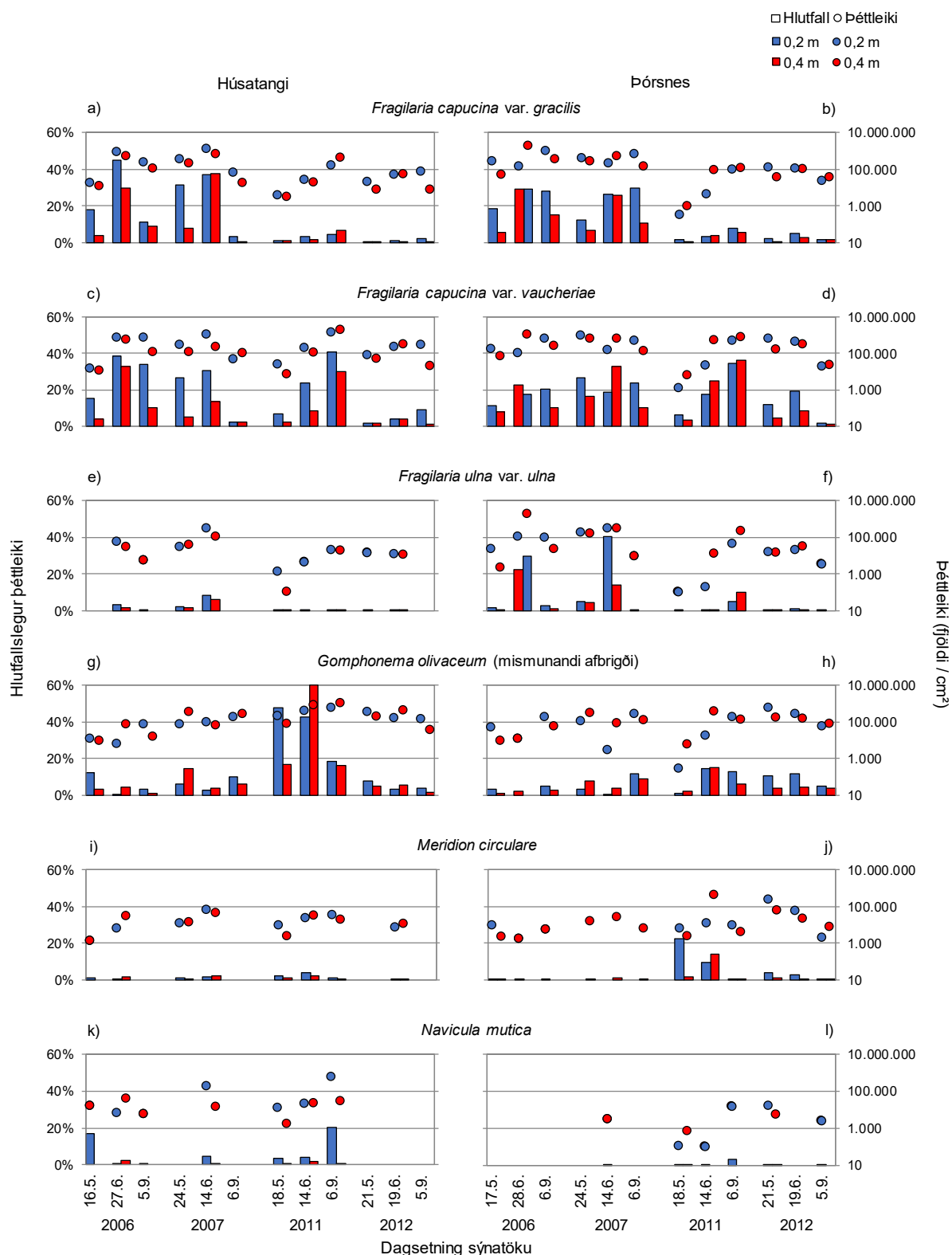
Hlutfallslegur þéttleiki tegundarinnar *Fragilaria ulna* var. *ulna* var meiri við Þórsnes en Húsatanga öll rannsóknarárin (21. mynd e–f). Árin 2011 og 2012 var hlutfall tegundarinnar innan við 1,5% á báðum stöðum (þéttleiki 0–30.000 frumur/cm²), nema í september 2011 við Þórsnes, þegar hlutfall tegundarinnar var að meðaltali um 5% á 0,2 m dýpi (45.200 frumur/cm²) og 10% á 0,4 m dýpi (220.000 frumur/cm²). Það er mun lægra hlutfall en fannst árin 2006 og 2007 þegar hlutfallslegur þéttleiki var allt að 30–40% í sýnum frá Þórsnesi (21. mynd f).

Einkennandi tegundahópur fyrir Húsatanga sumarið 2011 var *Gomphonema olivaceum* (mismunandi afbrigði). Hlutfallslegur þéttleiki hópsins náði hámarki við Húsatanga í júní 2011 og var 60,1% (770.000 frumur/cm²) að meðaltali, en heildar þéttleiki kísilþörunga í sýninu var ekki mikill. Sumarið 2011 var hlutfall hópsins við Húsatanga að meðaltali um 34% (76.000–970.000 frumur/cm²) (21. mynd g). Þar var hlutfallslegur þéttleiki hópsins mun lægri sumarið 2012, að meðaltali um 5% (36.000–410.000 frumur/cm²). Við Þórsnes var hlutfall tegundahópsins um 8% að meðaltali bæði 2011 og 2012 (300–600.000 frumur/cm²) (21. mynd h). Það er hærra eða svipað og fannst á árin 2006 og 2007, þegar hlutfall hópsins var að meðaltali um 4% sumarið 2006 og 7% sumarið 2007 við Húsatanga og um 3% sumarið 2006 og 6% sumarið 2007 við Þórsnes. Árin 2006 og 2007 var þéttleiki tegundarinnar 0–360.000 frumur/cm². Breytilegt var á milli sýnatökudaga hvort meira var af hópnunum á 0,2 m eða 0,4 m dýpi (21. mynd g–h).

Tegundin *Meridion circulare* var hlutfallslega algeng í sýnum sem safnað var í maí 2011 á 0,2 m dýpi við Þórsnes (22,5% að meðaltali og um 6.200 frumur/cm), en þar var heildar þéttleiki kísilþörunga lágur. Annars fannst mest af tegundinni í júní 2011 við Þórsnes á 0,4 m dýpi (14,1% eða 410.000 frumur/cm²) og á 0,2 m dýpi (9,7%, 13.000 frumur/cm²) (21. mynd j). Að öðru leyti var hlutfallslegur þéttleiki tegundarinnar undir 2% að meðaltali yfir hvert sumar á báðum stöðum og kom jafnvel ekki fyrir í öllum sýnum (21. mynd i–j).

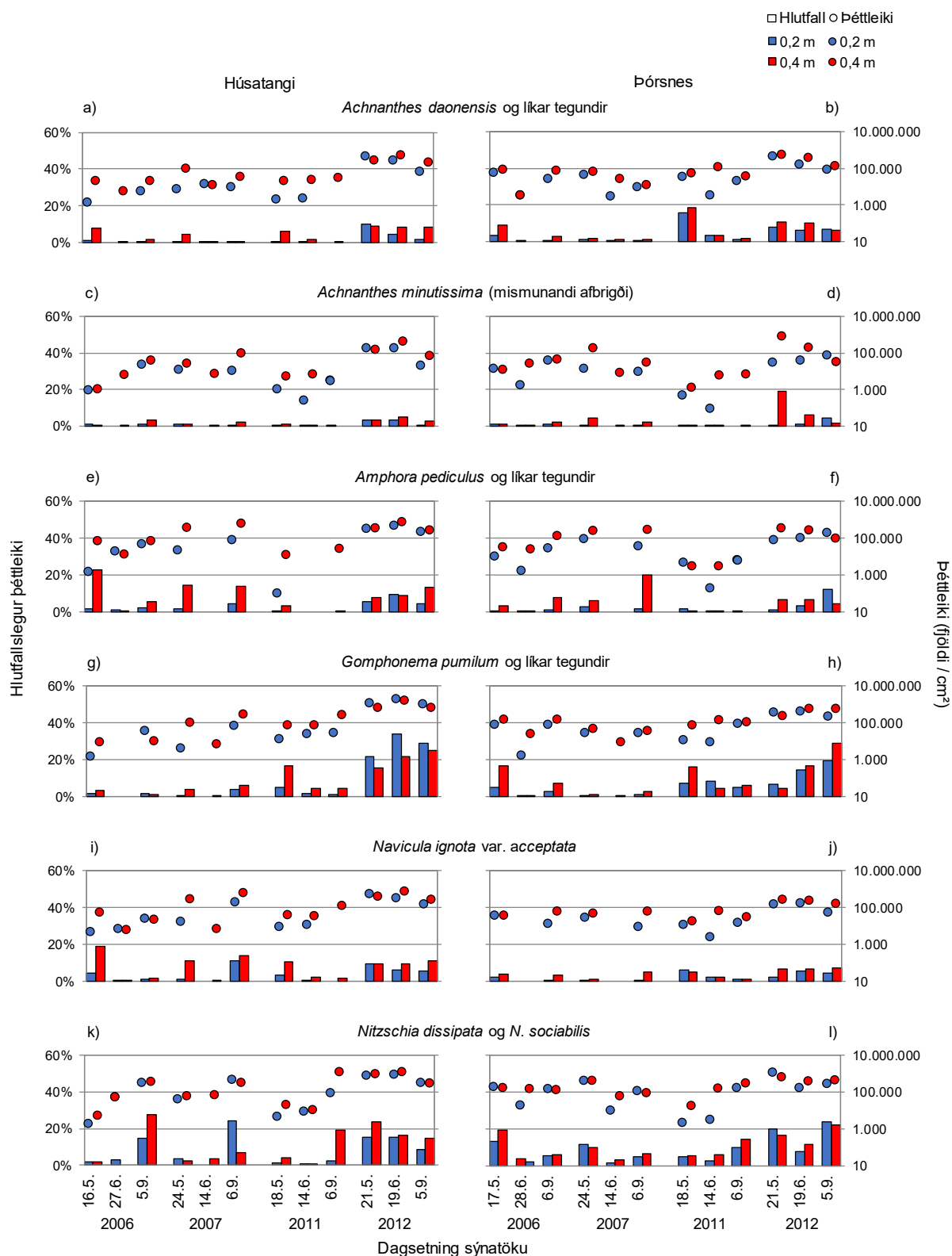
Kísilþörungar af tegundinni *Navicula mutica* voru í flestum sýnum frá Húsatanga sumarið 2011 í hlutfalli frá 0,2–28,2% (1.700–640.000 frumur/cm²), en sáust ekki í sýnum frá Húsatanga sumarið 2012 (21. mynd k). Hlutfallslegur þéttleiki tegundarinnar var 16,9% í einu sýni frá Húsatanga 16. maí 2006 (um 17.000 frumur/cm²) og 4,9% (um 180.000 frumur/cm²) í sýni frá júní 2007, en annars fannst lítið af henni við Húsatanga árin 2006 og 2007 (21. mynd k). Við Þórsnes kom tegundin fyrir í stökum sýnum á árin 2011 og 2012 (mest í september 2011, 2,9% eða um 15.000 frumur/cm² að meðaltali), en árin 2006 og 2007 kom tegundin eingöngu fyrir í einu sýni frá 2007 við Þórsnes (21. mynd l).

Af þeim tegundum og tegundahópum kísilþörunga sem náðu að minnsta kosti í einni sýnatöku að vera 20% af hlutfallslegum þéttleika kísilþörunga á fjörusteinum voru eftirfarandi algengari sumarið 2012 en 2011 (í stafrófsröð): tegundahóparnir *Achnanthes daonensis* og líkar tegundir, *Achnanthes minutissima* (mismunandi afbrigði), *Amphora pediculus* og líkar tegundir, *Gomphonema pumilum* og líkar tegundir, tegundin *Navicula ignota* var. *acceptata* og tegundahópurinn *Nitzschia dissipata* og *N. sociabilis* (22. mynd).



21. mynd. Hlutfallslegur þéttleiki (%) (súlur) og þéttleiki (fjöldi/cm²) (punktar) helstu kísilþörungategunda í Lagarfljóti sem voru algengari sumarið 2011 en 2012. Sýni voru tekin af fjörusteinum á 0,2 (blár litur) og 0,4 m dýpi (rauður litur) við Húsatanga og Þórsnes.

Figure 21. Relative density (bars) and density (dots) for the most abundant epilithic diatom taxa that were more common 2011 than 2012. Blue colour indicates 0.2 m depth and red colour indicates 0.4 m depth within the littoral zone at Húsatangi and Þórsnes.



22. mynd Hlutfallslegur þéttleiki (%) (súlur) og þéttleiki (fjöldi/cm²) (punktar) helstu kísilþörungategunda í Lagarfljóti sem voru algengari sumarið 2012 en 2011. Sýni voru tekin af fjörusteinum á 0,2 (blár litur) og 0,4 m dýpi (rauður litur) við Húsatanga og Þórsnes.

Figure 22. Relative density (bars) and density (dots) for the most abundant epilithic diatom taxa that were more common 2012 than 2011. Blue colour indicates 0.2 m depth and red colour indicates 0.4 m depth within the littoral zone at Húsatangi and Þórsnes.

Tegundahópurinn *Achnanthes daonensis* og líkar tegundir var í hæstu hlutfalli í sýnum frá Þórsnesi 18. maí 2011, mest 35,8% í stöku sýni. Að öðru leyti var tegundahópurinn í hærra hlutfalli yfir sumarið 2012 en 2011 bæði við Þórsnes og Húsatanga (22. mynd a–b). Hlutfallslegur þéttleiki tegundahópsins var ávallt hærri að vori, í maí og stundum júní en í september sýnatökum, en þéttleikatölur sýndu ekki eins reglulegt mynstur (0–500.000 frumur/cm²). Fyrri sumrin 2006 og 2007 var hlutfallslegur þéttleiki hópsins um 2% að jafnaði á báðum stöðum (0–110.000 frumur/cm²). Meiri líkur voru á að finna tegundir sem tilheyra þessum hópi á 0,4 m dýpi en 0,2 m dýpi, bæði á fyrra og seinna tímabili (22. mynd a–b).

Fremur lítið var um kísilþörunga sem tilheyrðu tegundahópnum *Amphora pediculus* og líkar tegundir í sýnum frá 2011 eða um 0,7% að meðaltali yfir sumarið á báðum stöðum (0–26.000 frumur/cm²). Sumarið 2012 var hlutfallslegur þéttleiki þeirra hærri eða að jafnaði um 8% við Húsatanga (220.000–690.000 frumur/cm²) og um 6% við Þórsnes (77.000–320.000 frumur/cm²). Í einu sýni frá Þórsnesi 5. september 2012 var hlutfallslegur þéttleiki hópsins hár (um 34%) en meðaltal þriggja sýna þeirrar sýnatöku var 12,3% (um 190.000 frumur/cm²) (22. mynd e–f). Sumrin 2006 og 2007 jókst þéttleiki og hlutfall hópsins gjarna með auknu dýpi (Iris Hansen o.fl., 2013). Sumrin 2011 og 2012 var munurinn á milli dýpa alls ekki eins reglulegur eða skýr eins og sást á fyrra tímabilinu (22. mynd e–f).

Sumarið 2011 var hlutfallslegur þéttleiki tegundahópsins *Gomphonema pumilum* og líkar tegundir mestur í maí á 0,4 m dýpi á báðum stöðum, að jafnaði um 16%. Að öðru leyti var meðalhlutfall hans lægra en 5% við Húsatanga og lægra en 9% við Þórsnes (um 8.600–130.000 frumur/cm²) (22. mynd g–h). *G. pumilum* og líkar tegundir var einkennandi fyrir kísilþörungaflóru sumarsins 2012, þegar þéttleiki hópsins var meiri en hin þrjú sýnatökuárin. Hlutfallslegur þéttleiki tegundahópsins sumarið 2012 var hærri við Húsatanga eða um 13–44% (um 14.000–1.900.000 frumur/cm²) en við Þórsnes, þar sem hlutfallið var um 2–36% (9.000–500.000 frumur/cm²). Fyrri árin 2006 og 2007 var hlutfallslegur þéttleiki hópsins að jafnaði fremur lágur, oftast vel undir 6% við Húsatanga, en náði örlítið hærri hlutfalli í stökum sýnum frá Þórsnesi (0–270.000 frumur/cm²). Oftast var hlutfall tegundahópsins hærri á 0,4 m dýpi en 0,2 m á báðum stöðum öll rannsóknarárin, nema við Húsatanga 2012 þegar hlutfall hópsins var alltaf hærri á 0,2 m dýpi en 0,4 m dýpi (22. mynd g–h).

Kísilþörungar af tegundinni *Navicula ignota* var. *acceptata* komu fyrir í flestum sýnum frá 2011 og 2012 (22. mynd i–j). Líkt og nokkrar aðrar tegundir sem einkenndu kísilþörungaflóru í fjöru Lagarins 2012, fannst hún í hæstu hlutfalli vorið 2011 og var í lægra hlutfalli að meðaltali síðar það sumar. Sumarið 2012 var hlutfall tegundarinnar hins vegar nokkuð stöðugt yfir sumarið, eða um 8,5% að meðaltali við Húsatanga og 5,5% við Þórsnes. Sumrin 2006 og 2007 var ekki eins reglulegt að tegundin fyndist og var þá oftast í lægri þéttleika og hlutfallslegum þéttleika en seinni árin tvö. Að jafnaði var tegundin algengari við Húsatanga en Þórsnes og oftast fundust fleiri *N. ignota* var. *acceptata* á 0,4 m dýpi en 0,2 m dýpi (22. mynd i–j).

Hópur tegundanna *Nitzschia dissipata* og *N. sociabilis* var í fremur lágu hlutfalli yfir sumarið 2011 sem náði hámarki í september á báðum stöðum, en var annar helsti tegundahópur

sumarsins 2012 (22. mynd k–l). Nokkuð var um að hlutfall í stökum sýnum frá 2012 næði um eða yfir 20% frá báðum stöðum, mest um 36% í sýni frá Þórsnesi 5. september 2012. Að jafnaði var hlutfall hópsins yfir sumarið 2012 um eða yfir 16% á báðum stöðum. Á fyrra tímabili var hlutfall tegundahópsins undir 4% við Húsatanga bæði sumrin nema í september þegar hlutfallið náði yfir 20% bæði árin. Við Þórsnes var hæsta hlutfall hópsins í maí 2006 (mest 19,3%) og maí 2007 en var annars undir 7% í júní og september (22. mynd k–l).

Þrjár aðrar tegundir eða tegundahópar áttu það sameiginlegt að finnast oftast í lágu hlutfalli, nema í einni sýnatöku þegar hlutfall þeirra mældist í kringum 20%, það voru *Achnanthes lanceolata* (mismunandi afbrigði), hópur tegundanna *Cymbella silesiaca*/*C. minuta* og tegundin *Rhoicosphenia abbreviata* (viðauki 2).

4.3.4.4 Samfélög kísilþörungna

Samanburður á hlutfallslegum þéttleika kísilþörungna sem gerður var með óþvingaðri hnitunargreiningu (DCA- hnitun) leiddi í ljós nokkuð skýran aðskilnað á milli rannsóknartímabilanna tveggja, þ.e. fyrir og eftir virkjun (23. mynd). Flest sýni frá 2006 og 2007 (grænt letur á 23. mynd) raðast fyrir ofan sýnin frá 2011 og 2012 (blátt letur á 23. mynd). Einnig er fallandi frá vinstri til hægri (1. ás) þar sem sýni frá 2011 raðast neðar og lengra til vinstri á myndinni en sýni frá 2012, slíkan aðskilnað er ekki að sjá á milli sýna frá 2006 og 2007. Fallandinn samsíða 1. ás skýrði 25,8% af breytileika í tegundasamsetningu kísilþörungna á milli ára. Ekki er að sjá reglu í því hvernig sýnatökumánuðir raðast á myndina eftir ásunum tveimur (23. mynd). Í DCA-hnitunum eru jafnan sýndar niðurstöður fyrir tvo fyrstu ásana, eins og hér er gert enda sýna þeir mestan hluta breytileikans sem er í gögnunum. Samanlagt skýrði fallandi samsíða þessum tveimur ásum 36,3% breytileikans (25,8% fyrir 1. ás og 10,5% fyrir 2. ás). Lengd fallanda samsíða þessum tveimur ásum gefa vísbendingu um veltu í tegundsamsetningu sem í raun er mælikvarði á β -fjölbreytni. Með óþvingaðri hnitunargreiningu er einungis verið að greina samsvörun á milli sýnatökustaða, sýnatökutíma og dýpis byggt á hlutfalli tegunda en ekki er gerð tilraun til að skýra hvað valdi þeirri röðun sem kemur fram. Því var þvinguð hnitunargreining með mældum umhverfispáttum gerð til að fá nánari greiningu á gögnunum og var notast hér við CCA-hnitunargreiningu.

Með CCA-hnitunargreiningu ætti að vera hægt að greina að hvaða leiti þeir umhverfispáttir sem mældir voru skýrðu þann breytileika sem fram kom í tegundasamsetningu kísilþörungna í fjöru Lagarfljóts. Borin voru saman hlutföll tegunda í sýnum frá 2006, 2007, 2011 og 2012, þar sem byggt var á þremur sýnatökum fyrir hvert sumar, frá Húsatanga og Þórsnes af 0,2 og 0,4 m dýpi. Eftirtaldir umhverfisbreytur voru með í upphaflegu líkaninu sem prófað var: styrkur svifaus (Vatnamælingar Orkustofnunar, 2008; Eydis Salome Eiríksdóttir o.fl., 2017), rýni, vatnshiti, pH-gildi, leiðni, lega steina í fjöru (hæð yfir sjávarmáli) (Veðurstofa Íslands, 2010; Landsvirkjun, 2014), fjöldi daga sem steinar voru líklega á þurru síðustu 30 daga fyrir sýnatökur og árstími. Reyndust umhverfisbreyturnar styrkur svifaus, lega steina og vatnshiti hafa haft marktæk áhrif á breytingar á samfélögum kísilþörungna, þ.e. með p-gildi minna eða jafnt og 0,002. Þessar þrjár breytur voru því hafðar með í endanlegu líkani og samtals skýrðu þær 53,8% breytileikans, þar af rýni 26%, lega steina 19% og vatnshiti 9% (24. mynd). Gerð var CCA-

hnitunargreining sem byggði á sömu umhverfisbreytum og áður, fyrir sýni sem voru tekin sumrin 2011 og 2012, sem leiddi í ljós að þrjár breytur reyndust hafa marktæk áhrif á samfélög kísilþörunga þ.e. með p -gildi $\leq 0,002$. Skýrðu þær samtals 51,9% breytileikans, þar af skýrði lega steina 28%, rýni 14% og árstími 10%. Samskonar hnitunargreining fyrir sýni úr 3 sýnatökum 2006 og 2007 af tveimur dýptarbilum reyndust tvær umhverfisbreytur vera marktækar, þ.e. með p -gildi $\leq 0,004$, og voru það lega steina 29% og vatnshiti 11% sem samtals skýrðu 40,5% breytileikans.

Fallandi í röðun sýna í CCA hnituninni (24. mynd) var í ágætu samræmi við það sem kom fram í DCA hnituninni (23. mynd). Sýni frá Þórsnesi röðuðust oftast hægra megin við samtíma sýni frá Húsatanga. Sýni úr seinna sýnatökutímabilinu lentu vinstra megin og neðan við það fyrra. Niðurstöður hnitunargreininga á sýnum frá árunum 2011 og 2012 blönduðust lítið, á meðan niðurstöður frá árunum 2006 og 2007 voru ekki aðskilin frá hvoru öðru (23. og 24. mynd).

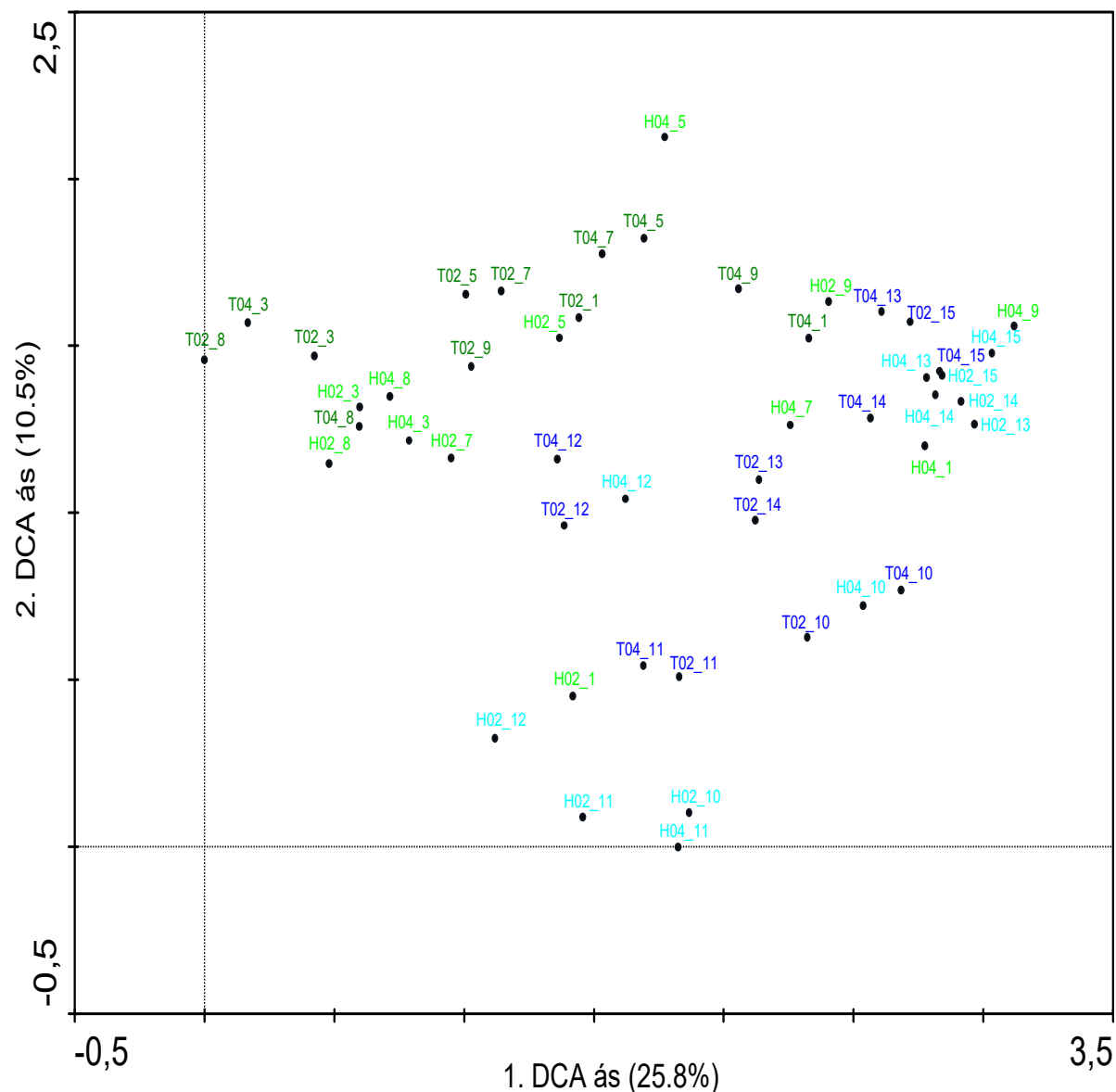
4.3.4.5 Hlutfall kísilþörunga með sjáanlegri blaðgrænu

Svo virðist sem hlutfall lifandi kísilþörungafruma hafi verið líkt á milli sýnatökuára (tafla 11). Frumur sem innihéldu sjáanleg grænuhorn (og voru því lifandi við sýnatöku) voru að minnsta kosti 57–74% í steinasýnum og 66–87% í fjörusvifsýnum. Niðurstöðurnar gefa til kynna að hlutfall lifandi fruma í fjörusvifsýnum hafi verið hærra en í sýnum af steinum (tafla 11). Hafa ber í huga að ef til vill er hlutfall kísilþörungafruma með blaðgrænu vanmetið þar sem talningar voru gerðar á uppþornuðum óhreinsuðum sýnum, en ekki á ferskum sýnum.

Tafla 11. Hlutfall kísilþörungafruma sem innihéldu greinilega grænuhorn (blaðgrænu) af heildarfjölda. Unnið var úr stökum handahófsvöldum sýnum frá árunum 2006, 2007 og 2011.

Table 11. The ratio of diatom cells with and without visible chloroplast. The data is based on randomly selected samples from 2006, 2007 and 2011.

Hlutfall fruma með grænuhorn (%)		Sýnatöku dýpi			fjörusvif
Sýnatökudagur	Staður	0,2 m	0,4 m	0,6 m	
14.6.2006	Þórsnes			60	
25.7.2006	Þórsnes	67		66	
	Strönd			65	
6.9.2006	Húsatangi			61	
	Strönd			67	
24.10.2006	Húsatangi		58		
	Strönd	61			
26.5.2007	Húsatangi			74	
6.9.2007	Húsatangi	73	60		
18.5.2011	Húsatangi	61	62		76
	Þórsnes	72	58		68
14.6.2011	Húsatangi	69			
	Þórsnes	57			85
6.9.2011	Húsatangi	68			66
	Þórsnes	65			87

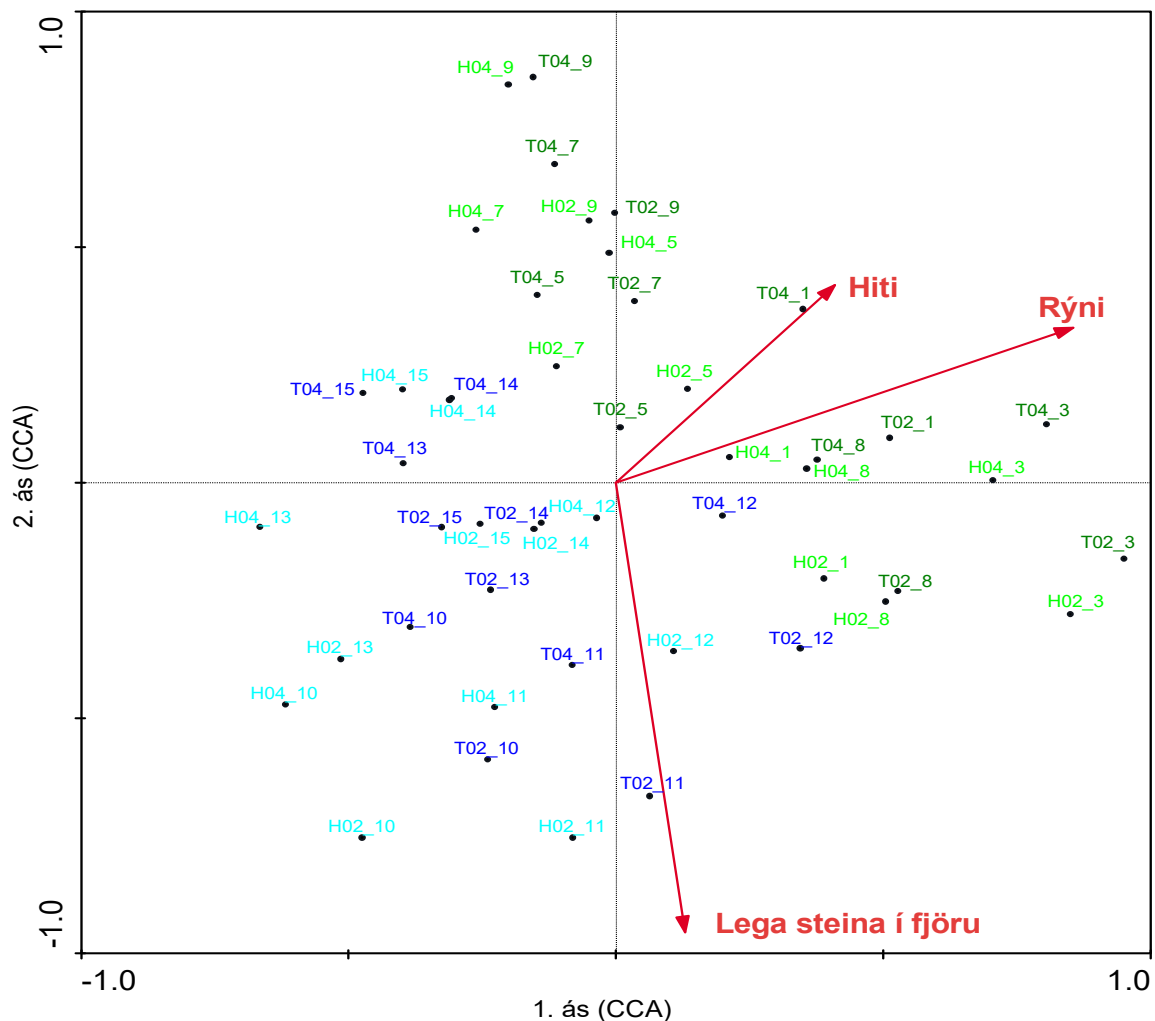


Skýringar á táknum fyrir sýni

Sýnatökustaður	Dýpi sýnatöku	Númer sýnatöku							
H Húsatangi	02 0,2 m	1 16.-17. maí 2006	7 24. maí 2007	10 18. maí 2011	13 21. maí 2012				
T Þórsnes	04 0,4 m	3 27.-28. júní 2006	8 14. júní 2007	11 14. júní 2011	14 19. júní 2012				
		5 5.-6. sept. 2006	9 6. sept. 2007	12 6. sept. 2011	15 5. sept. 2012				

23. mynd. Hnitunarmynd (Detrended Correspondence Analysis ordination biplot) sem sýnir tengsl sýnatökustaða, sýnatökudaga og dýpis miðað við hlutföll kísilþörungategunda á fjörusteinum. Niðurstöður byggja á hlutföllum kísilþörungategunda í stökum sýnum sumrin 2006 og 2007 (grænt letur) og í þremur sameinuðum sýnum frá 2011 og 2012 (blátt letur). Skýringar á táknum fyrir sýni sem liggja að baki útreikninga; fremst er bókstafur sem táknar sýnatökustað (H, Þ), næst kemur tákn um dýpi sýnis (02, 04) og í lokin númer sýnatöku (1-15). Sýni frá 2006 og 2007 (grænt letur) og 2011 og 2012 (blátt letur).

Figure 23. Ordination biplot DCA (Detrended Correspondence Analysis) showing how sampling sites, sampling dates and sampling depth arrange in the DCA biplot based on relative abundance of littoral epilithic diatoms. The ordination is based on data from one sample per depth, date and site for 2006 and 2007 (green letters) and three replicate samples (lumped) for 2011 and 2012 (blue letters). Each dot is labelled with a letter referring to its: sampling site (H, Þ), sampling depth (02, 04) and number indicating sampling dates (1-15).



Skýringar á táknum fyrir sýni

Sýnatökustaður	Dýpi sýnatöku	Númer sýnatöku							
H Húsatangi	02 0,2 m	1 16.-17. maí 2006	7 24. maí 2007	10 18. maí 2011	13 21. maí 2012				
T Þórsnes	04 0,4 m	3 27.-28. júní 2006	8 14. júní 2007	11 14. júní 2011	14 19. júní 2012				
		5 5.-6. sept. 2006	9 6. sept. 2007	12 6. sept. 2011	15 5. sept. 2012				

24. mynd. Hnitunarmynd (Canonical Correspondence Analyses ordination biplot) sem sýnir tengsl sýnatökustaða, sýnatökudaga og dýpis út frá hlutföllum kísilþörungategunda á fjörusteinum á tveimur stöðum í Lagarfljóti 2006, 2007, 2011 og 2012 þar sem búið er að taka tillit til áhrifa umhverfispáttu. Sýndar eru niðurstöður hnitunar fyrir fyrstu tvo ásana. Örvarnar sýna fallanda á mældum umhverfispáttum sem reyndust hafa marktæk áhrif til skýringa á breytileika á hlutföllum kísilþörungum. Þeir eru: **lega steina í fjöru** (hæð yfir sjávarmáli), **rýni** og **hiti** (vatnshiti). Skýringar á táknum fyrir sýni sem liggja að baki útreikninga; fremst er bókstafur sem táknar sýnatökustað (**H, Þ**), næst kemur tákn um dýpi sýnis (**02, 04**) og í lokin númer sýnatöku (**1-15**). Sýni frá 2006 og 2007 (grænt letur) og 2011 og 2012 (blátt letur).

Figure 24. Ordination biplot CCA (Canonical Correspondence Analyses) which shows how sampling sites, sampling dates and sampling depth arrange in the CCA biplot based on relative abundance of littoral epilithic diatoms in relationship with environmental variables. The ordination is based on relative abundance of littoral epilithic diatoms at Húsatangi and Þórsnes during summers of 2006, 2007, 2011 and 2012. The arrows show the gradient of those environmental variables that were significant in the CCA run. Those were: „lega steina í fjöru“=altitude at sampling depth on the date of sampling (m a.s.l.), „rýni“=transparency and „hiti“=water temperature at sampling date. Each dot is labelled with a letter referring to its: sampling site (**H, Þ**), sampling depth (**02, 04**) and number indicating sampling dates (**1-15**). Samples from 2006 and 2007 are labelled with green letters and samples from 2011 and 2012 are indicated labelled with blue letters.

5. Umræður

Talsverðar breytingar hafa orðið í Lagarfljóti frá því að Fljótisdalsstöð Kárahnjúkavirkjunar tók til starfa og farið var að veita vatni í það úr Háslóni. Rennsli hefur nær tvöfaldast, styrkur svifaus fjórfaldast og breytingar hafa orðið á efnasamsetningu svifausins, en stór hluti hans er nú ættaður af öðru vatnasviði en áður var (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl., 2014; 2017). Með auknum aurstyrk hefur hlutfall leirs aukist (kornastærð minni en 0,002 mm) og rýnið hefur minnkað. Talið er að nú mælist rýnið um 5 cm minna en það hefði annars mælst við sama aurstyrk vegna annarrar kornastærðar úr Háslóni (Hákon Aðalsteinsson og Elín Björk Böðvarsdóttir, 2014).

Aukinn aurstyrkur dregur úr birtu sem getur borist niður í vatnið. Birtan sem berst niður í vatnið er mest takmarkandi þáttur fyrir frumframleiðni þörunga í Lagarfljóti og hefur þar með áhrif á aðrar lífverur sem á þeim lifa eða eru ofar í fæðukeðjunni (Hákon Aðalsteinsson, 1976). Reiknað hefur verið út að það dýpi sem ljóstillifun gat farið fram á í Lagarfljóti fyrir Kárahnjúkavirkjun var oftast um 100–120 cm, en er nú sjaldan meira en um 40–50 cm, eftir að farið var að veita vatni úr Háslóni í Lagarfljót (Hákon Aðalsteinsson og Elín Björk Böðvarsdóttir, 2014). Mælingar sem gerðar voru í Lagarfljóti fyrir og eftir Kárahnjúkavirkjun á styrk næringarefnanna kísils (SiO_2) og nitrats (NO_3) leiddu í ljós að styrkur þessara efna lækkaði ekki eins mikið yfir sumarmánuðina eftir virkjun eins og gerðist fyrir virkjun. Það er talið vera vegna þess að dregið hefur úr frumframleiðni í Lagarfljóti eftir virkjun. Kísilþörungum hafi fækkað, sem annars hefðu tekið þessi efni upp við vöxt og viðhald yfir sumarið og lækkað um leið styrk þessara efna í vatninu (Eydís Salome Eiríksdóttir, 2016).

Niðurstöður þessarar rannsóknar sýna að svifþörungum í fjöru Lagarins hefur fækkað verulega eftir virkjun. Sumarið 2006 var fylgni á milli þéttleika algengustu tegunda sviflægra kísilþörunga í efstu 5 metrum vatnsbolsins úti á Leginum og þéttleika þeirra í fjörusvifi (Iris Hansen o.fl., 2013). Sumrin 2011 og 2012 fundust mun færri frumur af öllum tegundum sviflægra kísilþörunga í fjörusvifi en fundust 2006 og 2007, því má álykta að svo hafi einnig verið úti í Leginum. Þéttleiki svifþörunga í fjörusvifi virtist vera sá sami á sýnatökustöðunum tveimur, þó að rýni væri oftast minna við Húsatanga en Þórsnes eftir virkjun. Þrátt fyrir að vorið 2012 væri bjartara og hlýrra en vorið 2011 var þéttleiki svifþörunga álíka lítill bæði sumrin. Líklegasta skýringin á þessari fækkun svifþörunga eru verri birtuskilyrði í vatninu vegna aukins svifaus. Aukið rennsli í Lagarfljót gæti einnig haft þar áhrif á. Með auknu rennsli til Lagarfljóts eftir virkjun er viðstöðutími vatns í fljótinu um hálf ár en var um eitt ár fyrir virkjun (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl., 2011).

Áhrifa af breyttum umhverfisaðstæðum í Lagarfljóti endurspeglast í þeim tegundum sviflægra kísilþörunga sem fundust í fjöru eftir virkjun. Sviflæga tegundin *Aulacoseira subarctica* er háð góðri blöndun í stöðuvötnum til að hún nái sér vel á strik. Hún þarf að komast upp í vatnsbolinn með straumum, en lifir stundum hluta af lífsferli sínum á botni (Gibson, Anderson og Haworth, 2003). Kísilþörungum af þessari tegund hafði fækkað verulega sumrin 2011 og 2012 miðað við sumrin 2006 og 2007. Tegundin *Stephanodiscus minutulus* / *parvulus* var í óvenju háu hlutfalli

og þéttleika sumrin 2006 og 2007 miðað við það sem hafði sést í setkjörnum (Striberger o.fl., 2012; Iris Hansen o.fl., 2013). Óþekktar aðstæður sem voru hagstæðar fyrir tegundina árin 2006 og 2007 voru orðnar aðrar eftir virkjun, því mjög lítið fannst af tegundinni sumrin 2011 og 2012.

Tegundin *Asterionella formosa*, sem líklega hefur ekki fundist áður í Lagarfljóti, kom fyrir í lágu hlutfalli í flestum fjörusvifsýnum 2011 og 2012, nema í maí 2011 (13. mynd c–d) þegar tegundin fannst ekki. Sýni voru eingöngu tekin í fjöru og því ekki víst að tegundina sé mikið að finna úti í Leginum, en tegundin sást ekki í sýnum af fjörusteinum. *A. formosa* hefur sviflæga eiginleika sem nýtast henni vel við þessar aðstæður. Þörungarnir fljóta í yfirborði með hjálp strauma, þar bindast þeir gjarna saman í kransa eða stjörnuform sem eykur á floteiginleika þeirra (Taylor, Harding og Archibald, 2007). Tegundin þrífst vel við lægri hita en 10°C og getur nýtt sér fosfór (P), þó í lágum styrk sé. Hefur verið sýnt fram á að með aukinni ákomu köfnunarefnis (N) eykst vöxtur tegundarinnar (Saros o.fl., 2005). Á síðustu árum hefur borið á því að kísilþörungategundirnar *A. formosa* og *Fragilaria crotonensis* finnast saman og þá í hærra hlutfalli en áður, einkum í næringarsnauðum norðlægum vötnum í Ameríku. Er það talið tengjast aukinni ákomu köfnunarefnis (N) úr andrúmslofti (Saros o.fl., 2005). Í þessari rannsókn í Lagarfljóti hefur tegundin *F. crotonensis* líklega komið fyrir í stökum sýnum bæði fyrir og eftir virkjun og þá verið sett í hópinn *Fragilaria bidens* / *F. crotonensis* (og líkar tegundir) (viðauki 2). Tegund greind sem *Fragilaria* cf. *crotonensis* var til staðar í setsýni sem tekið var af botni Lagarfljóts um miðjan tíunda áratug síðustu aldar, en *A. formosa* fannst ekki í þeirri rannsókn (Karst-Riddoch, Malmquist og Smol, 2009). Í setkjarnasýni sem tekið var úr Lagarfljóti um áratug síðar var tegundahópurinn *Fragilaria* sensu lato tilgreindur og gæti *F. crotonensis* heyrt þar undir, en *A. formosa* var ekki nefnd (Striberger o.fl., 2012). Eftir virkjun hefur heildarstyrkur uppleysts fosfórs aukist í Lagarfljóti (Eydís Salome Eiríksdóttir, 2016). Fosfór (PO₄) kemur með jökulvatni úr uppleystu bergi undir jökli og safnast í Háslón. Í stað þess að renna áfram í farvegi Jökulsár á Dal þá er vatnið í a.m.k. í eitt ár í Háslóni og svo hálf ár í Lagarfljóti. Sýnt hefur verið fram á að aukinn viðstöðutími vatns getur haft áhrif á styrk fosfats (PO₄) í lausn vegna þess hve fosfat binst auðveldlega við agnir, bæði af lífrænum og ólífrænum toga (Rutterberg, 2003). Hluti af þessum fosfór nýtist fyrir lífræna ferla og bætist við það sem áður var í Lagarfljóti (Eydís Salome Eiríksdóttir, 2016). Líkur eru á að tegundin *A. formosa* hafi nú betri möguleika á að þrífast í Lagarfljóti en þær sviftegundir sem einkenndu vatnið fyrir virkjun. Líklega hefur svifþörungategundin *Stephanodiscus parvulus/minutulus* sem var algeng í Lagarfljóti 2006 og 2007, ekki sömu flothæfileika og *A. formosa* til að halda sér uppi í birtulögum vatnsins.

Hluti af þeim svifaur sem berst í Lagarfljót úr Háslóni fellur til botns á leið sinni út eftir Leginum og verður að seti á botninum. Aukið set á botni og svifaur í vatninu breyta aðstæðum fyrir lífverur sem þar lifa. Eftir virkjun hafa fundist mun færri hryggleysingjahópar en voru áður á fjörusteinum Lagarins og dregið hefur verulega úr þéttleika hryggleysingja frá því sem var 2006 og 2007. Í þessari rannsókn voru eingöngu gerðar ómagnbundnar mælingar á lífrænu og ólífrænu efni á steinum. Engar mælingar voru gerðar á því hvort að set á steinum hafi aukist eftir virkjun. Mat við sýnatökur gaf þó til kynna magn sets á steinum hafi aukist eftir virkjun.

Rannsókn sem framkvæmd var í ágúst 2014 á hryggleysingjum á fjörusteinum við Þórsnes og Atlavík gaf til kynna að þéttleikinn hefði verið líkur því sem hann var 2011 og 2012 (Ingi Rúnar Jónsson o.fl., 2017). Þéttleiki hryggleysingja var meiri utar í fljótinu, í Vífilstaðarflóa, sem var talið vera vegna betri aðstæðna þar fyrir þörungum sem eru fæða hryggleysingja. Birtuskilyrði til ljóstillífunar voru líklega einnig betri í Vífilstaðarflóa því þar mældist rýni 5,5 cm dýpra en í Leginum sjálfum (Ingi Rúnar Jónsson o.fl., 2017). Þörungar sem fæða fyrir hryggleysingja eru bæði svíflægir og botnlægir. Aðferðir við fæðunám geta verið mismunandi eftir tegundum hryggleysingja. Svíflörungum hefur fækkað eftir virkjun eins og áður hefur komið fram og líklega einnig krabbadýrum í svífi, en dýrasvíf í Leginum var mjög fáliðað fyrir virkjun (Iris Hansen o.fl., 2013; Hákon Aðalsteinsson, 1976). Stöku krabbadýr fundust í sýnum úr fjöru við Húsatanga frá 2011 en ekkert 2012 eða við Þórsnes. Rykmý er helsti hópur hryggleysingja á yfirborði fjörusteina í Lagarfljóti bæði fyrir og eftir virkjun, en eftir virkjun hefur þéttleiki þess dregist verulega saman. Ein skýring á þessari fækkun gæti verið að gæði eða magn fæðu fyrir botnlæga hryggleysingja hafi breyst til hins verra eftir virkjun. Vegna fækkunar og breytinga í hlutföllum á milli hópa hryggleysingja hefur fæða bleikju og urriða í Lagarfljóti breyst eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (Ingi Rúnar Jónsson og Friðþjófur Árnason, 2017). Hlutfall rykmýs í fæðu fiska og fæða af landrænum uppruna hefur aukist, en hlutfall vatnabobba hefur minnkað mjög mikið. Á síðustu árum hafa krabbadýr ekki fundist í bleikju mögum, ólíkt því sem áður var. Minna rýni í vatninu er líka talið draga úr getu fiska til að afla sér matar. Hefur fiskum fækkað í Lagarfljóti eftir virkjun og þeir vaxið hægar en áður, vegna verri lífsskilyrða (Ingi Rúnar Jónsson og Friðþjófur Árnason, 2017). Rannsóknir á fiskstofnum í Lagarfljóti undanfarin ár sýna að minni munur er á milli veiðistaða í fjölda bleikju og urriða miðað við fyrri tíð (Ingi Rúnar Jónsson og Friðþjófur Árnason, 2017). Niðurstöður þessarar rannsóknar sýndir að meiri munur var á milli sýnatökustöðvanna við Húsatanga og Þórsnes seinni árin tvö, 2011 og 2012, en sást fyrir virkjun (2006 og 2007).

Rýni, lega steina í fjöru og vatnshiti (og árstími) voru þeir umhverfispættir sem skýrðu mestan breytileika í tegundasamsetningu kísilþörungum á fjörusteinum samkvæmt CCA hnitunargreiningu fyrir samanburð á öllum fjórum árunum. Þetta eru allt þættir sem hafa breyst eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa, nema árstími. Eins og áður hefur komið fram mældist mikill munur á styrk svífaurs í Lagarfljóti á milli fyrra og seinna rannsóknartímabilsins, en líka var nokkur munur á milli seinni rannsóknaráranna tveggja 2011 og 2012, þar sem hálfu meiri svífaur mældist mánuðina fyrir sýnatökur 2011 en veturinn á eftir (7. og 8. mynd, Vatnamælingar Orkustofnunar, 2008; Eydis Salome Eiríksdóttir o.fl., 2017). Styrkur svífaurs mældur um líkt leyti og sýnatökudagar þessarar rannsóknar fóru fram (Eydis Salome Eiríksdóttir o.fl., 2017) reyndist ekki vera marktækur umhverfispáttur við að skýra breytileika í tegundasamsetningu kísilþörungum 2011 og 2012. En í rannsókninni fyrir virkjun (2006 og 2007) var þessi umhverfispáttur (Vatnamælingar Orkustofnunar, 2008) sá er skýrði næst mest af breytileikanum í tegundasamsetningu kísilþörungum á fjörusteinum (Iris Hansen o.fl., 2013). Hins vegar hefur dregið úr rýni með auknum svífaur og eru þetta nátengdir umhverfispættir. Í samræmi við breytilegan styrk svífaurs á milli sýnatökutímabila var rýni sá umhverfispáttur sem skýrði best tegundasamsetningu kísilþörungasamfélaga þegar öll rannsóknarárin fjögur

voru borin saman. Rýni var næst mikilvægasti umhverfispátturinn þegar seinni árin tvö 2011 og 2012 voru borin saman með hnitunargreiningu, en var ekki marktækur á milli árunna 2006 og 2007.

Samanburður á vatnshæð í Lagarfljóti á milli mælistöðva fyrir og eftir virkjun sýndi að vatnshæð var oftast hærri innst en yst í Leginum eftir virkjun, öfugt við það sem oftast gerðist fyrir virkjun (Elín Björk Böðvarsdóttir, 2013). Leysingar og úrkoma voru áður taldar ástæður mestu sveiflna í vatnshæð út eftir Leginum. Eftir virkjun hefur rennslið sem kemur í Lagarfljót innst í Leginum aukist svo mjög að áhrifin af því eru meiri á vatnshæð en áhrif leysinga og úrkomu (Elín Björk Böðvarsdóttir, 2013). Breytingar í vatnshæð Lagarfljóts dagana fyrir sýnatöku voru nokkuð mismunandi á milli sýnatökuáranna fjögurra. Sumrin 2006 og 2007 voru sveiflur í vatnshæð í kringum sýnatökudaga mun meiri en sumrin 2011 og 2012. Auk þess var vatnshæðin enn stöðugri yfir sumarið 2012 en hún var 2011 (5. mynd; Veðurstofa Íslands, 2010 og Landsvirkjun, 2014). Umhverfispættir sem hafa áhrif á líf á fjörusteinum tengjast meðal annars því hve djúpt steinar liggja undir vatni í fjöruborðinu. Minni birta berst á steina sem liggja dýpra vegna sviflaus. Vatnshiti í efstu lögum vatnsins getur verið mismunandi eftir dýpi vegna veðurs, sem aftur getur tengst árstíð. Mestu áhrif af öldugangi á líf á botni verða grynnt í fjörunni. Vegna breytinga á vatnshæð eins og eru algengar í Lagarfljóti getur steinn legið dýpra eða grynna einn daginn en annan og jafnvel lent á þurru þess á milli. Þetta þýðir að því neðar sem steinar liggja í fjörunni því stöðugri eru aðstæður en á hinn bóginn minnkar ljósið samfara auknu dýpi. Vatnshæðin og lega steina í fjöru eru beintengdir þættir. Lega steina táknar af hvaða dýpi sýni voru tekin og líka hvar í fjörunni steinninn lá, þ.e. ofarlega eða neðarlega. Til dæmis við hærri vatnshæð lágu steinar sem teknir voru af 20 cm dýpi ofar í fjörunni en steinar sem teknir voru af sama dýpi við sýnatökur þegar vatnshæðin var lægri. Lega steina var sá umhverfispáttur sem skýrði best breytileika í tegundasamsetningu kísilþörunga á fjörusteinum bæði rannsóknartímabilin þegar CCA hnitunargreiningar voru gerðar í sínu hvoru lagi fyrir þessi tvö tímabil. En þegar öll árin fjögur voru borin saman með CCA hnitunargreiningu reyndist lega steina vera annar mikilvægasti umhverfispátturinn á eftir rýni.

Vatnshiti í Lagarfljóti hefur lækkað eftir virkjun, en hann mældist að jafnaði lægri fyrstu sjö árin eftir virkjun en hann hafði mælt síðustu 10 ár fyrir virkjun (Elín Björk Böðvarsdóttir, Egill Axelsson og Hákon Aðalsteinsson, 2014). Hitastigslækkunin eftir virkjun er talin hafa verið meiri en hægt er að skýra með breytingum á lofthita yfir sama tíma. Vatnið hefur orðið um 1°C kaldara en það annars hefði verið við innrennslið og um 0,5°C kaldara annars staðar í Leginum, vegna þess hve kalt vatnið er sem rennur úr Háslóni í Lagarfljót. (Elín Björk Böðvarsdóttir o.fl., 2014). Hitastig vatns í Háslóni er um 3,5°C að jafnaði á inntaksdýpi virkjunarinnar og 3,4°C að meðaltali í útfallsskurði Fljótsdalsvirkjunar (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2014). Vatnshiti var þriðji umhverfispátturinn sem skýrði að einhverju leyti breytileika á samsetningu kísilþörungategunda á steinum þegar öll fjögur árin voru borin saman með CCA hnitunargreiningu og fyrir sumrin 2006 og 2007. Vatnshiti við sýnatökur var ekki marktækur umhverfispáttur fyrir seinna tímabilið 2011 og 2012. Árstími var hins vegar marktækur

umhverfisþáttur fyrir þetta tímabil, en ekki þegar fyrri árin voru tekin með í CCA hnitunargreiningu.

Þegar sýnatökur fóru fram í sumarið 2011 hafði svifaur verið mikill um veturinn í vatninu en það dró úr honum yfir sumarið. Vatnsborð Lagarfljóts hafði nýlega hækkað um nokkra sentímetra bæði í júní og september þegar sýni voru tekin og steinarnir því legið grynna vikurnar fyrir sýnatökudag. Veðurfar hafði vafalaust tölvuverð áhrif á vatnshitann. Tiltölulega hlýtt var fyrst um vorið en mikið kuldakast var í byrjun júní eftir fyrstu sýnatöku og sumarið var fremur kalt. Vatnshiti í Lagarfljóti við Lagarfell (Veðurstofa Íslands e.d.) var lengur að ná 6°C en hin sumrin þrjú. Samfélög kísilþörunga á steinum breyttust í samræmi við umhverfisaðstæður sumarið 2011. Snemma vors höfðu ýmsar tegundir byrjað að vaxa, en eftir kuldakastið í júní urðu tvær tegundir ráðandi og var kísilþörungategundin *Fragilaria capucina* var. *vaucheria* önnur þeirra. Sú tegund var líka ein af einkennandi tegundum sumranna 2006 og 2007 þegar vatnshæð fyrir sýnatökur var mjög breytileg (Iris Hansen o.fl., 2013). Þetta eru kísilþörungar sem ekki eru mjög bundnir við undirlagið og geta flust með vatninu á nýjar slóðir. Við Húsatanga var meira af tegundinni á minna dýpi en dreifingin á milli dýpa var ekki eins regluleg við Þórsnes. Hærri styrkur svifaurs og þar af leiðandi minna rýni eru hugsanlega helsti munurinn á milli þessara staða. Rýnið jókst yfir sumarið og um leið fjölgaði kísilþörungunum. *F. capucina* var. *vaucheria* virðist hafa þolað betur kuldaskiðið en aðrar tegundir og að auki haft tækifæri fyrr en aðrar til að ná að vaxa og fjölga sér á fjörusteinunum eftir vatnsborðsbreytingar. Önnur *Fragilaria* tegund, *F. capucina* var. *gracilis* var álíka algeng og *F. capucina* var. *vaucheria* sumrin 2006 og 2007, en þá var hún líka fyrst til að ná að vaxa og dafna eftir vatnsborðsbreytingar. Hinsvegar náði þessi tegund sér aldrei á strik sumrin 2011 og 2012. Má því ætla að *F. capucina* var. *vaucheria* sé harðgerari og þoli betur þær aðstæður sem voru aðrar seinna tímabilið, eins og meiri svifaur og lægri vatnshiti. Næsta vor, 2012, var vatnshæð Lagarfljóts stöðugri og aðstæður fyrir fleiri tegundir betri. Steinar sem teknir voru við sýnatökur 2012 höfðu verið á nokkuð stöðugu dýpi vikurnar áður og á hlutfallslega meira dýpi en sumarið 2011. Hlutfallslega dýpri lega steina fyrir sýnatökur og samkeppni við aðrar tegundir um rými til vaxtar og hefur líklega valdið því að *F. capucina* var. *vaucheria* var ekki eins algeng í sýnum sumarið 2012 og fyrri sumrin.

Tegundahópurinn *Gomphonema olivaceum* (mismunandi afbrigði) var önnur helsta einkennis tegund sumarsins 2011, en þá var hlutfall hennar mun hærra við Húsatanga en við Þórsnes. Tegundin *Gomphonema olivaceum* sem var algengust í tegundahópnum, vex gjarna á löngum stilkum sem eru áfastir við botn eða vatnsgróður (Azim, 2010). Þeir kísilþörungar sem vaxa á stilkum eru af nokkrum ættkvíslum eins og *Didymosphenia*, *Gomphonema* og sumar tegundir *Cymbella* ættkvíslar. Þær eru taldar geta náð meiri þéttleika, þar sem frumur raðast lóðrétt upp af stilkum í stað þess að liggja lárétt á undirlagi. Ef tegundin vex á löngum stilkum komast þörungarnir lengra frá undirlaginu sem getur verið hagstætt í samkeppni við aðra kísilþörunga um birtu eða til að vera meira uppi í straumnum og hafa meiri möguleika til loftskipta og næringarefnaupptöku (Whitton, Ellwood og Kawecka, 2009). Langir stíkar geta líka dregið úr líkunum á því að þörungurinn verði étinn af lífverum sem skrapa botninn við fæðuöflun (Rimet o.fl., 2009). Tegundin *G. olivaceum* er ein algengasta *Gomphonema* tegundin í Evrópu og finnst

oft í háu hlutfalli og miklum þéttleika (Cantonati, Kelly og Lange-Bertalot, 2017). Þéttleiki tegundahóps *G. olivaceum* og líkra tegunda náði hámarki um mitt sumar 2011. Næsta vor og sumar var mun minna af þessum kísilþörungum við Húsatanga en hafði verið sumarið 2011, en álíka mikið við Þórsnes. Þá höfðu aðrar tegundir tekið við og orðið ríkjandi.

Munur á samfélögum kísilþörunga á milli sumranna 2011 og 2012 var líklega að mestu afleiðing af ólíkum aðstæðum í Leginum veturinn og snemma vors fyrir hvort sumar. Frá hausti 2011 til vors 2012 var mun minni svifaur í Leginum en hafði verið veturinn áður, en styrkur svifaurs sumarið 2012 var heldur hærri en mældist yfir sumarið 2011 (8. mynd). Vatnshæð var nokkuð stöðug og steinar höfðu verið lengi á því dýpi sem þeir voru teknir af við sýnatökur sumarið 2012, en höfðu verið á minna dýpi fyrir sýnatökur 2011. Árið 2012 byrjaði með hlýindum á fyrstu mánuðum ársins þannig að vatnshiti var örlítið hærri en hafði verið 2011 á sama tíma. Kuldakast kom líka þetta vor, en eftir það hlýnaði vatnið í Leginum hraðar en það hafði gert á sama tíma 2011, en varð þó ekki eins hlýtt og sumrin 2006 og 2007.

Kísilþörungategundir sem voru ríkjandi sumarið 2012 voru til staðar á fjörusteinum í maí 2011 en fjölgaði þá lítið og hélst hlutfall þeirra lágt eða lækkaði yfir sumarið 2011. Veturinn á eftir uxu þessar tegundir hins vegar á tímabilinu frá því í september 2011 og fram í maí 2012 og var þéttleiki þeirra orðinn meiri í maí 2012 en haustið áður. Um leið voru þessar tegundir orðnar mun algengari en þær tegundir sem höfðu verið algengastar sumarið á undan. Einkennis tegundir eða tegundahópar sumarsins 2012 voru *Gomphonema pumilum* og líkar tegundir, hópur *Nitzschia dissipata* og *N. sociabilis* og hópurinn *Amphora pediculus* og líkar tegundir.

Tegundin *Gomphonema pumilum* vex á styttri stilkum en *G. olivaceum* (Rimet o.fl., 2009) og á það líklega líka við um þær tegundir sem fundust í Lagarfljóti og tilheyrðu tegundahópnum. Tvær tegundir eða afbrigði voru ríkjandi í tegundahópnum, en nokkrir kísilþörungar sem taldir voru með hópnum voru líklega af öðrum tegundum. Algengasta tegundin í hópnum líktist helst *Gomphonema micropumilum* sem finnst til dæmis í næringarsnauðum straumhörðum fjallalækjum í Makedóníu (Levkov, Mitić-Kopanja og Reichardt, 2016), en greiningin hefur ekki verið staðfest. Þessar sömu tegundir sem tilheyra *G. pumilum* hópnum voru algengar í Jökulsá á Dal sumarið 2014 eftir að gruggugt og kalt yfirfallsvatn úr Hálslóni hafði runnið í ána í nokkrar vikur. En *G. olivaceum* fannst ekki í Jökulsá á Dal hvorki fyrir né eftir yfirfall (Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl., 2019). Virðist *G. pumilum* tegundahópurinn þrífast ágætlega á steinum við þær aðstæður sem aukinn svifaur úr Hálslóni skapar bæði í Lagarfljóti og Jökulsá á Dal.

Þegar greint var úr sýnum frá 2006 og 2007 voru tegundirnar *Nitzschia dissipata* og *N. sociabilis* settar saman í hóp vegna örðugleika við að greina þær í sundur, en *N. dissipata* var þá mun algengari en *N. sociabilis*. Seinni árin tvö 2011 og 2012 kom *N. sociabilis* næstum aldrei fyrir, en er þó nefnd með *N. dissipata* til samræmis við fyrri rannsókn. *N. dissipata* er mjög algeng tegund í straum- og stöðuvötnum með miðlungs til háu næringarmagni (*e. trophic level*) og finnst stundum í miklum þéttleika (Cantonati o.fl., 2017). Styrkur fosfórs í Lagarfljóti var þannig nægilegur fyrir þessa tegund til að þrífast ágætlega.

Tegundagreiningar á kísilþörungum sem hafa flokkast með *Amphora pediculus* í hóp hafa verið í endurskoðun síðustu ár og þar með eru vistfræðilegar upplýsingar fyrir hópinn mjög víðtækar (Cantonati o.fl., 2017). Þetta eru botnfastar tegundir sem liggja flatar á botninum eða á gróðri sem þær vaxa á. Rannsóknarárin fjögur í Lagarfljóti fannst tegundahópurinn *A. pediculus* oftast í hærra hlutfalli og þéttleika á 40 cm dýpi en 20 cm dýpi. Vill svo til að þær tegundir sem voru algengari sumarið 2012 en 2011, áttu það flestar sameiginlegt að finnast heldur á 40 cm dýpi en 20 cm dýpi öll rannsóknarárin (22. mynd). Helstu einkennistegundir sumarsins 2011 voru oftast algengari á 20 cm dýpi en 40 cm dýpi (21. mynd). Helsta skýringin á þessu var lega steina í fjöru og breytingar á vatnshæð fyrir sýnatökur. Sumarið 2011 fóru sýnatökur fram þegar vatnshæðin hafði hækkað örlítið fyrir sýnatökur. Fljótandi tegundir sem virðast þrífast best rétt undir vatnsborðinu voru þá ríkjandi. Tegundir sem vaxa botnfastar og örlítið dýpra undir vatnsborðinu voru hins vegar algengstar á fjörusteinum þegar sýnum var safnað sumarið 2012. En steinar sem sýni voru tekin af sumarið 2012 höfðu verið við stöðugri aðstæður en voru við fyrri sýnatökur, með minni breytingum í vatnshæð dagana fyrir sýnatökur og þeir lágu örlítið neðar í fjörunni en sambærilegar steinar sem teknir voru sumarið 2011.

Að lokum má ekki gleyma samspili hryggleysingja og þörunga. Þéttleiki botnlægra hryggleysingja var minni 2011 og 2012 og því líklega minna álag vegna beitar á þörungum sumrin 2011 og 2012 en á fyrri rannsóknarárum. Því er líklegt að þéttleiki kísilþörunga hafi aukist hlutfallslega meira en annars hefði orðið vegna minni beitar. Með auknum þéttleika þörunga má ætla að hryggleysingjum fjölgi, eins og gerðist sumarið 2012 við Húsatanga þegar þéttleiki hryggleysingja var meiri þar en haustið áður. Hryggleysingjum fjölgaði ekki eins mikið við Þórsnes á sama tíma, enda var ekki eins mikið af þörungum þar. Þrátt fyrir að mesta magn þörunga hafi mælst sumarið 2012 við Húsatanga, af rannsóknarárunum fjórum, fundust mun færri hryggleysingjar þar haustið 2012 en haustin 2006 og 2007. Áhrifin af auknum þéttleika þörunga á fjörubotni við Húsatanga sumarið 2012 nægði því ekki til að bæta upp aðra þætti í umhverfinu sem drógu úr getu hryggleysingja til að komast af og fjölga sér.

Eins og búist hafði verið við hafa orðið breytingar á magni og gerð svifaura í Lagarfljóti og birta berst því styttra niður í vatnið. Viðstöðutími vatns er styttri þar en hann var fyrir virkjun, auk þess hefur vatnshiti lækkað og dregið hefur úr vatnsborðssveiflum í Lagarfljóti eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa.

Breytingar á Lagarfljóti eftir að vatni úr Háslóni var veitt þangað hafa leitt til þess að aðstæður hafa batnað fyrir vöxt kísilþörunga efst í fjörunni vegna minni vatnsborðssveiflna. Auk þess hefur magn næringarefna aukist með innflæði vatns úr Háslóni sem ætti enn frekar að bæta vaxtarskilyrði fyrir þörunga.

Mesta magn blaðgrænu α og mesti þéttleiki kísilþörunga mældist sumarið 2012. Tíðarfar virðist hafa verið hagstæðara fyrir kísilþörunga í fjöru Lagarfljóts fyrstu mánuði ársins 2012 en það hafði verið 2011.

Aukinn svifaur í Lagarfljóti hefur almennt neikvæð áhrif á vaxtarskilyrði kísilþörunga í fljótinu. Birta kemst þá styttra ofan í vatnið og um leið minnkar það rúmmál þar sem ljóstillífun getur

farið fram í. Án efa hefur þetta leitt til þess að belti frumframleiðenda efst í fjöru Lagarins nái ekki eins djúpt og það gerði áður og er því þetta frumframleiðslubelti orðið minna að flatarmáli en það var fyrir virkjun. Því má ætla að verulega hafi dregið frumframleiðni í Lagarfljóti eftir virkjun miðað við það sem áður var. Það endurspeglast m.a. í því að 10–15% aukning hefur orðið í magni uppleysts kísils (SiO_2) í Lagarfljóti eftir virkjun, sem bendir til minni upptöku kísilþörungum úr vatninu (Eydís Salome Eiríksdóttir, 2016).

Minni frumframleiðni veldur samdrætti í fæðuframboði fyrir aðrar vatnalífverur ofar í fæðukeðjunni. Hryggleysingjum á fjörubotni hefur fækkað verulega og mjög líklega krabbadýrum í svifi líka, sem aftur hefur leitt til minna fæðuframboðs fyrir fiska í vatninu og minni fiskistofns en var fyrir virkjun.

6. Tillögur að næstu skrefum

Tímabært er að endurtaka rannsókn til að meta áhrif Kárahnjúkavirkjunar á lífríkið í Lagarfljóti, hliðstæða þeirri sem kynnt er í þessari skýrslu. Lagt er til að endurtaka rannsóknina sumrin 2020 og 2021 líkt og hún var framkvæmd 2011 og 2012. Auk þess er lagt til að unnið verði úr sýnum sem safnað var 29. ágúst til 1. september 2017. Æskilegt er að vöktun á þörungum og hryggleysingjum í fjöru Lagarfljóts verði framkvæmd a.m.k. á 5 ára fresti.

Rannsókn á sviflægum þörungum og dýrum var einungis framkvæmd 2006. Mikilvægt er að sú rannsókn verði endurtekin með a.m.k. einni sýnatöku sem gæti farið saman með sýnatökum úr fjöru.

Nánari greining á öðrum frumframleiðendum en kísilþörungum, t.d. grænþörungum og blábakteríum, hefur skort og þyrfti að bæta þar úr. Auk þess hafa sýni ekki verið tekin úr „græna þörungabeltinu“ sem einkennir efstu mörk fjöru Lagarfljóts. Hér er því lagt til að bætt verði við greiningum á grænþörungum og blábakteríum úr fjöru Lagarins. Sýni eru til úr fyrri rannsóknum og því er möguleiki að kanna hvort hlutföll frumframleiðenda hafi breyst samfara breytingum á umhverfi Lagarfljóts.

Lagt er til að kannað verði hvort fæða hryggleysingja hafi breyst samfara starfrækslu Kárahnjúkavirkjunar. Hægt væri að nota tiltæk sýni af hryggleysingjum og greina fæðu í meltingarvegi rykmýslirfa sem safnað var af fjörusteinum 2006, 2007, 2011, 2012, 2014 og 2017.

7. Heimildir

Azim, M. E. (2010). Photosynthetic Periphyton and Surfaces. Í G. E. Liknes (ritstjóri), *Plankton of inland waters*.

A derivative of encyclopedia of inland waters. (bls. 175-182). San Diego o.fl.: Academic Press.

Cantonati, M., Kelly, M.G og Lange-Bertalot, H. (ritstjórar). (2017). *Freshwater benthic diatoms of central Europe: over 800 common species used in ecological assessment*. Útgáfa á ensku með uppfærðum og fleiri tegundum. Oberreifeberg: Koeltz Botanical Books.

ter Braak, C.J.F. og Šmilauer, P. (1998). *Canoco reference manual and user's guide to Canoco for Windows, software for canonical community ordination* (version 4.5). Centre for Biometry, Wageningen, Holland, 95 bls.

Elín Björk Böðvarsdóttir. (2013). *Vatnshæð í Leginum. Samanburður milli mælistöðva fyrir og eftir virkjun*. Landsvirkjun, LV-2013-086, 14 bls.

Elín Björk Böðvarsdóttir, Egill Axelsson og Hákon Aðalsteinsson. (2014). *Vatnshiti í Lagarfljóti fyrir og eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar*. Landsvirkjun, LV-2014-076, 46 bls.

Erlín Emma Jóhannsdóttir, Elísabet Ragna Hannesdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir, Iris Hansen, Jón S. Ólafsson, Sigurður Óskar Helgason. (2019). *Áhrif yfirfallsvatns úr Háslóni á botnlæga þörungum og hryggleysingja í Jökulsá á Dal*. Landsvirkjun, LV-2019-035, 79 bls.

Eydís Salome Eiríksdóttir. (2016). *Weathering and riverine fluxes in pristine and controlled river catchments*. PhD ritgerð, Jarðvísindadeild, Háskóli Íslands, 272 bls.

Eydís Salome Eiríksdóttir, Eric H. Oelkers, Jorunn Hardardóttir, Sigurdur Reynir Gíslason. (2017). The impact of damming on riverine fluxes to the ocean: A case study from Eastern Iceland. *Water Research*, 113, 124–138.

Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jorunn Harðardóttir, Svava Björk Þorlákssdóttir, Egill Axelsson og Árný E. Sveinbjörnsdóttir. (2011). *Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi VIII*. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-04-2011, 74 bls.

Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jorunn Harðardóttir, Svava Björk Þorlákssdóttir, Árný E. Sveinbjörnsdóttir og Rebecca A. Neely. (2014). *Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi XI*. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. Jarðvísindastofnun Háskólans, RH-05-2014, 126 bls.

Gibson, C.E., Anderson, N.J. og Haworth, E.Y. (2003). *Aulacoseira subarctica*: taxonomy, physiology, ecology and palaeoecology. *European Journal of Phycology*, 38(2): 83–101.

Hákon Aðalsteinsson. (1976). *Lögurinn. Svifaur, gegnsæi og lífríki*. Orkustofnun Raforkudeild, OS-ROD-7609, 47 bls.

Hákon Aðalsteinsson og Elín Björk Böðvarsdóttir. (2014). *Endurmat á gegnsæi í Lagarfljóti fyrir og eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar*. Landsvirkjun, LV-2014-074, 11 bls.

Hofmann, G., Werum, M. og Lange-Bertalot, H. (2013). *Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie*. (Ritstjóri H. Hoffmann). (2. útgáfa). Koeltz Scientific Books, Königstein, 908 bls.

Ingi Rúnar Jónsson og Friðþjófur Árnason. (2011). *Fiskirannsóknir á vatnasviði Lagarfljóts, Jökulsár á Dal, Fögruhlíðará og Gilsár 2010*. Veiðimálastofnun, VMST/11019 / Landsvirkjun, LV-2011-044, 32 bls.

Ingi Rúnar Jónsson og Friðþjófur Árnason. (2015). *Fiskirannsóknir á vatnasviði Lagarfljóts og Gilsár 2014*. Veiðimálastofnun, VMST/15029 / Landsvirkjun, LV-2015-119, 45 bls.

- Ingi Rúnar Jónson og Friðþjófur Árnason. (2017). *Fiskirannsóknir á vatnasviði Lagarfljóts og Gilsár 2016*. Hafrannsóknarstofnun, rannsókn og ráðgjafarstofnun hafs og vatna, HV 2017-034 / Landsvirkjun, LV-2017-094, 35 bls.
- Ingi Rúnar Jónsson, Friðþjófur Árnason og Guðni Guðbergsson. (2013). *Fiskirannsóknir á vatnasviði Lagarfljóts, Jökulsár á Dal, Fögruhlíðarar og Gilsár 2011 og 2012*. Veiðimálastofnun, VMST/13034 / Landsvirkjun, LV-2013-084, 48 bls.
- Ingi Rúnar Jónsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Jónína Herdís Ólafsdóttir og Iris Hansen. (2017). *Rannsóknir á hryggleysingjum á fjörusteinum í Lagarfljóti 2014*. Hafrannsóknarstofnun, rannsókn og ráðgjafarstofnun hafs og vatna, HV 2017-016 / Landsvirkjun, LV-2017-044, 9 bls.
- Iris Hansen, Eydís Njarðardóttir, Finnur Ingimarsson, Haraldur R. Ingvason og Jón S. Ólafsson. (2013). *Kísilþörungur og smádyr í Lagarfljóti 2006–2007*. Veiðimálastofnun, VMST/13037 / Landsvirkjun, LV-2013-068, 77 bls.
- Karst-Riddoch, T.L., Malmquist, H.J. og Smol, J.P. (2009). Relationships between freshwater sedimentary diatoms and environmental variables in Subarctic Icelandic lakes. *Fundament and Applied Limnology Volume*, 175(1): 1–28.
- Krammer, K. og Lange-Bertalot, H. (1997a). *Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/1* (ritstj. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heying og D. Mollenhauer). (Óbreytt endurpentun frá 2007 á endurskoðaðri útgáfu frá 1997). Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, 876 bls.
- Krammer, K. og Lange-Bertalot, H. (1997b). *Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/2* (ritstj. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heying og D. Mollenhauer). (Óbreytt endurpentun frá 2007 á endurskoðaðri útgáfu frá 1997). Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, 610 bls.
- Krammer, K. og Lange-Bertalot, H. (2004a). *Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/3* (ritstj. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heying og D. Mollenhauer). (Endurskoðuð útgáfa). Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, 598 bls.
- Krammer, K. og Lange-Bertalot, H. (2004b). *Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/4* (ritstj. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heying og D. Mollenhauer). (Endurskoðuð útgáfa). Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, 468 bls.
- Lamberti, G.A., Gregory, S.V., Ashkenas, L.R., Wildman, R.C. og Moore, K.M.S. (1991). Stream Ecosystem Recovery Following a Catastrophic Debris Flow. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48: 196–208.
- Landsvirkjun. (2014). *Dagsgildi vatnshæðar í Lagarfljóti v. Lagarfell (V7) árin 2011–2012*. Wiski gagnagrunnur, 12.12.2014 - M00328. Landsvirkjun hefur fengið leyfi Orkusölnunnar til að afhenda gögnin.
- Lange-Bertalot, H. (2001). *Diatoms of Europe: diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Vol. 2. Navicula sensu stricto. 10 Genera separated from Navicula sensu lato. Frustulia*. A.R.G. Gantner Verlag. K.G., Ruggell, 526 bls.
- Lěps, J. og Šmilauer, P. (2003). *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. Cambridge University Press, Cambridge, 269 bls.
- Levkov, Z., Mitić-Kopanja, D. og Reichardt, E. (2016). The diatom genus Gomphonema from the Republic of Macedonia. Í Lange-Bertalot, H (ritstj.), *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*. 8. hefti. Oberreifenberg: Koeltz Botanical Books.
- Lorenzen, C.J. (1967). Determination of chlorophyll in pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12: 343–346.
- Magurran, A.E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Oxford, 256 bls.

Priet-Mahéo, M. (2019). *Internal dynamics of a medium-sized subarctic lake: field measurements and numerical modelling*. PhD dissertation, Faculty of Civil and Environmental Engineering, University of Iceland, 145 bls.

Rimet, F., Ector, L., Cauchie, H. og Hoffmann, L. (2009). Changes in diatom-dominated biofilms during simulated improvements in water quality: implications for diatom-based monitoring in rivers. *European Journal of Phycology*, 44, 567–577.

Rutterberg, K.C. (2003). The global phosphorus cycle. Í *Treatise on Geochemistry*, vol 8. Biogeochemistry (ritstj. W.H. Schlesinger, H.D. Holland and K.K. Turekian). Elsevier – Pergamon, Oxford bls 585 – 643.

Saros, J.E., Michel, T.J., Interlandi, S.J. and Wolfe, A.P. (2005) Resource requirements of *Asterionella formosa* and *Fragilaria crotonensis* in oligotrophic alpine lakes: implications for recent phytoplankton community reorganizations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62: 1681-1681

Spaulding, S.A., Lubinski, D.J. og Potapova, M. (2010). *Diatoms of the United States*. Sótt af og til yfir árin 2011–2017 af <http://westerndiatoms.colorado.edu>.

Striberger, J., Björck, S., Holmgren, S. og Hamerlík, L. (2012). The sediments of Lake Lögurinn – a unique proxy records of Holocene glacial meltwater variability in eastern Iceland. *Quaternary Science Reviews*, 38: 76–88.

Taylor, J.C., Archibald, C.G.M. og Harding, W.R. (2007). *An illustrated guide to some common diatom species from South Africa*. WRC Report TT 282/07, 225 bls.

Trausti Jónsson. (e.d.). *Árið 2006. Tíðarfarsyfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/vedur/vedurfar/manadayfirlit/2006/greinar/nr/1157>.

Trausti Jónsson. (2007, 29. desember). *Árið 2007. Bráðabirgðatíðarfarsyfirlit frá Veðurstofu Íslands*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/1123>.

Trausti Jónsson. (2008, 3. janúar). *Árið 2007. Tíðarfarsyfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/1126>.

Trausti Jónsson. (2012, 20. janúar). *Tíðarfar árið 2011. Veðurfarsyfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/2427>.

Trausti Jónsson. (2013, 4. janúar). *Tíðarfar árið 2012. Stutt yfirlit*. Sótt 17. maí 2016 af <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/2613>.

Vatnamælingar Orkustofnunar [nú Veðurstofa Íslands]. (2008). Gagnasafn aurburðarmælinga á tölvutæku formi, afgreiðsla nr. 2008/03.

Veðurstofa Íslands. (e.d.). *Vatnshæðarmælakerfið. Vöktunarkerfið*. Lagarfljót, Lagarfell; V007. Vatnshitagögn sótt 4. apríl 2017 af <http://vmkerfi.vedur.is/vatn/index.html>.

Veðurstofa Íslands. (2010). *Vatnshæð í Lagarfljóti við Lagarfell (mælt við brúna við Egilsstaði í Fellabæ) árin 2006–2010*. Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2010-09-29/02. Orkusalan heimilar Landsvirkjun Power að fá og nota gögn úr vatnshæðamæli V007 við Lagarfell í Lagarfljóti sem Orkusalan greiðir fyrir.

Veðurstofa Íslands. (2011a, 1. febrúar). *Tíðarfar í janúar 2011. Stutt yfirlit*. Sótt 12. apríl 2017 <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2116>.

Veðurstofa Íslands. (2011b, 1. mars). *Tíðarfar í febrúar 2011. Stutt yfirlit*. Sótt 12. apríl 2017 <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2137>.

Veðurstofa Íslands. (2011c, 1. apríl). *Tíðarfar í mars 2011 Stutt yfirlit*. Sótt 12. apríl 2017 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2159>.

Veðurstofa Íslands. (2011d, 2. maí). *Tíðarfar í apríl 2011. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2166>.

- Veðurstofa Íslands. (2011e, 1. júní). *Tíðarfar í maí 2011. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2194>.
- Veðurstofa Íslands. (2011f, 1. júlí). *Tíðarfar í júní 2011. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2233>.
- Veðurstofa Íslands. (2011g, 2. ágúst). *Tíðarfar í júlí 2011. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2244>.
- Veðurstofa Íslands. (2011h, 1. september). *Tíðarfar í ágúst 2011. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2279>.
- Veðurstofa Íslands. (2011i, 3. október). *Tíðarfar í september 2011. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2357>.
- Veðurstofa Íslands. (2012a, 1. febrúar). *Tíðarfar í janúar 2012. Stutt yfirlit*. Sótt 12. apríl 2017 <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2434>
- Veðurstofa Íslands. (2012b, 1. mars). *Tíðarfar í febrúar 2012. Stutt yfirlit*. Sótt 12. apríl 2017 <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2443>
- Veðurstofa Íslands. (2012c, 2. apríl). *Tíðarfar í mars 2012. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2461>.
- Veðurstofa Íslands. (2012d, 2. maí). *Tíðarfar í apríl 2012. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2480>.
- Veðurstofa Íslands. (2012e, 1. júní). *Tíðarfar í maí 2012. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2491>.
- Veðurstofa Íslands. (2012f, 2. júlí). *Tíðarfar í júní 2012. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2498>.
- Veðurstofa Íslands. (2012g, 1. ágúst). *Tíðarfar í júlí 2012. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2507>.
- Veðurstofa Íslands. (2012h, 3. september). *Tíðarfar í ágúst 2012. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2521>.
- Veðurstofa Íslands. (2012i, 1. október). *Tíðarfar í september 2012. Stutt yfirlit*. Sótt 5. nóvember 2015 af <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2540>.
- Wintermans, J.F.G.M. og DeMots, A. (1965). Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and their pheophytins in ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta*, 109: 448–453.
- Whitton, B.A., Ellwood, N.T.W. og Kawecka, B. (2009). Biology of the freshwater diatom *Didymosphenia*: a review. *Hydrobiologia*. 630:1-37.

Þakkir

Þakkir fá landeigendur Húsa og Þórsness og starfsfólk Skógræktarinnar á Hallormsstað.

Eydís Njarðardóttir aðstoðaði við allar sýnatökur sumrin 2011 og 2012. Eydís og Sigurður Óskar Helgason töldu og greindu hryggleysingja úr sýnum frá því í september 2011 og 2012. Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir sá um flatarmálsmælingar steina sem hryggleysingjasýni komu af.

Eydís Salome Eiríksdóttir, Helgi Hallgrímsson, Ingi Rúnar Jónsson og Sveinn Kári Valdimarsson lásu yfir handrit og gáfu mörg góð ráð til bóta fyrir efnistöð og texta skýrslunnar.

Þökkum við þeim öllum kærlega fyrir sinn hlut og veitta aðstoð.

Viðaukar

Viðauki 1. Hryggleysingjar á fjörusteinum við Húsatanga og Þórsnes í september 2006, 2007, 2011 og 2012 á 0,2 m og 0,4 m dýpi. Sýndur er meðalþéttleiki í 5 sýnum og hlutfallslegur þéttleiki hvers hóps hryggleysingja.

Appendix 1. Benthic macroinvertebrates in the littoral zone at Húsatangi and Þórsnes in September 2006, 2007, 2011 and 2012 at 0.2 and 0.4 m depth. Information on average densities (5 replicates) are shown as well as relative densities.

Dagsetning	Húsatangi				Þórsnes			
	0,2 m		0,4 m		0,2 m		0,4 m	
	Meðaltal	Hlutfall (%)	Meðaltal	Hlutfall (%)	Meðaltal	Hlutfall (%)	Meðaltal	Hlutfall (%)
6.9.2006								
Örmlur	40	0,2	148	0,3	134	0,5	1.183	3,8
Ánar	5.886	22,4	6.728	11,4	6.987	28,0	6.510	21,1
Vatnabobbar					237	0,9	144	0,5
Mosadýr							18	0,1
Bessadýr	99	0,4	231		14	0,1	27	0,1
Vatnamittlar	666	2,5	676	1,1	55	0,2	232	0,8
Krabbadýr:								
Árfætlur	82	0,3	210		997	4,0	447	1,5
Skelkrabbar			117		87	0,3	50	0,2
Vatnaflær	19	0,1	16		867	3,5	994	3,2
Skordýr:								
Vorflugur	535	2,0	827	1,4	707	2,8	584	1,9
Steinflugur	282	1,1	326	0,6	28	0,1	32	0,1
Strandflugur	22	0,1						
Rykmý	18.594	70,8	49.478	84,2	14.875	59,5	20.576	66,8
Hryggleysingjar af landi	27	0,1	10	0,0				
Fjöldi dýra /m² samtals	26.253		58.766		24.988		30.797	
6.9.2007								
Örmlur	32	0,1	286	1,3				
Ánar	4.599	15,0	1.031	4,5	3.612	19,4	3.363	19,8
Vatnabobbar					154	0,8	1.554	9,2
Bessadýr	192	0,6	520	2,3			160	0,9
Vatnamittlar	3.094	10,1	1.751	7,7	1.021	5,5	2.257	13,3
Krabbadýr:								
Árfætlur					128	0,7	396	2,3
Skelkrabbar	39	0,1	28	0,1			108	0,6
Vatnaflær					45	0,2	119	0,7
Skordýr:								
Vorflugur			207	0,9	235	1,3	1.470	8,7
Steinflugur	258	0,8	141	0,6	92	0,5	150	0,9
Rykmý	22.500	73,3	18.709	82,4	13.334	71,6	7.409	43,6
Hryggleysingjar af landi			28	0,1				
Fjöldi dýra /m² samtals	30.715		22.701		18.621		16.986	
6.9.2011								
Ánar			401	26,0			524	31,6
Bessadýr			34	2,2				
Vatnamittlar	786	91,0	46	3,0				
Krabbadýr:								
Skelkrabbar			126	8,2				
Skordýr:								
Steinflugur			202	13,1				
Rykmý	77	9,0	733	47,5	170	100,0	1.136	68,4
Fjöldi dýra /m² samtals	864		1.542		170		1.660	
5.9.2012								
Ánar					12	0,5		
Vatnamittlar	498	4,4	73	1,1	34	1,5	315	17,0
Skordýr:								
Vorflugur	19	0,2						
Steinflugur	241	2,2	80	1,2	12	0,5		
Strandflugur			18	0,3				
Rykmý	10.462	93,2	6.450	97,4	2.167	97,4	1.536	83,0
Fjöldi dýra /m² samtals	11.220		6.621		2.224		1.852	

Viðauki 2. Kísilbörungategundir eða tegundahópar sem voru greindir í sýnum af steinum og úr fjörusvifi frá Húsatanga og Þórsnesi árin 2011 og 2012. Óstaðfestar tegundagreiningar. Sínd eru meðaltöl fyrir hlutfallslegan þéttleika hvers árs, hæsta hlutfall í stöku sýni og tilgreindur fjöldi sýna sem tegundin kom fyrir í. Hlutföll sem voru 5% eða hærri eru undirstrikuð. Lengst til hægri í töflunni er tilgreint í hvaða sýntökum og í hvernig sýni tegundin eða tegundahópurinn sást við greiningar og auka yfirferð yfir sýni frá árunum 2006, 2007, 2011 og 2012.

Appendix 2. Epilithic diatom species or groups that were identified from the water column in the littoral zone of Húsatangi and báfsnes 201 and 2012. These identifications are unverified. The table shows averages for relative densities for each year, the max values for individual samples and number of samples where species occurred in. Relative densities above or equal to 5% are underlined. Information on the habitat and when each taxa were found.

	Hlutfallslegur þéttleiki á steinum				Hlutfallslegur þéttleiki í fjörusvífi				Til staðar í sýni af steini				og í sýni úr fjörusvífi x			
	Húsatangi		Þörsnes		Húsatangi		Þörsnes		Húsatangi		Þörsnes		Húsatangi		Þörsnes	
	Hámark (%)	Tíðni (n)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Hámark (%)	Tíðni (n)
	2011 (N=18)	2012 (N=18)	2011 (N=18)	2012 (N=18)	2011 (N=5)	2012 (N=3)	2011 (N=4)	2012 (N=3)	2011 (N=3)	2012 (N=3)	2011 (N=3)	2012 (N=3)	2011 (N=3)	2012 (N=3)	2011 (N=3)	2012 (N=3)
Achnanthes amoena																
Achnanthes bioerlii																
Achnanthes conspicua	0,2 0,2 1	0,5 0,5 2	0,7 2,6 11	0,6 1,3 7			1,1 1,1 1									
Achnanthes daeneris (og líkar tegundir)	2,1 9,0 14	7,5 20,4 17	7,4 35,8 18	8,1 13,6 18			1,5 1,9 2	0,8 1,1 3								
Achnanthes helvetica	0,2 0,2 1	0,9 1,9 4	1,0 1,6 3	0,4 0,4 1			1,5 1,5 1									
Achnanthes implexiformis																
Achnanthes laevis var. laevis	1,0 2,7 9	1,6 4,7 15	3,1 11,1 16	2,0 4,0 16			1,0 1,0 1	1,1 1,4 3								
Achnanthes lanceolata (mismunandi afbrigði)	5,8 16,7 16	3,6 6,8 16	6,5 22,5 16	2,6 6,9 18			1,3 1,6 4	1,6 2,2 2								
Achnanthes laterostrata	1,0 1,0 1	1,4 3,3 11	0,7 0,8 2	1,3 4,5 11				0,5 0,5 1								
Achnanthes laueburgiana																
Achnanthes levanteri (og líkar tegundir)	0,9 2,0 6	3,2 3,2 1	0,7 2,0 8	1,1 3,1 12			1,6 1,6 1	0,6 0,9 3								
Achnanthes minutissima (mismunandi afbrigði)	0,7 2,9 10	3,3 10,4 17	0,5 1,3 11	6,7 22,6 15			2,5 6,0 3	4,3 5,8 2								
Achnanthes oestrupii var. oestrupii							1,6 1,6 1									
Achnanthes pusilla / A. nodosa	0,2 0,2 1	0,4 0,4 1	0,5 0,5 1				2,4 3,2 2	0,5 0,5 1								
Achnanthes subatomoides	0,3 0,4 2	1,2 2,7 9	0,4 0,9 4	0,6 0,9 4				0,5 0,5 1								
Achnanthes - ögreint	0,4 0,4 1	0,9 1,4 6	0,4 0,5 2	0,4 0,5 6			1,3 1,5 2	2,1 3,3 2								
Amphipleura pellicuda	0,5 0,5 1	0,6 0,9 5		0,5 0,5 3			1,0 1,0 1	0,5 0,5 1								
Amphora aequalis																
Amphora copulata							0,3 0,3 1									
Amphora eximia																
Amphora pediculus (og líkar tegundir)	1,8 8,2 6	8,7 24,3 17	0,3 0,3 2	5,9 34,4 18												
Aulacoseira albigena	0,9 0,9 1		1,1 5,6 9													
Aulacoseira granulata var. granulata																
Aulacoseira islandica							3,9 3,9 1									
Aulacoseira subarctica / A. italica	0,1 0,1 2	0,4 0,4 1	0,2 0,3 2				0,8 0,8 1									
Asterionella fomesa	0,4 0,4 1	0,5 0,5 1	0,4 0,4 1	0,4 0,4 1			5,4 5,4 1	0,6 0,9 2								
Caloneis bacillum							3,3 4,4 2	1,4 2,3 3								
Caloneis tenuis																
Cocconeis placentula (mismunandi afbrigði)	0,1 0,1 1	0,4 0,5 2					1,1 1,1 1									

Víðauki 2. Framhald 1

	Hlutfallslegur þéttleiki á steinum						Hlutfallslegur þéttleiki í fjörusvífi						Til staðar í svíni af steini					
	Húsatangi			Þórsnes			Húsatangi			Þórsnes			Húsatangi			Þórsnes		
	2011 (N=18)	Hámark (%)	Tíðni (n)	2012 (N=18)	Hámark (%)	Tíðni (n)	2011 (N=18)	Hámark (%)	Tíðni (n)	2012 (N=18)	Hámark (%)	Tíðni (n)	2011 (N=5)	Hámark (%)	Tíðni (n)	2012 (N=3)	Hámark (%)	Tíðni (n)
<i>Cymatopleura elliptica</i>																		
<i>Cymatopleura solea</i>																		
<i>Cymbella cf. affinis</i>																		
<i>Cymbella cf. cistula</i>																		
<i>Encyonopsis krameri</i>																		
<i>Cymbella lanceolata</i> (og líkar tegundir)																		
	0.4	0.4	3	0.9	1.7	9	0.6	0.9	2	0.6	0.9	7	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1
<i>Cymbella richardii</i>																		
	0.9	1.7	12	5.7	20.8	13	1.4	3.2	16	3.8	11.3	18	0.5	0.5	1	1.6	3.8	3
<i>Cymbella silesiaca</i> / <i>C. minuta</i>																		
	1.2	1.9	8	0.5	0.8	8	1.6	4.7	17	0.8	2.2	14	1.1	1.1	1	0.9	0.9	2
<i>Cymbella sinuata</i>																		
<i>Diatoma hyemalis</i>																		
	0.3	0.3	1				0.4	0.5	2	0.5	0.5	5	1.3	1.5	2	1.9	1.9	1
<i>Diatoma mesodon</i>																		
	0.3	0.3	1				0.5	1.5	6				1.4	1.9	2	3.1	3.1	1
<i>Diatoma moniliformis</i> / <i>D. tenuis</i>													2.2	2.2	1	0.5	0.5	1
<i>Diatoma problematica</i>							1.2	2.5	4	0.5	0.5	1						
<i>Diatomeilla balfouriana</i>																		
<i>Didymosphenia geminata</i>																		
<i>Diplolepis elliptica</i>																		
<i>Epithemia adnata</i>													1.5	1.5	1			
<i>Epithemia turgida</i>																		
<i>Eunotia</i> - ögreint																		
	2.1	7.4	9	0.6	0.8	2	0.2	0.2	1				1.5	1.5	1			
<i>Fragilaria arcus</i> var. <i>arcus</i>							5.9	19.7	8	0.6	0.9	4	7.1	22.7	4	2.1	3.3	2
<i>Fragilaria bidens</i> / <i>F. crotensis</i> (eða líkar tegundir)							0.5	0.9	8	10.5	1.8	9	3.9	3.9	1	0.9	0.9	1
	1.4	5.2	8	0.4	0.5	2	0.5	0.9	8				3.2	6.0	3	0.5	0.5	1
<i>Fragilaria brevistriata</i>																		
	0.4	0.7	3															
<i>Fragilaria capucina</i>																		
	3.2	7.5	17	1.2	5.1	12	4.1	9.4	17	2.5	7.3	18	6.2	10.2	2	3.1	5.5	3
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>																		
	19.9	52.8	17	3.5	18.1	18	21.7	45.1	17	7.9	31.0	18	10.7	29.1	5	6.7	8.4	3
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>							0.5	0.8	3				12.2	15.0	4	1.3	1.3	1
<i>Fragilaria construens</i> (mismunandi afbrigði)																		
	0.8	1.5	5	1.2	3.3	4												
<i>Fragilaria nanana</i>																		
	0.4	0.6	4										1.1	1.1	1			
<i>Fragilaria perminuta</i>																		
	0.5	1.7	12	0.6	0.9	3	0.5	1.0	11	0.4	0.5	4	16.4	28.1	5	3.0	4.5	3
<i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>pinnata</i> (og líkar tegundir)																		
	0.2	0.2	1							0.4	0.4	1	1.1	1.1	1	0.7	0.9	2
<i>Fragilaria pseudoconstruens</i>													2.5	4.5	3			
<i>Fragilaria numpens</i>										0.5	0.5	1				0.8	1.1	2
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>danica</i>																		
	0.8	1.7	7	0.6	0.8	2												
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>ulna</i>																		
	0.6	1.3	8	0.4	0.5	4	4.0	13.6	12	0.7	1.4	11	1.3	1.6	2	0.4	0.4	1
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>ulna</i>																		
<i>Frustulia vulgaris</i>																		
<i>Gomphonema exilissimum</i>																		
							0.4	0.4	1	0.9	0.9	1						
<i>Gomphonema olivaceum</i> (mismunandi afbrigði)																		
	33.7	70.1	18	4.6	11.8	18	9.4	19.5	17	6.6	16.5	18	4.7	9.1	4	7.5	10.3	3
<i>Gomphonema parvulum</i> / <i>G. angustatum</i>																		
	0.6	1.1	9	0.5	0.5	1	0.2	0.3	6							0.5	0.5	1
<i>Gomphonema pumilum</i> (og líkar tegundir)																		
	5.5	21.6	18	24.4	43.7	18	8.0	30.8	18	15.2	36.1	18	3.8	6.3	4	5.7	8.0	3

Viðauki 2. Framhald 2

	Hlutfallslegur þéttleiki á steinum						Hlutfallslegur þéttleiki í fjöruvöf						Til staðar í sýni af steini																		
	Húsatangi			Þórsnes			Húsatangi			Þórsnes			Húsatangi			Þórsnes															
	2011 (N=18)	2012 (N=18)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Meðaltal (%)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Meðaltal (%)	2011 (N=5)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Meðaltal (%)	2011 (N=3)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Meðaltal (%)	2012 (N=4)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Meðaltal (%)	2012 (N=3)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Meðaltal (%)	2011 (N=3)	Hámark (%)	Tíðni (n)	Meðaltal (%)	2012 (N=3)	Hámark (%)	Tíðni (n)
<i>Gomphonema cf. rhombicum</i>																															
<i>Gomphonema</i> - ögrent	0.8	1.7	3	0.7	0.9	2	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	0.8	1.1	2	0.4	0.4	1	2.2	2.2	1	0.6	0.6	1	0.6	0.6	1	
<i>Gyrosigma acuminatum</i>																															
<i>Melosira varians</i>	1.9	4.0	4	0.8	1.8	4	0.8	2.9	11	0.6	1.8	11	0.6	1.8	11	2.9	4.3	3	1.0	1.8	2	9.0	16.8	3	1.1	1.5	2	1.1	1.5	2	
<i>Meridion circulare</i>	1.9	6.7	17	0.5	0.5	2	11.1	37.7	13	1.9	6.2	14	1.9	6.2	14	2.3	2.3	1	0.9	0.9	2	1.6	2.2	2	1.3	1.8	3	1.3	1.8	3	
<i>Navicula atomus</i> var. <i>permitis</i>	0.3	0.4	4	0.8	1.4	6	0.6	1.8	7	0.9	1.7	4	0.9	1.7	4	0.9	0.9	2	0.9	0.9	2	1.6	2.2	2	1.3	1.8	3	1.3	1.8	3	
<i>Navicula begerii</i>																															
<i>Navicula capitata</i> var. <i>capitata</i>							0.2	0.3	2																						
<i>Navicula capitata</i> var. <i>lueneburgensis</i>																															
<i>Navicula cincta</i>	0.3	0.3	1				0.3	0.3	1																						
<i>Navicula clementis</i>							0.3	0.5	3																						
<i>Navicula coconeiformis</i> / <i>N. jaernefeltii</i>																															
<i>Navicula contenta</i>	1.1	1.8	2				0.3	0.3	1																						
<i>Navicula cryptocephala</i> (og líkar tegundir)	3.5	10.4	18	1.9	4.1	18	4.9	8.4	18	4.5	12.7	18	4.5	12.7	18	1.4	1.6	3				1.9	1.9	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	
<i>Navicula difficilima</i>																															
<i>Navicula gallica</i> var. <i>pepusilla</i>	1.0	1.4	4				0.3	0.3	1	0.9	0.9	1	0.9	0.9	1	0.5	0.5	1													
<i>Navicula gregaria</i>	0.2	0.2	1	0.5	0.5	1	0.5	1.1	8	0.5	0.5	4	0.5	0.5	4	1.8	3.1	2	1.4	2.7	3	1.3	1.9	3	1.3	1.9	3	1.3	1.9	3	
<i>Navicula ignota</i> var. <i>acceptata</i>	3.7	20.5	15	8.5	15.8	18	3.2	13.3	17	5.5	13.2	18	5.5	13.2	18	1.8	3.1	2	1.4	2.7	3	1.3	1.9	3	1.3	1.9	3	1.3	1.9	3	
<i>Navicula lanceolata</i>	0.6	1.0	10	0.8	2.2	12	0.9	1.8	12	1.6	4.3	16	1.6	4.3	16	0.5	0.5	1	1.2	1.4	3	1.2	1.9	2	1.4	1.8	2	1.4	1.8	2	
<i>Navicula menisculus</i>							0.5	0.8	2																						
<i>Navicula minima</i>				0.4	0.4	1	0.2	0.3	3	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1																
<i>Navicula minuscula</i>																															
<i>Navicula mutica</i>	5.8	28.2	16				1.4	5.9	8	0.6	0.9	4	0.6	0.9	4	1.1	1.1	1	0.4	0.4	1	0.4	0.4	1	0.3	0.3	1	0.3	0.3	1	
<i>Navicula molestiformis</i>	0.3	0.4	2							0.5	0.5	1	0.5	0.5	1																
<i>Navicula porifera</i> var. <i>opportuna</i>																															
<i>Navicula pseudoscutiformis</i>																															
<i>Navicula pusio</i>																															
<i>Navicula pygmaea</i>																															
<i>Navicula radiosa</i>				0.4	0.4	1				0.6	1.0	4	0.6	1.0	4	1.1	1.1	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	
<i>Navicula rhynchocephala</i>																															
<i>Navicula saprophila</i>										0.9	0.9	1	0.9	0.9	1	1.9	1.9	1				7.7	7.7	1							
<i>Navicula schoenfeldii</i>																															
<i>Navicula similis</i>																															
<i>Navicula slesvicensis</i>																															
<i>Navicula suchlandtii</i> / <i>N. bryophila</i>	0.3	0.3	1				0.2	0.2	1																						
<i>Navicula soehneriensis</i> var. <i>hassiac</i>																															
<i>Navicula subminuscula</i>																															
<i>Navicula tenelloides</i> (og líkar tegundir)	0.7	0.7	1				0.6	0.6	1	1.8	1.8	1	1.8	1.8	1	3.0	3.0	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	0.6	0.6	1	0.6	0.6	1	

Viðauki 2. Framhald 3

[illegible]

Viðauki 3. Tegundaheiti kísilþórunga sem fundust í sýnum frá Húsatanga og Þórsnesi þrjár sýnatókur sumrin 2006, 2007, 2011 og 2012 og eru tilgreindar í viðauka 2. Óstaðfestar tegundagreiningar. Skýringar eru gefnar við nokkrar greiningar, meðal annars miðað við fyrri skýrslu (Iris Hansen o.fl., 2013).

Appendix 3. List of all species found at Húsatangi and Þórsnes for all the four study years. These are unverified identifications.

	Tegund og höfundur/-ar tegundarheitis	Athugasemdir
Ættkvíslarheiti sem eru stundum notað	≥ 2 Tvær eða fleiri tegundir saman í hóp	
Karayeveia	<i>Achnanthes amoena</i> Hustedt	
<i>Psammolithidium</i>	<i>Achnanthes bioretii</i> Germain	
<i>Planolithidium</i>	<i>Achnanthes conspicua</i> Mayer	Var nefnd <i>Achnanthes</i> sp. B í síðustu skýrslu.
<i>Psammolithidium</i>	≥ 2 <i>Achnanthes daenensis</i> Lange-Bertalot (og líkar tegundir)	Líkar tegundir td. <i>A. scolica</i> Flower eða <i>A. chlidanos</i> Hohn & Hellermann
<i>Psammolithidium</i>	<i>Achnanthes helvetica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	
Nupela	<i>Achnanthes impexiformis</i> Lange-Bertalot	
<i>Eucoconeis</i>	<i>Achnanthes laevis</i> Oestrup var. <i>laevis</i>	
<i>Planolithidium</i>	≥ 2 <i>Achnanthes lanceolata</i> (Brébisson) Grunow (mismunandi afbrigði)	
Karayeveia	<i>Achnanthes laterostrata</i> Hustedt	
<i>Psammolithidium</i>	<i>Achnanthes lauenburgiana</i> Hustedt	
<i>Psammolithidium</i>	<i>Achnanthes levanderi</i> Hustedt (og líkar tegundir)	Líkar tegundir td. <i>A. grischuna</i> Wurthrich og <i>A. marginulata</i> Grunow
<i>Achnantheidium</i>	≥ 2 <i>Achnanthes minutissima</i> Kützing (mismunandi afbrigði)	
Skabitschewskia	<i>Achnanthes oestrupii</i> (Cleve-Euler) Hustedt var. <i>oestrupii</i>	
<i>Rosolithidium</i>	<i>Achnanthes pusilla</i> (Grunow) De Toni / <i>A. nodosa</i> Cleve	
<i>Psammolithidium</i>	<i>Achnanthes subatomoides</i> (Hustedt) Lange-Bertalot & Archibald	
	≥ 2 <i>Achnanthes</i> - ógreint	
	<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	
	<i>Amphora aequalis</i> Krammer	
	<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & Archibald	Hét áður <i>Amphora libyca</i> Ehrenberg, hefur skipt um nafn.
	<i>Amphora eximia</i> J.R. Carter	Hét áður <i>Amphora fagediana</i> Krammer, hefur skipt um nafn.
	≥ 2 <i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow (og líkar tegundir)	
	<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grunow) Krammer	
	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	
	<i>Aulacoseira islandica</i> (O. Müller) Simonsen	
	≥ 2 <i>Aulacoseira subarctica</i> (O.Müller) Haworth / <i>A. italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	
	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	
	<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	
	<i>Caloneis tenuis</i> (Gregory) Krammer	
	≥ 2 <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg (mismunandi afbrigði)	

Viðauki 3. Framhald 1

Tegund og höfundur/-ar tegundarheitis		Athugasemdir
Ættkvíslarheiti sem eru stundum notuð	≥ 2 Tvær eða fleiri tegundir saman í hóp	
Encyonema Encyonema Reimeria		<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson ex Kützing) W. Smith Var til staðar í stökum sýnum, þó að kæmi aldrei fyrir í tölningum.
		<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith
		<i>Cymbella cf. affinis</i> Kützing
		<i>Cymbella cf. cistula</i> (Ehrenberg) Kitchner Var stundum til staðar í sýnum, þó að kæmi sjaldan fyrir í tölningum.
	≥ 2	<i>Encyonopsis krammeri</i> Reichardt
		<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenberg) Kitchner (og líkar tegundir)
		<i>Cymbella reichardtii</i> Krammer
	≥ 2	<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch / <i>C. minuta</i> Hilse Sameinaðar í einn hóp, breyting frá fyrri skýrslu.
		<i>Cymbella sinuata</i> Gregory
		<i>Diatoma hyemalis</i> (Roth) Heiberg
	≥ 2	<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing
		<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing / <i>D. tenuis</i> Agardh. Sameinaðar í einn hóp, breyting frá fyrri skýrslu.
		<i>Diatoma problematica</i> Lange-Bertalot
		<i>Diatomella balfouriana</i> Greville
		<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) M. Schmidt Var oft til staðar í sýnum, þó að kæmi sjaldan fyrir í tölningum
		<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve
		<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson
	≥ 2	<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing Stundum til staðar í sýnum, en kom sjaldan fyrir í tölningum.
		<i>Eunotia</i> - ógreint
		<i>Fragilaria arcus</i> (Ehrenberg) Cleve var. <i>arcus</i> Allar <i>Eunotia</i> tegundir sameinaðar í einn hóp, breyting frá fyrri skýrslu.
Hannaea	≥ 2	<i>Fragilaria bidens</i> Heiberg / <i>F. croensis</i> Kitten (eða líkar tegundir) Neðnd <i>F. cf. capucina</i> (var. <i>vaucheriae</i> ? ~ 50-70 µm á lengd) í fyrri skýrslu
Pseudostaurosira		<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow
		<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières
		<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i> (Oestrup) Hustedt
		<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot
Staurosira	≥ 2	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow (mismunandi afbrigði)
		<i>Fragilaria nanana</i> Lange-Bertalot
Staurosirella Pseudostaurosira	≥ 2	<i>Fragilaria perminuta</i> (Grunow) Lange-Bertalot
		<i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>pinnata</i> Ehrenberg (og líkar tegundir)
Ulnaria eða Synedra Ulnaria eða Synedra		<i>Fragilaria pseudoconstruens</i> Marciniak
		<i>Fragilaria rumpens</i> (Kützing) G.W.F. Carlson
		<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>danica</i> (Kützing) Compère
		<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot var. <i>ulna</i>
		<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni
		<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt
	≥ 2	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson (mismunandi afbrigði) Aðallega <i>G. olivaceum</i> var. <i>olivaceum</i> en líka <i>G. olivaceum</i> var. <i>olivaceoides</i>
	≥ 2	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing / <i>G. angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst Sameinað frá fyrri skýrslu, <i>G. parvulum</i> líklega mun algengari en <i>G. angustatum</i>
	≥ 2	<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot (og líkar tegundir) Sameinað í hóp frá fyrri skýrslu; <i>G. sp. A</i> og <i>G. cf. minutum</i>

Viðauki 3. Framhald 2

Tegund og höfundur/-ar tegundarheitis		Athugasemdir
Ætthvísarheiti sem eru stundum notuð	≥ 2 Tvær eða fleiri tegundir saman í hóp	
	≥ 2	Var nefnd <i>Gomphonema</i> sp. B. í fyrri skýrslu
Mayamaea		
Chamaepinnularia		
Hippodonta		
Hippodonta		
Placoneis	≥ 2	Sameinað frá fyrri skýrslu, sennilega flestar <i>N. cocconeiformis</i>
Cavinula		
Diadesmis	≥ 2	Líkar tegundir eins og <i>N. reichardiana</i> og <i>N. cryptotenella</i>
Diadesmis		
Geissleria		
Eolimna	≥ 2	
Adlafia		
Luitcola		
Craticula		
Placoneis		
Cavinula		
Cavinula		
Fallacia		
Fistulifera		
Geissleria		
Geissleria		
Adlafia	≥ 2	
Chamaepinnularia		
Eolimna	≥ 2	

Viðauki 3. Framhald 3

Tegund og höfundur/-ar tegundarheiti		Athugasemdir
Ætthvislarheiti sem eru stundum notuð	≥ 2 Tvær eða fleiri tegundir saman í hóp	
	<i>Navicula tripunctata</i> (O. F. Müller) Bory	
	<i>Navicula viridula</i> (Kützinger) Ehrenberg	
	<i>Navicula</i> sp. B	
	<i>Navicula</i> sp. H	
	<i>Nitzschia</i> cf. <i>acicularis</i> (Kützinger) W. Smith	
	<i>Nitzschia</i> cf. <i>alpina</i> Hustedt	
	<i>Nitzschia</i> cf. <i>archibaldii</i> Lange-Bertalot	
	≥ 2 <i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt / <i>N. tubicola</i> Grunow / <i>N. homburgiensis</i> Lange-Bertalot	Þrjár tegundir sameinaðar í einn hóp, vegna óvissu í greiningum
	≥ 2 <i>Nitzschia dissipata</i> (Kützinger) Grunow / <i>N. sociabilis</i> Hustedt	
	<i>Nitzschia</i> cf. <i>filiformis</i> (W. Smith) Van Heurck	
	<i>Nitzschia</i> cf. <i>fonticola</i> Grunow	
	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützinger) Grunow	
	<i>Nitzschia</i> cf. <i>inconspicua</i> Grunow	
	<i>Nitzschia</i> cf. <i>lacuum</i> Lange-Bertalot	
	<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>linearis</i> (Agardh) W. Smith	Var ranglega nefnd <i>N. cf. linearis</i> var. <i>subtilis</i> (Grunow) Hustedt í fyrri skýslu
	<i>Nitzschia palea</i> (Kützinger) W. Smith	
	<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	
	≥ 2 <i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M. Peragallo (og líkar tegundir)	
	<i>Nitzschia pusilla</i> Grunow	
	<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	
	≥ 2 <i>Nitzschia sublinearis</i> Hustedt (og líkar tegundir)	
	≥ 2 <i>Nitzschia</i> - ógreint	
Hygropetra	<i>Pinnularia balfouriana</i> Grunow	
	<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg var. <i>borealis</i>	
	<i>Pinnularia ignobilis</i> (Kresske) Cleve-Euler	
	<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve	
	<i>Pinnularia rupestris</i> Hantzsch	
	<i>Rhizosolenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot	
	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	Til staðar í sumum sýnum, þó að kæmi ekki fyrir í talningum
	<i>Rhopalodia rupestris</i> (W. Smith) Krammer	
	<i>Simonsenia delognei</i> (Grunow) Lange-Bertalot	
	<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Hakansson / <i>S. minutulus</i> (Kützinger) Cleve & Möller	
	<i>Surirella brevissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	
	<i>Surirella linearis</i> var. <i>helvetica</i> (Brun) Meister	
	<i>Surirella minuta</i> Brébisson	
	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützinger	
	≥ 2 Ógreindir kísilþörungar	
	≥ 2 Ógreindir kringlóttir kísilþörungar (sviþörungar)	



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna