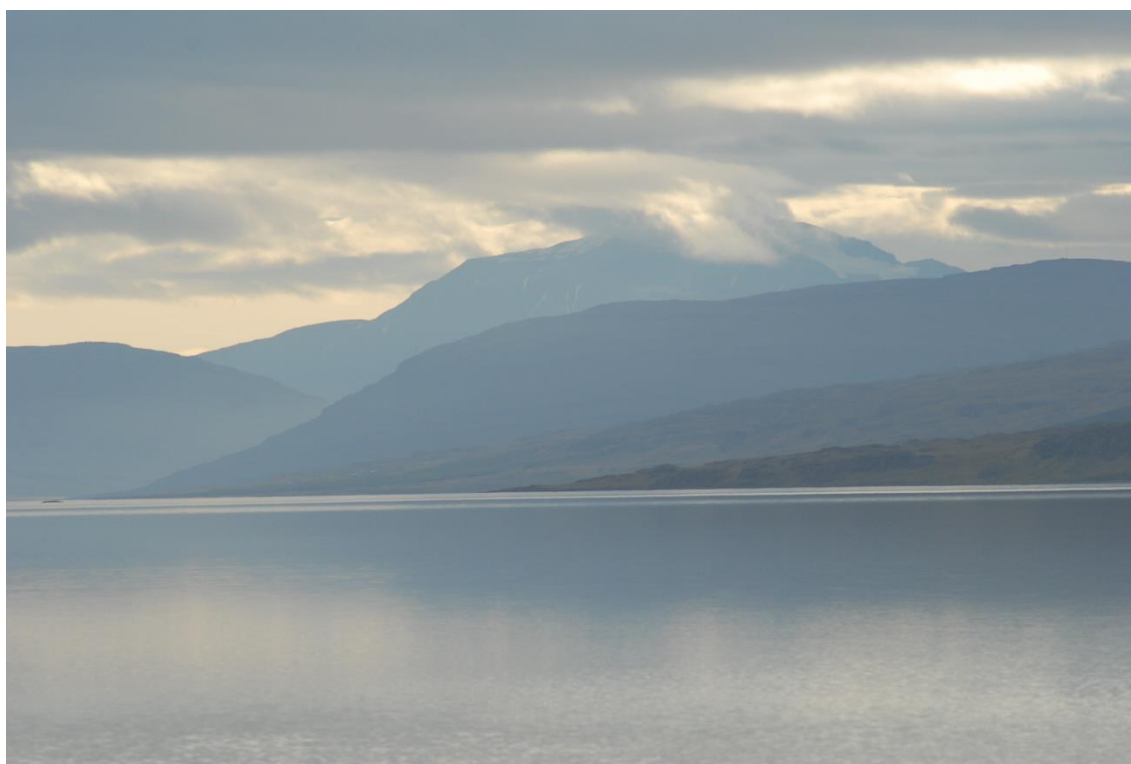


Kísilþörungar og smádýr í Lagarfljóti 2006–2007

Iris Hansen, Eydís Njarðardóttir, Finnur Ingimarsson,
Haraldur R. Ingvason og Jón S. Ólafsson



Veiðimálastofnun



Náttúrufræðistofa Kópavogs

Maí 2013

*Forsíðumynd: Lagarfljót (Lögurinn), Snæfell baðað skýjum í bakgrunni.
Ljósmynd: Jón S. Ólafsson.*

Kísilpörungar og smádýr í Lagarfljóti 2006–2007

Iris Hansen¹, Eydís Njarðardóttir¹, Finnur Ingimarsson²,
Haraldur R. Ingvason² og Jón S. Ólafsson¹

¹Veiðimálastofnun, Árleyni 22 (Keldnaholti), 112 Reykjavík,

²Náttúrufræðistofa Kópavogs, Hamraborg, 200 Kópavogur.

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	i
Myndaskrá	iii
Töfluskrá	iv
Ágrip	v
Formáli	1
1 Inngangur.....	3
2 Aðferðir	9
2.1 Lýsing á sýnatökustöðum.....	10
2.1.1 Húsatangi.....	10
2.1.2 Strönd.....	11
2.1.3 Þórsnes	12
2.2 Sýnatökur og mælingar	13
2.2.1 Umhverfisbreytur.....	13
2.2.2 Sýnatökur í fjöru	14
2.2.2.1 Steinasýni.....	14
2.2.2.2 Þörungasýni úr fjörusvífi.....	14
2.2.2.3 Smádýrasýni úr fjöru.....	15
2.2.3 Sýnatökur úr vatnsbol	15
2.2.3.1 Þörungasýni úr svífi	15
2.2.3.2 Svífdýrasýni	15
2.3 Úrvinnsla sýna.....	15
2.3.1 Blaðgræna á fjörusteinum	16
2.3.2 Lífrænt efni á fjörusteinum.....	17
2.3.3 Smádýr úr fjöru.....	17
2.3.4 Svífdýr úr svífi	17
2.3.5 Kísilþörungar á steinum.....	18
2.3.6 Kísilþörungar úr í fjörusvífi og úr vatnsbol	18
2.3.7 Greining kísilþörungum	18
2.3.7.1 Smásjárásýni útbúin	18
2.3.7.2 Kísilþörungar taldir og greindir í smásjá	19
2.3.7.3 Útreikningar á fjölda kísilþörungum úr hlutsýnum.....	20
2.3.7.4 Greining kísilþörungum til tegunda.....	21
2.4 Töluleg úrvinnsla.....	22

3 Niðurstöður.....	23
3.1 Umhverfi	23
3.1.1 Vatnshæð.....	23
3.1.2 Svifaur og rýni	25
3.1.3 Hiti, rafleiðni og pH.....	27
3.2 Svif	29
3.2.1 Svifdýr.....	29
3.2.2 Kísilþörungar í svifi	30
3.2.3 Kísilþörungar í fjörusvifi	33
3.2.3.1 Þéttleiki svifþörungna í fjörusvifi og í vatnsbol.....	36
3.3 Fjara.....	38
3.3.1 Smádýr á fjörusteinum.....	38
3.3.2 Lífrænt efni á fjörusteinum	41
3.3.2 Magn blaðgrænu á fjörusteinum.....	42
3.3.3 Kísilþörungar á fjörusteinum	43
3.3.3.1 Endurteknar mælingar á kísilþörungum í fjöru við Þórsnes.....	49
3.3.3.2 Samfélög kísilþörungna á fjörugrjóti	51
3.3.4 Samanburður á búsvæðum	53
4 Umræður.....	57
4.1 Kísilþörungar í svifi	57
4.2 Tegundin Melosira varians fyrr og nú	59
4.3 Kísilþörungar á fjörusteinum.....	60
4.4 Kísilþörungar í fjörusvifi.....	62
4.5 Svifdýr	63
4.6 Smádýr í fjöru	64
4.7 Tengsl umhverfispátta við flóru og fínu	64
4.8 Áframhald rannsóknarinnar	66
5 Þakkir.....	69
6 Heimildaskrá.....	71
Viðaukar	75

Myndaskrá

1. mynd. Strandlengja Lagarfljóts (Lagarins).	9
2. mynd. Húsatangi.	10
3. mynd a–i. Sýnatökusvæðið við Húsatanga.	11
4. mynd. Strönd.	11
5. mynd a–f. Sýnatökusvæðið við Strönd.	12
6. mynd. Þórsnes.	12
7. mynd a–i. Sýnatökusvæðið við Þórsne.	13
8. mynd. Vatnshæð í Lagarfljóti við Lagarfell.	23
9. mynd. Vatnshæð í Lagarfljóti síðustu 30 daga fyrir sýnatöku.	25
10. mynd. Aurstyrkur og gruggmælingar (NTU).	25
11. mynd. Rýni.	26
12. mynd a–c. Styrkur ljóss til ljóstillífunar (PAR) á lóðréttu sniði.	26
13. mynd a–c. Vatnshiti á lóðréttu sniði.	27
14. mynd a–f. Þéttleiki svifdýra.	29
15. mynd a–c. Þéttleiki kísilþörungaskelja í svifi.	31
16. mynd. Shannon fjölbreytileikastuðlar svifþörungasýna.	32
17. mynd a–f. Hlutfallslegur þéttleiki algengustu kísilþörungategunda í svifi.	32
18. mynd a–c. Þéttleiki kísilþörungna í fjörusvifi.	33
19. mynd. Shannon fjölbreytileiki kísilþörungna í fjörusvifi.	34
20. mynd a–o. Hlutfallslegur þéttleiki algengustu kísilþörungategunda í fjörusvifi.	35
21. mynd. Samanburður á þéttleika <i>Stephanodiscus parvus</i> / <i>S. minutulus</i> í svifsýnum úr fjöruborði og vatnsbol.	36
22. mynd. Samanburður á þéttleika <i>Aulacoseira subarctica</i> / <i>A. italica</i> í svifsýnum úr fjöruborði og vatnsbol.	37
23. mynd a–b. Þéttleiki smádýra á steinum.	38
24. mynd. Breytileikastuðlar (CV) fyrir fjölda smádýra á fjörusteinum.	39
25. mynd a–b. Hlutfallslegur þéttleiki smádýrahópa á fjörusteinum.	40
26. mynd a–c. Hlutfall lífræns efnis á fjörusteinum.	41
27. mynd a–c. Bláðgræna á fjörusteinum.	42
28. mynd a–c. Þéttleiki kísilþörungna á fjörusteinum.	43
29. mynd. Sörensens stuðull fyrir breytileika á milli sýnatökustaða.	45
30. mynd a–c. Shannon fjölbreytileikastuðlar þörungasýna af fjörusteinum.	46
31. mynd a–o. Hlutfallslegur þéttleiki fimm algengustu kísilþörungategunda á fjörusteinum.	47
32. mynd a–y. Hlutfallslegur þéttleiki fremur algengra kísilþörungategunda og tegundahópa á fjörusteinum.	48
33. mynd. Þéttleiki kísilþörungna á fjörusteinum þrjá sýnatökudaga við Þórsnes.	50
34. mynd. Breytileikastuðlar (CV) á milli þriggja sýna af hverju dýpi við Þórsnes.	50
35. mynd. Hlutföll helstu kísilþörungategunda á fjörusteinum, þrjá sýnatökudaga við Þórsnes.	51
36. mynd. Tengsl sýnatökustaða, sýnatökudaga og dýpis út frá hlutföllum kísilþörungategunda á fjörusteinum. Hnitunarmynd (DCA).	52
37. mynd. Áhrif umhverfispáttá á tengsl sýnatökustaða, sýnatökudaga og dýpis út frá hlutföllum kísilþörungategunda á fjörusteinum. Hnitunarmynd (CCA).	53

Töfluskrá

Tafla 1. Sýnatökustaðir og sýnatökudagar..	10
Tafla 2. Vatnshæð í Lagarfljóti dagana fyrir hverja sýnatöku.	24
Tafla 3. Vatnshiti, rafleiðni og pH-gildi í vatnsbol.	27
Tafla 4 a-c. Vatnshiti, rafleiðni og pH-gildi í fjöruborði	28
Tafla 5. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa í svífsýnum, samanburður á milli sýnatökustaða.	31
Tafla 6. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa í fjörusvífsýnum, samanburður á milli sýnatökustaða.	34
Tafla 7. Niðurstöður Pearson's fylgniþrófa fyrir <i>Stephanodiscus parvus</i> /S. minutulus.	37
Tafla 8. Niðurstöður Pearson's fylgniþrófa fyrir <i>Aulacoseira subarctica</i> /A. italica.	38
Tafla 9. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa á fjörusteinum, samanburður á milli sýnatökustaða..	44
Tafla 10. Fjöldi kísilþörungategunda og -hópa á fjörusteinum, samanburður á milli dýpa..	45
Tafla 11. Fjöldi kísilþörungategunda og -hópa í sýnum, samanburður á milli búsvæða.	54

Ágrip

Miklar og snöggar sveiflur voru á vatnsborði Lagarins bæði árin sem rannsóknin stóð yfir. Gat breyting á vatnsborði breyst um tugi sentímetra á örfáum dögum. Á milli fyrstu og annarrar sýnatöku 2006 (16. maí og 6. júní) hafði vatnsborð hækkað um 66 cm.

Mælingar á ljósi í Leginum voru einungis gerðar í september 2006. Reyndist ljós sem nýtist þörungum til tillífunar vera horfið á innan við 2 m dýpi. Mælingar á rýni (sjóndýpi) voru gerðar mun oftari en ljósmælingarnar og sýndu þær mælingar að rýni var á bilinu 20–60 cm sumarið 2006 og var á bilinu 20–30 cm yfir sama tíma 2007. Rýnið var mest fyrripart sumars og dvínaði er leið á sumarið.

Svifdýr í Leginum einkennast fyrst og fremst af krabbadýrum. Árfætlur (Copepoda) eru þar í mestum mæli, einkum svifdíl (Diaptomus). Magn svifdýra var á bilinu 0,4–17,9 dýr í hverjum lítra, sem er lítið í samanburði við önnur stór stöðuvötn hér á landi. Mesta magn mældist undir júnílok út af Húsatanga 2006.

Alls voru 116 tegundir kísilþörungum greindar úr svifsýnum úr Leginum sumarið 2006, en svifsýni voru einungis tekin það ár. Flestar tegundir fundust út af Húsatanga, samtals 83, en töluvert færri tegundir voru út af Strönd (61) og Þórsnesi (67). Tveir tegundahópar kísilþörungum voru ríkjandi í svifinu, *Stephanodiscus parvus*/S. *minutulus* og *Aulacoseira subarctica*/A. *italica* og komu þessar tegundir fyrir í öllum svifsýnum. Í lok júní og júlí var magn kísilþörungum í svifi mest við Þórsnes, en mun minna bæði út af Strönd og Húsatanga.

Í svifsýnum, sem tekin voru í fjöruborðinu bæði árin, var heildarfjöldi kísilþörungategunda 91. Þær tegundir sem voru algengastar í fjörusvifsýnunum voru *Stephanodiscus parvus*/S. *minutulus*, *Fragilaria* cf. *capucina* var. *gracilis*, *Aulacoseira subarctica*/A. *italica*, *Fragilaria* cf. *capucina* var. *vaucheriae* og *Fragilaria ulna* var. *ulna*.

Samsetning og þéttleiki smádýra á fjörusteinum á þremur dýptarbilum var einungis mæld í september hvort ár. Mældist þéttleikinn marktækt meiri við Húsatanga en í fjöru hinna staðanna bæði árin, eða rúmlega 26–58 þúsund dýr/m² 2006 og 22–32 þúsund dýr/m² að meðaltali 2007. Þéttleiki smádýra á steinum var yfir meðallagi miðað við það sem þekkist í öðrum stöðuvötnum á Íslandi. Meðalþéttleiki var að jafnaði hæstur á 0,4 m dýpi á öllum sýnatökustöðum árið 2006, en ári síðar var ekki að sjá reglubundna dreifingu á þéttleika smádýra eftir dýpi. Algengustu smádýrin á steinum voru rykmý. Hlutfallslegur þéttleiki þess var mestur á fjörusteinunum við Húsatanga, að meðaltali 78% af heildarfjölda smádýra sem þar fundust bæði árin. Við Strönd og Þórsnes var hlutur rykmýs á bilinu 57–64% að meðaltali. Ekki var hægt að merkja að hlutfall rykmýs breyttist í takt við það dýpi sem sýnin voru tekin af.

Magn blaðgrænu í þörungaskán á fjörusteinum gefur upplýsingar um lífmassa þörungum á steinum. Mjög mikill breytileiki var á milli einstakra sýna á magni blaðgrænu. Mestur var munurinn á einstökum sýnum úr fjörunni við Strönd í júlí 2006, tæplega 40-faldur og við Þórsnes í september 2006 var 35-faldur munur á milli lægsta og hæsta mæligildis. Magn blaðgrænu var að jafnaði lítið í maí og júní bæði árin en var töluvert meira í lok júní og byrjun september.

Þéttleiki kísilþörungum á fjörusteinum var mjög breytilegur á milli sýnatökudaga og sýnatökustaða. Á öllum sýnatökustöðunum var þéttleikinn minnstur 6. og 7. júní og næst minnstur 25. og 26. október 2006. Mesti þéttleiki kísilþörungum á fjörusteinum var við Þórsnes í sýnum frá 28. júní 2006. Þéttleiki kísilþörungum var nær alltaf yfir 100 þúsund þörungar á cm² bæði árin. Í allt voru 124 tegundir og tegundahópar kísilþörungum greindir af fjörusteinum við Húsatanga, Strönd og Þórsnes bæði árin samanlagt. Heildar tegundafjöldi á fjörusteinum árið 2006 var 82 við Húsatanga, 81 við Strönd og 89 við Þórsnes. Ári síðar voru tegundirnar og tegundahóparnar 64 við Húsatanga og 71 við Þórsnes. Alls voru 56 tegundir og tegundahópar sameiginlegar með stöðunum þremur 2006, ári síðar var 51 tegund og tegundahópur sameiginlegur með Húsatanga og Þórsnesi. Á steinum frá Þórsnesi fundust flestar tegundir og tegundahópar bæði árin og þar voru einnig flestar tegundir sem

ekki fundust á steinum frá hinum stöðunum. Við Strönd voru fæstar tegundir sem eingöngu fundust á einum sýnatökustað árið 2006 og þar fundust fleiri sameiginlegar tegundir með Þórsnesi en Húsatanga. Algengasta kísilpörungategundin á fjörusteinum var *Fragilaria capucina* var. *gracilis*. Hlutfallslegur þéttleiki tegundarinnar var hæstur við Strönd, þar sem hámarki var náð í byrjun júnímánaðar og minnkaði er leið á sumarið 2006. Tegundin var að jafnaði í hæstu hlutfalli í sýnum teknum í júní bæði árin á öllum sýnatökustöðunum þremur. *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* var næst algengasta tegundin á fjörusteinum, var hlutfall tegundarinnar mun hærra við Húsatanga og Þórsnes en við Strönd. Tegundirnar *Nitzschia dissipata*/*N. sociabilis*, tegundahópurinn *Amphora* hópur 1 og *Fragilaria ulna* var. *ulna* voru einnig algengar tegundir á fjörusteinum, síðast nefnda tegundin fannst þó í hæstu hlutfalli við Þórsnes.

Mismunandi hæð vatnsborðs við sýnatökur leiddi til að steinar sem sýnum var safnað af lágu á ólíkum stöðum í hallandi fjöruborðinu. Kom fram að lega steina í fjöru (hæð yfir sjávarmáli) skýrði 24% af breytileika í tegundasamsetningu kísilpörunga hverju sinni. Magn svifaus skýrði 10% breytileikans en aðrar breytur eins og leiðni, pH, rýni, árstími og mældur vatnshiti við sýnatöku skýrðu mun minna eða á bilinu 3–6%. Grugg og vatnsborðssveiflur eru þeir umhverfispættir sem hafa mest takmarkandi áhrif á lífsskilyrði fyrir pörunga á strandsvæðum Lagarfljóts.

Formáli

Það var fyrirséð að þegar Kárahnjúkavirkjun tæki til starfa árið 2007 myndu verða umfangsmiklar breytingar á rennslisháttum helstu jökuláa á Austurlandi. Þessar breytingar hefðu meðal annars í för með sér breytingar á magni svifaurs sem myndi berast í Lagarfljót.

Upphaf rannsókna má rekja til Helga Hallgrímssonar sem vakti máls á því að nauðsynlegt væri að stofna til rannsókna á lífríki Fljótsins áður en því yrði gerbreytt árið 2007. Þetta var á “Lagarfljótsráðstefnu” sem haldin var á Egilsstöðum í apríl 2005 og Stangveiðifélagið Héraðsmenn stóð fyrir. Helgi fylgdi málinu eftir með bréfi sem hann nefndi “Ádrepa um Lagarfljótsrannsóknir” og sendi til ýmissa félaga og stofnana sem málið varðaði. Í bréfinu benti hann á að lítið væri vitað um tegundir smádýra og þörungum hvort heldur væri í svifi, á botni eða í fjörum fljótsins, né um samfélög þeirra eða samspil. Benti hann á að síðustu forvöð væru á að rannsaka lífríki Lagarfljóts áður en það yrði gjörbreytt þegar breytinga í fljótinu færi að gæta vegna Kárahnjúkavirkjunar. Í bréfinu var sérstaklega beint til Landsvirkjunar að hún legði fram nauðsynlegt fjármagn til umræddra rannsókna. Hreyfing komst fyrst á málið í ágúst 2005 þegar Álfheiður Ingadóttir bar fram tillögu um það á stjórnarfundum Landsvirkjunar og var tillagan samþykkt (úr bréfi frá Helga Hallgrímssyni 15. janúar 2013 um upphaf rannsóknarinnar, mjög stytta og örlítið breytt orðalag á frásögninni). Í samráði við ráðgjafa sína leitaði Landsvirkjun til Veiðimálastofnunar um að framkvæma rannsóknina. Var framkvæmdin að stærstum hluta í höndum Veiðimálastofnunar, en starfsmenn Náttúrufræðistofu Kópavogs tóku þátt í sýnatökum árið 2006 og úrvinnslu svifdýrasýna frá sama ári. Umfang rannsóknarinnar sem er brautryðjendarannsókn á ferskvatnspörungum hérlandis, hefur aukist miðað við það sem stefnt var að í upphafi. Rannsóknin er samstarfsverkefni Veiðimálastofnunar, Landsvirkjunar og Náttúrufræðistofu Kópavogs. Landsvirkjun og Veiðimálastofnun stóðu straum af kostnaði við verkefnið. Jón S. Ólafsson var verkefnisstjóri fyrir hönd Veiðimálastofnunar og Hákon Aðalsteinsson faglegur ráðgjafi fyrir hönd Landsvirkjunar.

1 INNGANGUR

Örnefnið Lagarfljót nær yfir stöðuvatnið Löginn og afrennsli þess til ósa í Héraðsflóa. Lögurinn er sá hluti Lagarfljóts sem markast af Fljótsbotni innst og Lagarfljótsbrú yst (Helgi Hallgrímsson 2005). Í hann renna fjölmargar vatnsmiklar ár, mest þeirra er Jökulsá í Fljótsdal, sem er jökulá undan Eyjabakkajökli í tæplega 700 m hæð yfir sjávarmáli. Önnur mestu vatnsföll sem renna í Löginn eru dragárnar Kelduá og Grímsá (Sigurjón Rist 1990). Auk þeirra renna út í hann minni vatnsföll eins og Bessastaðaá, Hengifossá, Hrafngerðisá, Ermarstaðará, Porleifarás og Hafursá.

Lögurinn er langt og djúpt stöðuvatn í misgengi sem myndast hefur af völdum vatns- og jökulrofs á síðastliðnum milljónum ára. Berggrunnurinn í Fljótsdal er basalt sem talið er að hafi myndast á síðustu 6,5–7 milljónum ára (Leó Kristjánsson og Ágúst Guðmundsson 2005). Víðast er aðdjúpt, strandgrunn þess nær víðast hvar aðeins örstutt út frá landi og þar fyrir utan taka við snarbrattar hlíðar. Mesta dýpi hefur mælst 111,5 m innan til í Leginum til móts við Hafursá og Droplaugarstaði (Sigurjón Rist 1975). Í skýrslu sem austurríski vatnalíffræðingurinn Friedrich K. Reinsch (1926) skrifaði fyrir Búnaðarfélag Íslands að lokinni rannsókn sinni á Leginum sumarið 1925 sagði hann (þýðing Lúdvig Guðmundsson): „*Lagarfljót (stöðuvatnið) er mjög sjerkenilegt, eigi síður en Skorradaalsvatn; það er mjög langt og mjótt, og breidd þess víðast sú sama.*“ Það er ekki ofsögum sagt að sérstaða þessa þriðja stærsta vatns landsins (fjórða stærsta sé miðað við Háslón þegar það er fullt) sé allnokkur. Helstu sérkenni Lagarins eru jökulaur í vatninu og tíðar vatnshæðar-breytingar. Jökulaurinn takmarkar ljós niður í vatnið sem leiðir til að frumframleiðni er bundin við efstu lög vatnsins, þar fyrir neðan er nánast myrkur þar sem ljóstillífandi lífverur ná ekki að þrífast að neinu marki. Breytileg vatnshæð hefur einnig mikil áhrif á lífríkið á strandsvæðum vatnsins.

Rannsóknir á setlögum úr botni Lagarins sem spanna sögu hans síðastliðin 10.500 ár gefa til kynna tímabil sem einkenndist af jökulaur í vatninu og síðar tímabili þar sem Lögurinn var tært stöðuvatn (Striberger o.fl. 2012, Striberger 2011). Talið er að á tímabilinu fyrir 9.000–10.500 árum hafi Eyjabakkajökull hopað og mikill jökulaur verið í vatninu. Ekki er ólíklegt að sjór hafi þá einnig átt greiðan aðgang að honum, þ.e. áður en land tók að rísa í lok síðustu ísaldar og sjávarborð var hærra (Helgi Hallgrímsson 2005). Eftir það er talið að Lögurinn hafi verið að mestu tær á tímabilinu fyrir 4.400–9.000 árum. Fyrir um 4.400 árum telur Striberger (2011) að setlög bendi til að jökulaur hafi aftur orðið áberandi. Í rannsókn Johan Striberger (2011) á lífveruleifum úr seti kom í ljós vísbending um mismunandi tímabil í sögu Lagarins frá ísaldarlokum þar sem umtalsverðra breytinga varð vart í tegundasamsetningu kísilþörungum og rykmýslirfa. Þær niðurstöður ásamt fleirum er hægt að nýta til að ráða í sögu vistkerfis vatnsins. Í dýpsta lagi setsins (10.500–9.000 ár) var lítið um kísilþörungum, mest var af tegundum af ættkvíslinni *Aulacoseira* sem áður voru flokkaðar með *Melosira* tegundum (Striberger o.fl. 2012, Striberger 2011). Á sama tíma var fjölbreytni rykmýs lítil, einkennandi ættkvíslir voru *Oliverdia*, *Diamesa* og *Eukiefferiella* sem allar eru algengar í köldum næringarlitlum vötnum (sjá t.d. Brooks o.fl. 2007). Ofar í setinu, sem spannar tímabilið 9.000–4.400 ár frá okkar

tíma fjölgaði kísilpörungum mikið. Á því tímabili má segja að tegundirnar *Aulacoseira subarctica* og *A. islandica* hafi verið ríkjandi meðal kísilpörunga. Eftir það fannst tegundin *A. islandica* í mjög litlum mæli í seti Lagarins. Rykmýsættkvíslirnar sem höfðu verið ríkjandi fyrr snarfækkaði á þessu tímabili, fjölbreytni rykmýs jókst mikið og ættkvíslir sem frekast er að finna í tæru vatni urðu ríkjandi, líkt og *Micropsectra* sem finnst m.a. á lindarsvæðum í Mývatni (Lindegaard 1979, Lindegaard og Jónasson 1979). Í efstu lögum setsins, þ.e. seti sem er yngra en 4.400 ára minnkaði magn kísilpörunga mikið og fjölbreytni rykmýs minnkaði töluvert, einkum í seti sem er yngra en 2.800 ára (Striberger o.fl. 2012, Striberger 2011).

Fyrri athuganir á plöntu- og dýrasvifi síðustu áratuga í Leginum hafa leitt í ljós að magnið er lítið sem og fjölbreytnin (sjá t.d. samantekt um lífríki og sögu Lagarfljóts eftir Helga Hallgrímsson 2005). Rannsókn F. Reinsch (1926) sem fyrr er getið, gaf til kynna að áta fyrir fisk væri lítil. Í greinargerð sinni segir hann meðal annars um átuna: „*Lítill áta er í vatninu. Sökum tíðra breytinga vatnshæðarinnar vantar átu á ströndina. Að eins tiltölulega mjó ræma meðfram Gilsár-línunni er áturík. Svif er af skornum skamti í vatninu*“. Sama kom fram í athugnum Jóns Kristjánssonar (1975). Í rannsókn Hákonar Aðalsteinssonar (1976), var magn smádýra í svifi og í fjörum Lagarins lítið árið 1975. Ályktaði hann að: „*Breytingar sem verða tíðar á vatnsborði Lagarins hafa fyrst og fremst áhrif á strandlífið*“. Þegar fiskur og áta hans voru rannsökuð í ágúst 1998 kom í ljós að svifdýra- og fjöruhána Lagarins var fábreytt og fálíðuð (Guðni Guðbergsson og Ingi Rúnar Jónsson 1998). Í yfirlitsrannsókn á vatnalífríki vatnasviðs Lagarfljóts fyrir Kárahnjúkuvirkjun (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001) var lífríki Lagarfljóts lýst sem frekar fábreyttu og þéttleiki dýra þótti lítill, einkum úti í vatnsbolnum og á setbotni. Fannst þó á stöku stað töluverð gróska í smádýralífi á efsta fjörugrjóti, en samfélagsgerðin var fremur einföld þar sem lifur bogmýs (Orthocladinae) voru allsráðandi (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001).

Helsta rannsókn sem farið hefur fram á þörungalífi Lagarins var rannsókn Hákonar Aðalsteinssonar (1976) á svifaur, gegnsæi og lífríki Lagarins. Þar kom í ljós að mest áberandi svifpörungar voru dulþörungar (Cryptophyceae), gullþörungar (Chrysophyceae) auk kísilpörunga (Bacillariophyta). Mælingar á frumframleiðni á nokkrum stöðum í efstu 100 cm vatnsbolsins 1975 leiddu í ljós að framleiðnin var mest á um 20 cm dýpi, nema út við Egilsstaði þar sem framleiðnin var mest á rúmlega 40 cm dýpi (Hákon Aðalsteinsson 1976). Frumframleiðni plöntusvifs var bundin við efstu 40 cm og neðan við 50–60 cm dýpi reyndist hún mjög lítil (Hákon Aðalsteinsson 1976). Í samanburði við önnur stöðuvötn hérlandis var frumframleiðni plöntusvifs í Leginum lítil (Hákon Aðalsteinsson 1981). Önnur rannsókn á kísilpörungaflóru í einu sýni úr botnseti leiddi í ljós að hlutdeild sviflægra kísilpörunga væri lítil í Leginum, sem rannsakendur tengdu lélegum birtuskilyrðum vegna svifaurs og lítillar reglulegrar hitalagskiptingar vatnsbolsins (Karst-Riddoch 2004, Hilmar J. Malmquist o.fl. 2010).

Ljós er sá umhverfispáttur sem oftast er takmarkandi fyrir framleiðslu í stöðuvötnum, einkum í næringarríkum vötnum en einnig í vötnum sem eru aurbönduð líkt og jökulvötn. Þannig getur minni

ljósgeislun niður í vatnið samfara auknum svifaur verið ráðandi þáttur í framleiðslu stöðuvatna og getur leitt til marktækra breytinga á þeim (Ellis 1936). Agnir á floti í vatninu gleypa ljós er fellur á vatnsyfirborð, þannig að oft nær aðeins lítill hluti þess ljóss sem fellur á vatnsyfirborð niður í neðri lög vatnsbolsins. Nokkur munur er á hversu langt niður í vatnsbolinn hinar ýmsu bylgjulengdir ljóssins ná. Hákon Aðalsteinsson (1976) mældi ljósgleypni í Leginum í júní og ágúst 1975. Hann benti á að það sé fullvíst að ljósið sé sá þáttur sem takmarki þörungafframleiðslu og þá líka framleiðslu á efri fæðuþrepum. Í athugun hans kom fram að ljós af löngum bylgjulengdum (rautt) náði lengst niður, en ljós af stuttum bylgjulengdum (blátt) náði skemmst niður í vatnsbo linn. Þetta er í takt við það sem þekkt er í vötnum þar sem mikið er af ögnum. Almennt er miðað við að mörk ljóstillífunarbeltis vatna séu ofan við þau mörk þar sem 1% af ljósi sem nær í gegnum vatnsyfirborð mælist (sjá t.d. Wetzel 2001). Þá er gert ráð fyrir að mestur hluti frumframleiðslunnar fari fram ofan þessara marka, eða m.ö.o. að innan þessa skilgreinda ljóstillífunarbeltis geti þörungar ljóstillífað, en ekki neðan þess. Ljóstillífunarbelti Lagarins var um 100 cm á þykkt í júní 1975 og 50–70 cm í ágúst sama ár (Hákon Aðalsteinsson 1976). Í mælingum Friedrich K. Reinsch (1926) mældist rýni með rýnskífu niður á 70 cm dýpi í Leginum í september 1925. Til að ákvarða ljóstillífunarbelti út frá mælingum á rýni er yfirleitt notaður margföldunarstuðullinn 2,3–2,7. Þetta er nokkuð flóknara í jökulskotnum stöðuvötnum, þar sem þessi stuðull getur orðið talsvert hærri (Hákon Aðalsteinsson 1981). Sé miðað við það þá hefur ljóstillífunarbelti Lagarins náð niður á a.m.k. 2 m dýpi þegar fljótið var tæpast, þ.e. á vetrum og snemma vors. Hafa verður í huga að í september er aurburðurinn oft farinn að minnka og sú minnkun kemur fyrst fram innst Leginum (Hákon Aðalsteinsson 1976).

Frumframleiðni hefur ekki verið mæld á botni Lagarins, hvorki á mjúkum botni úti í fljótinu sjálfu né á strandsvæðum þess. Slíkar mælingar er nauðsynlegt að gera m.a. til að meta hvaða svæði standa undir framleiðslu þess. Í rannsókn Hákonar Aðalsteinssonar (1976) var hins vegar tilvist frumframleiðenda könnuð í fjörubeltinu, þörungaskán var skröpuð af steinum sem lágu neðan vatnsborðs, allt niður á 50 cm dýpi í fjörunni. Niðurstaða þess benti til að það væru eingöngu kísilþörungar sem mynduðu skánina. Af öðrum þörungum sem finnast í Lagarfljóti hefur mest fundist af grænþörungum. Á vorin hefur verið algengt að sjá mjótt og grænt slý belti á steinum í vatnsborðinu. Þráðlaga grænþörungar af *Ulothrix* ættkvíslinni eru þeir þörungar sem helst hafa myndað þetta lag (Helgi Hallgrímsson 2005). Aðrir þörungar hafa fundist víða um Lagarfljót, einkum þar sem ferskvatn rennur út í fljótið, eins og grænþörungurinn *Tetraspora cylindrica* og rauðþörungurinn *Lemanea condensata*. Bláþörungar sem mynda *Nostoc* kúlur eru algengir í ám sem renna út í fljótið en finnast sjaldan í Leginum og kransþörungurinn *Nitella opaca* sást fyrst árið 2003 á grunni við Breiðavað (Helgi Hallgrímsson 2005). Annar vatnagróður en þörungar eru helst mosar og blómplöntur, sem finnast á ýmsum stöðum í Lagarfljóti. Mosar eru einkum á klöppum í vatnsborðinu og í flúðum og stöku háplöntur finnast á leirum og á grunnum einkum þar sem lækir og ár renna út í fljótið (Helgi Hallgrímsson 2005).

Fjölmargir fræðimenn hafa bent á mikilvægi strandsvæða í tengslum við orkubúskap og þar með flæði orkunnar innan stöðuvatna (Strayer og Likens 1986, Schindler og Scheuerell 2002, Vadeboncoeur o.fl. 2002, Stoffels o.fl. 2005). Strandsvæði djúpra, stórra og næringarlítilla vatna, einkum ef strandlengjur eru langar, standa oft undir miklum hluta framleiðslunnar eins og víða hefur verið sýnt fram á m.a. á Suðureyju Nýja Sjálands (James o.fl. 1998). Þingvallavatn er dæmi um frekar djúpt og stórt vatn með strandsvæði (0–10 m dýpi) sem nær yfir 18% af botnfleti vatnsins. Þar sem vatnið er að öllu jöfnu tært nær ljóstillífunarbelti þess langt niður í vatnsbolinn, eða 20–40 m (Jónasson o.fl. 1992). Talið er að rekja megi rúmlega þriðjung af heildarfrumframleiðni vatnsins til botnþörunga á strandsvæðum (0–10 m) og kransþörungabeltisins (10–20 m). Frumframleiðnin er að öðru leyti rakin til svifþörunga (Jónasson og Lindegaard 1988, Kairesalo o.fl. 1992, Jónasson o.fl. 1992, Jónsson 1992).

Þegar jökulvatnsblönduð vötn eru skoðuð er ljóst að þar eru aðstæður fyrir frumframleiðni töluvert frábrugðnar þeim sem finnast í lindarvötnum eins og Þingvallavatni. Vötn blönduð jökulvatni eiga það sameiginlegt að ljóstillífunarbelti þeirra er mjög takmarkað vegna skyggingar af völdum jökulaursins líkt og kom bersýnilega fram í samanburðarrannsókn á frumframleiðni í jökulskotnum vötnum héraðsins (Hákon Aðalsteinsson 1981). Hliðstæður samanburður á stöðuvötnum í Alaska sýndi að jökulblönduðu vötnin skáru sig mikið frá þeim sem ekki voru blönduð jökulaur. Þar dró margfalt úr frumframleiðni þegar þau urðu jökulskotin (Edmundson og Koenings 1986). Áhrif jökulaursins á ljóstillífun sem leiðir til minni frumframleiðni, hefur áhrif á síðframleiðendur, eins og kom fram í samanburði á stöðuvötnum í Alaska. Þar hurfu stærri krabbadýr s.s. vatnaflær og í stað þeirra urðu árfætlur ríkjandi krabbadýr í jökulskotnum vötnum (Koenings o.fl. 1990).

Vatnshæð Lagarfljóts getur verið mjög breytilega yfir árið, stýrist hún að hluta til af stíflunni við Lagarfoss, en einnig af náttúrulegum ástæðum. Vatnsborð hækkar gjarna í leysingum á vorin, oft í lok maí þegar hlýnar á láglendi og stundum aftur fáum vikum síðar þegar snjóbráð verður hvað örust á hálendinu. Mestu flóðin hafa þó komið á haustin eftir miklar rigningar sem hafa leitt til aukinnar snjóbráðar af hálendinu (Helgi Hallgrímsson 2005). Breytingar í vatnshæð hafa mikil áhrif á lífsskilyrði lífvera sem lifa á strandsvæðum Lagarins. Ef það lækkar mjög í fljótinu er líklegt að þeir frum- og síðframleiðendur sem lifa á fremur mjóu belti með ströndinni geti þornað upp sem hefur aftur áhrif upp alla fæðukeðjuna. Við mikla hækkun á vatnsborði hins vegar, geta þörungar á botni strandarinnar horfið of djúpt undir gruggugt leysingjavatn til að ljóstillífun geti viðhaldist (Hákon Aðalsteinsson 1976). Þekkt er að aukin ákoma sets (aukinn svifaur) samfara innflæði jökulvatns leiði gjarnan til breytinga á lífverusamfélögum og virkni vistkerfa, auk þess getur slíkt leitt til þess að fjölbreytni og framleiðni viðkomandi vistkerfa minnki (Donohue og Molinos 2009).

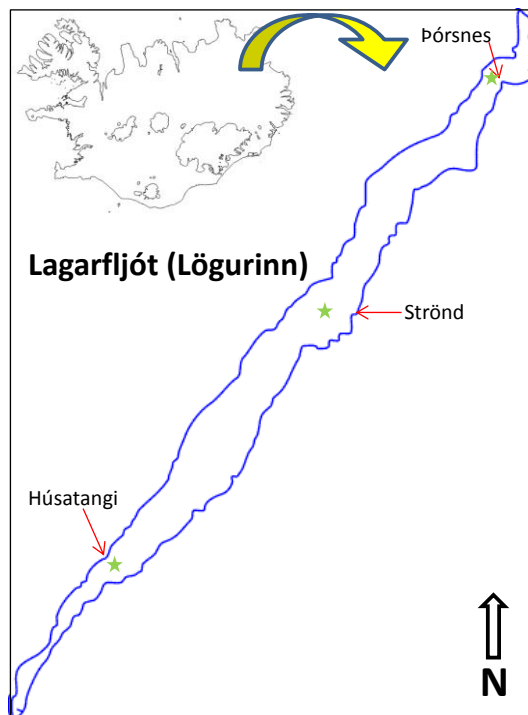
Leiða má líkum að því að frumframleiðni í fjöru Lagarins sé lítil, bæði vegna lítils rýnis og mikilla vatnsborðssveiflna. Framleiðslusvæði fjörunnar markast líklega af kraga sem umlykur strandlengjuna. Í rannsókn á smádýrum á botni, í svifi og af strandsvæðum Lagarins ásamt fæðu bleikju og urriða 11.–14. ágúst 1998 kom í ljós að strandsvæðið var mikilvægasta fæðusvæðið fyrir

bleikju og urriða (Guðni Guðbergsson og Ingi Rúnar Jónsson 1998). Í fæðunni bar mest á rykmýslirfum og púpum af undirættinni Orthocladinae, en auk þess var fjöldi árfætla mikill í fæðu bleikjunnar. Væri þessum fjöldataölum umbreytt í lífmassa vigtuðu lirfur og púpur rykmýsins úr fjörunni langmest í fæðunni. Af þessu má ætla að strandsvæðin skipti sköpum í orkubúskap Lagarins og standi undir miklum hluta frum- og síðframleiðslunnar.

Meginmarkmið rannsóknarinnar var að afla grunnvitneskju um nokkra grunnþætti lífríkisins, sem hægt væri að endurtaka síðar til að meta áhrif veitu Jökulsár á Dal yfir í Lagarfljót. Nálgun rannsóknarinnar var tvíþætt: 1) Að fá yfirlit yfir þörungaflóru og smádýrafánu í fjöru- og svífvist Lagarins áður en vatni úr Háslóni yrði hleypt þangað. 2) Að gera grein fyrir árstíðabreytingum á samfélögum þörungna og smádýra í Leginum.

2 AÐFERÐIR

Rannsóknin á lífríki Lagarfljóts árin 2006 og 2007 fór eingöngu fram í Leginum. Sýnatökur og mælingar fóru fram sex sinnum sumarið 2006, á um það bil mánaðar fresti eftirtalda daga: 16.–17. maí, 6.–8. júní, 27.–28. júní, 24.–26. júlí, 5.–7. september og 25.–26. október (tafla 1). Sumarið 2007 voru þrjár sýnatökur, 24. maí, 14. júní og 6. september. Sýnum var safnað á þremur stöðum 2006, við Húsatanga, Strönd og Þórsnes en á tveimur stöðum 2007, við Húsatanga og Þórsnes (1. mynd).



1. mynd. Strandlengja Lagarfljóts (Lagaríns). Útlínur strandlengju Lagaríns, örvar benda á staðsetningu sýnatökustaða í fjöruborðinu og stjörnur tákna staðsetningu svifsýnatöku út af hverjum sýnatökustað. Húsatangi er sú stöð sem er næst innrennsli Jökulsár í Fljótsdal til Lagaríns.

Sýnatökustaðir voru valdir þannig að þeir væru sem næst hvorum enda Lagaríns og fyrir miðju hans. Ysti sýnatökustaðurinn var við Þórsnes, í miðið var Strönd og innsti sýnatökustaðurinn var við Húsatanga, sem er næst innrennsli Jökulsár í Fljótsdal til Lagaríns. Sýnatökurnar beindust fyrst og fremst að fjörubúsvæðunum en 2006 voru einnig tekin svifsýni úti á miðjum Leginum út af hverjum fjörusýnatökustað (1. mynd). Í hverri sýnatökuferð var skráðar lýsingar á umhverfi sýnatökustaða og ljósmyndir voru teknar af hverju svæði. Í viðauka 1 má sjá lista yfir fjölda sýna sem var safnað í hverri sýnatöku og úr hve mörgum hefur verið unnið.

Tafla 1. Sýnatökustaðir og sýnatökudagar. Yfirlit yfir sýnatökur af botni og úr svifi auk sýnatökudaga á þremur stöðum í Leginum 2006 og 2007. Í töflunni stendur „Fjara“ fyrir dagsetningar þegar steinasýnum var safnað í fjöru fyrir blaðgrænumælingar, mælingar á hlutfalli lífræns efnis og fyrir þörungagreiningar. Í september 2006 og 2007 voru einnig tekin steinsýni fyrir smádyrarannsóknir. „Fjara (svif)“ táknar dagsetningar þegar svífsýnum var safnað í fjöru. „Vatnsbolur“ stendur fyrir dagsetningar þegar svífsýnum var safnað úti vatnsbol. Samtímis þessum sýnatökum fóru á sömu slóðum fram mælingar á umhverfisbreytum eins og hita, rafleiðni og pH-gildi.

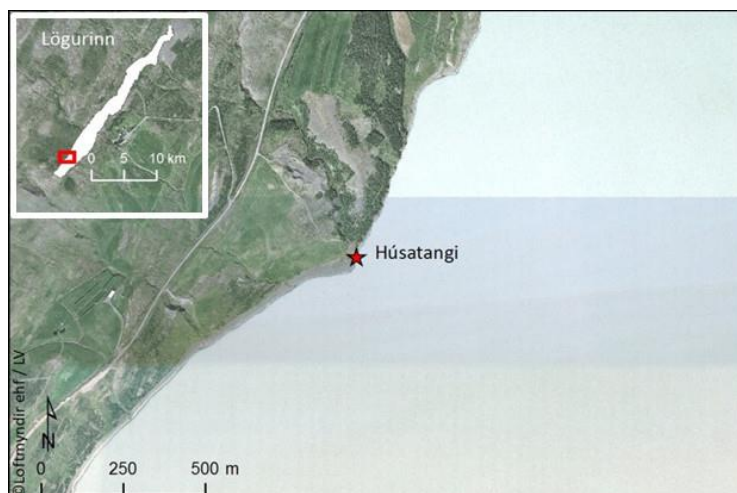
Sýnataka nr.	Húsatangi			Strönd			Þórsnes		
	Fjara	Fjara (svif)	Vatnsbolur	Fjara	Fjara (svif)	Vatnsbolur	Fjara	Fjara (svif)	Vatnsbolur
1	16.5.2006			17.5.2006			17.5.2006		
2	6.6.2006		8.6.2006	7.6.2006*		8.6.2006	7.6.2006		7.6.2006
3	27.6.2006	27.6.2006	27.6.2006	28.6.2006	28.6.2006	27.6.2006	28.6.2006	28.6.2006	28.6.2006
4	25.7.2006	25.7.2006	25.7.2006	25.7.2006	25.7.2006	25.7.2006	24.7.2006	24.7.2006	24.7.2006
5	5.9.2006	5.9.2006	7.9.2006	5.9.2006	5.9.2006	6.9.2006	6.9.2006	6.9.2006	6.9.2006
6	26.10.2006	26.10.2006		25.10.2006	25.10.2006		26.10.2006	26.10.2006	
7	24.5.2007	24.5.2007					24.5.2007	24.5.2007	
8	14.6.2007	14.6.2007					14.6.2007	14.6.2007	
9	6.9.2007	6.9.2007					6.9.2007	6.9.2007	

* smádyrasýni af steinum tekin 6.6.2006

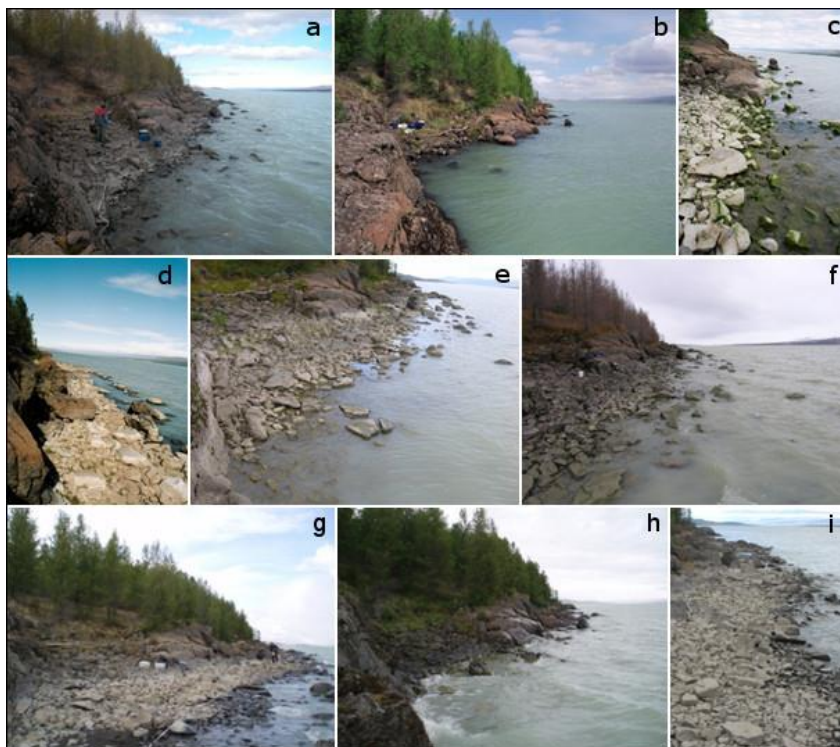
2.1 Lýsing á sýnatökustöðum

2.1.1 Húsatangi

Innsta rannsóknarsvæðið var við Húsatanga á vesturströnd Lagarins neðan við bæinn Hús (2. mynd). Þar hermir þjóðsaga að Lagarfljótsormurinn hafi eitt sinn verið bundinn við tangann (Helgi Hallgrímsson 2005). Markarlækur rennur út í fljótið nokkru sunnan við tangann. Tún og lerkiskógur eru ofan við ströndina og nær skógurinn niður að rannsóknarsvæðinu. Rannsóknarsvæðið er norð-austan við sjálfan tangann og einkennist af grýttri klapparfjöru (3. mynd a–i). Steinar eru heldur stærri á þessu rannsóknarsvæði en að jafnaði á hinum tveimur svæðunum og ströndin er meira áveðurs og opnari fyrir öldugangi.



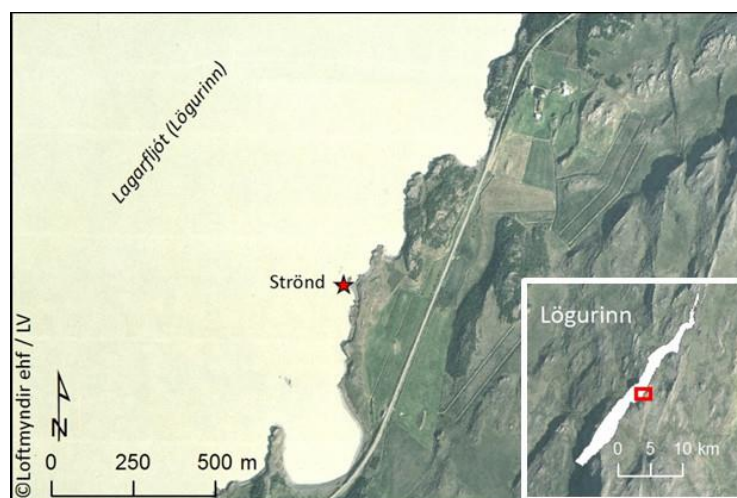
2. mynd. Húsatangi. Loftmynd sem sýnir Húsatanga og umhverfi. Efst í vinstra horninu er yfirlitsmynd af Leginum sem sýnir staðsetningu sýnatökustaðarins (birt með leyfi Landsvirkjunar).



3. mynd a–i. Sýnatökusvæðið við Húsatanga, 16. maí 2006 (a), 6. júní 2006 (b), 27. júní 2006 (c), 25. júlí 2006 (d), 5. september 2006 (e), 26. október 2006 (f), 24. maí 2007 (g), 14. júní 2007 (h) og 6. september 2007 (i).

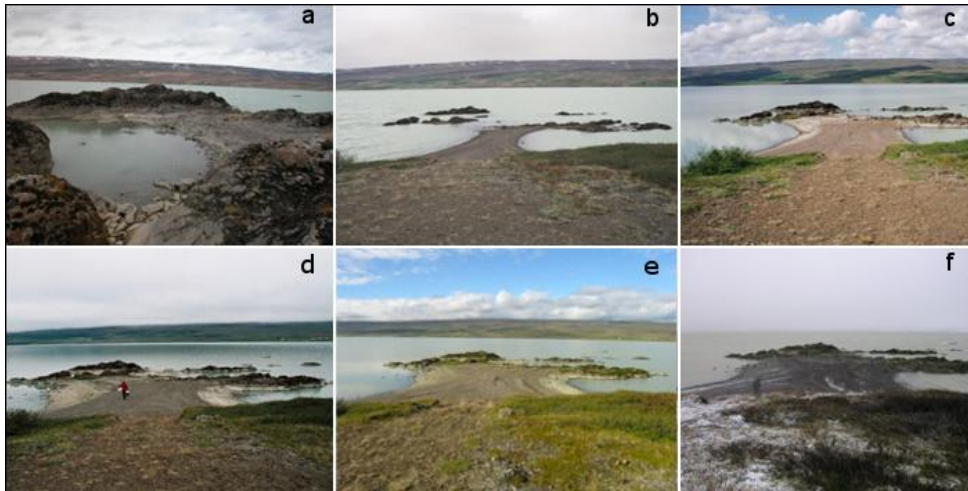
2.1.2 Strönd

Suður af bænum Strönd á austurströnd Lagarins einkennist strandlengjan af smávíkum og klettatöngum. Rannsóknarsvæðið við Strönd er flatur tangi og skjólgóð vík við suðurhlið tangans (4. mynd). Lítill gróður er á sjálfum tanganum en á svæðinu fyrir ofan er lyngmói með lágvöxnu kjarri og grasblettum hér og þar. Klöpp og stórgrýti einkennir ysta hluta tangans, en sendin malarfjara er á svæðinu nær landi. Við klapparhluta tangans var stundum of djúpt niður á botn fyrir sýnatöku, en malarhluti svæðisins er fremur aflíðandi og víkin grunn sunnan við tangann.



4. mynd. Strönd. Loftmynd sem sýnir Strönd og umhverfi. Neðst í hægra horninu er yfirlitsmynd af Leginum sem sýnir staðsetningu sýnatökustaðarins (birt með leyfi Landsvirkjunar).

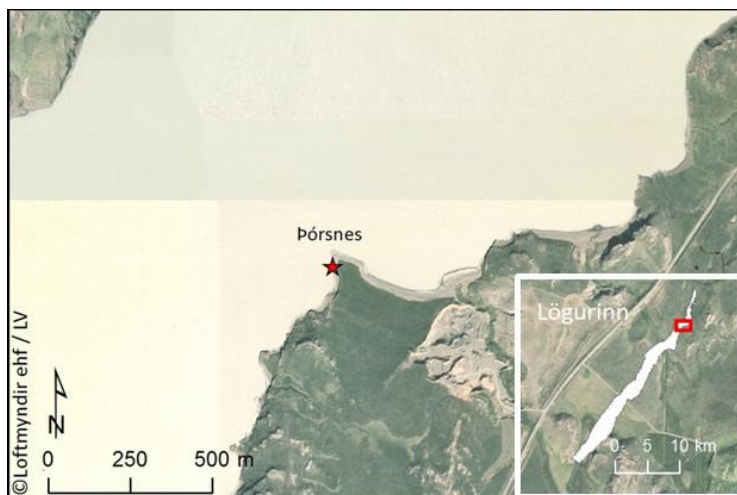
Mismunandi var hvar sýnum var safnað, vegna breytilegrar vatnshæðar (5. mynd a–f). Í fyrstu sýnatöku (17. maí 2006) var sýnatökusniðið látið ná jafnlangt niður beggja vegna tangans, en í síðari ferðum voru sýni eingöngu tekin við suðurhlið tangans, náði sýnatökusvæðið stundum upp í víkina þar við hliðina. Mismunandi aðstæður við sýnatökur réðu hvort sýnatökusniðið var látið vera 30 eða 50 m á lengd hverju sinni, eftir því hversu langt út á tangann hægt var að komast.



5. mynd a–f. Sýnatökusvæðið við Strönd, 17. maí 2006 (a), 6. júní 2006 (b), 28. júní 2006 (c), 25. júlí 2006 (d), 5. september 2006 (e) og 25. október 2006 (f).

2.1.3 Þórsnes

Þórsnes er nyrsti sýnatökustaðurinn, skammt suður af Egilsstöðum við austurbakka Lagarins. Þórslíkneski á að hafa rekið upp á nesið samkvæmt þjóðsögum, en Helgi Hallgrímsson (2005) telur nafnið á neginu vera fornt, jafnvel frá landnámi. Rannsóknasvæðið afmarkaðist af fjörunni við norðanvert nesið í fyrstu sýnatökunni (16.–17. maí 2006) en eftir það var ávallt lagt út sýnatökusnið vestan við nesið (6. mynd). Oft var skjólsælla í víkinni og minni öldugangur við nesið vestanvert



6. mynd. Þórsnes. Loftmynd sem sýnir Þórsnes og umhverfi neðst í hægra horninu er yfirlitsmynd af Leginum sem sýnir staðsetningu sýnatökustadarins (birt með leyfi Landsvirkjunar).

en við það norðanvert. Fjaran á nesinu er sendin með litlum halla, hún einkennist af grófri mól eða litlum steinum og stærra grjóti á milli (7. mynd a–i). Fjaran á nesinu liggur undir móbarði, en nesið er annars vel gróið fjalldrapa og birkikjarri, lyngi og mosa.



7. mynd a–i. Sýnatökusvæðið við Þórsnes, 17. maí 2006 (a), 7. júní 2006 (b), 28. júní 2006 (c), 24. júlí 2006 (d), 6. september 2006 (e), 26. október 2006 (f), 24. maí 2007 (g), 14. júní 2007 (h) og 6. september 2007 (i).

2.2 Sýnatökur og mælingar

2.2.1 Umhverfisbreytur

Í þessari rannsókn var stuðst að hluta til við gögn frá öðrum stofnunum um umhverfisbreytur í Lagarfljóti eins og upplýsingar um vatnshæð, rýni og grugg og vatnshita. Gögn í eigu Orkusölnunnar sem Landsvirkjun Power hefur heimild til að nota um vatnshæð í Leginum voru fengin frá Veðurstofu Íslands (Vatnamælingar 2008, Veðurstofa Íslands 2010). Vatnshæð Lagarfljóts er mæld daglega við Lagarfell við Lagarfljótsbrú út við Egilsstaði. Mælingarnar gefa ekki nákvæma mynd af ástandi vatnshæðar innan hvers sýnatökustaðar, en ættu að gefa til kynna megin breytileika vatnshæðar milli daga yfir rannsóknartímabilið.

Upplýsingar um mælingar á gruggi og rýni í Leginum voru fengnar frá Landsvirkjun (Vatnamælingar Orkustofnunar 2008). Mælingarnar fóru fram nokkrum sinnum yfir árin 2006 og 2007 við Lagarfell. Í flestum sýnatökuferðum var rýni mælt með rýnidiski (Secchi disk) í fjöru 2006 og 2007 og í vatnsbol 2006. Grugg (NTU: *Nephelometric Turbidity Units*) var einnig mælt í nokkrum sýnatökuferðum með YSI 6600 fjölnemamæli þar sem notaður var YSI 6136 NTU-nemi. Ljós mæling var gerð einu sinni í vatnsbol Lagarins, þann 6. september 2006, með YSI 6600 fjölnemamæli með

PAR (*Photosynthetically Active Radiation*) nema. Ljós var mælt við yfirborð og niður á 10 m dýpi. Mælingin var gerð á öllum svífsýnastöðunum þremur. Út frá þessum mæligildum er hægt að ákvarða ljóstillífunarbelti, sem markast af þeim stað þar sem meira en 1% af því ljósi sem féll á yfirborð er til staðar. Talið er að ljósstyrkur innan skilgreinds ljóstillífunarbeltis sé nægjanlegur til að þörungar geti tillífað.

Vatnshiti var mældur í fjöru og vatnsbol við hverja sýnatöku (tafla 1). Til viðbótar var hiti mældur einu sinni í vatnsbol, þann 6. september 2006, með YSI 6600 fjölnemamæli niður á 30–50 m dýpi. Mælingin var gerð á öllum svífsýnastöðunum þremur.

Auk framangreindra mælinga var vatnshiti, rafleiðni og pH-gildi mæld alla sýnatökudagana með fjölnemamæli YSI 6600 eða YSI 600XLM. Mælinákvæmni fyrir pH og hita var upp á tíunda hluta, en leiðni var mæld upp á þúsundasta hluta úr Siemens (μS). Bæði rafleiðni og pH-gildi voru stöðluð við 25 °C. Bæði rafleiðni og pH-gildi geta gefið vísbendingar um uppruna vatnsins og þau skilyrði sem lífverur lifa við hverju sinni. Mælingar voru gerðar við hvert dýpi sem sýni voru tekin af í fjöru, rétt ofan við botn á 0,2, 0,4 og 0,6 m dýpi og úti í vatnsbolnum á 1, 2, 5 og 10 m dýpi.

2.2.2 Sýnatökur í fjöru

2.2.2.1 Steinasýni

Við sýnatökur í fjöru var byrjað á að leggja út málband eftir fjörunni við vatnsborðið samsíða flæðarmáli, þvert á sýnatökusniðin og þannig afmarkað ýmist 30 eða 50 m langt snið á hverjum sýnatökustað. Fyrir sýnatöku voru þrír punktar á hverju sniði valdir af handahófi. Út frá þessum punktum var sýnum safnað úr fjörubotni á þremur sniðum á 0,2, 0,4 og 0,6 m dýpi. Af hverju dýpi voru teknir 3 steinar, einn til mælinga á lífrænu efni, einn fyrir blaðgrænumælingar og einn fyrir kísilþörungagreiningar. Öll sýnin voru merkt jafnóðum. Þannig var 9 steinum safnað út frá hverjum sýnatökusniði. Stærð steina sem var safnað takmarkaðist af að þeir væru ekki of stórir fyrir ílátin (hámark 4 l dósir) og væru ekki minni en 10 cm í þvermál. Til að verja þörungasýni fyrir smiti af kísilþörungum úr umhverfinu var hver steinn settur beint í hreina plastdós þegar kom upp úr vatninu og þess almennt gætt að öll áhöld og ílát sem snertu sýnin væru hrein. Steinar sem ætlaðir voru til blaðgrænumælinga voru pakkaðir í álpappír og geymdir í kæliboxi, til að verja þá birtu og halda þeim köldum þar til sýni voru meðhöndluð. Steinar sem ætlaðir voru til ákvörðunar á lífrænu efni voru settir í plastdósir líkt og þeir steinar sem ætlaðir voru til þörungagreininga.

2.2.2.2 Þörungasýni úr fjörusvífi

Á hverjum sýnatökustað var vaðið út í fljótið og þrjú 1 lítra vatnssýni tekin til greininga á kísilþörungum í svífi í fjörunni. Sýnatakan fólst í að hreinni plastflösku (1 lítra) var dýft á um 40 cm dýpi og um 40 cm frá botni og vatninu hleypt þar inn í flöskuna. Sýnið var varðveitt með því að bæta Lugol joðlausn (1–2% af heildarlausn) í vatnið.

2.2.2.3 Smádýrasýni úr fjöru

Smádýrasýnum var safnað úr fjöru í byrjun september 2006 og á sama tíma ári síðar, 2007. Teknir voru 5 steinar af hverju dýpi (0,2 , 0,4 og 0,6 m). Einn steinn var tekinn af botni af hverju dýpi innan fimm sýnatökupunkta sem voru valdir af handahófi, þar af voru þrír punktar þeir sömu og notaðir voru fyrir önnur steinasýni (sem var lýst í kafla 2.2.2.1).

2.2.3 Sýnatökur úr vatnsbol

Sýntökur til rannsókna á dýra og plöntusvifi og mælingar úti í Leginum voru framkvæmdar fjórum sinnum sumarið 2006: 7.–8. júní, 27.–28.júní, 24.–25. júlí og 6.–7. september. Sýnatökustaðir voru valdir þannig að staðsetning yrði um miðbik Lagarins beint út af hverjum fjörusýnatökustað við Húsatanga, Strönd og Þórsnes (1. mynd). Hver sýnatökustaður var staðsettur með staðsetningartæki og hnattstaða þeirra skráð.

2.2.3.1 Þörungasýni úr svifi

Svifsýni voru tekin með sérútbúnum vatnssýnataka. Vatnsýnatakinn var plexiglerhólkur (670 ml) með einstreymislokum í hvorum enda, sem lokað var fyrir á því dýpi sem sýnið var tekið á. Sýnum var safnað af 1, 2 og 5 m dýpi. Í fyrstu sýnatökunni var reynt að ná sýnum af 10 m dýpi, en gafst illa og var því hætt eftir það. Þörungasýni af 10 m dýpi voru tekin við Húsatanga og Strönd þann 8. júní 2006, en ekki við Þórsnes. Þrjú 1 lítra sýni voru tekin úr vatnsmassanum á hverju dýpi (tvær sýnatökur settar saman í eina), geymd í hreinum merktum plastflöskum og varðveitt með Lugol joðlausn.

2.2.3.2 Svifdýrasýni

Við söfnun smádýra úr svifi voru notaðar tvennskonar sýnatökuaðferðir: Í tveimur fyrri sýnatökunum var notaður 10 lítra vatnsýnataka með einstreymislokum í báðum endum. Í annarri sýnatöku 27.–28. júní 2006 var svifháfur einnig notaður og í tveimur seinni sýnatökunum var svifháfurinn eingöngu notaður. Sýni voru tekin á 1, 2, 5 og 10 m dýpi. Með vatnsýnatakanum voru tekin þrjú 30 lítra sýni af hverju dýpi og síuð í gegnum 125 μ m sigti. Svifháfurinn með 25 cm opi og 125 μ m möskvum var sendur niður á tiltekið dýpi og dreginn gætilega lóðrétt upp að bátshlið, í enda háfpokans var ílát sem sýnið safnaðist fyrir í. Með þessu móti fékkst sýni úr vatnssúlunni frá því dýpi sem háfurinn var sendur niður á og upp í yfirborð. Á hverjum sýnatökustað voru þrjú slík svifhöl tekin af hverju dýpi. Veiðin var varðveitt í Lugol joðlausn í merktri plastdós.

2.3 Úrvinnsla sýna

Að lokinni sýnatöku í fjöru og úr vatnsbol voru öll sýni flutt í húsnæði Skógræktarinnar í Hallormsstaðarskógi þar sem vinnuaðstaða bauðst. Þar var gengið frá sýnum fyrir frekari úrvinnslu eða fyrir varðveislu og flutning. Við frágang sýna, einkum þörungasýna þurfti að hafa í huga að ekkert smit bærisk á milli við meðhöndlun, því voru öll ílát, bakkar o.fl. hreinsuð vandlega eftir hverja notkun með vatni, eimuðu eða kranavatni eftir því hvaða sýni átti að vinna næst á eftir. Uppþvottaburstar með mjúkum hárum, voru notaðir til að hreinsa af þörungum, lífrænt efni eða smádýr af steinunum.

Fyrir hvern sýnatökustað voru notaðir sér merktir uppvottaburstar. Þess var gætt að sömu burstar-
nir væru notaðir innan hvers sýnatökustaðar og að þeir væru hreinsaðir vel á milli sýna.

2.3.1 Blaðgræna á fjörusteinum

Sýni sem ætluð voru til að mælinga á blaðgrænu voru geymd í myrkri og kulda þar til komið var í hús. Þetta var gert til að hægja á niðurbroti blaðgrænu. Við frágang og undirbúning sýna var jafnan byrjað á blaðgrænusýnunum.

Hver steinn var fyrst tekinn úr álpappírnum og allt sem af steininum hafði fallið í álpappírinn var skolað niður með 96% etanóli í hvítan plastbakka. Steinninn var því næst burstaður yfir bakkan-
um með mjúkum uppvottabursta. Að burstun lokinni var burstinn og steinninn hreinsaður með 96% etanóli úr sprautuflösku og sýnið skolað yfir í hreina plastdós. Til að ákvarða yfirborðsflöt hvers steins var honum pakkað í einfalt lag af álpappír og þess gætt að ekki væri skörun í þeim svæðum steinsins sem álpappírinn hyldi. Þá var álpappírinn tekinn utan af steininum, þerraður, brotinn saman og geymdur í merktum plastpoka uns hann var þurrkaður og veginn. Auk pokans fyrir álpappírinn var hvert etanólblandað blaðgrænusýni merkt með sýnatökustað, dýpi sem sýnið var tekið af og númeri sýnis auk dagsetningar sýnatöku. Sýnum var jafnóðum komið fyrir í kæli og geymd í myrkri í sólar-
hring.

Fyrir mælingu á blaðgrænu voru sýnin síuð í gegnum glertrefjasíupappír (Whatman® GFC 47 mm í þvermál) til að losna við allt grugg. Það sem eftir sat í síunni var sett aftur í plastlátíð og bætt á þau etanóli til varðveislu og eru þau sýni því tiltæk til greininga á smádyrum verði eftir því leitast. Rúmmál hvers blaðgrænusýnis var mælt og 4 ml hlutsýni tekið með pípettu til mælinga, það sett í kúvettu (10 x 10 mm) og komið fyrir í ljósgleypnimæli (HACH Lange, DR 5000). Fyrir mælingu var hreint 96% etanól sett í kúvettu og mælt til að núllstillja mælinn. Gleypnin var mæld við 665 nm og 750 nm, fyrri bylgjulengdin mælir topp á gleypni blaðgrænu a en sú síðari er notuð til að leiðrétta fyrir grugg í lausninni. Mælingin var síðan endurtekin eftir að 5 dropum af 0,1 N HCl hafði verið bætt út í sýnið og kúvettunni snúið á hvolf nokkrum sinnum til að tryggja að sýran blandaðist etanóllausninni. Þetta var gert til að brjóta alla blaðgrænu niður í phaeophytin. Með því móti er hægt að reikna út hve mikið var af virkri blaðgrænu í sýninu. Við undirbúning sýna og mælingar var stuðst við aðferð sem lýst er af Steinman o.fl. (2006). Stuðst var við eftirfarandi jöfnu til að reikna út magn blaðgrænu í sýnunum sem byggir á Lorenzen (1967), en upplýsingar um fasta fyrir 96% etanól eru byggðar á 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 a (µg/cm²).	K	2,43 leiðréttingarfasti fyrir sýringu.
A	11,99 gleypnistuðull (µg/cm²) fyrir blaðgrænu a, sem byggður er á gleypnistuðlum fyrir blaðgrænu a 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 (cm²).	l	Breidd kúvettu (cm).

Yfirborðsflötur hvers steins (A_r) var reiknaður út frá álpappírnum sem hann var pakkaður í að lokinni hreinsun steinsins. Til þess var eftirfarandi jafna notuð:

$$A_r = \left(\frac{A_k}{W_k} \right) \times W_r$$

A_r Yfirborðsflötur steins (cm^2).

W_k Þyngd A_k (g).

A_k Þekkt flatarmál álpappírs (cm^2).

W_r Þyngd álpappírs sem notaður var til að pakka inn hverjum steini (g).

Deilt var með tveimur í A_r (yfirborðsflöt steins) þar sem gengið var út frá því að tillífandi þörungar þektu helming af yfirborði hvers steins annað væri t.a.m. í snertingu við botninn eða niðurgrafið í botnsetið.

Vegna mistaka var 665_a ekki alltaf mælt. Því var útreikningum breytt örlítið við úrvinnslu; sleppt var að setja (665_a – 750_a) inn í fyrrgreinda jöfnu sem notuð var til að reikna út magn blaðgrænu. Þessi gildi eru oftast mjög lág og hafa lítil áhrif á niðurstöðuna.

2.3.2 Lífrænt efni á fjörusteinum

Steinarnir voru burstaðir með uppþvottabursta í plastbakka og það sem af steinum kom skolað með kranavatni niður í merкта plastdós. Sýnin voru ómagnbundin og því óþarfi að mæla stærð steina. Engin varðveisluefni voru notuð á þessi sýni. Þegar heim var komið voru sýnin geymd í frysti eða kæli þar til unnið var úr þeim.

Við frekari úrvinnslu voru sýnin síuð með sogflösku í gegnum glertrefjasíu (Whatman® GFC 47 mm í þvermál) sem áður hafði verið brennd við 550 °C í klst. í brennsluofni og vegin. Hver trefjasía ásamt lífræna efninu var því næst þurrkuð við 60 °C í 2 sólarhringa og vegin að þurrkun lokinni. Þá voru sýnin brennd í brennsluofni við 550 °C í 2 klst. og vegin að brennslu lokinni. Að lokum var reiknað út hver öskulaus þurrvignt hvers sýnis og hvert hlutfall þess var af heildarsýninu, sem gaf til kynna hlutfall lífræns efnis í sýninu.

2.3.3 Smádýr úr fjöru

Steinarnir voru burstaðir með uppþvottabursta og skolaðir með kranavatni úr sprautuflösku. Það sem kom af steinum var síað í gegnum 125 μm sigti og skolað ofan í sýnisglas, blandað með etanóli þannig að endanleg lausn yrði ekki veikari en 70% etanól og varðveitt fram að frekari úrvinnslu. Útlínur sem sýna ofanvarp hvers steins voru dregnar upp á merktan smjörpappír. Miðað var við að láta þann hluta steinsins sem snerti botn snúa að blaðinu. Mesta hæð steina var mæld og skráð. Flatarmál hvers steins var reiknað út frá teikningunum og notað til að umreikna fjölda dýra á steini yfir á flatarmál.

Öll smádýr voru talin og greind eins og unnt var undir víðsjá. Á þessu úrvinnslustigi var ekki miðað við að sundurgreina rykmýslirfur. Þau sýni bíða frekari úrvinnslu.

2.3.4 Svifdýr úr svifi

Svifdýrasýni úr svifi voru skoluð varlega niður í sigti með 45 μm möskvastærð. Þetta var gert til að fjarlægja varðveisluvökvan af dýrunum og minnka þannig umfang sýnisins. Varðveisluvökvanum var

safnað eftir föngum og hann endurnýttur á viðkomandi sýni. Dýrin voru flutt yfir í kvarðað ílát með vatni þar sem þau voru talin og greind til tegunda og hópa eftir því sem við átti. Við greininguna var notuð víðsjá (Olympus XZS 12) með 10–90 faldri stækkun. Að talningu og greiningu lokinni var dýrunum skilað aftur í sýnaglösin ásamt varðveisluvökvanum. Glösin voru fyllt upp og vökva ásamt Lugoli bætt á ef með þurfti.

2.3.5 Kísilþörungar á steinum

Þörungar voru burstaðir af steinum með mjúkum bursta og skolaðir með eimuðu vatni niður í hreina plastdöllu. Kranavatn getur innihaldið kísilþörungum og því ekki æskilegt að nota það við vinnslu þörungasýna. Lugol lausn var sett í sýnin til varðveislu (15 dropar í minnstu krukkurnar sem eru 155 ml, 25 dropar í næstu stærð fyrir ofan sem er 365 ml). Notaður var álpappír til að mæla flatarmál steinsins, líkt og lýst var hér á undan fyrir sýnatökum vegna blaðgrænumælinga (kafla 2.3.1).

Kísilþörungar voru síðar einangraðir úr sýnum, hreinsaðir og útbúin smásjárýni sem notuð voru til talningar og greiningar á kísilþörungum. Af öllum steinþörungasýnum sem safnað var bæði árin, var unnið úr einu sýni af hverjum þremur sem tekin voru á hverju dýpi. Til að fá áreiðanlegri mynd af þörungasamfélagunum var unnið úr öllum þremur sýnunum frá þremur sýnatökudögum við Þórsnes (28. júní og 6. september 2006 og 6. september 2007). Nánari lýsing á úrvinnslu kísilþörungasýna fylgir síðar (kafla 2.3.7). Þau sýni sem ekki voru unnin að þessu sinni mætti nota síðar til að skoða aðra þörungahópa en kísilþörungum.

2.3.6 Kísilþörungar úr í fjöruvafi og úr vatnsbol

Líkt og með þörungasýnin af steinum, fólst úrvinnsla í að hreinsa allt botnfall úr þeim og nota það sem botnféll til talninga og greininga á kísilþörungum eins og lýst verður nánar hér á eftir (kafla 2.3.7). Unnið var úr einu sýni af hverjum þremur sem voru tekin.

2.3.7 Greining kísilþörungum

Við undirbúning sýna fyrir greiningu kísilþörungum var botnfall úr einu sýni af hverju sýnatökudýpi hreinsað og kísilþörungar greindir úr því.

2.3.7.1 Smásjárýni útbúin

Í byrjun voru þörungasýni látin standa og botnfalla í a.m.k. hálfan sólarhring. Þá var tærum vökvanum fleytt ofan af með pípettu eins og hægt var án þess að grugga upp botnfallið og honum fargað. Afgangur af hverju sýni var færður í skilvinduglös 50 ml eða 15 ml eftir því sem átti við og sýnin spunnin niður við 2000 snúninga á mínútu í um 20 mínútur í hvert sinn. Hvert sýni þurfti yfirleitt um 2–3 umferðir í skilvindu, til að minnka rúmmál sýnisins niður í eitt skilvinduglas, auk þess að skola varðveisluvökvanum (Lugol joðlausn) úr sýninu. Eimað vatn var notað til að skola og bæta á sýnin í ferlinu, sem endaði með að allt botnfall var komið í eitt skilvinduglas. Eftir síðasta spunann í skilvindu var allur vökvi tekinn ofan af botnfallinu, til að hreinsun lífrænna vefja úr sýninu gæti hafist.

Botnfall sýnisins var hreinsað með suðu í 65% saltþétursýru, til að eyða lífrænum vefjum úr kísilþörungaskeljum og þannig auðvelda greiningu þeirra til tegunda. Um leið og lífrænu efni var eytt

hurfu aðrir þörungahópar úr þessum sýnum. Ýmist var allt botnfall sýna hreinsað eða tekið hlutsýni úr botnfallinu til hreinsunar, eftir hentugleika. Allt botnfall úr svífsýnum bæði úr fjöru og utan úr Leginum var hreinsað. Oftast var tekið hlutsýni úr botnfalli sýna af steinum frá 2006 nema botnfallið væri mjög lítið, en allt botnfall þörungasýna af steinum frá 2007 var hreinsað óháð rúmmáli botnfallsins. Þegar hlutsýni voru tekin til hreinsunar var miðað við að ekki væri meira en 2 ml botnfall í glasinu fyrir suðu, oft var miðað við að að hafa tæplega 0,5–1 ml botnfall fyrir hreinsun. Um það bil 1 hlutur af saltpétursýru (65%) var settur á hvert sýni á móti 1 hluta af sýni. Sýni með sýru voru hituð í vatnsbaði við 70 °C í nokkrar klukkustundir eða látin standa yfir nótt án þess að vera í hitabaði þar til að hætti að sjóða og lífrænir vefir virtust vera horfnir úr sýninu.

Eftir suðu voru glösin fyllt með eimuðu vatni til að þynna og skola sýruna úr sýnum. Botnfallið var þá hrist upp í vökvann áður en hann var skilinn frá botnfallinu í skilvindu. Sýnin voru spunnin í skilvindu þar til vökvinn var orðinn tær (um 15–20 mín. á 2000 snúningum/mín.). Þá var flotið dregið ofan af með pípettu og eytt sem spilliefni. Skolunin var endurtekin nokkrum sinnum eða þar til pH-gildi sýnisins mældist um 5 eða hærra. Eftir síðasta spunann var tekinn eins mikill vökvi og hægt var ofan af og rúmmál sýnisins staðlað með því að bæta á það þekktu magni af eimuðu vatni (10 ml). Sýnið var þá tilbúið til að setja á smásjargler. Ef þéttleiki agna reyndist of mikill á þessu stigi var brugðið á það ráð að taka hlutsýni með þynningu.

Til að þynna sýnislausnina var ákveðið magn af sýni fært með pípettu í hreint ílát og það þynnt út með þekktu hlutfalli af eimuðu vatni. Þynningar miðuðust við að þéttleiki agna í lausninni væri hæfilegur þegar hún væri komin á smásjargler, þ.e.a.s. að dreifing agna á glerinu væri þannig að aðrir þörungar og leiragnir torvelduðu ekki greiningar, né heldur að lausnin yrði of þunn og agnirnar þar með of dreifðar.

Smásjársýni voru útbúin með því að setja 400 µl af þynntri sýnislausn á kringlótt þekjugler, 15 mm í þvermál. Þekjuglerin voru látin standa yfir nótt og þorna við stofuhita. Hristingur eða of hröð þornun gátu valdið ójafnri dreifingu agna á glerjum og gert þau ónothæf fyrir greiningu. Þekjugler með þornuðum og jafndreifðum dropum voru steipt með Naphrax® steypiefni á merkt smásjargler. Naphrax er steypiefni sérstaklega ætlað fyrir kísilþörunga greiningar og er einkum vænlegt vegna hversu hagstæðan ljósbrotsstuðul það hefur, 1,73.

2.3.7.2 Kísilþörungar taldir og greindir í smásjá

Kísilþörungar voru taldir og greindir í Leica DM4000B fasasmásjá, við 1000 sinnum stækkun. Til að ná yfir mismunandi dreifingu kísilþörunga yfir þekjuglerið var miðað við að fylgja ákveðnum sniðum þvert yfir miðju hvers þekjuglers. Ýmist var greint á samfelldum sniðum eða greint af punktum (eitt sjónsvið sama og einn punktur) á sniðinu með jöfnu millibili, sem fór eftir þéttleika þörunga á glerinu. Stundum þurfti að greina af fleiri sniðum en einu, þá var ýmist fylgt sniði þvert á fyrra sniðið að frátöldu því svæði sem sniðin sköruðust á eða að fylgt var fleiri samhliða sniðum sitt hvoru megin við upphaflega miðjusniðið. Kísilþörungar voru því greindir úr hluta af því sýni sem var á smásjarglerinu. Til að hafa mælikvarða á stærð þessa hlutsýnis, þurfti að skrá öll hnit við upphaf og lok sniða eða

telja fjölda sjónsviða sem greint var af. Allir heilir þörungar sem sáust innan sjónsviðsins voru taldir og greindir til tegunda ef mögulegt var. Brotnir þörungar sem vantaði meira en $\frac{1}{4}$ á voru ekki taldir með og þörungar sem voru minna en $\frac{1}{4}$ innan sjónsviðsins voru ekki taldir með.

Miðað var við að greina og telja að lágmarki 200 skeljar kísilþörungum og að hvert snið sem byrjað væri á væri klárað, þ.e. þvert yfir glerið eða frá kanti að miðju. Að meðaltali voru greindar um 270 kísilþörungum skeljar (147–530) úr hverju sýni.

2.3.7.3 Útreikningar á fjölda kísilþörungum úr hlutsýnum

Til að reikna út heildarþéttleika kísilþörungum í hverju sýni þurfti að yfirfæra þann fjölda sem fannst í hlutsýni við greiningu yfir á allt sýnið. Því þurfti að finna út hvert hlutfall hlutsýnis var af heildarsýni, þ.e. úr hve stórum hluta hvers sýnis kísilþörungar voru greindir og taldir. Eftirfarandi stærðir þurfti því að þekkja fyrir þá útreikninga sem verður lýst hér á eftir:

<i>A</i>	Upphaflegt rúmmál sýnis (<i>A</i>).
<i>B</i>	Rúmmál frumhlutsýnis sem var sýruhreinsað (<i>B</i>).
<i>C</i>	Staðlað rúmmál frumhlutsýnis eftir hreinsun (<i>C</i>) þ.e. 10 ml.
<i>D</i>	Þynning sýnis á gleri 1: <i>D</i> ; hlutar eimaðs vatns (<i>D</i>) á móti hverjum hluta af hreinsuðu sýni
<i>E</i>	Rúmmál dropa sem sett var á þekjugler (<i>E</i>).
<i>F</i>	Flatarmál þekjuglers (<i>F</i>).
<i>G</i>	Flatarmál sem greint var af í smásjá (<i>G</i>).

Útreikningarnir fóru fram í nokkrum skrefum:

<i>H</i>	Áætlað rúmmál frumhlutsýnis sem fór í dropa miðað við 1: <i>D</i> þynningu ($H = (1/(1+D)) * \text{rúmmál dropa}$)	$H = \frac{1}{(1+D)} * E$
<i>I</i>	Rúmmál upphaflegs sýnis í dropa á þekjugleri ($I = (\text{rúmmál frumhlutsýnis miðað við 1:D þynningu/staðlað rúmmál frumhlutsýnis}) * \text{upphaflegt rúmmál frumhlutsýnis}$)	$I = \frac{H}{C} * B$
<i>J</i>	Rúmmál sýnis sem greint var úr af þekjugleri ($J = (\text{flatarmál sem greint var af í smásjá/flatarmál þekjuglers}) * \text{rúmmál upphaflegs sýnis í dropa á þekjugleri}$)	$J = \frac{G}{F} * I$
<i>K</i>	Hlutfall hlutsýnis sem talið var úr af upphaflegu rúmmáli sýnis ($K = \text{rúmmál sýnis sem greint var úr af þekjugleri/upphaflegt rúmmál sýnis}$)	$K = \frac{J}{A}$
	Ef jöfnurnar hér á undan eru sameinaðar má reikna út <i>K</i> (hlutfall hlutsýnisins af heildarsýninu) í einu skrefi með eftirfarandi jöfnu:	$K = \frac{\frac{G}{F} * \left(\frac{E}{1+D} \right) * B}{A}$

Þetta hlutfall hlutsýnis sem talið var úr af heildarsýni (*K*) er hægt að nota til að áætla hve margar þörungaskeljar hafi verið í heildarsýninu:

<i>L</i>	Fjöldi þörungaskelja í hlutsýni (<i>L</i>).	
<i>M</i>	Heildarfjöldi þörungaskelja í sýni ($M = \text{fjöldi þörungum í hlutsýni/hlutfall hlutsýnis af heildarsýni}$)	$M = \frac{L}{K}$

Til að yfirfæra þéttleika þörunga í sýnum yfir á ákveðið flatarmál eða rúmmál (t.d. fjöldi þörungaskelja/cm² eða fjöldi þörungaskelja/lítra), er bætt í jöfnuna flatarmáli steinsins eða rúmmáli svifsýnisins eftir því hvort á við:

N Upprunalegt flatarmál eða rúmmál sem þörungarnir koma af eða úr (N).
Yfirborðsflatarmál steina sem sýnum var safnað af, var mælt með álpappír eins og fyrr var lýst. Rúmmál svifsýna var mælt í upphafi fyrir hreinsun, þ.e. N fyrir svifsýni er sama og A (upphaflegt rúmmál sýnis).

O_{steinar} Þéttleiki þörunga af steinum á flatarmálseiningu (O_{steinar})=fjöldi þörunga í hlutsýni/(flatarmál sem sýni var safnað af*hlutfall hlutsýnis af heildarsýni).

$$O_{\text{steinar}} = \frac{L}{N * K}$$

O_{svif} Þéttleiki þörunga í svífi á rúmmálseiningu (O_{svif})=fjöldi þörunga í hlutsýni/(upphaflegt rúmmál sýnis*hlutfall hlutsýnis af heildarsýni).

$$O_{\text{svif}} = \frac{L}{A * K}$$

2.3.7.4 Greining kísilþörunga til tegunda

Við greiningu á kísilþörungum til tegunda var einkum stuðst við greiningabækur eftir Krammer og Lange-Bertalot (1997a, 1997b, 2004a og 2004b) auk heimasíðunnar: *Common Freshwater Diatoms of Britain and Ireland. A multiaccess key* (Kelly o.fl. 2005). Í flokkunarfræðum kísilþörunga er töluvert um að ættkvíslir hafi breytt um nöfn síðustu áratugi, hér var valið að nota ættkvísla- og tegundanöfn eins og þau eru hjá Krammer og Lange-Bertalot (1997a, 1997b, 2004a og 2004b) þó að það sé ekki sú flokkun sem er algengast að nota í dag fyrir nokkrar ættkvíslir.

Við greiningu komu upp ýmis vafaatriði og þurfti því í nokkrum tilvikum að sameina tegundir í hópa við úrvinnslu gagna, svonefnda tegundahópa. Algengari eða algengasta tegundin innan hvers hóps er oftast fremsta tegundaheitið.

Þau tilfelli þar sem tvær tegundir voru sameinaðar í eina einingu voru:

Aulacoseira subarctica (O.Müller) Haworth og *A. italica* (Ehrenberg) Simonsen
Achnanthes pusilla (Grunow) De Toni og *A. nodosa* Cleve
Navicula indifferens Hustedt og *N. molestiformis* Hustedt
Navicula suchlandtii Hustedt og *N. bryophila* Petersen
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow og *N. sociabilis* Hustedt
Stephanodiscus parvus Stoermer & Håkansson og *S. minutulus* (Kützing) Cleve & Möller

Hópar þar sem fleiri en tvær tegundir voru sameinaðar voru:

Achnanthes hópur 1 (Líkjast t.d. *Achnanthes daonensis* Lange-Bertalot, *A. scotica* Flower eða *A. chlidanos* Hohn & Hellermann).
Achnanthes hópur 2 (Líkjast t.d. *Achnanthes levanderi* Hustedt, *A. grischuna* Wurthrich eða *A. marginulata* Grunow).
Amphora hópur 1 (*Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *A. inariensis* Krammer og *A. sp. X*).
Navicula hópur 1 (Líkjast t.d. *Navicula cryptocephala* Kützing, *N. cryptotenella* Lange-Bertalot og *N. veneta* Kützing).
Nitzschia hópur 1 (*Nitzschia perminuta* (Grunow) M. Peragallo og líkir þörungar).
Nitzschia hópur 2 (*Nitzschia sublinearis* Hustedt og líkir þörungar).

2.4 Töluleg úrvinnsla

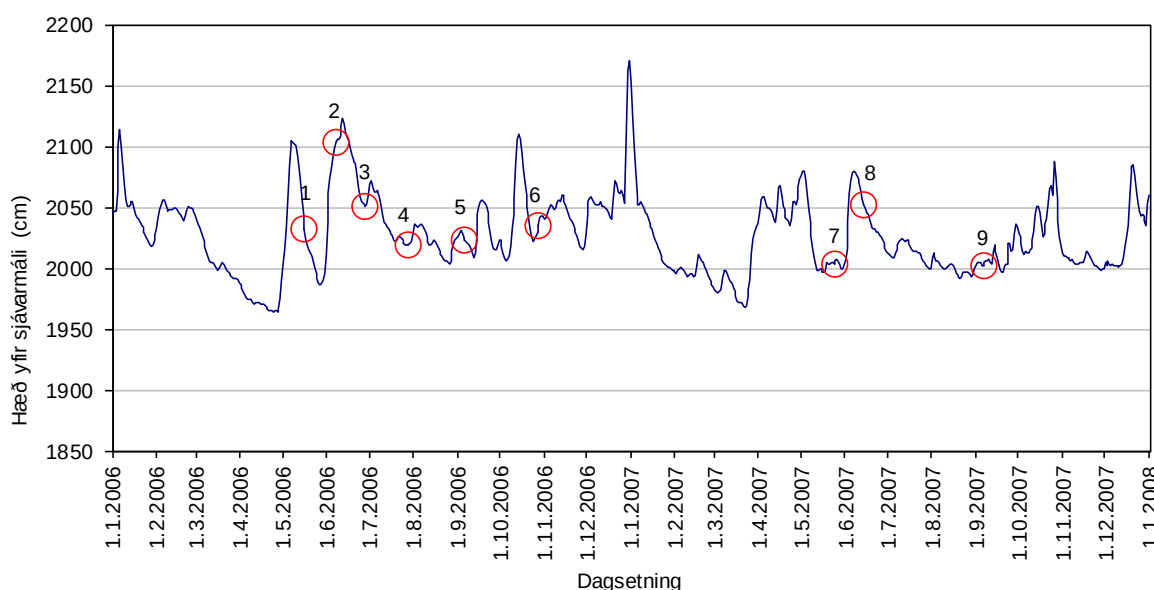
Við úrvinnslu gagna var hefðbundnum tölfræðiaðferðum beitt við prófanir á tilgátum s.s. fervikagreiningu (ANOVA), línulegri aðhvarfsgreiningu og fylgniprófi. Að undangengnum prófum á normaldreifingu var gögnum umbreytt með lógaritma væri þess þörf. Auk þess að reikna út tegundafjölda voru fjölbreytileikastuðlar reiknaðir. Í því tilfelli var notast við Shannon fjölbreytileikastuðul (Magurran 2004). Shannon fjölbreytileikastuðull tekur mið af hlutfallslegum fjölda einstaklinga innan tegunda í stofninum. Með því að bera saman tegundalista tveggja sýnatökustaða í einu með Sørensen breytileikastuðli (Magurran 2004) má finna út hversu líkir þeir eru og út frá því hversu hátt hlutfall sameiginlegra tegunda er miðað við heildarfjölda tegunda sem finnast á báðum stöðum. Því hærra gildi sem fæst því fleiri tegundir eru sameiginlegar. Sørensen stuðull gefur vísbendingar um β -fjölbreytni (Magurran 2004). Til að meta skyldleika einstakra sýnatökusvæða eða dýpis m.t.t. tegunda sem þar fundust var notast við óþvingaða hnitun (e: *unconstrained ordination*) svonefnd DCA-hnitun (*Detrended Correspondence Analyses*) og notað til þess tölfræðiforritið CANOCO 4.5 (ter Braak og Šmilauer 1998). Í nokkrum tilfellum var breytileikastuðull (e: *coefficient of variation (CV)*) notaður við samanburð á milli mælinga, sem er stöðlun á breytileika með því að deila með meðaltalsgildi hvernar mælingar í staðalfrávik frá því sama meðaltali. Til að prófa tilgátur um hvaða umhverfisþættir skýrðu þann breytileika sem fram kom í tegundasamsetningu var notast við þvingaða hnitunargreiningu (e: *constrained ordination*) með CCA-hnitun og var marktækni hvernar breytu prófuð með Monte Carlo umröðunarprófi þar sem notast var við 199 umraðanir (Lěps og Šmilauer 2003). Eftirfarandi breytur voru notaðar við greininguna: 1) árstími (nr. dags innan árs), 2) rýni sem var mælt á hverjum sýnatökustað, 3) hæð yfir sjávarmáli, sem í raun er vatnshæð að frádregnu því dýpi sem hver steinn var tekinn af og er ætlað að gefa upplýsingar um hvar í fjörunni sýni voru tekin hverju sinni, 4) fjöldi daga sem steinar voru á þurru síðasta mánuð fyrir sýnatökur, 5) vatnshiti, 6) rafleiðni og 7) pH-gildi vatns.

3 NIÐURSTÖÐUR

3.1 Umhverfi

3.1.1 Vatnshæð

Umtalsverðar sveiflur voru á vatnsborði Lagarins, eins og sjá má á ljósmyndum sem teknar voru í hverri sýnatökuferð (3. mynd a–i, 5. mynd a–f, 7. mynd a–i). Á milli fyrstu dagana í tveimur fyrstu sýnatökunum, 16. maí og 6. júní 2006, hækkaði í fljótinu um 66 cm (8. mynd og tafla 2). En á þessum tíma voru miklar og snöggar breytingar á vatnshæðinni. Er leið á júnímánuð og fram í október voru mun minni vatnshæðarsveiflur. Breytingar á hæð vatnsborðs Lagarins voru mun dempaðri 2007 en þær voru árið áður þrátt fyrir að svipað mynstur væri fyrir hendi (8. mynd).



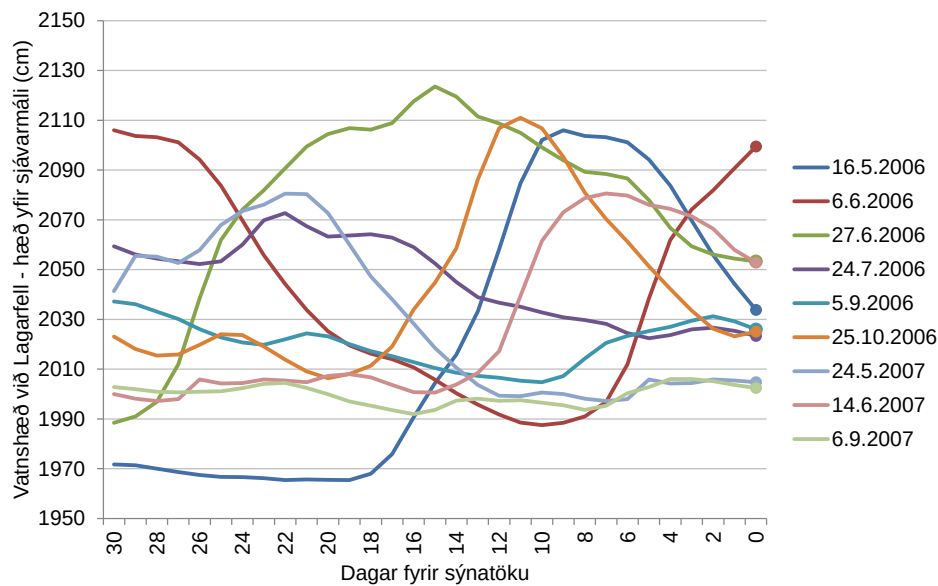
8. mynd. Vatnshæð í Lagarfljóti við Lagarfell. Vatnshæð (hæð yfir sjávarmáli) í Lagarfljóti við Lagarfell árin 2006 og 2007. Á myndina er merkt með rauðum hring utan um fyrsta dag hversrar sýnatöku og númeri sýnatökunnar (Vatnamælingar 2008).

Að meðaltali mældist vatnshæð í Lagarfljóti við Egilsstaði 2037 cm yfir sjávarmáli árið 2006, en 2020 cm yfir sjávarmáli árið 2007 (Vatnamælingar 2008). Breytileikastuðull var mun hærri fyrra árið en það síðara (0,017 og 0,013). Þessi munur var mun skarpari væri bara miðað við sýnatökutímabilið (maí–september), en þá var breytileikastuðullinn fyrir 2006 0,016 og 0,011 fyrir 2007. Meðalvatnshæð á meðan á sýnatökum stóð var 2046 cm árið 2006 og 2020 cm árið 2007. Í þeim sýnatökum sem fóru fram bæði árin reyndist vatnsborðsstaðan vera hæst í annarri sýnatökunni, 6.–8. júní 2006. Mesti munur á milli vatnshæðar yfir sýnatökutímabilið árið 2006 var um 85 cm en um 50 cm árið 2007. Mesti munur yfir allt árið 2006 var um 205 cm og um 184 cm árið 2007. Um sama leyti og fyrstu tvær sýnatökurnar fóru fram voru skarpar sveiflur í vatnshæð Lagarins (8. og 9. mynd). Þegar sýnum var safnað úr fjöru 16.–17. maí 2006 var vatnshæðin á niðurleið eftir snarpa hækkun dagana á undan. Steinar sem þá var safnað höfðu aðeins verið undir vatni í um hálfan mánuð fyrir sýnatöku (8. og 9. mynd og tafla 2).

Tafla 2. Vatnshæð í Lagarfljóti dagana fyrir hverja sýnatöku. Samantekt um helstu breytingar á vatnshæð í Lagarfljóti dagana fyrir hverja sýnatöku. Númer sýnatöku, dagsetningar og mæld vatnshæð hvern sýnatökudag við Lagarfell, mælt við brúna við Egilsstaði/Fellabæ (Vatnamælingar 2008).

Númer sýnatöku	Dags.	Vatnshæð (cm y.s.)	Fjöldi daga með lægri vatnshæð en mældist á sýnatökudag síðustu 30 daga fyrir sýnatöku.			Lýsing á breytingum í vatnshæð síðustu daga eða vikur fyrir sýnatöku
			20 cm lægra	40 cm lægra	60 cm lægra	
1	16.5.2006	2033,8	16	15	13	Steinar höfðu verið á þurru fyrir um 16 dögum og þá í nokkurn tíma. Snörp hækkun varð rúmum hálfum mánuði fyrir sýnatöku og steinar voru undir vatni í 11 daga fyrir sýnatöku. Um 70 cm lægra var í Leginum við sýnatöku en þegar vatnshæð var hæst viku fyrr.
	17.5.2006	2025,3	15	13	4	
2	6.6.2006	2099,5	22	19	17	Hækkaði um 110 cm síðustu 10 daga fyrir sýnatöku (í lágmarki þá). Steinar voru sennilega á þurru í 3 vikur þar á undan. Steinar á 0,6 m dýpi fór væntanlega á kaf um 6 dögum fyrir sýnatöku, á 0,4 m dýpi fyrir 5 dögum og á 0,2 m dýpi um 3 dögum fyrir sýnatöku.
	7.6.2006	2104,4	24	20	17	
	8.6.2006	2106,8	24	20	17	
3	27.6.2006	2053,3	4	4	2	Aðeins lækkaði í Leginum frá síðustu sýnatöku. Lækkaði um 45 cm síðustu 10 daga fyrir sýnatöku.
	28.6.2006	2052,2	3	2	1	
4	24.7.2006	2023,4	0	0	0	Hafði lækkað aðeins í Leginum frá síðustu sýnatöku. Stöðug vatnshæð síðustu 10 daga fyrir sýnatöku.
	25.7.2006	2021,4	0	0	0	
5	5.9.2006	2026,0	2	0	0	Fremur stöðug vatnshæð hafði verið frá síðustu sýnatöku.
	6.9.2006	2024,2	0	0	0	
	7.9.2006	2022,4	0	0	0	
6	25.10.2006	2025,0	0	0	0	Snörp hækkun byrjaði fyrir 3 vikum sem náði hámarki fyrir 11 dögum síðan, varð um 90 cm hærra en við sýnatöku. Lækkaði um 60 cm síðustu viku fyrir sýnatöku. Steinar voru því á meira dýpi dagana fyrir sýnatöku.
	26.10.2006	2027,9	1	0	0	
7	24.5.2007	2004,8	0	0	0	Vatnshæð var stöðug síðustu 2 vikur fyrir sýnatöku, áður hafði verið hærra í Leginum og steinar verið á meira dýpi.
8	14.6.2007	2052,9	19	18	0	Vatnsborð hafði hækkað 11 dögum fyrir sýnatöku, sýnatökusteinar voru sennilega á þurru í rúmar 3 vikur þar á undan. Vatnsborð náði hámarki viku fyrir sýnatöku en hafði lækkað um 27 cm þegar sýnataka fór fram.
9	6.9.2007	2002,5	0	0	0	Tiltölulega stöðug vatnshæð var síðustu vikur fyrir sýnatöku.

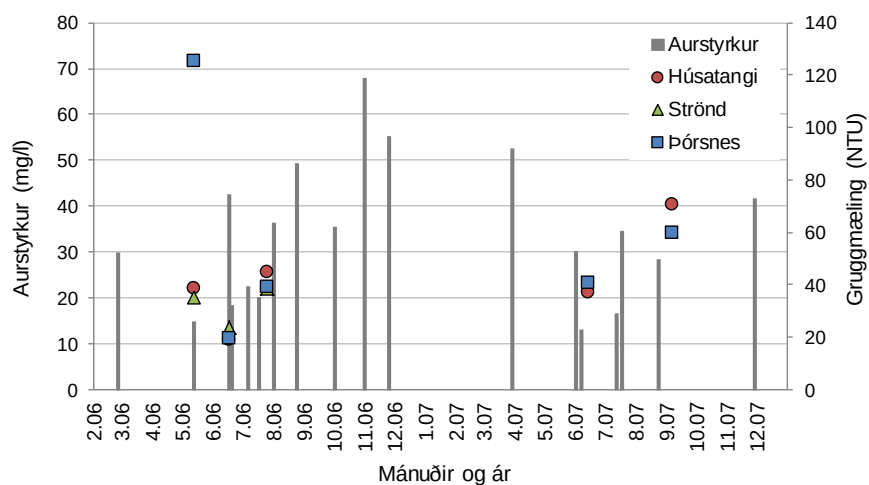
Í næstu sýnatöku (6.–8. júní 2006) hafði vatnsborð einnig risið mikið nýlega eða um rúmlega 102 cm vikuna áður (8. og 9. mynd og tafla 2). Við sýnatöku sást greinilega að steinar sem nýlega höfðu verið á þurru voru komnir undir vatn. Þriðja skiptið sem sýnataka fór fram eftir snarpa breytingu í vatnshæð var 14. júní 2007. Þá var hækkunin ekki eins mikil og í fyrstu sýnatökunum tveimur, líklega höfðu steinar af 0,2 og 0,4 m dýpi verið á þurru í lengri eða skemmri tíma 13 dögum fyrir sýnatöku en steinar á 0,6 m dýpi höfðu líklega verið undir vatni í langan tíma. Lægsta vatnsborðstaða var í síðustu sýnatökunni 6. september 2007 (8. og 9. mynd og tafla 2).



9. mynd. Vatnshæð í Lagarfljóti síðustu 30 daga fyrir sýnatöku. Vatnshæð (hæð yfir sjávarmáli) í Lagarfljóti við Lagarfell síðustu 30 daga fyrir hverja sýnatöku 2006 og 2007. Fylltu hringirnir á hægri enda hverrar línu tákna vatnshæð á sýnatökudegi (Vatnamælingar 2008).

3.1.2 Svifaur og rýni

Styrkur svifaurs í Leginum jókst til muna er líða tók á sumarið og fram á haust bæði árin sem mælingar náðu til (10. mynd). Að meðaltali mældist aurstyrkur um 35 mg/l árið 2006, gildin voru um 14- 68 mg /l yfir árið. Ári síðar mældist sami meðal aurstyrkur, um 35 mg/l, með gildum frá 13-58 mg/l (Vatnamælingar Orkustofnunar 2008). Mælingar á gruggi með ljósmælingu (NTU) endurspegluði svifaursmæligildin, hæstu gildin mældust síðsumars bæði árin (10. mynd). Í einu tilfelli var lítið samræmi á milli gruggmælinga á milli staða í Leginum, það var við Þórsnes 17. maí 2006 þegar meðaltalið var mun hærra en við Húsatanga og Strönd.

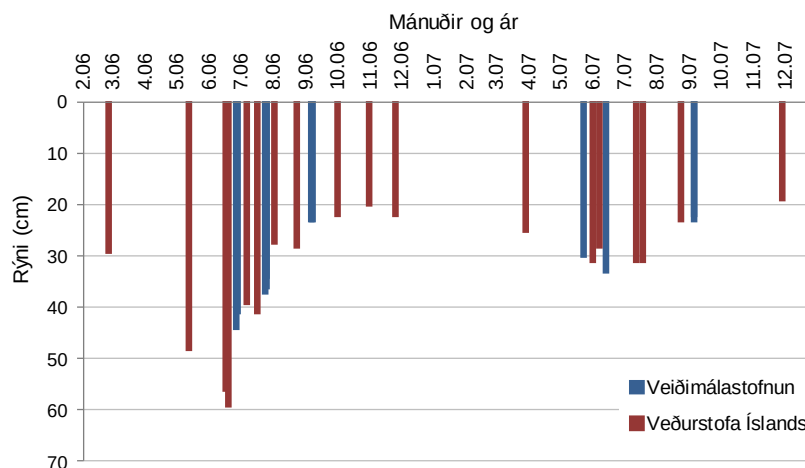


10. mynd. Aurstyrkur og gruggmælingar (NTU). Aurstyrkur í Lagarfljóti við Lagarfell árin 2006 og 2007 (súlur) (Vatnamælingar Orkustofnunar 2008). Auk þess eru sýndar niðurstöður á gruggmælingum (NTU) í fjöru á sömu stöðum og

sýnatökur fóru fram; við Þórsnes (bláir fylltir kassar), Strönd (grænir fylltir þríhyrningar) og við Húsatanga (rauðir fylltir hringir).

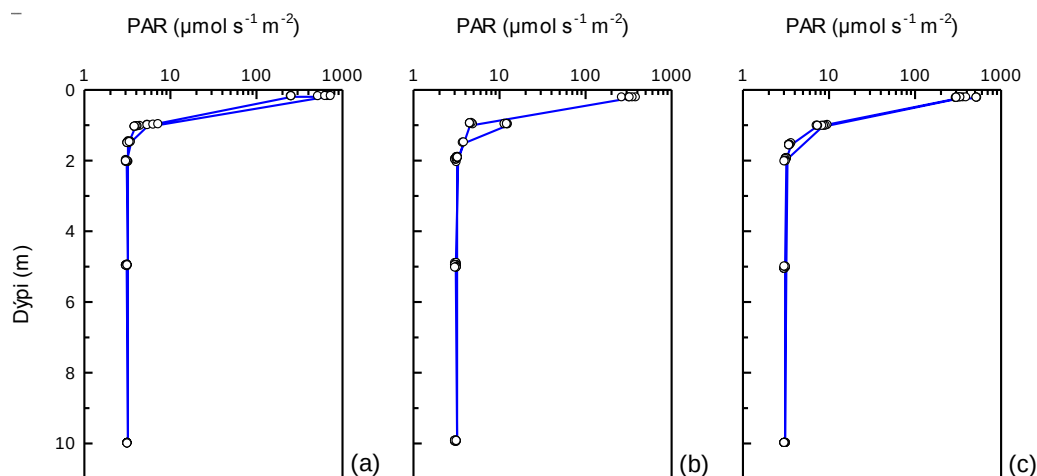
Af óútskýrðum ástæðum voru gildin sem mældust á 0,4 og 0,6 m dýpi margfalt hærri en það sem var á 0,2 m dýpi og hækkuðu þar með meðaltalið.

Eins og vænta má var rýni í Leginum í öfugu sambandi við svifaursstyrkinn. Fyrra ár mælinga var rýnið mest í júní og júlí, en fór síðan þverrandi er líða tók á sumarið (11. mynd). Rýnið var tæplega 60 cm þegar það var mest (Vatnamælingar Orkustofnunar 2008), en var komið í 20–30 cm síðla sumars og hélst þannig út árið 2006 (11. mynd). Mun minni breytingar voru á rýni síðara ár mælinga, þá reyndist það sem fyrr mest fyrri hluta sumars og dvínaði er leið á sumarið og fram á haust.



11. mynd. Rýni í Lagarfljóti árin 2006 og 2007. Rauðu súlurnar byggja á gögnum frá Veðurstofu Íslands, rýni mælt við Lagarfell (Vatnamælingar Orkustofnunar 2008). Bláu súlurnar sýna gildi sem mæld voru í sýnatökuferðum við Húsatanga, Strönd og Þórsnes (vantar mælingar frá 1. 2. og 6. sýnatöku).

Ljósmælingar í vatnsbol Lagarins niður á 10 m dýpi 6. september 2006 sýndu að ljós sem nýtist til tillífunar er horfið á innan við 2 m dýpi á öllum þremur sýnatökustöðunum sem mældir voru (12. mynd a–c). Út af Húsatanga var skilgreint ljóstillífunarbelti 0,79–1,3 m, út af Strönd var það 0,75–1,4 m og út af Þórsnesi einskorðaðist beltíð við efstu 0,81–1,3 m vatnsbolsins.



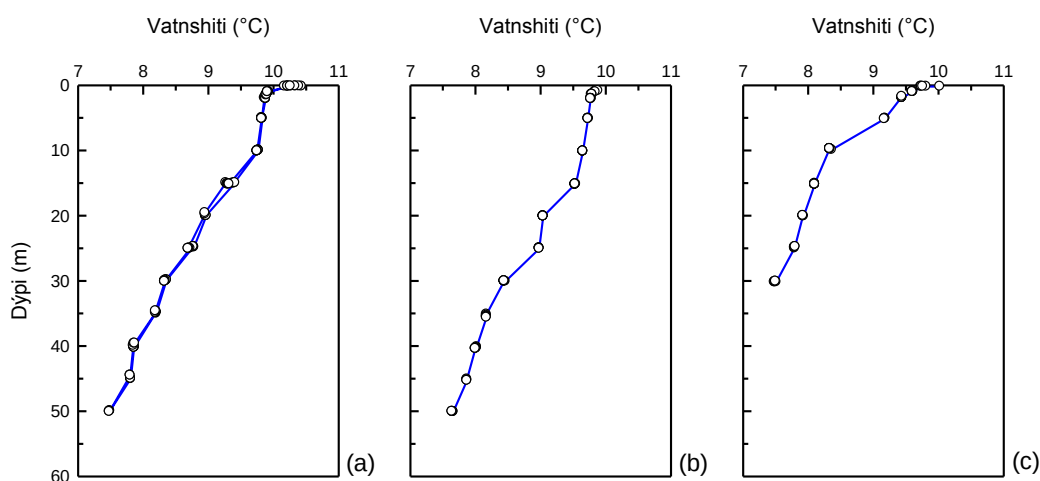
12. mynd a–c. Styrkur ljóss til ljóstillífunar (PAR) á lóðréttu sniði á þremur stöðum í Leginum 7. september 2006 út af Húsatanga (a) og 6. september 2006 út af Strönd (b) og Þórsnesi (c). Athugið að x-ás er lógaritmískur. Mörk áætlaðs ljóstillífunarbeltis eru skyggð á hverri mynd.

3.1.3 Hiti, rafleiðni og pH

Tafla 3. Vatnshiti, rafleiðni og pH-gildi í vatnsbol Lagarins 2006 á þremur sýnatökustöðum, út af Húsatanga, Strönd og Þórsnesi. Sýndar eru niðurstöður mælinga á 1, 2, 5 og 10 m dýpi.

	Dýpi	Vatnshiti (°C)				Rafleiðni ($\mu\text{S}/\text{cm}$ við 25°C)				pH-gildi (miðað við 25°C)			
		1 m	2 m	5 m	10 m	1 m	2 m	5 m	10 m	1 m	2 m	5 m	10 m
Húsatangi	8.jún	3,3	3,2	3,3	3,2	62	62	62	62	8,1	8	7,9	7,9
	27.júl	6,1	5,4	-	-	59	60	-	-	7,7	7,6	-	-
	25.júl	10,4	10,2	10	9,6	59	59	59	59	8,2	8	8	8
	7.sep	10	10	9,9	9,9	57	57	57	57	8,3	8,3	8,3	8,3
Strönd	8.jún	3,6	3,5	3,5	3,5	64	64	64	64	8	7,9	7,9	7,8
	27.jún	6,3	-	-	-	60	-	-	-	7,9	-	-	-
	25.júl	9	8,8	8,6	8,5	59	60	60	60	8,1	8,1	8,1	8
	6.sep	9,9	9,9	9,8	9,8	58	59	59	59	8,4	8,5	8,6	8,7
Þórsnes	7.jún	4,9	4,9	4,9	4,9	60	60	59	59	8,2	8,1	8	8
	28.jún	8,7	7,1	-	-	59	59	-	-	7,9	7,8	-	-
	24.júl	11,2	10,8	8	7,3	60	60	61	61	8,4	8,4	8,3	8,3
	6.sep	9,7	9,5	9,2	8,5	58	58	58	58	8,2	8,2	8,2	8,2

Vatnshiti í vatnsbol var mældur á mismunandi dýpi á miðjum Leginum úti fyrir hverjum sýnatökustað sumarið 2006. Sýndu þær mælingar að nánast enginn munur var á vatnshita niður á 10 m dýpi nema í júlí og september út af Þórsnesi (tafla 3). Þar varð vart skarpra breytinga á vatnshita neðan 2 m dýpis þann 24. júlí og síðan neðan 5 m dýpis 7. september 2006. Að jafnaði var vatnshitinn hæstur við Þórsnes, munaði 1,2–1,3 gráðum á vatnshita út af Húsatanga og út af Þórsnesi. Nánast engar breytingar voru merkjanlegar á rafleiðni á milli svæða né á mismunandi dýpi. Það sama má segja um pH-gildi, sem breyttust lítið með dýpi (tafla 3).



13. mynd a–c. Vatnshiti á lóðréttu sniði á þremur stöðum í Leginum; 7. september 2006 út af Húsatanga (a) og 6. september 2006 út af Strönd (b) og Þórsnesi (c).

Vatnshiti var mældur niður á 50 m dýpi út af Húsatanga og Strönd og niður á 30 m dýpi út af Þórsnesi 6.–7. september 2006. Út frá þeim mælingum mátti greina skil neðan 10 m dýpis við Húsatanga, neðan við þau skil kólnaði vatnið samfelld niður á 50 m dýpi (13. mynd a). Hitaskilin voru ekki eins skörp út af Strönd, en þó mátti greina óljós skil á 15 m dýpi (13. mynd b). Út af Þórsnesi mátti greina glögg skil neðan 5 m dýpis, líkt og sagt er áður (13. mynd c).

Lítill munur var á hita á mismunandi dýpi í fjörunni á hverjum stað. Í fyrstu sýnatökunni, 17. maí 2006 var vatnshiti mun hærri við Þórsnes en á hinum stöðunum tveimur (tafla 4). Þrátt fyrir að ekki munaði miklu þá var hitinn að jafnaði hæstur á grynnstu sýnatökudýpum innan hvers svæðis (0,2 m) og lægstur á þeim dýpstu (0,6 m). Vatnshiti var oftast hæstur við Þórsnes, nema í tvö skipti yfir sumarið 2006 og síðan í október það ár, þegar hann var hæstur við Húsatanga (tafla 4).

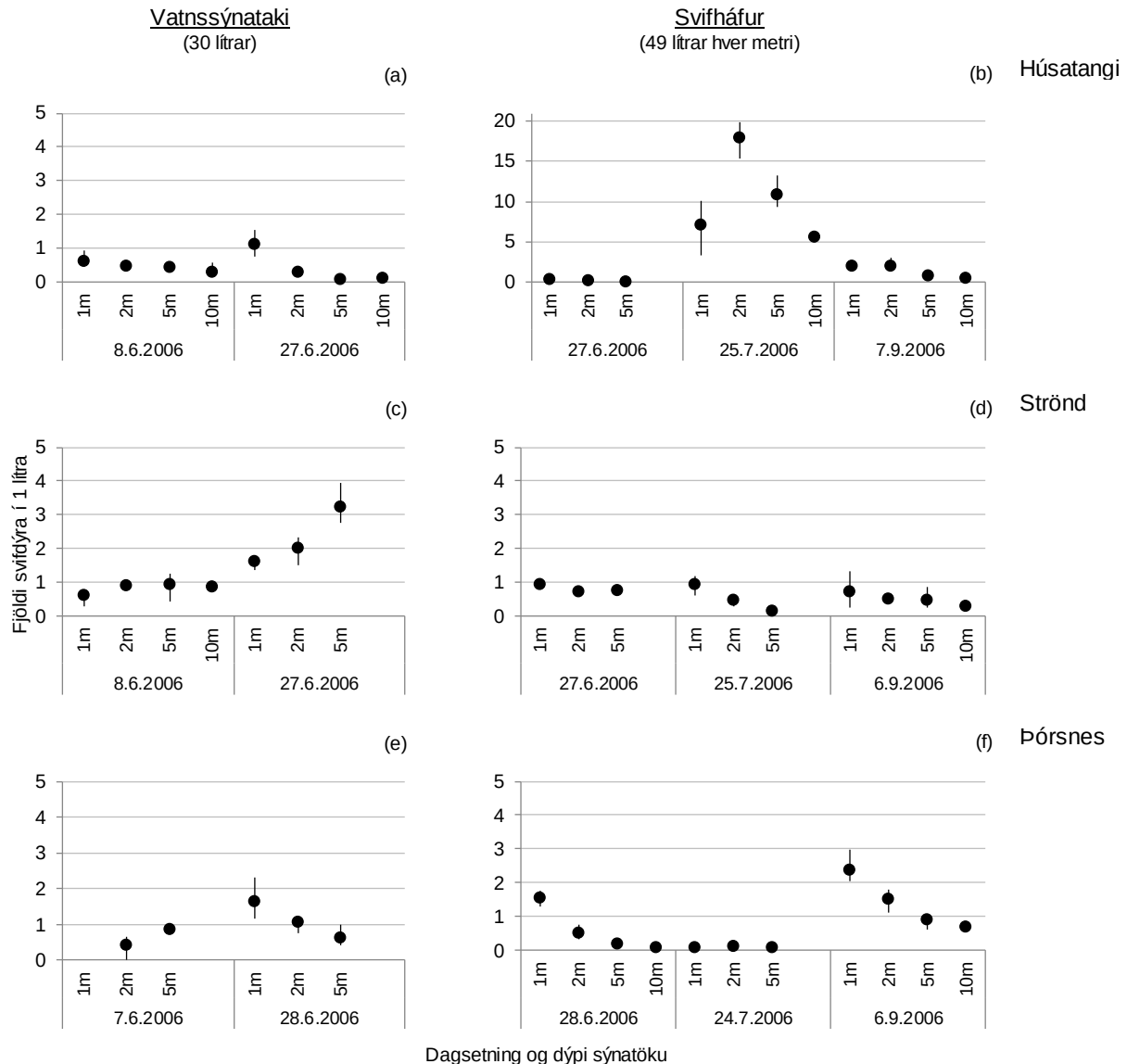
Tafla 4 a–c. Vatnshiti, rafleiðni og pH-gildi í fjöruborði á þremur sýnatökustöðum í Leginum 2006–2007: við Húsatanga, Strönd (eingöngu árið 2006) og Þórsnes. Sýnd eru meðaltöl mælinga gerðar á þremur dýpum (0,2, 0,4 og 0,6 m dýpi) á hverjum sýnatökustað, auk þess er sýnt staðalfrávik frá meðaltalinu.

	dags.	Vatnshiti (°C)		Rafleiðni (µS/cm)		pH-gildi	
		meðaltal	staðalfr.	meðaltal	staðalfr.	meðaltal	staðalfr.
Húsatangi	16.5.2006	2,77	0,2	66,3	0,6	8,21	0,05
	6.6.2006	7,4	0,28	71,3	1,2	7,91	0,04
	27.6.2006	6,8	-	63,1	-	8,11	-
	25.7.2006	11,84	0,18	61	0	8,11	0,05
	5.9.2006	9,6	-	61	-	8,35	-
	26.10.2006	6,5	0,06	63,7	1	8	0,04
	24.5.2007	3,36	0,04	65,3	0,6	8,3	0,04
	14.6.2007	7,27	0,05	60,3	0,6	7,97	0,03
	6.9.2007	10,1	0,28	73,7	6,7	8,02	0,05
Strönd	17.5.2006	3,37	0,22	66	0	8,66	0,25
	6.6.2006	5,54	0,01	65	0	8,2	0,09
	28.6.2006	8,7	-	58,3	-	8,13	-
	25.7.2006	9,45	0,54	60	0	8,07	0,06
	5.9.2006	11,63	0,08	70	0	8,96	0,03
	25.10.2006	5,78	0,09	61,9	0,6	8,01	0,1
Þórsnes	17.5.2006	5,8	0,28	74,7	3,1	8,17	0,01
	7.6.2006	6,04	0,19	57	0	8,04	0,08
	28.6.2006	10,3	-	57,3	-	8,83	-
	24.7.2006	7,94	0,17	59,3	0,6	8,09	0,04
	6.9.2006	10,75	0,33	61	0	8,61	0,36
	26.10.2006	4,87	0,3	62,3	0,6	7,92	0,03
	24.5.2007	5,78	0,27	66	1,7	9,5	0,24
	14.6.2007	7,85	0,15	61	0	7,87	0,03
	6.9.2007	10,81	0,26	62	0	8,38	0,18

3.2 Svif

3.2.1 Svifdýr

Meirihluti allra svifdýra sem veiddust voru krabbadýr er tilheyrja flokki árfætla (Copepoda). Svifdílí (*Diaptomus*) var ríkjandi með 67,4% af heildarfjölda einstaklinga, en auk þess fannst mikið af árfætlulirfum (*Nauplius*), alls 32% af heildarfjölda svifdýra. Örfá eintök fundust af augndílum (*Cyclops*). Fáeinir einstaklingar af öðrum dýrahópum komu fram s.s. þyrildýr (Rotifera), rykmýslirfur (Chironomidae) og vatnamítlar (Hydracarina).



14. mynd a–f. Þéttleiki svifdýra. Fjöldi svifdýra í 1 lítra á mismunandi dýpi. Sýnum var safnað fjórum sinnum yfir sumarið 2006, af 1, 2 og 5 m dýpi og stundum af 10 m dýpi. Tvennskonar sýnatakar voru notaðir við sýnatöku, vatnsýnataka (30 lítra sýni) og svifháfi (24 cm í þvermál, 49 lítrar í hverjum háfuðum metra). Sýnum var safnað á þremur sýnatökustöðum í vatnsbol Lagarins; út af Húsatanga (a og b), Strönd (c og d) og Þórsnesi (e og f). Sýndur er meðalþéttleiki (svartir hringir) þriggja sýna ásamt lægstu og hæstu gildum (lóðréttar línur) fyrir hvert dýpi. Báðar sýnatökuaðferðir voru notaðar 27.–28. júní 2006. Athugið að mynd (b) fyrir fjölda svifdýra veiddum með svifháfi út af Húsatanga hefur annan kvarða á lóðréttu kvarðanum (y-ás) en hinar myndirnar.

Vatnssýnataka var notaður í fyrstu svifsýnatöku 7.–8. júní 2006. Fjöldi svifdýra var þá að jafnaði innan við 1 dýr/lítra á sýnatökustöðunum þremur. Þéttleikinn var mestur við Strönd með um 0,6–0,9 dýr/lítra að jafnaði, út af Húsatanga var fjöldinn um 0,4–0,6 dýr/lítra. Út af Þórsnesi veiddust engin svifdýr á 1 m dýpi, en um 0,4 dýr/lítra á 2 m dýpi og 0,9 dýr/lítra á 5 m dýpi (14. mynd a, c og e).

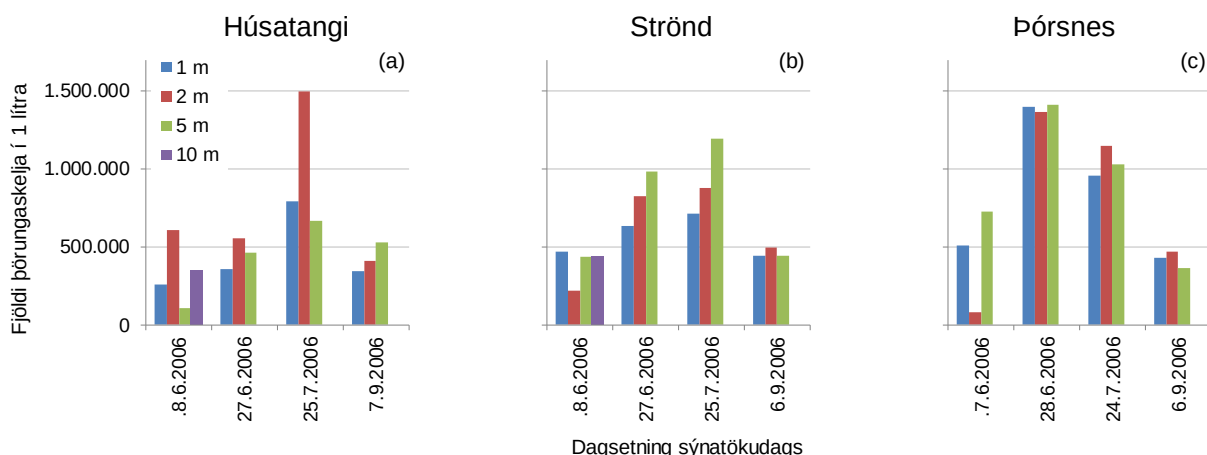
Í annarri svifsýnatöku 27.–28. júní var bæði veitt með vatnssýnataka og svifháfi á öllum stöðvum. Fjöldi svifdýra í hverjum lítra reyndist að jafnaði meiri þegar sýnum var safnað með vatnssýnataka en með svifháfi (14. mynd a–f). Mesti munurinn var við Strönd, en þar jókst þéttleikinn með auknu dýpi í sýnum teknum með vatnssýnataka, fór úr 1,6 dýr/lítra að meðaltali á 1 m dýpi upp í 3,2 dýr/lítra á 5 m dýpi. Þegar svifháfi var beitt reyndist fjöldi svifdýra um 0,9 dýr í lítra að meðaltali í fyrsta metranum en um 0,7 dýr/lítra þar fyrir neðan (14. mynd c og d). Í sýnum frá á hinum stöðunum tveimur, Húsatanga og Þórsnesi, dró ávallt úr þéttleika með auknu dýpi óháð sýnatökuaðferð. Þá var þéttleiki svifdýra mestur út af Strönd, minni út af Þórsnesi (1,6 dýr/lítra af 1 m dýpi, bæði veitt með svifsýnataka og svifháfi en um 0,2–1,1 dýr/lítra af meira dýpi) og minnstur að jafnaði út af Húsatanga (um 1,1 dýr/lítra á 1 m dýpi í sýnum teknum með vatnssýnataka en í öðrum sýnum um 0,1–0,3 dýr/lítra). Þetta var mesti þéttleiki svifdýra sem veiddist út af Strönd yfir sumarið og lágmarks þéttleiki svifdýra sem fannst út af Húsatanga (14. mynd a–f).

Eingöngu var veitt með svifháfi í þriðju svifsýnatökunni 24.–25. júlí. Svifdýraveiði sumarsins náði þá hámarki út af Húsatanga, með að meðaltali 17,9 dýr/lítra af 2 m dýpi og 5,6–10,9 dýr/lítra af öðrum dýpum (14. mynd b). Í þessari sýnatöku var þéttleiki svifdýra hins vegar mun minni út af Strönd, á milli 0,1 og 0,9 dýr/lítra (14. mynd c–d) og út af Þórsnesi var þéttleikinn sá minnsti sem sást í Leginum að meðaltali yfir sumarið (um 0,1 dýr/lítra af öllum dýpum) (14. mynd e–f).

Í síðustu sýnatökunni 6.–7. september var eingöngu notaður svifháfur. Þá mældist mesti þéttleiki svifdýra út af Þórsnesi 2,4 dýr/lítra háfað af 1 m dýpi, og að meðaltali um 0,7–1,5 dýr/lítra af öðrum dýpum. Þetta var mesti þéttleiki sem fékkst út af Þórsnesi. Meðalfjöldi svifdýra út af Húsatanga var svolítið minni eða 0,5–2,1 dýr/lítra en minnstur var þéttleikinn út af Strönd eða um 0,3–0,7 dýr/lítra sem var með því minnsta sem mældist þar yfir sumarið (14. mynd a–f).

3.2.2 Kísilþörungar í svifi

Meiri munur var á þéttleika kísilþörungum í svifi á milli sýnatökudaga en á milli sýnatökustaða (15. mynd a–c). Helst mátti greina mun á þéttleika þörungum á milli sýnatökustaða þegar þéttleiki þeirra var mestur um hásumarið, en þá var hann að jafnaði mestur við Þórsnes en minnstur við Húsatanga. Við Þórsnes var toppur í þéttleika kísilþörungum 28. júní 2006, við Strönd virtist þéttleikinn vera líkur á milli sýnatöku 27. júní og 25. júlí 2006 og við Húsatanga var þéttleikinn mestur 25. júlí 2006 (15. mynd c).



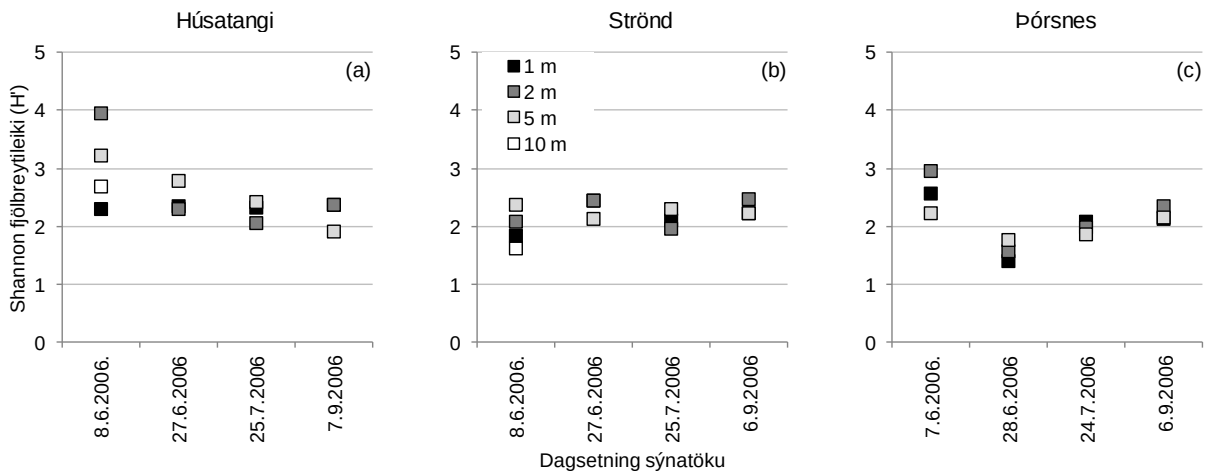
15. mynd a–c. Þéttleiki kísilþörungaskelja í svífi. Fjöldi kísilþörungaskelja í 1 lítra á mismunandi dýpi við Húsatanga (a), Strönd (b) og Þórsnes (c). Súlurnar sýna þéttleika kísilþörungna í svífsýnum á 1 m (bláar), 2 m (rauðar), 5 m (grænar) og 10 m dýpi (fjólubláar). Hver súla gefur til kynna fjölda þörungna í einum lítra, að baki hvernar súlu er aðeins ein mæling.

Það var ekki að sjá að þéttleiki kísilþörungna færi eftir af hvað dýpi sýnin voru tekin (15. mynd a–c). Þar sem gögnin voru eingöngu fyrir stök sýni af hverju dýpi var erfitt að gera tölfræðilegar prófanir til að sjá hvort að marktækur munur væri á milli dýpa. Marktækur munur var hins vegar á milli sýnatökudaga innan hvers staðar við Strönd (ANOVA: Strönd; $F_{(3,8)}=7,8$ $P=0,0091$) og Þórsnes (ANOVA: $F_{(3,8)}=22,6$ $P=0,0003$), en ekki við Húsatanga (ANOVA: $F_{(3,8)}=3,7$ $P=0,0614$). Hafa ber í huga að túlka skal tölfræði niðurstöðurnar með varúð vegna þess hversu fáar endurteknaðar mælingar voru gerðar og gögnin því veik.

Tafla 5. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa í svífsýnum, samanburður á milli sýnatökustaða. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa sem fundust í svífsýnum og skipting þeirra á milli staða. Taflan sýnir jafnframt fjölda tegunda og tegundahópa sem voru sameiginlegar á milli sýnatökustaða. Öll sýni voru frá 2006. Neðri hluti töflunnar sýnir fjölda sýna frá hverjum sýnatökustað (N) og heildarfjölda tegunda og tegundahópa sem fundust við hvern stað.

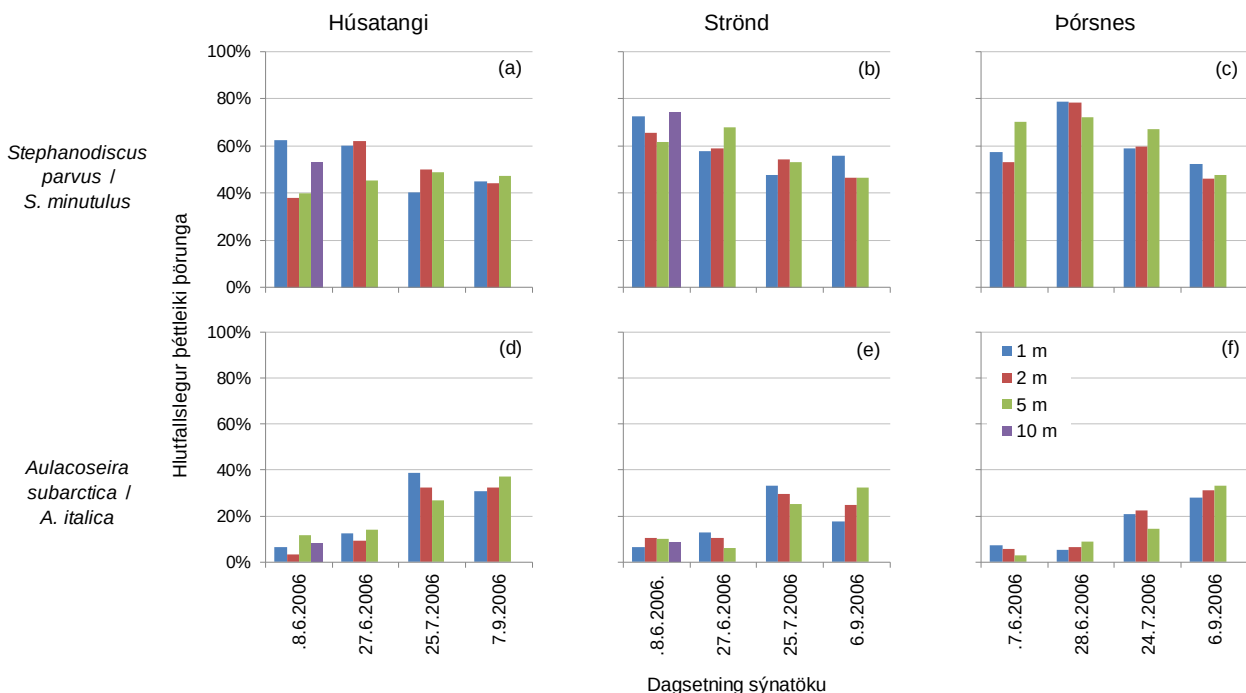
Fjöldi tegunda og tegundahópa sem fundust:	Í svífi 2006
eingöngu við Húsatanga	32
eingöngu við Strönd	10
eingöngu við Þórsnes	15
við Húsatanga og Strönd	7
við Strönd og Þórsnes	8
við Þórsnes og Húsatanga	8
við Húsatanga, Strönd og Þórsnes	36
Samtals	116
í allt við Húsatanga (N=13)	83
í allt við Strönd (N=13)	61
í allt við Þórsnes (N=12)	67

Af 116 tegundum kísilþörungna (tegundum og tegundahópum) sem fundust í svífi Lagarins sumarið 2006 fundust 83 þeirra út af Húsatanga, 61 út af Strönd og 67 út af Þórsnesi (tafla 5). Alls voru 36 tegundir af þeim 116 sameiginlegar og fundust á öllum þremur sýnatökustöðunum. Út af Húsatanga voru 32 tegundir sem einungis fundust þar, en fáar reyndust sameiginlegar með annað hvort Strönd (7) eða Þórsnesi (8). Í svífi út af Strönd voru 10 tegundir sem bundnar voru við þann stað. Heldur fleiri tegundir fundust eingöngu út af Þórsnesi eða 15 tegundir (tafla 5).



16. mynd. Shannon fjölbreytileikastuðlar svífþörungasýna á mismunandi dýpi sumarið 2006 fjórar sýnatökur út af Húsatanga (a), Strönd (b) og Þórsnesi (c). Sýndir eru fjölbreytileikastuðlar fyrir stök sýni af 1 m (svartir feringar), 2 m (dökk grár feringar), 5 m (ljósgrár feringar og 10 m dýpi (hvítir feringar).

Shannon (H') fjölbreytileikastuðlar fyrir kísilþörungum í svífi reyndust að jafnaði hæstir út af Húsatanga en nokkru lægri út af Þórsnesi og Strönd einkum fyrir sýnatökurnar tvær í júní (16. mynd). Ekki var um merkjanlegan mun að ræða á fjölbreytileikastuðlum miðað við dýpi.



17. mynd a-f. Hlutfallslegur þéttleiki algengustu kísilþörungategunda í svífi í Leginum 2006, á 3–4 dýpum út af Húsatanga (a og d), Strönd (b og e) og Þórsnesi (c og f). Súlurnar sýna hlutfall tegunda í svífsýnum á 1 m (bláar), 2 m (rauðar), 5 m (grænar) og 10 m dýpi (fjólubláar). Að baki hvernar súlu er aðeins ein mæling.

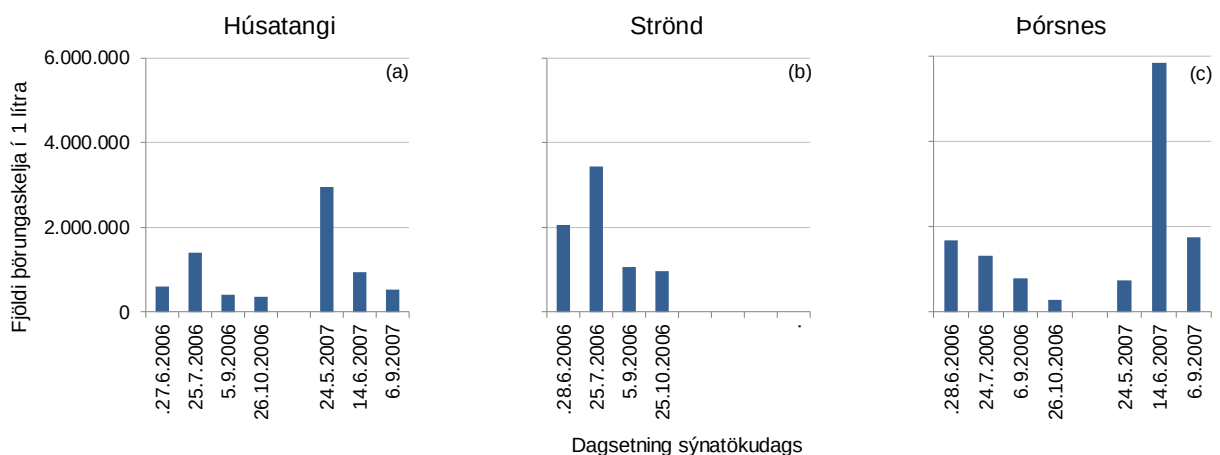
Tveir tegundahópar kísilþörungum voru ríkjandi í svífinu, *Stephanodiscus parvus*/*S. minutulus* og *Aulacoseira subarctica*/*A. italica* og komu þessar tegundir fyrir í öllum svífsýnum (17. mynd a–f). Hlutfallslegur þéttleiki *S. parvus*/*S. minutulus* var mun meiri fyrri part sumars 2006 (8. og 27. júní) en er leið á sumarið. Hæstur var hlutfallslegur þéttleiki tegundahópsins út af Húsatanga og út af

Pórsnesi (17. mynd a og c). Út af Strönd var hlutfallslegur þéttleiki *S. parvus* /*S. minutulus* mestur 8. júní 2006, en minnkaði síðan út sumarið (17. mynd b). Hlutfallslegur þéttleiki *Aulacoseira subarctica*/*A. italica* jókst mikið er leið á sumarið á öllum sýnatökustöðunum (17. mynd d–f). Ekki var skýra mynd að sjá í dreifingu tegundahópanna um vatnsbolinn eftir dýpi.

Aðrar áberandi tegundir kísilþörungum sem fundust í svífsýnum voru *Fragilaria pinnata* var. *pinnata* og *Fragilaria capucina* var. *gracilis* sem komu fyrir í öllum sýnum. Hlutfallslegur þéttleiki þeirra var mestur 10–12% en að meðaltali um eða undir 5% (viðauki 2). Auk þeirra má nefna *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Fragilaria construens* (mismunandi afbrigði) og *Nitzschia dissipata*/*N. sociabilis* sem voru tiltölulega algengar, komu fyrir í meira en helmingi allra sýna, en hlutfallslegur þéttleiki þeirra náði mest að vera á milli 4–10% (viðauki 2). Aðrar tegundir eða tegundahópar sem komu fyrir í 19 til 25 sýnum af 38 og náðu að hámarki 2–3% af hlutfallslegum þéttleika þörungum voru: *Nitzschia* cf. *paleacea*, *Fragilaria* cf. *pseudoconstruens*, *Navicula* hópur 1, *Fragilaria arcus* var. *arcus* og *Achnanthes minutissima* (mismunandi afbrigði).

3.2.3 Kísilþörungar í fjörusvífi

Þéttleiki kísilþörungum í svífsýnum sem tekin voru úr fjörunni við Húsatanga, Strönd og Pórsnes var mjög mismunandi. Sumarið 2006 var þéttleikinn mestur við Strönd allar fjórar sýnatökurnar, 1–3 milljón þörungum í lítra (18. mynd a–c). Þéttleiki kísilþörungum í fjörunni við Húsatanga og Pórsnes þetta ár var töluvert innan við milljón í lítra flestar sýnatökurnar. Aðeins í júlí fór þéttleikinn yfir milljón við Húsatanga og í júní og júlí við Pórsnes (18. mynd a og c). Hafa ber í huga að aðeins var unnið úr einu sýni af hverjum stað fyrir hverja dagsetningu. Árið 2007 voru sveiflur í þéttleika kísilþörungum ólíkar því sem gerðist árið áður, mesti þéttleiki í fjörusvífi var við Húsatanga þann 24. maí og 14. júní við Pórsnes (18. mynd a og c). Í samanburði á milli ára fyrir þessa tvo sýnatökustaði má sjá að þéttleiki í fjörusvífsýnum frá Pórsnesi var mun meiri í júní og september 2007 en hann var á sama tíma árið áður. Við Húsatanga var sýni frá 24. maí 2007 með mestan þéttleika (18. mynd a).



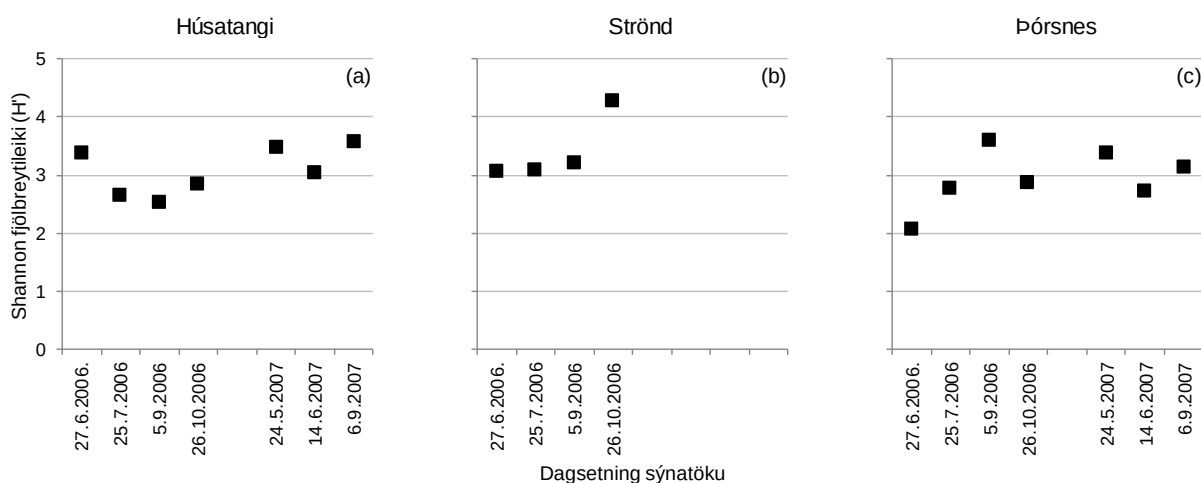
18. mynd a–c. Þéttleiki kísilþörungum í fjörusvífi. Fjöldi kísilþörungum í 1 lítra í svífi í fjöru við Húsatanga og Pórsnes 2006 og 2007 og við Strönd 2006. Talið var úr einu sýni frá hverjum stað og fyrir hverja dagsetningu.

Alls fundust 91 kísilþörungategundir og tegundahópar í svifi í fjörunni á öllum þremur sýnatökustöðunum 2006 og 2007, þar af 71 tegund árið 2006 og 64 árið 2007. Flestar tegundir og tegundahópar fundust við Strönd (2006), samtals 53. Árið 2007 fundust fleiri tegundir (tegundir og tegundahópar) bæði við Húsatanga; 54 (44 teg. 2006) og við Þórsnes; 42 (40 teg. 2006) miðað við árið áður (tafla 6). Bæði árin voru helmingi fleiri tegundir sem fundust eingöngu við Húsatanga en við Þórsnes.

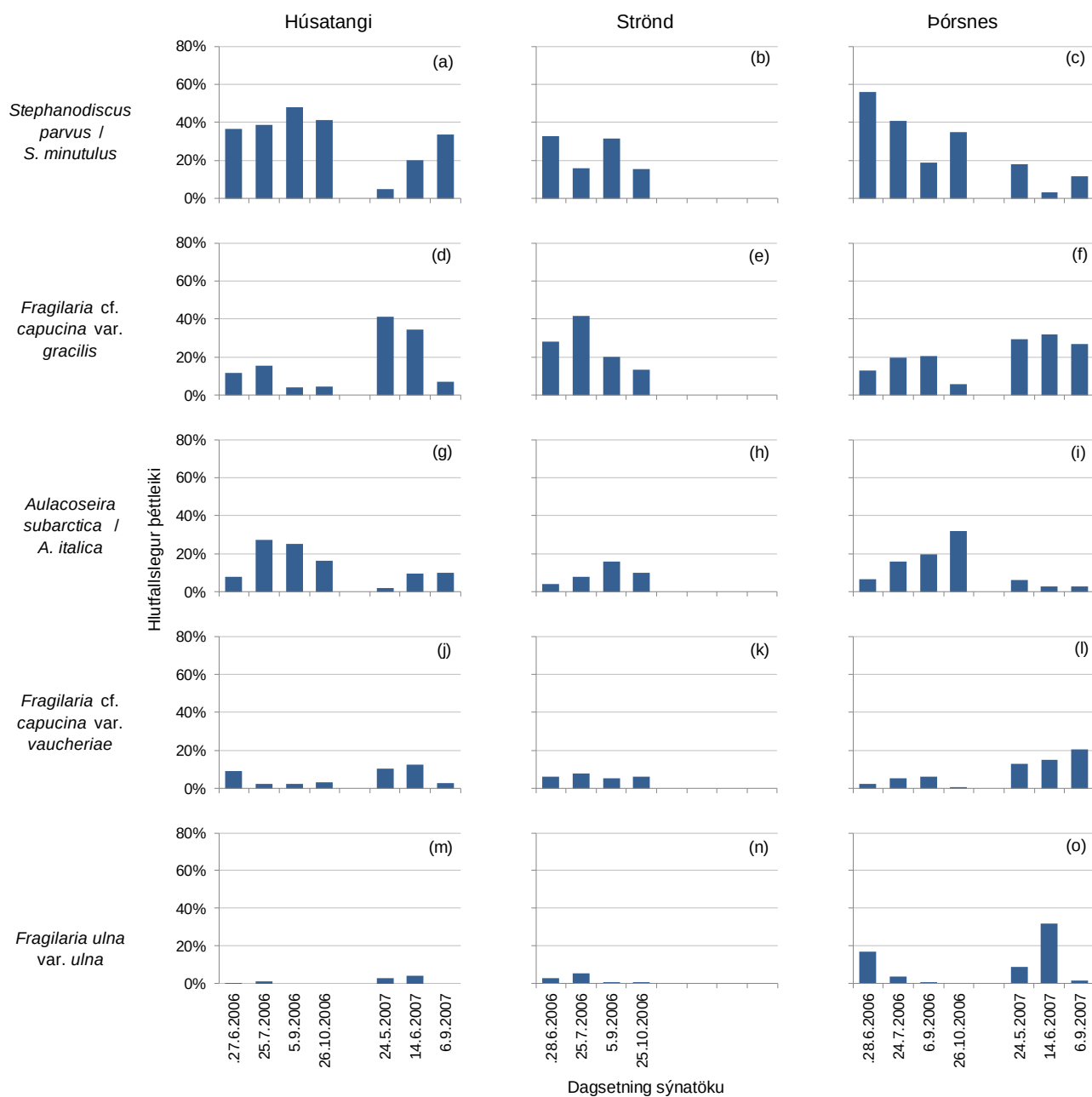
Tafla 6. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa í fjörusvífisýnum, samanburður á milli sýnatökustaða. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa sem fundust í fjörusvífisýnum og skipting þeirra á milli staða. Taflan sýnir jafnframt fjölda tegunda og tegundahópa sem voru sameiginlegar á milli sýnatökustaða. Neðan við ártöl efst í öðrum og þriðja dálki er gefinn upp fjöldi sýna frá hverjum sýnatökustað. Neðri hluti töflunnar sýnir heildarfjölda tegunda og tegundahópa sem fundust við hvern stað.

Fjöldi tegunda og tegundahópa sem fundust	2006 (N=4)	2007 (N=3)
eingöngu við Húsatanga	11	22
eingöngu við Strönd	13	
eingöngu við Þórsnes	5	10
við Húsatanga og Strönd	7	
við Strönd og Þórsnes	9	
við Þórsnes og Húsatanga	2	32
við Húsatanga, Strönd og Þórsnes	24	
Samtals	71	64
í allt við Húsatanga	44	54
í allt við Strönd	53	
í allt við Þórsnes	40	42

Shannon fjölbreytileikastuðull fyrir kísilþörungum í svífisýnum úr fjöru var mjög breytilegur á milli sýna, sýnatökudaga og sýnatökustaða einkum í sýnum frá árinu 2006 (19. mynd a–c). Árið 2007 var breytileiki fjörusvífisýna frá Húsatanga og Þórsnes líkari á milli sýna en árið áður og minnsti breytileikinn það ár var í sýnum frá 14. júní á báðum stöðum (19. mynd a og c).



19. mynd. Shannon fjölbreytileiki kísilþörungum í fjörusvifi við Húsatanga (a) og Þórsnes (c) 2006 og 2007 og við Strönd (b) 2006. Alls voru svífisýni í fjöru tekin í fjögur skipti 2006 en í þrjú skipti 2007.



20. mynd a–o. Hlutfallslegur þéttleiki algengustu kísilþörungategunda í fjörusvífi , þ.e. þær tegundir sem náðu að minnsta kosti 20% hlutfallslegum þéttleika í einu sýni. Talið var úr einu sýni úr hverri sýnatöku frá hverjum stað. Sýnum var ekki safnað við Strönd árið 2007.

Algengustu kísilþörungategundir í fjörusvífsýnum voru: *Stephanodiscus parvus*/*S. minutulus*, *Fragilaria cf. capucina* var. *gracilis*, *Aulacoseira subarctica*/*A. italica*, *Fragilaria cf. capucina* var. *vaucheriae* og *Fragilaria ulna* var. *ulna*. Hlutfall allra þessara tegunda var yfir 20% af heildarfjölda kísilþörungum í að minnsta kosti einu sýni (20. mynd a–o).

Árið 2006 var *S. parvus*/*S. minutulus* hlutfallslega algengastir í fjörusvífsýnum við Húsatanga og Þórsnes, en *F. cf. capucina* var. *gracilis* og *A. subarctica*/*A. italica* komu þar á eftir hvað hlutfallslegan fjölda varðar. Tegundahlutdeild kísilþörungum við Strönd var fremur ólík hinum

stöðunum, þar sem hlutfall *F. cf. capucina* var. *gracilis* var hærra en á hinum stöðunum og hlutfall *S. parvus*/*S. minutulus* var lægra að meðaltali (20. mynd a–f).

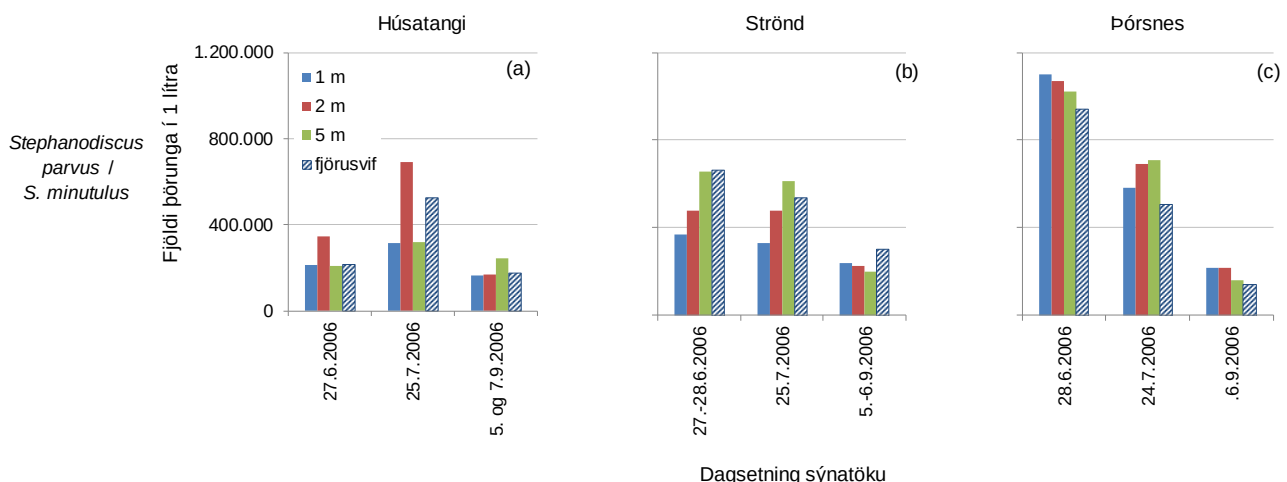
Ári síðar var *F. cf. capucina* var. *gracilis* hlutfallslega algengari en *S. parvus*/*S. minutulus* við Húsatanga og Þórsnes (Strönd var ekki með í sýnatökum 2007) og hlutfall *A. subarctica*/*A. italica* var mun lægra en árið áður (20. mynd a–f). Tegundirnar *F. cf. capucina* var. *vaucheriae* og *F. ulna* var. *ulna* áttu það sameiginlegt að vera hlutfallslega algengari í sýnum frá Þórsnesi en hinum stöðunum (20. mynd j–o). *F. cf. capucina* var. *vaucheriae* kom fyrir í öllum sýnum, en hlutur *F. ulna* var. *ulna* var lítill og fannst sú tegund ekki í sýnum frá september og október 2006, en hlutfall tegundarinnar var hátt í sýnum frá Þórsnesi í júní bæði árin, þó einkum árið 2007 (20. mynd m–n).

Aðrar tegundir sem komu fyrir í flestum sýnum, en voru ekki í eins háu hlutfalli og fyrrgreindar tegundir voru til dæmis *Nitzschia dissipata*/*N. sociabilis*, *Fragilaria cf. pinnata* var. *pinnata* og *Nitzschia cf. paleacea*. Hlutfallslegur þéttleiki þessara tegunda var mestur 9–12% (viðauki 2). Tegundirnar og tegundahóparnir *Fragilaria cf. construens* (mismunandi afbrigði), *Navicula* hópur 1, *Nitzschia* hópur 1, *Amphora* hópur 1 og *Achnanthes lanceolata* (mismunandi afbrigði) komu einnig fyrir í meira en helmingi allra fjörusvífsýna, en hámarks hlutfall þessara tegunda var frá tæplega 2% til tæpra 4% (viðauki 2).

Hlutfall tegundarinnar *Melosira varians* var 19,7% í einu sýni frá Þórsnesi (frá 6. sept 2007) en náði annars 0,2–7,6% hlutfalli í sýnum þaðan. Tegundin kom fyrir í öllum sýnum frá Þórsnesi en aðeins í helmingi sýna frá hinum stöðunum tveimur. Hlutfall *M. varians* var mest 7,6% við Strönd og aðeins 0,4% við Húsatanga (viðauki 2).

3.2.3.1 Þéttleiki svifþörunga í fjörusvífi og í vatnsbol

Eins og fyrr hefur komið fram hófust sýnatökur á svifþörungum í fjöruborðinu ekki fyrr en í 3. sýnatökuferðinni þ.e. 27.–28. júní 2006 (tafla 1). Í þremur sýnatökum frá 27. júní til 6. september 2006 var svífsýnum safnað bæði í fjöruborðinu og út í vatnsbol Lagarins.



21. mynd. Samanburður á þéttleika *Stephanodiscus parvus*/*S. minutulus* í svífsýnum úr fjöruborði og vatnsbol Lagarins á mismunandi dýpi við og út af Húsatanga (a), Strönd (b) og Þórsnesi (c), þrjár sýnatökur sumarið 2006. Súlurnar sýna fjölda þörunga í svífsýnum á 1 m (bláar), 2 m (rauðar), 5 m dýpi (grænar) og í fjörusvífi (bláröndóttar). Hver súla gefur til kynna fjölda þörunga í einum lítra, að baki hvernar súlu er aðeins ein mæling.

Svifþörungategundirnar *Stephanodiscus parvus*/S. *minutulus* og *Aulacoseira subarctica*/A. *italica* einkenndu svifsýnin sem tekin voru úr vatnsbolnum og var hlutfall þessara tegunda einnig mjög hátt í fjöruborðinu. Við samanburð á svifsýnum úr fjöruborðinu við sýni sem tekin voru af mismunandi dýpi í Leginum má sjá líkt mynstur í þéttleika þessara tveggja tegundahópa bæði á milli sýnatökudaga og sýnatökustaða (21. og 22. mynd). Allnokkur breytileiki var í þéttleika *Stephanodiscus* tegundahópsins á milli sýna innan hvers sýnatökudags, einkum við Húsatanga (21. mynd).

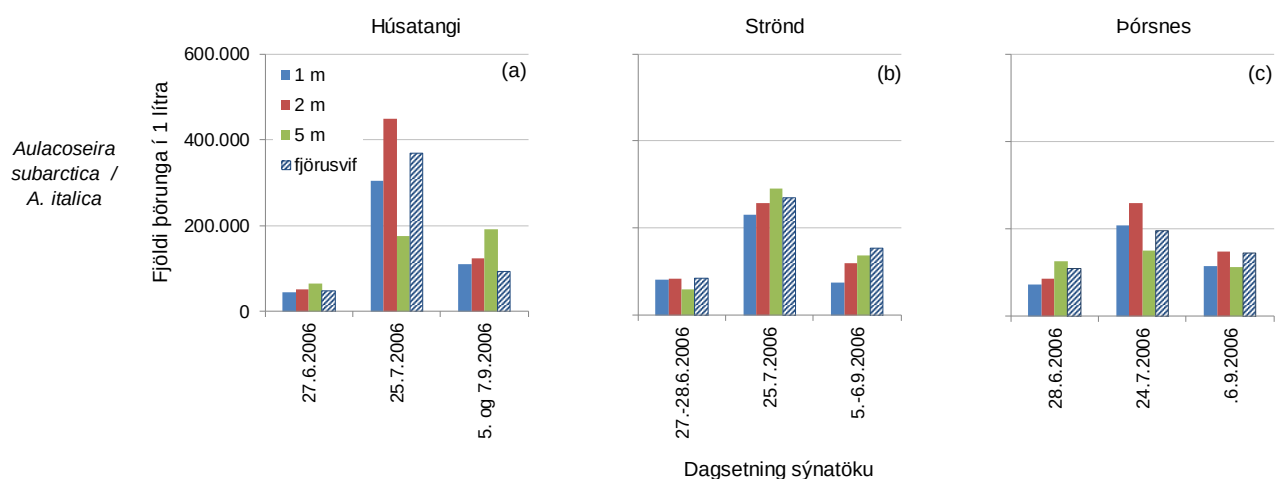
Tafla 7. Niðurstöður Pearson's fylgniþrófa fyrir *Stephanodiscus parvus*/S. *minutulus*. Niðurstöður Pearson's fylgniþrófa á hlutfallslegum þéttleika (neðri hluti töflunnar) og þéttleika (efri hluti töflunnar) *Stephanodiscus parvus*/S. *minutulus* á mismunandi dýpi (1, 2 og 5 m) í vatnsbol Lagarins og í svifi í fjöruborðinu á þremur sýnatökustöðum sumarið 2006. Sýndur er Pearson's fylgnistuðull (r) fyrir hvern samanburð og P gildi fyrir marktæki. Fyrir samanburð voru sýni frá mismunandi stöðum sameinuð, því byggir samanburðurinn á 9 mælingum (3 dagsetningar og 3 staðir) fyrir hvert dýpi.

Hlutfall \ Þéttleiki	1 m	2 m	5 m	fjara
1 m		0,908 ***	0,890 **	0,852 **
2 m	0,862 **		0,849 **	0,899 ***
5 m	0,671 *	0,747 *		0,923 ***
Fjara	0,464 óm	0,493 óm	0,411 óm	

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

Fylgni var mikil á milli þéttleika *Stephanodiscus* tegundahópsins í fjörusvifsýnum annars vegar og í svifsýnum úr vatnsbol hins vegar (tafla 7). Hið sama var ekki hægt að segja þegar fylgni var reiknuð fyrir hlutfallslegan þéttleika *Stephanodiscus* tegundahópsins í þessum sömu sýnum, en þá var hún lítil og ómarktæk eins og sjá má í neðstu línu í töflu 7.

Þéttleiki *Aulacoseira* tegundahópsins (22. mynd) var mun minni en *Stephanodiscus* tegundahópsins (21. mynd), en líkt samræmi má sjá milli þéttleika tegundahópsins í svifsýnum úr fjöruborðinu og þess sem var úti í Leginum (22. mynd).



22. mynd. Samanburður á þéttleika *Aulacoseira subarctica*/A. *italica* í svifsýnum úr fjöruborði og vatnsbol Lagarins á mismunandi dýpi við og út af Húsatanga (a), Strönd (b) og Þórsnesi (c), þrjár sýnatökur sumarið 2006. Súlurnar sýna fjölda þörungna í svifsýnum á 1 m (bláar), 2 m (rauðar) 5 m dýpi (grænar) og í fjörusvifi (bláröndóttar). Hver súla gefur til kynna fjölda þörungna í einum lítra, að baki hvernar súlu er aðeins ein mæling.

Fylgni var meiri á milli þéttleika *A. subarctica*/*A. italica* úr svifi í fjöruborðinu við það sem var í vatnsbolnum á 1 og 2 m dýpi úti í Leginum (tafla 8, dálkur lengst til hægri) en var fyrir *Stephanodiscus* tegundahópin, fylgni við 5 m dýpi var hins vegar mun minni og ómarktæk. Nokkuð góð fylgni var á milli hlutfalls tegundahópsins af heildarfjölda kísilþörungum í fjörusvifi við það sem var í vatnsbolnum (tafla 8, neðsta lína).

Tafla 8. Niðurstöður Pearson's fylgniþrófa fyrir *Aulacoseira subarctica*/*A. italica*. Niðurstöður Pearson's fylgniþrófa á hlutfallslegum þéttleika (neðri hluti töflunnar) og þéttleika (efri hluti töflunnar) *Aulacoseira subarctica*/*A. italica* á mismunandi dýpi (1, 2 og 5 m) í vatnsbol Lagarins og í svifi í fjöruborðinu á þremur sýnatökustöðum sumarið 2006. Sýndur er Pearson's fylgnistuðull (r) fyrir hvern samanburð og P gildi fyrir marktæki. Fyrir samanburð voru sýni frá mismunandi stöðum sameinuð, því byggir samanburðurinn á 9 mælingum (3 dagsetningar og 3 staðir) fyrir hvert dýpi.

Hlutfall \ Þéttleiki	1 m	2 m	5 m	fjara
1 m		0,978 ***	0,654 óm	0,948 ***
2 m	0,925 ***		0,553 óm	0,966 ***
5 m	0,704 *	0,876 **		0,635 óm
Fjara	0,725 *	0,803 **	0,769*	

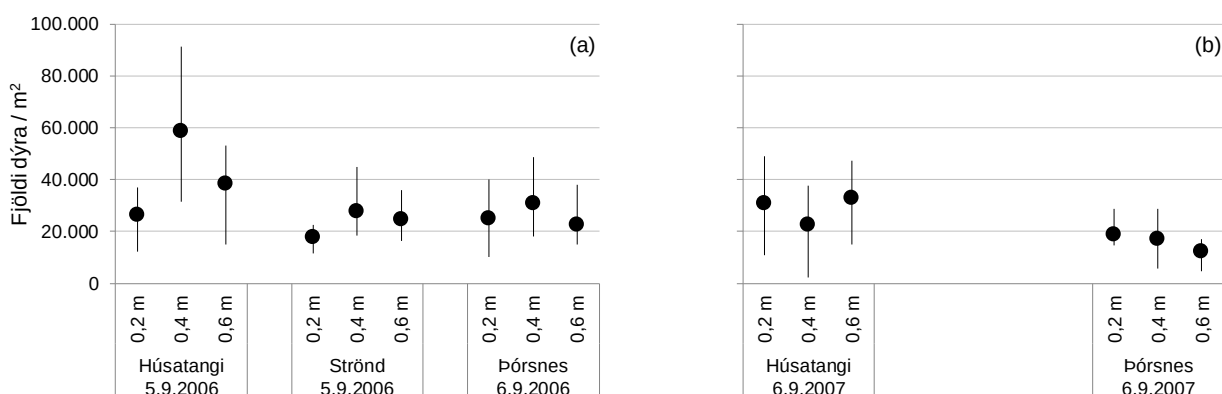
* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$, óm = ómarktækt

Við samanburð á öðrum tegundum sem komu fyrir í fjörusvifi og þeirra sem komu fyrir í vatnsbol Lagarins var fylgni lítil þar á milli, hvort heldur var í þéttleika eða hlutfallslegum þéttleika kísilþörungum. Til dæmis var engin fylgni á milli þéttleika *Fragilaria capucina* var. *gracilis* í svifi úr fjöru og svifi úr vatnsbolnum. Þegar borinn var saman þéttleiki og hlutfallslegur þéttleiki helstu tegunda á steinum í fjöru við þéttleika sömu tegunda í svifinu í fjöruborðinu fannst engin fylgni þar á milli.

3.3 Fjara

3.3.1 Smádýr á fjörusteinum

Töluverður munur var á milli einstakra steinasýna í þéttleika smádýra, einkum við Húsatanga 2006 (23. mynd a–b). Þéttleiki smádýra var að meðaltali á bilinu rúmlega 12–58 þúsund dýr/m². Mestur var þéttleiki smádýra við Húsatanga bæði haustið 2006 og 2007 (23. mynd a–b).



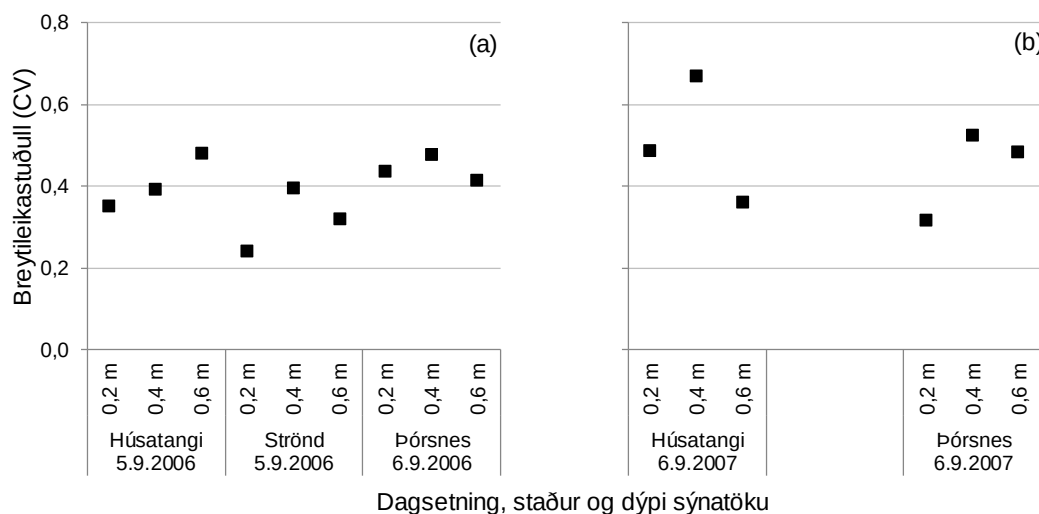
Dagsetning, staður og dýpi sýnatöku

23. mynd a–b. Þéttleiki smádýra á fjörusteinum. Fjöldi smádýr/m², á steinum á mismunandi dýpi (0,2, 0,4 og 0,6 m) í fjöruborðinu 5. og 6. september 2006 (a) og 6. september 2007 (b) í Leginum. Athugið að sýni voru ekki tekin úr fjörunni við Strönd 2007. Sýndur er meðalþéttleiki (svartir hringir) fimm sýna ásamt lægstu og hæstu gildum (lóðréttar línur) fyrir hvert sýni.

Í september 2006 voru sýni frá Húsatanga sem skáru sig úr með mestum þéttleika að meðaltali, rúmlega 26–58 þúsund dýr/m². Þetta sama ár var þéttleiki smádýra á fjörusteinum að jafnaði ögn hærri við Þórsnes (22–30 þús. dýr/m²) en við Strönd (17–27 þús. dýr/m²). Samkvæmt t-prófi var marktækur á milli þéttleika smádýra við Húsatanga og Strönd ($t(28)=2,962$, $p=0,006$) og einnig á milli Húsatanga og Þórsnes ($t(28)=2,384$, $p=0,024$). Hins vegar var ekki marktækur munur á þéttleika smádýra við Strönd og Þórsnes ($t(28)=0,736$, $p=0,468$). Ári síðar var þéttleiki smádýra á fjörusteinum sem fyrr marktækt hærri við Húsatanga (22–32 þús. dýr/m² að meðaltali) en við Þórsnes (12–18 þús. dýr/m²) ($t(28)=3,219$, $p=0,003$).

Munur á milli ára í þéttleika smádýra við Húsatanga var ekki marktækur ($t(28)=1,873$, $p=0,072$) en hins vegar var hann marktækt meiri við Þórsnes árið 2006 en árið 2007 ($t(28)=2,925$, $p=0,006$).

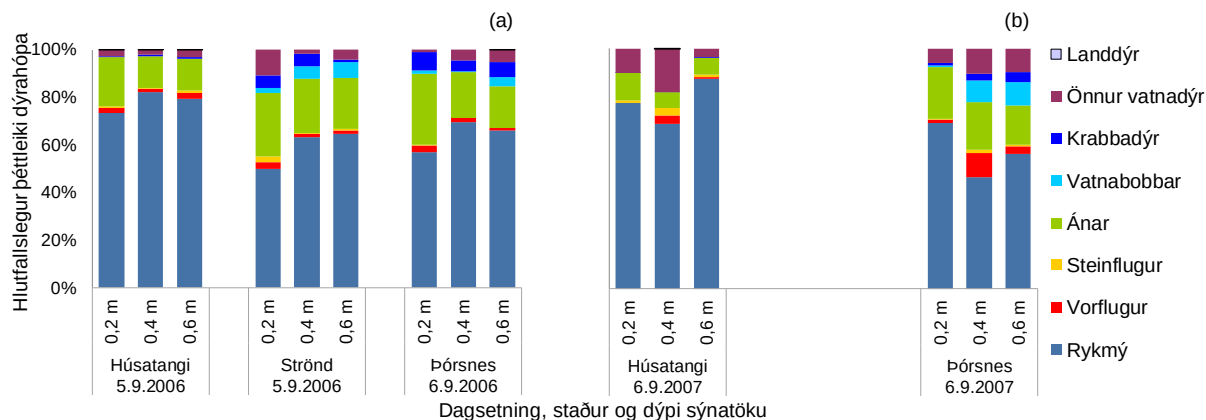
Meðalþéttleiki smádýra var að jafnaði hæstur á 0,4 m dýpi á öllum sýnatökustöðum árið 2006, en ári síðar var ekki að sjá reglubundna dreifingu á þéttleika smádýra eftir dýpi (23. mynd a–b). Innan hvers sýnatökustaðar var mismunur á þéttleika smádýra eftir dýpi ávallt ómarktækur að undanskildum sýnum frá Húsatanga í september 2006, þar kom fram marktækur munur á milli sýna af 0,2 m dýpi og 0,4 m dýpi ($t(8)=2,946$, $p=0,019$).



24. mynd. Breytileikastuðlar (CV) fyrir fjölda smádýra á fjörusteinum við Húsatanga, Strönd og Þórsnes 2006 (a) og 2007 (b) (engín sýni frá Strönd 2007) á mismunandi dýpi í fjöruborðinu. Hver ferningur sýnir breytileikastuðul fyrir hverja sýnatöku og hvert dýpi, byggðan á fimm sýnum. Því hærra gildi því meiri breytileiki (cv: staðalfrávik/meðaltali).

Breytileikastuðlar fyrir þéttleika smádýra á steinum úr fjöru frá Húsatanga var aðeins lægri að jafnaði en frá Þórsnesi haustið 2006, en þá var breytileiki minnstur milli sýna við Strönd (24. mynd a). Breytileikastuðull fyrir sýni frá Þórsnesi var að jafnaði lægri en þeirra sem safnað var í fjörunni við Húsatanga árið 2007 (24. mynd b). Sýni frá Húsatanga í september 2007 á 0,4 m dýpi skáru sig frá með mestum breytileika á milli sýna (24. mynd a og b). Ekki var að sjá reglubundinn mun á milli sýna af mismunandi dýpi hvað varðaði breytileika í þéttleika dýra að öðru leyti en því að sýni af 0,4 m dýpi voru alltaf með mestan breytileika, að undanskildum Húsatanga haustið 2006 þar sem breytileikinn var mestur á 0,6 m dýpi.

Algengustu smádýrin á steinum voru rykmýslirfur, en auk þess var nokkuð af rykmýspúpum. Hlutfallslegur þéttleiki rykmýs var mestur á fjörusteinunum við Húsatanga, að meðaltali 78% af heildarfjölda smádýra sem þar fundust bæði árin (25. mynd a og b). Við Strönd og Þórsnes var hlutur rykmýs á bilinu 57–64% að meðaltali. Ekki var hægt að merkja að hlutfall rykmýs breyttist í takt við það dýpi sem sýnin voru tekin af.



25. mynd a–b. Hlutfallslegur þéttleiki smádýrahópa á fjörusteinum við Húsatanga, Strönd og Þórsnes 5.–6. september 2006 (a) og 6. September 2007 (b) (engin sýni frá Strönd 2007) á mismunandi dýpi í fjöruborðinu. Að baki hverrar súlu er heildarhlutfall mismunandi smádýrahópa sem byggt er á 5 sýnum fyrir hvert dýpi.

Ánar voru næst algengastir, hæsta hlutfall þeirra var í fjörunni við Strönd og Þórsnes 2006 og síðan við Þórsnes 2007 (25. mynd a og b). Hlutfall þeirra af heildarfjölda smádýra var lægst bæði árin við Húsatanga. Í öllum tilvikum var hlutfall ána hæst á grynnsu sýnatökudýpunum (0,2 m) en lægst á þeim dýpstu.

Vatnabobbar komu ekki fyrir við Húsatanga, en voru í allnokkru mæli við Strönd (1,9–6,7%) og við Þórsnes, einkum síðara árið (0,3–3,9% árið 2006 og 0,8–9,7% árið 2007) (25. mynd a og b).

Krabbadýr komu fyrir í afar litlum mæli í fjörunni við Húsatanga bæði árin. Hæsta hlutfall þeirra var við Þórsnes 2006 (4,5–7,8%), mest á grynnsa sýnatökudýpinu en lægra á meira dýpi (0,4 og 0,6 m). Hlutfall krabbadýra af heildarfjölda smádýra var mun minna síðara árið við Þórsnes (1,1–4,3%). Við Strönd var hlutfall krabbadýra á bilinu 1,1% (0,6 m) og 5,5% (0,2 m) (25. mynd a og b). Mestur hluti krabbadýra heyrði til árfætlna (Copepoda) þó voru vatnsflær (Cladocera) nokkuð áberandi í smádýrasýnunum í fjörunni við Þórsnes 2006.

Vorflugulirfur (Trichoptera) og steinflugugyðlur (Plecoptera) fundust í lágu hlutfalli af heildarfjölda smádýra á öllum sýnatökustöðunum og á öllum dýpum sem safnað var af. Hlutfall vorflugnalirfa var á bilinu 1–3% og fór upp í 10% á 0,4 m dýpi við Þórsnes 2007 (25. mynd b). Hluttur steinflugna af heildarfjölda smádýra var 1–2%, en fór mest í 2,8% við Strönd á 0,2 m dýpi og 3,1% við Húsatanga á 0,4 m dýpi 2007 (25. mynd a og b).

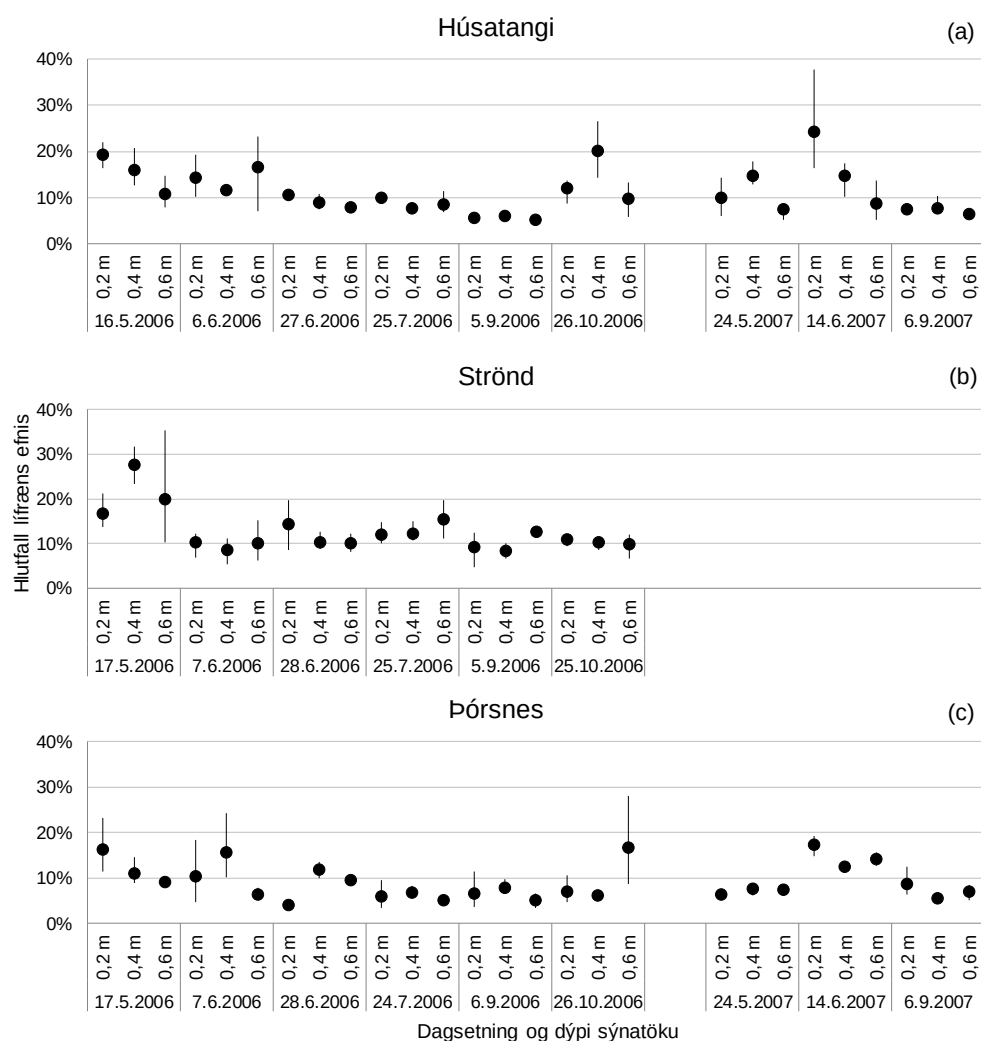
Mestur hluti þess sem flokkað var sem önnur vatnadýr voru vatnamítlar (Hydrachnellidae: Acarina) og örmlur (*Hydra*) sem voru í töluverðu mæli í fjörunni við Strönd og Þórsnes 2006. Bessadýr (Tardigrada) fundust á öllum sýnatökusvæðunum og á öllum dýpum sem safnað var af, en aldrei í miklum mæli þó (teljast með öðrum vatnadýrum á 25. mynd a og b).

Vegna þess að tegundir voru ekki sundurgreindar innan mismunandi dýrahópa er vafasamt að segja nokkuð um fjölbreytni smádýra á einstökum svæðum eða á mismunandi dýpi í fjörunni.

3.3.2 Lífrænt efni á fjörusteinum

Hlutfall lífræns efnis á steinum í fjöruborði Lagarins var yfirleitt á bilinu 5 og 20%, en í einstaka tilfellum var hlutfallið yfir 20% eða undir 5% (26. mynd a–c). Árið 2006 var hlutfall lífræns efnis hæst í byrjun sumars en lækkaði er leið fram á haust, þar til í sýnatöku í október þegar hlutfallið hækkaði aftur í sýnum frá Húsatanga (af öllum dýpum) og Þórsnesi (af 0,6 m dýpi). Hins vegar stóð hlutfallið í stað í sýnum frá Strönd. Ári síðar var hlutfall lífræns efnis hæst í sýnatökunni í júní bæði við Húsatanga og Þórsnes (26. mynd a og c).

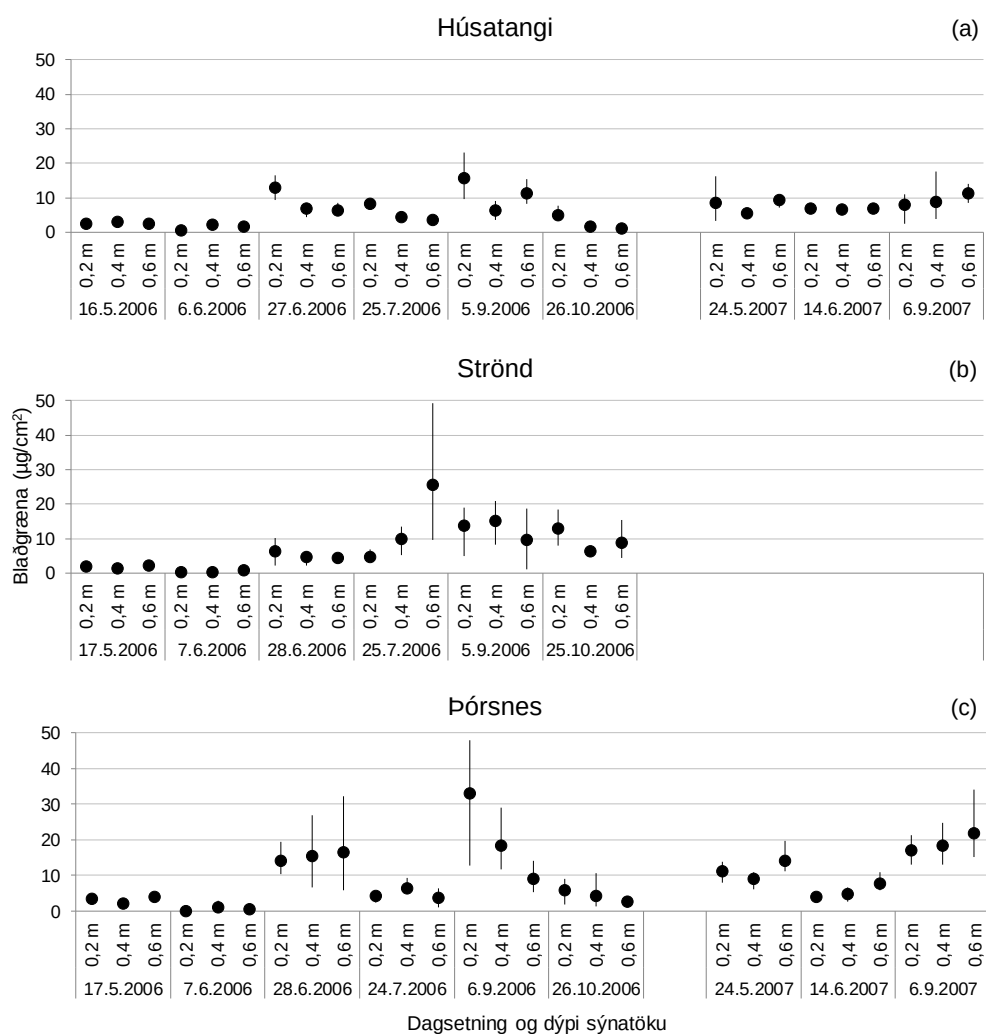
Hlutfall lífræns efnis var að jafnaði hæst við Strönd (að meðaltali 12,7%), aðeins lægra við Húsatanga (11,1% árið 2006 og 11,3% 2007) og lægst bæði árin við Þórsnes (8,3% 2006 og 9,6% 2007). Nokkur munur var á milli lífræns hlutfalls á steinum á mismunandi dýpi innan sýnatökustaða, en ekki var að sjá að sá munur væri tengdur dýpi á reglubundinn hátt.



26. mynd a–c. Hlutfall lífræns efnis á fjörusteinum á mismunandi dýpi í fjöru við Húsatanga (a), Strönd (b) og Þórsnes (c) sumarið 2006 og við Húsatanga (a) og Þórsnes (c) sumarið 2007. Svörtu fylltu hringirnir sýna meðaltal þriggja mælinga fyrir hverja dagsetningu, dýpi og sýnatökustað. Lóðréttu línurnar við hvern hring sýna lægsta og hæsta mæligildi.

3.3.2 Magn blaðgrænu á fjörusteinum

Magn blaðgrænu í þörungaskán á fjörusteinum gefur upplýsingar um lífmassa þörunga á steinunum. Mjög mikill breytileiki var á milli einstakra sýna á magni blaðgrænu (27. mynd a–c). Mestur var munurinn á einstökum sýnum úr fjörunni við Strönd í júlí 2006, tæplega 40-faldur og við Þórsnes í september 2006 var 35-faldur munur á milli lægsta og hæsta mæligildis (27. mynd b og c). Á fjörusteinunum var magn blaðgrænu fremur lítið á öllum sýnatökustöðunum í maí 2006 og enn minna í byrjun júní sama ár. Þann 28. júní 2006 mældist mun meiri blaðgræna en áður, sérstaklega við Þórsnes (27. mynd a–c). Í júlílok 2006 var magn blaðgrænu aftur frekar lítið á öllum dýpum nema við Strönd þar sem það var á milli 10 og 49 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ á 0,6 m dýpi (27. mynd b). Í september 2006 mældist fremur mikil blaðgræna á öllum sýnatökustöðunum, þó sérstaklega við Þórsnes. Magn blaðgrænu var minna í október 2006 en í september sama ár, munurinn var meiri við Húsatanga og Þórsnes en við Strönd.



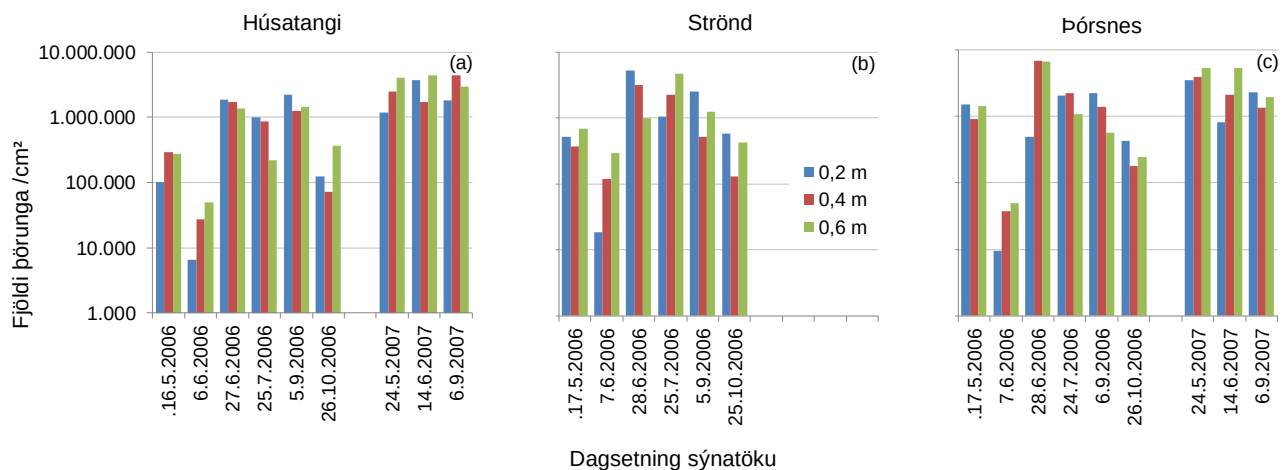
27. mynd a–c. Blaðgræna á fjörusteinum á mismunandi dýpi við Húsatanga (a), Strönd (b) og Þórsnes (c) sumarið 2006 og við Húsatanga (a) og Þórsnes (c) sumarið 2007. Svörtu fylltu hringirnir sýna meðaltöl þriggja mælinga fyrir hverja dagsetningu, dýpi og sýnatökustað. Lóðréttu línurnar við hvern hring sýna lægsta og hæsta mæligildi.

Við samanburð á milli ára má sjá að magn blaðgrænu í maí 2007 var meira en það var á sama tíma árið áður á báðum stöðum á öllum dýpum (27. mynd a og c). Við Húsatanga var ekki um teljandi mun að ræða á milli ára í júní og september, þó var aðeins meiri munur á magni blaðgrænu eftir dýpi í september 2006 en var 2007 (27. mynd a). Í júní var magn blaðgrænu við Þórsnes meira 2006 en 2007. Magn blaðgrænu var enn breytilegra eftir dýpi við Þórsnes í september 2006 en var við Húsatanga: Á grynsta dýpi (0,2 m) var magnið mun meira en það var á sama tíma ári síðar, á 0,4 m dýpi var magn blaðgrænu svipað milli ára, á dýpsta sýnatökudýpinu (0,6 m) var það töluvert minna í september 2006 en það var 2007 (27. mynd c).

Jákvætt samband var á magni blaðgrænu og þéttleika þörunga á steinum af sömu sýnatökustöðum og dagsetningum; Pearson's fylgnipróf Húsatangi: $r=0,85; P<0,0001$, Strönd: $r=0,7; P<0,0001$, Þórsnes: $r=0,82; P<0,0001$ (gögnunum var umbreytt með lógaritma). Hins vegar var engin marktæk fylgni á milli magns blaðgrænu á steinum og hlutfalli lífræns efnis á þeim við Strönd og veik neikvæð og ómarktæk fylgni við Húsatanga ($r=0,51; P<0,01$) og Þórsnes ($r=0,36; P<0,1$).

3.3.3 Kísilþörungar á fjörusteinum

Þéttleiki kísilþörungum á fjörusteinum var mjög breytilegur á milli sýnatökudaga og sýnatökustaða (28. mynd a–c). Á öllum sýnatökustöðunum var þéttleikinn minnstur 6. og 7. júní og næst minnstur 25. og 26. október 2006. Mesti þéttleiki kísilþörungum á fjörusteinum var við Þórsnes í sýnum frá 28. júní 2006.



28. mynd a–c. Þéttleiki kísilþörungum á fjörusteinum. Fjöldi kísilþörungum/cm², á fjörusteinum á mismunandi dýpi við Húsatanga (a), Strönd (b) og Þórsnes (c) sumarið 2006 og við Húsatanga (a) og Þórsnes (c) sumarið 2007. Súlnar sýna þéttleika þörungum í sýnum af steinum á 0,2 m (bláar), 0,4 m (rauðar) og 0,6 m dýpi (grænar). Að baki hverrar súlu er aðeins ein mæling. Athugið að kvarðinn á lóðréttu ásunum er lógaritmískur og byrjar á 1000.

Álíkur þéttleiki var á steinum af 0,4 og 0,6 m dýpi en þéttleikinn í sýninu af 0,2 m dýpi var mun lægri (28. mynd c). Steinar sem höfðu mestan þéttleika þörungum voru af mismunandi dýpi á milli sýnatökudaga og sýnatökustaða (enda stök sýni) og ekki að sjá reglulegt mynstur í þéttleika þörungum eftir dýpi (28. mynd a og c). Þéttleiki kísilþörungum var nær alltaf yfir 100 þúsund þörungum/cm² bæði árin, en áberandi lægð var á þéttleika á öllum sýnatökustöðunum í júníbyrjun

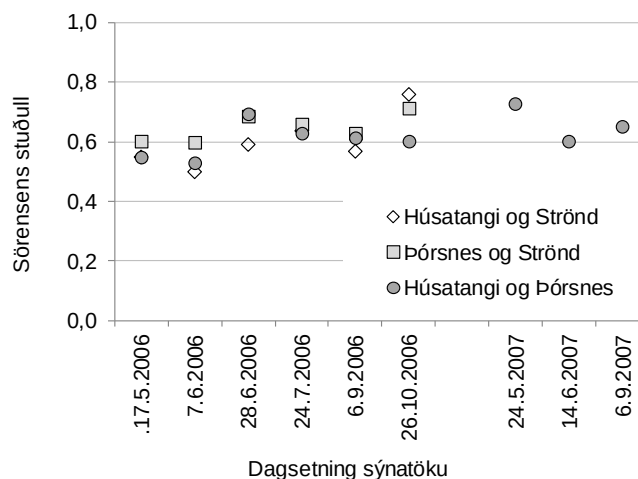
2006. Vatnsborð hafði hækkað um 110 cm á 10 dögum fyrir sýnatöku í júníbyrjun 2006 (tafla 2), þar af leiðandi voru þau svæði sem safnað var af nýlega komin undir vatn eftir að hafa verið á þurru í nokkurn tíma áður (8. mynd).

Í allt voru 124 tegundir og tegundahópar kísilþörungagreindir af fjörusteinum við Húsatanga, Strönd og Þórsnes bæði árin samanlagt. Heildar tegundafjöldi á fjörusteinum árið 2006 var 82 við Húsatanga, 81 við Strönd og 89 við Þórsnes. Ári síðar voru tegundirnar og tegundahóparnar 64 við Húsatanga og 71 við Þórsnes (tafla 9). Alls voru 56 tegundir og tegundahópar sameiginlegar með stöðunum þremur 2006, ári síðar var 51 tegund og tegundahópur sameiginleg með Húsatanga og Þórsnesi. Á steinum frá Þórsnesi fundust flestar tegundir og tegundahópar bæði árin og þar voru einnig flestar tegundir sem ekki fundust á steinum frá hinum stöðunum. Við Strönd voru fæstar tegundir sem eingöngu fundust á einum sýnatökustað árið 2006 og þar fundust fleiri sameiginlegar tegundir með Þórsnesi en Húsatanga (tafla 9).

Tafla 9. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa á fjörusteinum, samanburður á milli sýnatökustaða. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa sem fundust á fjörusteinum á 0,2, 0,4 og 0,6 m dýpi við Húsatanga, Strönd og Þórsnes 2006 og við Húsatanga og Þórsnes 2007 og skipting þeirra á milli staða. Taflan sýnir jafnframt fjölda tegunda og tegundahópa sem voru sameiginlegar á milli sýnatökustaða. Neðan við ártölin efst í öðrum og þriðja dálki er gefinn upp fjöldi sýna frá hverjum sýnatökustað. Neðri hluti töflunnar sýnir heildarfjölda tegunda og tegundahópa sem fundust við hvern stað.

Fjöldi tegunda og tegundahópa sem fundust:	2006	2007
	(N=18 hver staður)	(N=9 hver staður)
eingöngu við Húsatanga	14	13
eingöngu við Strönd	10	
eingöngu við Þórsnes	16	20
við Húsatanga og Strönd	5	
við Strönd og Þórsnes	10	
við Þórsnes og Húsatanga	7	51
við Húsatanga, Strönd og Þórsnes	56	
Samtals	118	84
í allt við Húsatanga	82	64
í allt við Strönd	81	
í allt við Þórsnes	89	71

Til að kanna líkindi með sýnatökustöðum m.t.t. kísilþörungasamfélaga var stuðst við Sörensen skörunarstuðul. Hann sýndi að samfélög þörungna við Þórsnes og Strönd líktust mest alla sýnatökudaga, nema í október 2006 þegar tegundalistar Húsatanga og Strandar voru líkastir (29. mynd). Húsatangi og Strönd voru alltaf með lægstan Sörensen stuðul og því með ólíkustu tegundasamsetninguna. Húsatangi og Þórsnes voru með Sörensen stuðul sem lá á milli hinna tveggja samanburðanna árið 2006 nema í október þegar hann var lægstur þar (29. mynd). Ári síðar voru Sörensen stuðlar fyrir Húsatanga og Þórsness hærrí í maí og september en voru árið áður við sambærilegar dagsetningar en gildið fyrir júní 2007 var á milli þess sem fékkst í sýnatökunum tveimur í júní 2006 (29. mynd).



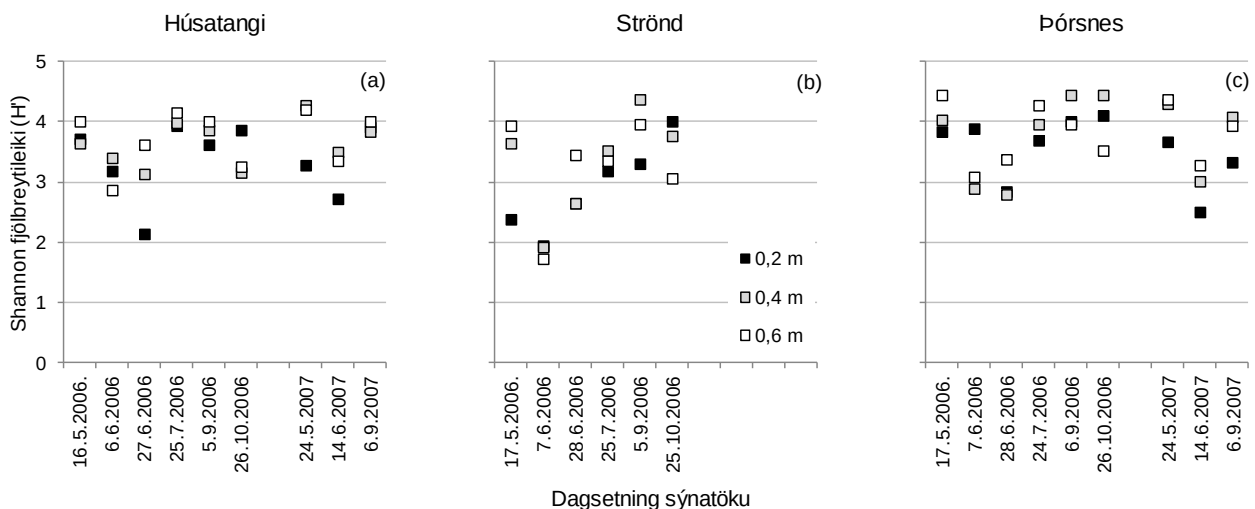
29. mynd. Sörensens stuðull fyrir breytileika á milli sýnatökustaða (hærra gildi því minni breytileiki á milli staða). Samanburður á milli tveggja sýnatökustaða í senn; Húsatanga og Standar (tíglar) Þórsnes og Strandar (ferningar) og Húsatanga og Þórsnes (hringir). Tegundalistar fyrir sýni af 0,2, 0,4 og 0,6 m dýpi frá hverjum stað voru sameinaðir fyrir hvern sýnatökudag og notaðir við samanburðinn.

Við samanburð á fjölda tegunda og tegundahópa kísilþörungum af fjörusteinum eftir dýpi, kom í ljós flestar fundust á 0,4 m dýpi bæði árin á öllum sýnatökustöðum, nema við Húsatanga 2007, þar var 0,6 m dýpi tegundaaufgast (tafla 10). Oftast voru fleiri tegundir sameiginlegar með 0,4 og 0,6 m dýpi en voru sameiginlegar með 0,2 og 0,6 m dýpi, undantekning var við Húsatanga 2007 þar voru þær jafnmargar (tafla 10).

Tafla 10. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa á fjörusteinum, samanburður á milli dýpa. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa sem fundust á fjörusteinum á 0,2, 0,4 og 0,6 m dýpi við Húsatanga, Strönd og Þórsnes 2006 og við Húsatanga og Þórsnes 2007 og skipting þeirra á milli dýpa. Taflan sýnir fjölda tegunda og tegundahópa sem fundust eingöngu á ákveðnu dýpi og síðan fjöldi tegunda sem voru sameiginlegar á milli mismunandi dýpa. Neðan við staðarheitin efst í hverjum dálki er gefinn upp fjöldi sýna frá hverjum stað. Neðri hluti töflunnar sýnir heildarfjölda tegunda og tegundahópa sem fundust á hverju dýpi.

Fjöldi tegunda og tegundahópa sem fundust	2006			2007	
	Húsatangi (N=18)	Strönd (N=18)	Þórsnes (N=18)	Húsatangi (N=9)	Þórsnes (N=9)
eingöngu á 0,2 m	9	10	8	4	6
eingöngu á 0,4 m	9	15	16	7	11
eingöngu á 0,6 m	6	5	6	8	8
á 0,2 og 0,4 m	8	5	2	3	4
á 0,4 og 0,6 m	6	11	8	5	8
á 0,6 og 0,2 m	3	4	5	5	5
á öllum dýpum	41	31	44	32	29
Samtals	82	81	89	64	71
í allt á 0,2 m	61	50	59	44	44
í allt á 0,4 m	64	62	70	47	52
í allt á 0,6 m	56	51	63	50	50

Shannon fjölbreytileikastuðlar fyrir þörungasýni af mismunandi dýpi voru breytilegir á milli sýnatökudaga (30. mynd a–c). Sýni af 0,2 m dýpi voru oftast með lægsta fjölbreytileikastuðul en hin tvo sýnatökudýpin, en að öðru leyti var óreglulegt á hvaða dýpi breytileikinn væri að jafnaði mestur eða minnstur (30. mynd a–c). Breytileikinn var að jafnaði lægstur við Strönd árið 2006 og hæstur við Þórsnes. Ári síðar var breytileikinn að jafnaði líkur á milli Húsatanga og Þórsnes. Shannon breytileikastuðullinn var lægstur í júní bæði árin á öllum sýnatökustöðum (30. mynd a–c). Þessir sýnatökudagar áttu það sameiginlegt að vera eftir mikla hækkun vatnsborðs (8. mynd). Fylgni á milli vatnshæðar og Shannon breytileikastuðuls reyndist ekki vera marktæk.

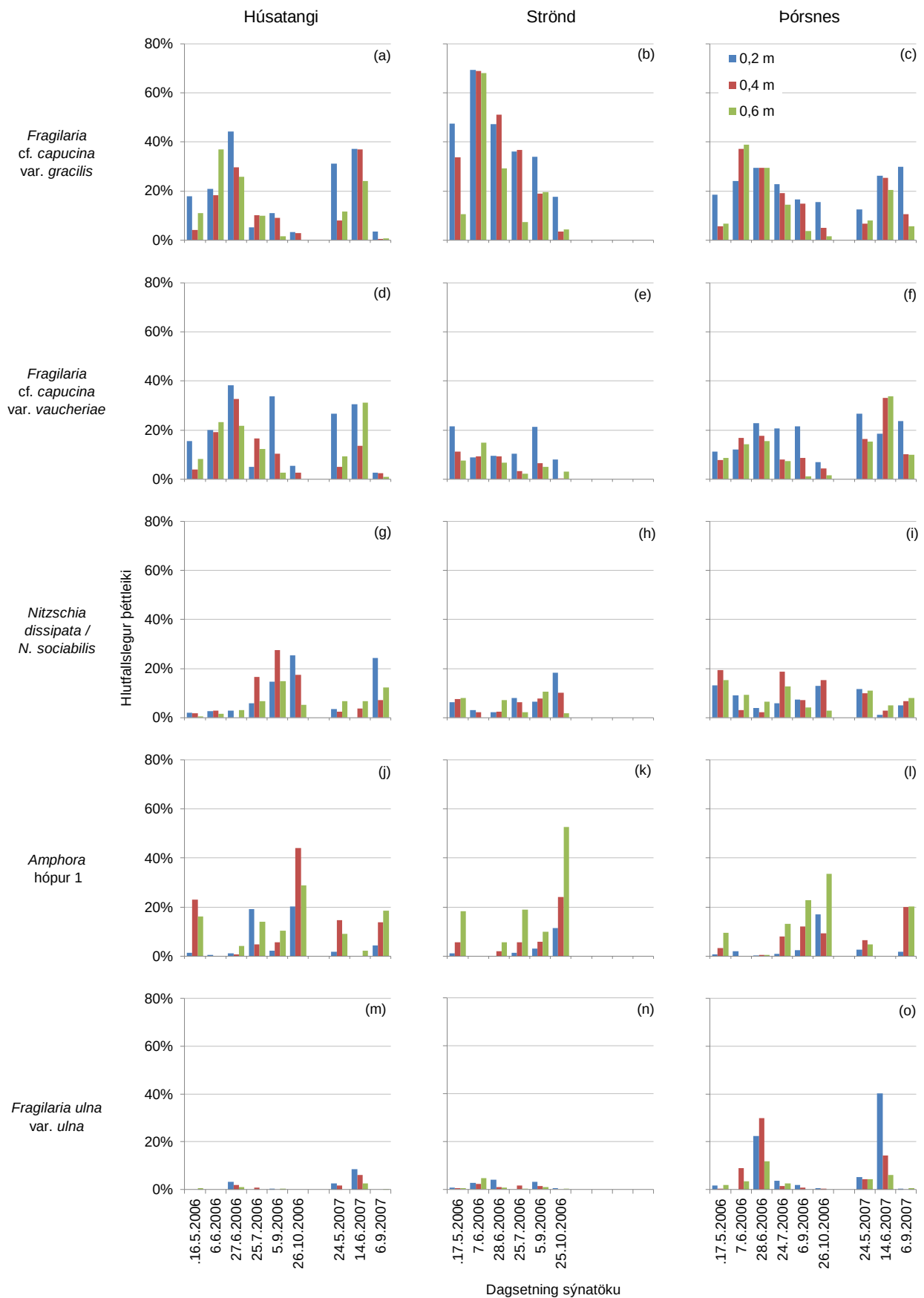


30. mynd a–c. Shannon fjölbreytileikastuðlar þörungasýna af fjörusteinum á 3 dýpum við Húsatanga (a), Strönd (b) og Þórsnes (c) sumarið 2006 og við Húsatanga (a) og Þórsnes (c) sumarið 2007. Sýndir eru fjölbreytileikastuðlar fyrir stök sýni af 0,2 m (svartir ferningar), 0,4 m (gráir ferningar) og 0,6 m dýpi (hvítir ferningar).

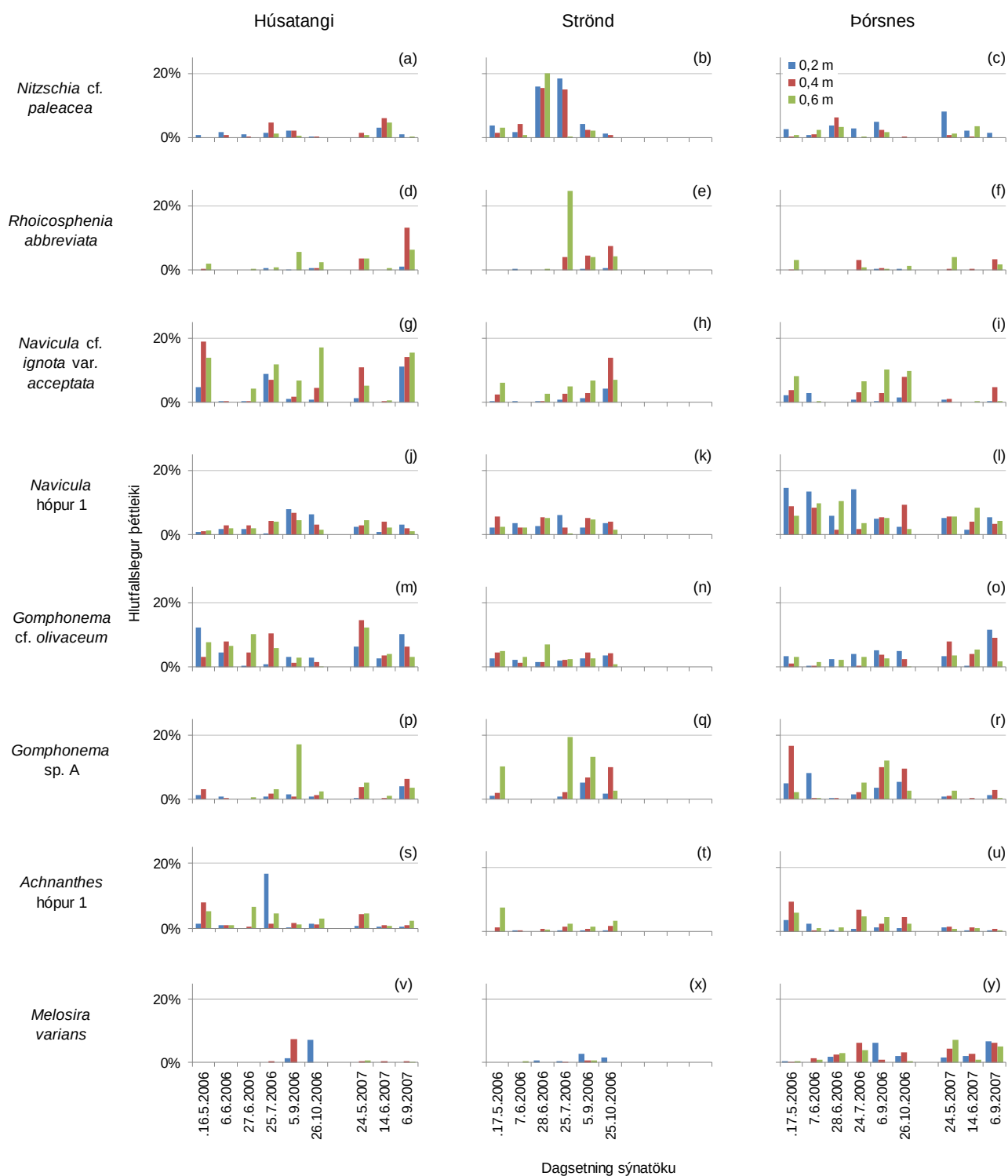
Töluverðar árstíðabreytingar voru á hlutfalli algengustu kísilþörungategunda á fjörusteinum í Leginum 2006 og 2007 (31. og 32. mynd). Auk þess var nokkur breytileiki á hversu algengar mismunandi tegundir voru á milli sýnatökustaða. Algengasta kísilþörungategundin á fjörusteinum var *Fragilaria capucina* var. *gracilis*, hlutfallslegur þéttleiki tegundarinnar var hæstur við Strönd, þar sem hámarki var náð í byrjun júnímánaðar og minnkaði er leið á sumarið 2006 (31. mynd a–c). Tegundin var að jafnaði í hæstu hlutfalli í sýnum teknum í júní bæði árin á öllum sýnatökustöðunum þremur.

F. capucina var. *vaucheriae* var næst algengasta tegundin á fjörusteinum (31. mynd d–f). Við Húsatanga og Þórsnes var hlutfall tegundarinnar mun hærri en við Strönd. Við Húsatanga og Þórsnes náði hlutfall tegundarinnar hámarki í júní bæði árin (31. mynd d og f), en við Strönd breyttist hlutfall tegundarinnar lítið yfir sumarið (31. mynd e).

Tegundirnar *Nitzschia dissipata*/*N. sociabilis* voru einnig algengar á fjörusteinum, þær komu fyrir í flestum sýnum og fór hlutfall þeirra yfir 20% í þremur sýnum við Húsatanga (31. mynd g). Við Húsatanga og Strönd jókst hlutfallslegur þéttleiki *N. dissipata*/*N. sociabilis* tegundanna er leið á sumarið 2006 en breytingin var ekki eins mikil við Þórsnes (31. mynd g–i).



31. mynd a–o. Hlutfallslegur þéttleiki fimm algengustu kísilþörungategunda á fjörusteinum á mismunandi dýpi við Húsatanga, Strönd og Þórsnes sumarið 2006 og við Húsatanga og Þórsnes sumarið 2007. Súlurnar sýna hlutfall þörungna í sýnum af steinum á 0,2 m (bláar), 0,4 m (rauðar) og 0,6 m dýpi (grænar). Hver súla sýnir niðurstöður úr einu sýni.



32. mynd a–y. Hlutfallslegur þéttleiki fremur algengra kísilþörungategunda og tegundahópa á fjörusteinum á mismunandi dýpi við Húsatanga, Strönd og Þórsnes sumarið 2006 og við Húsatanga og Þórsnes sumarið 2007. Súlurnar sýna hlutfall tegundarinnar í sýnum af steinum á 0,2 m (bláar), 0,4 m (rauðar) og 0,6 m dýpi (grænar). Hver súla sýnir niðurstöður úr einu sýni.

Tegundahópurinn *Amphora* hópur 1 var að stærstum hluta tegundin *Amphora pediculus* en nokkrar líkar tegundir fengu að vera með í hópnum vegna vafa við greiningar. Tegundahópurinn var allalgengur í nokkrum tilvikum, hlutfallslegur þéttleiki hans var í tvígang yfir 40%, í október við Húsatanga á 0,4 m dýpi og við Strönd einnig í október 2006 á 0,6 m dýpi (31. mynd j–l). Hlutfall kísilþörungum er tilheyrðu *Amphora* hópi 1 var nokkuð breytilegt á milli sýna og á milli sýnatökudaga, en hlutfallið virtist hækka er leið á sumrin. Athyglisvert er að tegundahópurinn var algengari með auknu dýpi flesta sýnatökudaga, þ.e. hlutfall hans var oftast mest á 0,6 m dýpi.

Fragilaria ulna var. *ulna* var algeng tegund við Þórsnes í júní bæði árin en hún var ekki mjög algeng á hinum tveimur stöðunum (31. mynd m–o). Svipaða sögu má segja um *Nitzschia* cf. *paleacea* sem var mun algengari við Strönd en á hinum sýnatökustöðunum (32. mynd a–c).

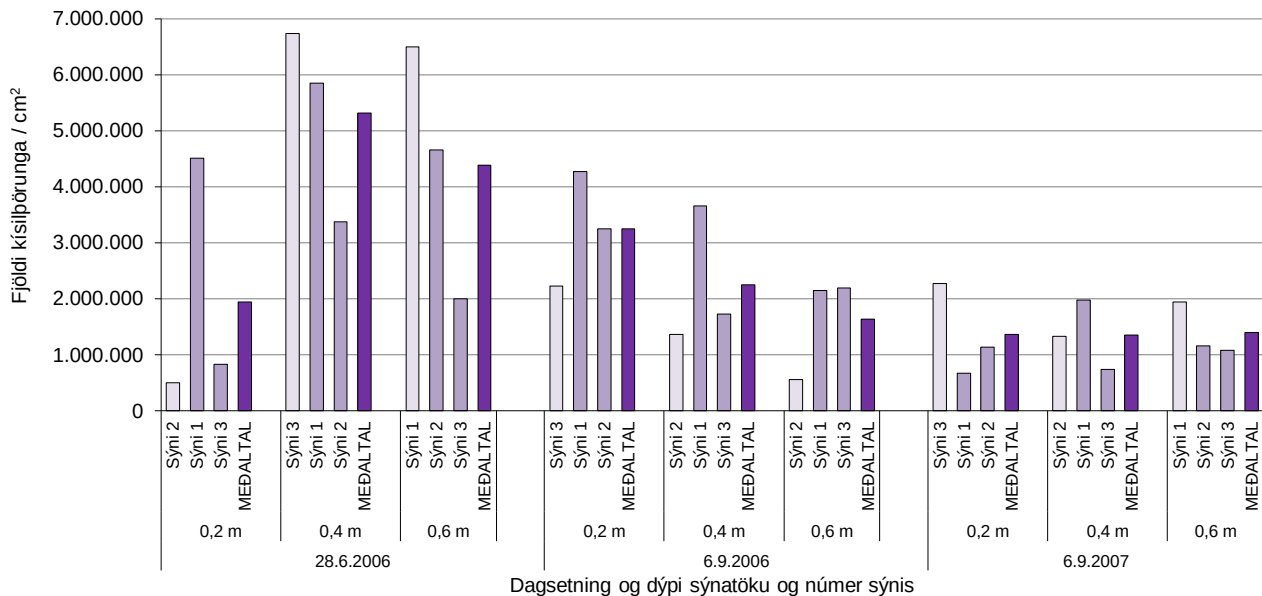
Tegundirnar *Navicula* cf. *saxophila* og *Rhoicosphenia abbreviata* komu ekki fyrir í eins mörgum sýnum þrátt fyrir að hlutfallslegur þéttleiki þeirra næði að fara yfir 20% í stöku sýnum. *Navicula* cf. *saxophila* fannst helst á steinum við Húsatanga, einkum í sýnum frá 6. júní 2006 (mest 29,2%) (viðauki 2). Við Strönd var tegundin *R. abbreviata* nokkuð algeng (24,5%) í einu sýni frá 25. júlí 2006 en kom fyrir í litlu mæli í öðrum sýnum (32. mynd d–f).

Aðrar tegundir og tegundahópar sem komu fyrir í flestum sýnum en náðu ekki 20% hlutfalli voru: *Navicula* cf. *ignota* var. *acceptata* (32. mynd g–i), *Navicula* hópur 1 (32. mynd j–l), *Gomphonema* cf. *olivaceum* (mismunandi afbrigði) (32. mynd m–o), *Gomphonema* sp. A (32. mynd p–r) og *Achnanthes* hópur 1 (32. mynd s–u).

Tegundin *Melosira varians* kom fyrir í nokkrum sýnum frá Húsatanga bæði árin en náði mest yfir 7% hlutfalli í tveimur sýnum árið 2006. Við Strönd kom hún fyrir í um helmingi sýna en náði mest 2,8% hlutfalli. Hins vegar fannst tegundin í flestum sýnum frá Þórsnesi og í sex sýnum náði hún 5,2–7,2% hlutfalli af heildarþéttleika þörungum. Hlutfall *M. varians* jókst er á leið á sumarið bæði árin við Þórsnes (32. mynd v–y).

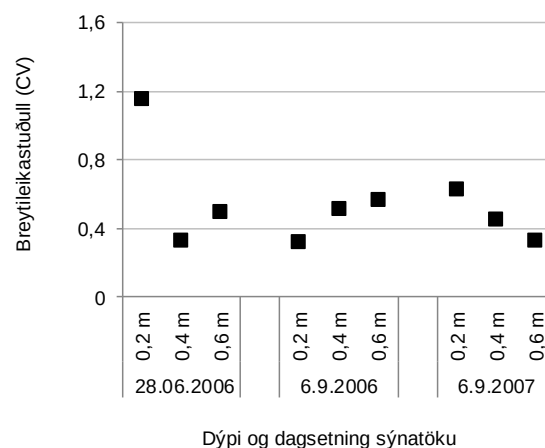
3.3.3.1 Endurteknar mælingar á kísilþörungum í fjöru við Þórsnes

Greining og talning á kísilþörungum úr öllum sýnum þriggja sýnatökudaga við Þórsnes, leiddu í ljós að í flestum tilfellum var mjög mikill breytileiki á milli einstakra sýna í þéttleika kísilþörungum (fjöldi þörungum/cm²) (33. mynd). Virtist tilviljun ráða því hve nálægt meðaltali þriggja sýna, þau sýni voru sem unnið var úr fyrst (súlur lengst til vinstri í hverri súlnaþyrpingu á 33. mynd) og voru notuð við aðra úrvinnslu í þessari rannsókn (t.d. 28. mynd c). Munur á milli sýna sem voru á 0,2 m dýpi þann 28. júní 2006 var mjög mikill; rúmlega 9-faldur munur á minnsta og mesta þéttleika (33. mynd). Munur á milli annarra sýna var mun minni (2–4-faldur).



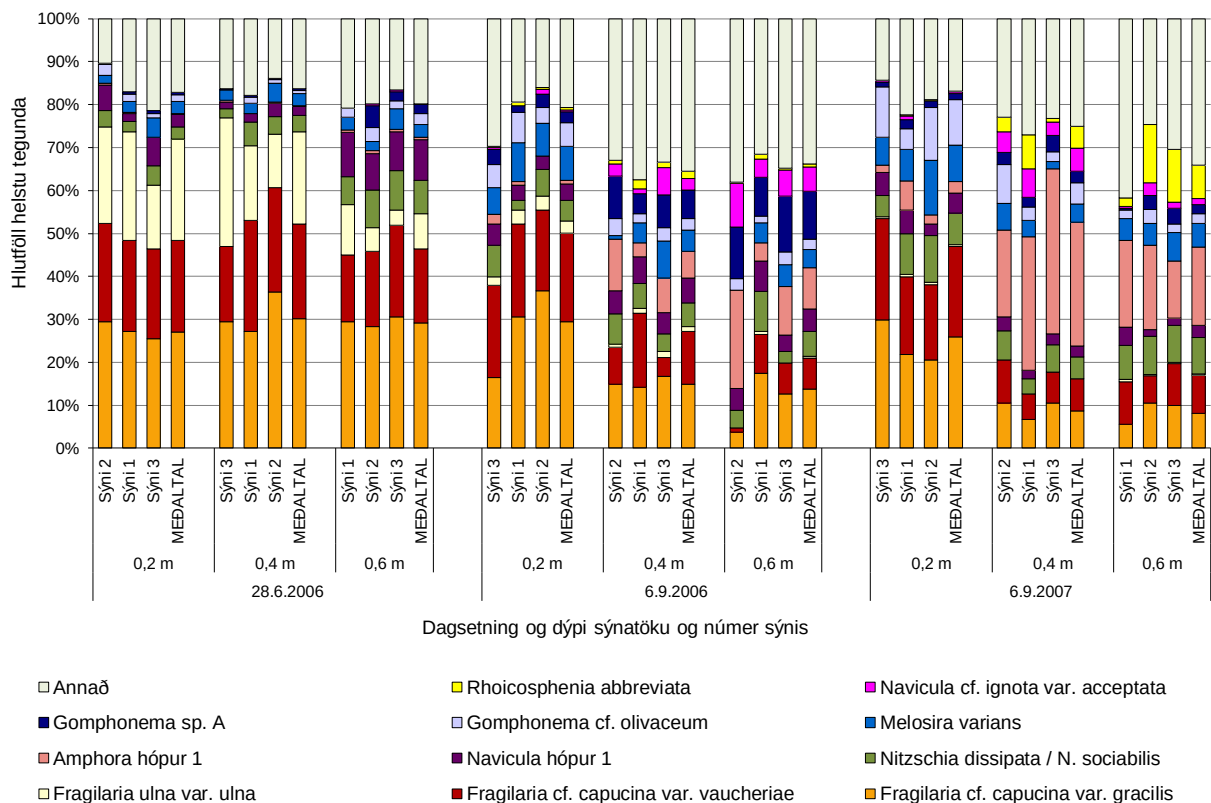
33. mynd. Þéttleiki kísilþörungna á fjörusteinum þrjá sýnatökudaga við Þórsnes. Fjöldi kísilþörungna/cm² á þremur fjörusteinum (sýni 1–3) sem safnað var af hverju dýpi (af 0,2, 0,4 og 0,6 m) þrjá mismunandi sýnatökudaga við Þórsnes. Súlnar lengst til vinstri (ljósar á lit) gefa til kynna það sýni sem valið var til úrvinnslu og kynnt er í niðurstöðum á 28. mynd c hér að framan, næstu tvær súlur (dekkri á lit) standa fyrir viðbótarsýni sem unnið var úr og súlnar lengst til hægri í hverri súlnaþyrpingu (dekkstar á lit) sýna meðaltalsgildi fyrir öll þrjú sýnin innan hverrar súlnaþyrpingar.

Breytileikastuðlar fyrir hverja endurtekna sýnatöku staðfesta að í flestum tilfellum var breytileiki mikill á milli sýna í fjölda kísilþörungna. Í öllum tilfellum var hann yfir 0,3 (30%) og í einu tilfelli yfir 1,15 (115%) þ.e. fyrir sýni sem tekin voru á 0,2 m dýpi 28. júní 2006 (34. mynd).



34. mynd. Breytileikastuðlar (CV) á milli þriggja sýna af hverju dýpi við Þórsnes. Breytileikastuðlar (CV) sem sýna breytileika á þéttleika kísilþörungna á milli þriggja fjörusteina (sýni 1–3) af 0,2, 0,4 og 0,6 m dýpi fyrir þrjár mismunandi dagsetningar við Þórsnes.

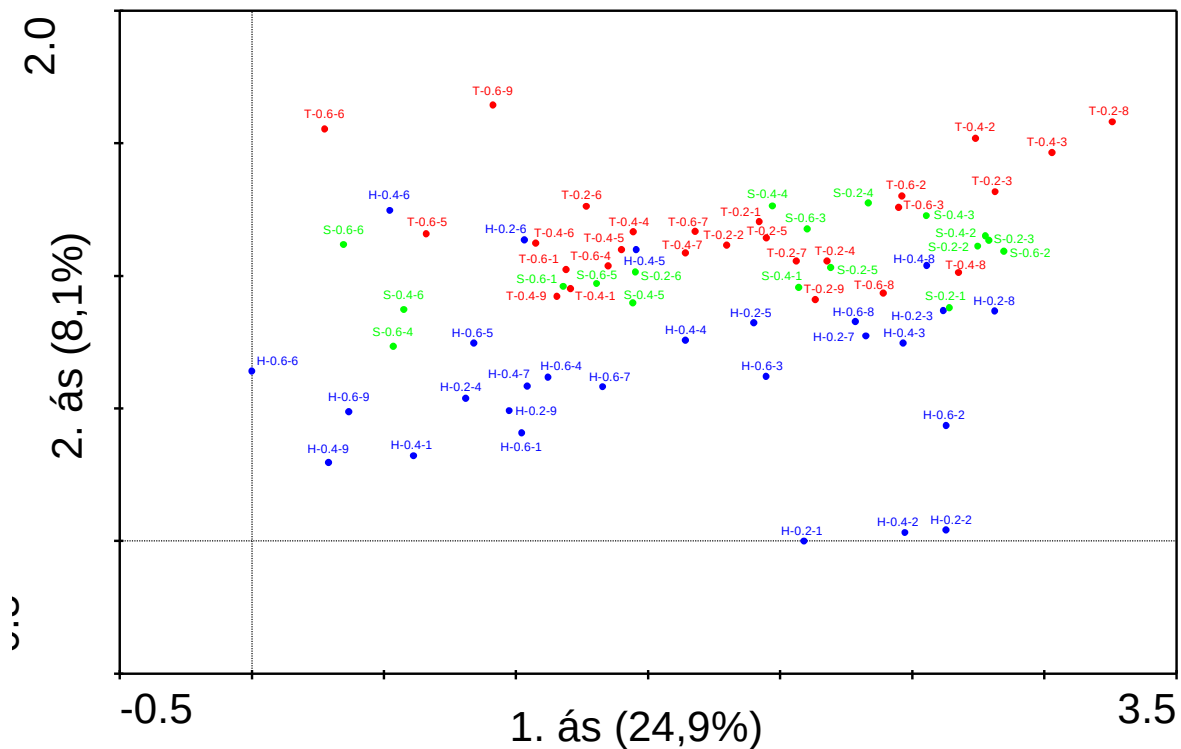
Tegundasamsetning kísilþörungna í þessum sýnum var svolítið breytileg innan hvers dýpis (35. mynd). Sýnin voru líkari hvert öðru innan dýpis en á milli þeirra. Sé rýnt í tegundasamsetningu stakra sýna frá 6. september 2006 innan hvers dýpis, sést að þau eru svolítið breytileg í hlutföllum helstu tegunda (35. mynd). Með meðaltali af þremur sýnum hefur fengist áreiðanlegri mynd af tegundasamsetningu viðkomandi dýpa.



35. mynd. Hlutföll helstu kísilþörungategunda á fjörusteinum, þrjá sýnatökudaga við Þórsnes. Hlutföll helstu kísilþörungategunda sem fundust á þremur fjörusteinum (sýni 1-3) sem safnað var af hverju dýpi (af 0,2, 0,4 og 0,6 m) þrjá mismunandi daga við Þórsnes. Súlurnar lengst til vinstri gefa til kynna það sýni sem valið var til úrvinnslu og er einnig sýnt á 28. mynd hér að framan, næstu tvær súlur standa fyrir þau viðbótarsýni sem unnið var úr og súlurnar lengst til hægri í hverri súlnaþyrpingu sýna meðaltalsgildi fyrir öll þrjú sýnin innan hverrar þyrpingar. Sýndar eru tegundir sem náðu í það minnsta einu sinni 10% hlutfalli.

3.3.3.2 Samfélög kísilþörungna á fjörugrjóti

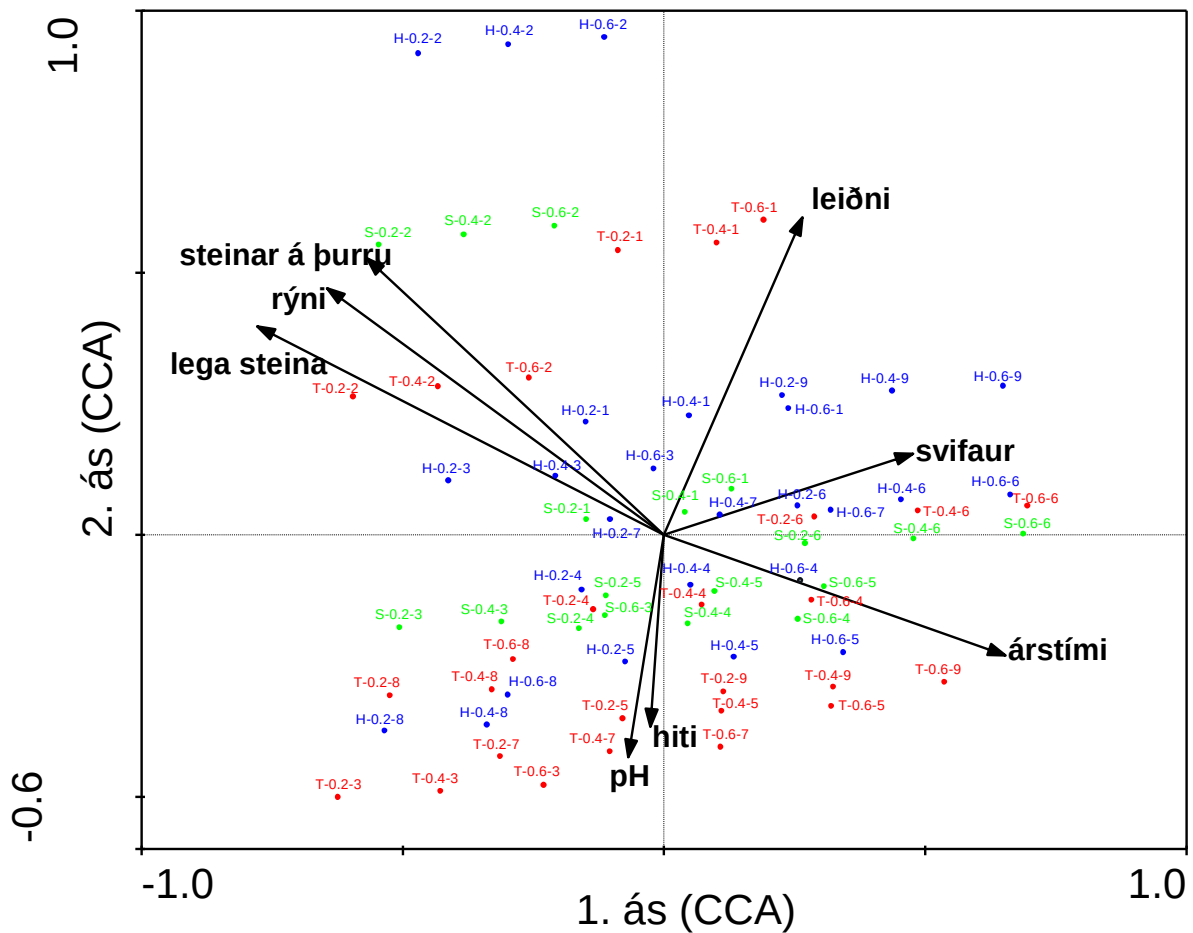
Með óþvingaðri hnitunargreiningu (DCA-hnitun), þar sem hlutföll kísilþörungategunda voru höfð til grundvallar, kom í ljós að sýnatökustaðirnir skildust nokkuð frá hver öðrum (36. mynd). Þannig má sjá greinilegan fallanda í röðuninni samsíða 2. ás DCA hnitunarinnar og röðuðust sýnatökurnar við Þórsnes efst, í miðrið komu sýnatökurnar við Strönd og neðstar voru sýnatökur við Húsatanga. Með aukinni fjarlægð á milli einstakra punkta (sýnatökustaða, tíma eða dýpis) hnitunargrafinu minnkar skörun tegunda. Í því sambandi má ætla að tegundasamsetning kísilþörungna sem safnað var í fjörunni við Húsatanga á 0,6 m dýpi í október 2006 (H-0.6-6) sé frekar eða mjög ólík því sem var á sama stað og sama dýpi í júníþyrjun sama ár (H-0.6-2) (36. mynd). Í hnitunum eru jafnan sýndar niðurstöður fyrir fyrstu tvo ásanna, eins og hér er gert, enda sýna þeir mestan hluta breytileikans sem er í gögnunum. En samanlagt skýrði fallandinn samsíða þessum tveimur ásum 33% breytileikans (24,9% fyrir 1. ás og 8,1% fyrir 2. ás). Lengd fallanda samsíða þessum tveimur ásum gefur vísbendingu um veltu í tegundasamsetningu (e: *species turnover*) sem í raun er mælikvarði á β-fjölbreytni. Þannig er hægt að sjá að veltan var umtalsverð samsíða 1. ásum þar sem fallandinn var upp á 3,26 staðalfráviksgildi (36. mynd).



36. mynd. Tengsl sýnatökustaða, sýnatökudaga og dýpis út frá hlutföllum kísilþörungategunda á fjörusteinum. Hnitunarmynd (Detrended Correspondence Analyses ordination biplot) sem sýnir tengsl sýnatökustaða, sýnatökudaga og dýpis út frá hlutföllum kísilþörungategunda á fjörusteinum á þremur stöðum í Leginum 2006 og 2007. Sýndar eru niðurstöður hnitunar fyrir fyrstu tvo ásanna og hve mikinn breytileika í tegundasamsetningu fallandi samsíða hvorum ás skýrir í prósentum. Skýringar við tákni: H: Húsatangi (blátt letur), T: Þórsnes (rautt letur), S: Strönd (grænt letur); tölugildin aftan við fremri þankastríkin tákna það dýpi sem steinarnir voru teknir af (0,2, 0,4 og 0,6 m) og tölugildin aftan við aftari þankastríkin tákna sýnatökudag sbr. tafla 1.

Með 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 fram kemur. Þó er ljóst að það er aðskilnaður á milli sýnatökustaða líkt og minnst hefur verið á (fallandi samsíða 2. ás), en ekki er ljóst hvað gæti skýrt þann breytileika sem er samsíða 1. ásnum. Á hnitunarmyndinni (36. mynd) má sjá að vinstra megin eru helst sýnatökur sem fóru fram síðla sumars eða um haust en hægra megin eru sýnatökur frá fyrri hluta sumars eða vors.

Til að fá nánari greiningu á gögnunum eru mældir umhverfispættir teknir með í þvingaða hnitunargreiningu, hér var notast við CCA-hnitunargreiningu. Með henni ætti að vera hægt að greina hvaða umhverfispættir skýrðu þann breytileika sem fram kom í tegundasamsetningu kísilþörungna í fjöru Lagarins (37. mynd). Eftirfarandi breytur voru notaðar við greininguna: árstími (nr. dags innan árs), rýni, hæð steina yfir sjávarmáli, fjöldi daga sem steinar voru á þurru mánuði fyrir sýnatökur, vatnshiti, rafleiðni og pH-gildi. Þær breytur sem reyndust marktækar skýrðu samtals 60,9% breytileikans í tegundasamsetningu. Lega steina (hæð yfir sjávarmáli), sem gefur til kynna hvar í fjörunni steinar sem sýni voru tekin af lágu í fjörunni við hverja sýnatöku, skýrði 24%. Magn svifaurs skýrði 10% breytileikans en aðrar breytur skýrðu mun minna eða á bilinu 3–6% (leiðni 6%, pH 6%, rýni 5%, árstími 5%, hiti 3% og fjöldi daga sem steinar höfðu verið á þurru mánuði fyrir sýnatöku 3%.



37. mynd. Áhrif umhverfispáttá á tengsl sýnatökustaða, sýnatökudaga og dýpis út frá hlutföllum kísilþörungategunda á fjörusteinum. Hnitunarmynd (Canonical Correspondence Analyses ordination biplot) er sýnir tengsl sýnatökustaða, sýnatökudaga og dýpis út frá hlutföllum kísilþörungategunda á fjörusteinum á þremur stöðum í Leginum 2006 og 2007 þar sem búið er að taka tillit til áhrif umhverfispáttá. Sýndar eru niðurstöður hnitunar fyrir fyrstu tvo ásana. Örvanar sýna fallanda í mældum umhverfispáttum; steinar á þurru: fjöldi daga sem steinar voru á þurru 30 daga fyrir sýnatökur, rýni: sjóndýpi, leiga steina: hæð steina yfir sjávarmáli við sýnatöku, pH: sýrustig vatnsins, hiti: vatnshiti við sýnatökur, árstími: dagur innan árs, svifaur: magn gruggs í vatninu og leiðni: rafleiðni vatnsins við sýnatökur. Skýringar við tákna: H: Húsatangi (blátt letur), T: Þórsnes (rautt letur), S: Strönd (grænt letur); tölugildin aftan við fremri þankastríkin tákna það dýpi sem steinarnir voru teknir af (0,2, 0,4 og 0,6 m) og tölugildin aftan við aftari þankastríkin tákna sýnatökudag sbr. tafla 1.

3.3.4 Samanburður á búsvæðum

Samanburður á kísilþörungategundum sem komu fyrir á mismunandi búsvæðum leiddi í ljós að langflestar tegundir og tegundahópar fundust að jafnaði á fjörusteinum, heldur færri tegundir fundust í svifsýnum úti í Leginum og var fjöldi tegunda minnstur í svifsýnunum sem tekin voru í fjöruborðinu (tafla 11). Hafa ber í huga að sýni úr svifi í fjöruborðinu voru mun færri en úr Leginum eða af steinum.

Á fjörusteinum fundust á bilinu 81 og 89 kísilþörungategundir 2006, en 64–71 tegund 2007. Flestar tegundir fundust við Þórsnes bæði árin (tafla 11). Í svifsýnum úr fjöru fundust 40–53 tegundir 2006, flestar við Strönd og 42–54 tegundir árið eftir, þá voru fleiri við Húsatanga en Þórsnes. Svifsýni úti í Leginum voru aðeins tekin sumarið 2006, í þeim fékkst mestur fjöldi tegunda út af Húsatanga (83) en töluvert færri tegundir út af Strönd (61) og Þórsnesi (67).

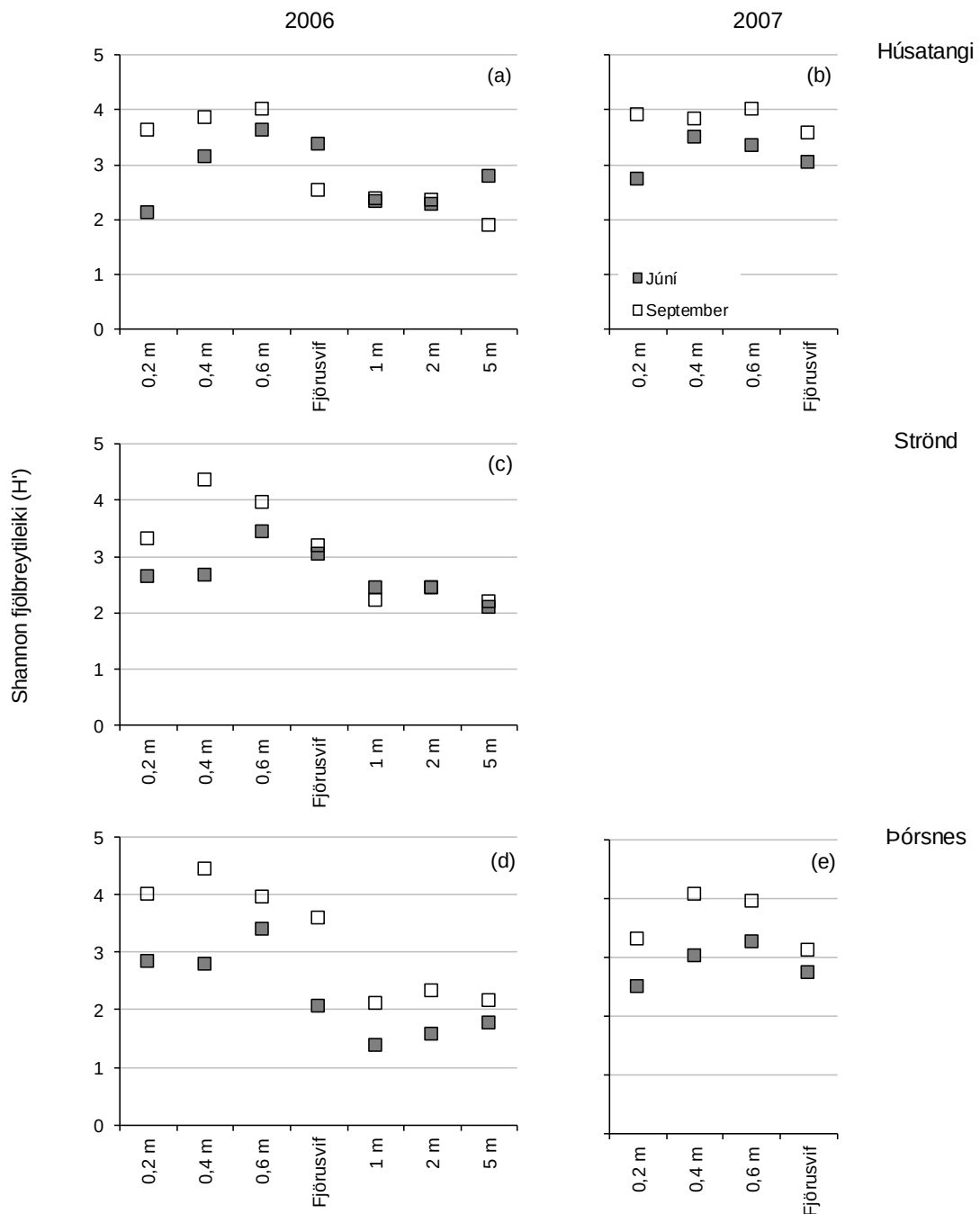
Tafla 11. Fjöldi kísilþörungategunda og tegundahópa í sýnum, samanburður á milli búsvæða. Samanburður á fjölda kísilþörungategunda og tegundahópa sem fundust á fjörusteinum, í svifi við fjöru og í svifi út á Leginum við Húsatanga, Strönd og Þórsnes 2006 og við Húsatanga og Þórsnes 2007. Efri hluti töflunnar sýnir fjölda tegunda og tegundahópa sem voru sameiginlegar á milli búsvæða. Neðri hlutinn sýnir heildarfjölda tegunda og tegundahópa sem fundust við hvern stað, í sviga aftan við gildin er tiltekinn fjöldi sýna sem liggja að baki gildunum.

Fjöldi tegunda og tegundahópa sem fundust	2006			2007	
	Húsatangi	Strönd	Þórsnes	Húsatangi	Þórsnes
eingöngu á steinum	22	28	37	20	36
eingöngu í fjörusvifi	3	5	1	10	7
eingöngu í svifi	25	18	17		
á steinum og í fjörusvifi	3	13	4	44	35
í fjörusvifi og svifi	1	3	2		
í svifi og á steinum	20	8	15		
á steinum, í fjörusvifi og svifi	37	32	33		
Samtals	111	107	109	74	78
í allt á steinasýnum	82 (18)	81 (18)	89 (18)	64 (9)	71 (9)
í allt í fjörusvifsýnum	44 (4)	53 (4)	40 (4)	54 (3)	42 (3)
í allt í svifsýnum	83 (13)	61 (13)	67 (12)		

Þegar litið er á sérstöðu hvers búsvæðis og sýnatökustaðar má sjá að sértækar tegundir (tegundir sem ekki sköruðust við önnur búsvæði) voru ávallt fleiri en í fjörusvifi. Árið 2006 voru fleiri sértækar tegundir á fjörusteinum en í svifi við Strönd og Þórsnes. Hins vegar voru sértækar tegundir í svifi út af Húsatanga fleiri en á steinum í fjörunni við Húsatanga. Á fjörusteinum fundust á bilinu 22–37 tegundir 2006 í allt sem ekki fundust á hinum búsvæðunum og 20–36 tegundir sem fundust 2007 á steinum en ekki í svifi í fjöruborðinu (tafla 11). Í svifsýnum sem tekin voru úti í Leginum voru 17–25 tegundir sértækar fyrir svifið.

Shannon fjölbreytileikastuðlar gefa að vissu leyti réttari mynd af fjölbreytni samfélaga en fjöldi tegunda einn og sér. Á fjörusteinum var Shannon fjölbreytileikastuðullinn alltaf lægri í júní en í september bæði árin (38. mynd a–e). Öll svifsýni frá Þórsnesi voru með lægri Shannon fjölbreytileikastuðul í júní en september bæði árin, við Strönd var stuðullinn líkur á milli júní og september 2006 en við Húsatanga var mynstrið ekki eins reglulegt. Svifsýni úr fjöru og af 5 m dýpi voru með hærri Shannon fjölbreytileikastuðul í júní 2006 en sambærileg sýni frá september það sama ár. Svifsýni af 1 og 2 m dýpi frá Húsatanga voru með líkan fjölbreytileikastuðul í júní og september. Ári síðar var Shannon fjölbreytileikastuðull förusvifsýnis úr fjöru við Húsatanga lægri en samskonar sýni í september.

Í nánast öllum tilfellum reyndust Shannon fjölbreytileikastuðlarnir vera hærri fyrir kísilþörungasamfélög á fjörusteinum en í öðrum búsvæðum sem skoðuð voru (38. mynd a–e) þetta átti einnig við um aðrar dagsetningar sem ekki eru sýndar á myndinni. Shannon fjölbreytileikastuðlar fyrir svifsýnin úr Leginum voru mun lægri en það sem gerðist á steinum í fjörunni þrátt fyrir að fjöldi tegunda í svifi hafi verið lítið eitt lægri í svifsýnum miðað við það sem var á fjörusteinunum (tafla 11).



38. mynd a–e. Shannon fjölbreytileikastuðlar fyrir fjörusteina á mismunandi dýpi, svíf í fjöruborðinu og svífþörungum á 3–4 dýpum við Húsatanga (a), Strönd (c) og Þórsnes (d) 2006 og við Húsatanga (b) og Þórsnes (e) 2007. Hér eru sýndar niðurstöður fyrir sambærilega daga fyrir hvert ár frá júní (fylltir ferningar) og september (tómir ferningar). Sýnin fyrir 2006; eru frá 27. og 28. júní og 5. og 6. september og fyrir 2007; 14. júní og 6. september.

4 UMRÆÐUR

4.1 Kísilpörungar í svifi

Pörungaflóra Lagarfljóts árin 2006 og 2007 einkenndist af tegundum sem vaxa í næringarríkum vötnum í Evrópu (Kelly o.fl. 2005). Í svifsýnum voru *Stephanodiscus parvus*/*S. minutulus* ríkjandi tegundir kísilpörunga árið 2006, *Aulacoseira subarctica*/*A. italica* voru næst algengastar að jafnaði og á eftir fylgdu nokkrar tegundir pörunga af *Fragilaria* ættkvíslinni.

Nýleg rannsóknir á kísilpörungum í seti Lagarfljóts þar sem sýnum var safnað á árunum 2005–2006, lýsti tegundasamsetningu kísilpörunga sem svipaði mjög til þess sem fannst í svifsýnum þessarar rannsóknar árin 2006 og 2007, en þó í öðrum hlutföllum (Striberger 2011, Striberger o.fl. 2012). Í setsýnum finnast að jafnaði þær tegundir sem hafa fallið til botns úr svifinu og kemur því ekki á óvart að þar endurspeglist það sem finna má í svifinu. Í fyrrnefndri rannsókn (Striberger o.fl. 2012) voru *Aulacoseira subarctica* og nokkrar tegundir af *Fragilaria* ættkvísl algengastar í efstu lögum setsins. Hlutfall *Stephanodiscus* og *Cyclostephanus* tegunda var til samans um 5% í efsta laginu. Önnur örlítið eldri rannsókn á setsýnum úr Lagarfljóti og fleiri stöðuvötnum á Íslandi, sem safnað var á árunum 1992–1998 sýndi ekki alveg sömu niðurstöður (Karst-Riddoch o.fl. 2009, Hilmar J. Malmquist o.fl. 2010). Tegundir af *Fragilaria* ættkvísl voru algengastar auk svifpörunga tegundarinnar *Cyclotella pseudostelligera*, sem svipar mjög til *S. parvus*/*S. minutulus* í útliti. Í þeirri rannsókn komu *Aulacoseira subarctica* ekki fyrir í sýninu úr Lagarfljóti. Tegundir af ættkvíslinni *Stephanodiscus* koma fyrir í almennum tegundalista rannsóknarinnar en voru ekki tilgreindar með helstu kísilpörungum, þar af leiðandi vantar upplýsingar um hlutfall ættkvíslarinnar í Lagarfljóti í rannsókn Karst-Riddoch og félaga (2009, Hilmar J. Malmquist o.fl. 2010).

Stephanodiscus parvus og *S. minutulus* eru mjög smávaxnir kringlóttir svifpörungar, innan við 12 µm í þvermál, sem voru flokkaði hér saman í einn hóp af eftirfarandi ástæðum: Erfitt er að greina í sundur þessar tvær tegundir í ljóssmásjá, þær eru taldar þrífast við sömu umhverfisaðstæður og finnast oft í sömu sýnum. Því telja sumir óþarfa að halda þeim aðskildum og jafnvel er talið að þetta sé ein tegund en ekki tvær (Kelly o.fl. 2005, Cruces o.fl. 2010).

Eins og fyrr segir var *Aulacoseira subarctica* næst algengasta kísilpörungategundin í svifi Lagarins. Tegundin var áður nefnd *Melosira italica* af undirtegundinni *subarctica*. *Aulacoseira italica* er önnur tegund svifpörunga sem kom fyrir í stöku sýnum. Hún líkist nokkuð *A. subarctica* en einkenni sem skilja tegundirnar að gætu hafa yfirséast við greiningar. Því voru þessar tvær tegundir settar hér saman í einn hóp, en *A. subarctica* var í miklum meirihluta innan hópsins.

Tegundirnar *Stephanodiscus parvus*/*S. minutulus* finnast um allan heim, þær einkenna oft vorflóru vatna í Evrópu og eiga til að verða algengar í vötnum með auknu næringarframboði (Kelly o.fl. 2005, Bennion o.fl. 2012). Tegundin *S. minutulus* hefur fundist í tjörn á hánorðlægum slóðum í Nunavut í Kanada, þrátt fyrir að sjaldgæft muni vera að finna tegundina svo norðarlega (Hadley o.fl.

2010). Hvalverkun fór fram í grennd við tjörnina á 14.–16. öld að því er talið er. Afrennsli og úrgangi úr hvalverkuninni var þá veitt út í tjörnina. Mælingar á köfnunarefni ættuðu úr sjávarlífverum í seti tjarnarinnar, hafa sýnt að köfnunarefni jókst til muna á meðan hvalverkunin fór fram. Greining á kísilpörungum úr setkjörnum hefur leitt í ljós að tegundin *S. minutulus* kom fyrst fram í tjörninni eftir að hvalverkun hófst en hlutfall tegundarinnar hefur farið lækkandi eftir að verkunin lagðist af, en er þó enn til staðar. Önnur tjörn er í um það bil 50 m fjarlægð frá næringarmenguðu tjörninni sem ekki varð fyrir næringarmengun af hvalverkuninni. Þar fundu rannsakendur litlar sem engar breytingar í gegnum tíðina í setkjörnum og þar finnst *S. minutulus* ekki (Hadley o.fl. 2010).

Kísilpörungategundin *Aulacoseira subarctica* er algeng um allan heim, en þó síst í Afríku og hitabeltislöndum (Gibson o.fl. 2003). *A. subarctica* vex tiltölulega hægt en þrífst vel í köldu vatni, þó að ljós sé takmarkað og getur þannig náð forskoti á aðrar tegundir á vorin, en *A. subarctica* þolir illa samkeppni við aðrar tegundir (Horn o.fl. 2011). Þar sem tegundin lifir stundum hluta af lífsferli sínum á botni en er háð því að komast aftur upp í svifið með straumum, þarf að vera góð blöndun í stöðuvötnum til að hún nái sér á strik. Þekkt er að þéttleiki *A. subarctica* geti aukist við væga hækkun á styrk næringarefna, en ef magn næringar verður of mikið hverfur tegundin (Gibson o.fl. 2003).

Samspil *S. minutulus* og *A. subarctica* er stundum skoðað við mat á breytingum í næringarástandi vatna. Til dæmis sáu menn í Skotlandi (Bennion o.fl. 2012) og á Írlandi (Anderson 1997) að þegar næringarmengun frá landbúnaði jókst í stöðuvötnum, einkum magn fosfórs, lækkaði hlutfall *A. subarctica* um leið og hlutfall *S. parvus*/*S. minutulus* jókst. Hins vegar þar sem dregið var úr áburðarnotkun og þar með minnkaði fosfórmengun í vatni, hefur hlutfall *A. subarctica* aukist aftur og dregið úr hlutfalli *S. minutulus* af heildar kísilpörungaflóru stöðuvatna (Bennion o.fl. 2012, Anderson 1997).

Í rannsókn Striberger og féлага (2012) kom fram að *A. subarctica* hefur einkennt Löginns síðustu árpúsundin á nokkrum tímabilum og síðastliðin 2800 ár hefur tegundin verið ríkjandi. Breyting var í efsta lagi setkjarnans sem tekinn var úr Leginum þar sem hlutfall tegundarinnar lækkaði skyndilega úr um 50% í tæp 10%, um leið komu tegundir innan ættkvíslanna *Stephanodiscus* og *Cyclostephanus* fram með um 5% hlutdeild en höfðu áður vegið mun minna í yfir 4000 ár (Striberger o.fl. 2012). Þeir töldu að breytingar í þörungaflóru Lagarins í gegnum tíðina mætti til dæmis skýra með breytingum á pH-gildi, magni næringarefna, blöndun eða straumum (turbulence), ljósmagni sem kemst niður í vatnið (það er tærleika eða gruggi) og hitastigi vatnsins (Striberger o.fl. 2012).

Hlutfall *S. parvus*/*S. minutulus* sem fannst í svifi árið 2006 var enn hærra en kom fram í setkjarna Striberger og féлага (2012). Ástæður fyrir þessari aukningu á síðustu árum eru óljósar. Hugsanlega eru þetta vísbending um umhverfisbreytingar í vatnsmassanum af náttúrulegum eða mannavöldum, þar sem aðstæður fyrir vöxt *S. parvus*/*S. minutulus* eru einhverra hluta vegna orðnar betri og öfugt fyrir *A. subarctica* árin 2006 og 2007.

Hákon Aðalsteinsson (1976) rannsakaði þörungalíf Lagarins 1975 og Jón Jónsson jarðfræðingur greindi kísilþörungum til tegunda í þeirri rannsókn, en sýnataka og greiningar sem fóru fram þá á kísilþörungum var ekki líkt eins ýtarleg og voru gerðar hér. Kísilþörungar voru bæði greindir úr svífsýnum og úr skrapu af steinum, en listi yfir helstu tegundir sem fundust þá er nokkuð ólíkur því sem fannst í sýnum frá 2006 og 2007. *Melosira islandica*, sem nú er nefnd *Aulacoseira islandica* kom fram í svífsýnum og úr skrapu af steinum í fjöru. Í okkar rannsókn fannst sú tegund eingöngu í tveimur svífsýnum, stök eintök í hvoru (viðauki 2). Hvorki tegundirnar *Stephanodiscus parvus*/S. *minutulus* né *A. subarctica* voru tilgreindar í þeirri rannsókn. Hugsanlegt er að S. *parvus*/S. *minutulus* hafi ekki verið til staðar þá, þar sem sjá má að ættkvíslin birtist eingöngu í efstalagi setkjarnans hjá Striberger og félögum (2012). Í rannsókninni frá 1975 var *Melosira varians* algengasti kísilþörunginn sem fannst í svífsýnum úr Leginum (Hákon Aðalsteinsson 1976) auk fyrrnefndrar *M. islandica*, *Synedra ulna*, einnig nefnd *Fragilaria ulna* og *S. acus*.

4.2 Tegundin *Melosira varians* fyrr og nú

Kísilþörungategundin *Melosira varians* var ríkjandi á steinum og nokkuð algeng í þörungasvífsýnum sem var safnað í ágústmánuði árin 1975 við Egilsstaði og 1974 við Strauma en kom ekki fyrir í svífsýnum frá Atlavík, né sýnum sem safnað var í júní 1975 við Atlavík og Egilsstaði (Hákon Aðalsteinsson 1976). Það er líkt með okkar niðurstöðum að tegundin fannst helst við Þórsnes (sýnatökustaður næstur Egilsstöðum), einkum í sýnum úr fjöru af steinum og í fjörusvifi, en lítið var af *M. varians* á hinum stöðunum tveimur innar í Leginum (32. mynd). Einnig jókst hlutfall tegundarinnar er leið á sumarið bæði árin líkt og kom fram í fyrrnefndri rannsókn. Árin 2006 og 2007 var *M. varians* hins vegar langt frá því að vera ráðandi líkt var 1975.

Melosira varians er nokkuð auðþekkjanleg tegund, hún er algeng um allan heim og einkennir einkum næringarrík vötn en finnst einnig í næringarsnauðum vötnum. *M. varians* finnst bæði á botni vatna eða í lygnum straumvötnum og í svifi. Í grunnu lygnu vatni geta þörungarnir náð að mynda langar keðjur sem verða að brúnni sliðu eða tægjum á botninum ef tegundin nær sér vel á strik. Þörungarnir eru lauslega festir saman og við undirlagið. Þeir losna auðveldlega upp ef straumurinn eykst og geta þannig skolast í burtu eða upp í svifið (Krammer og Lange-Bertalot 2004a, Kelly o.fl. 2005). *M. varians* er fremur stór þörungur miðað við margar aðrar tegundir sem vaxa á steinum og hún er ekki bundin við undirlagið líkt og margar eru. Þetta getur verið hagstætt fyrir tegundina við góð birtuskilyrði eins og kom fram í bandarískri rannsókn á áhrifum ljóss og næringarefna á þörungalíf í lækjum. Þar jókst hlutfall *M. varians* af rúmmáli þörungabekjunnar með auknu ljósmagni og varð ríkjandi, á meðan smávaxnari tegundir einkenndu læki sem voru meira skyggðir (Hill o.fl. 2011).

Árin 2006 og 2007 virðast aðstæður ekki hafa verið hagstæðar fyrir *M. varians* til að ná líkum blóma og Hákon Aðalsteinsson (1976) lýsti. Þess má geta að tegundin er ekki nefnd í greinum Striberger o.fl. (2012) og Karst-Riddoch o.fl. (2009) um rannsóknir þeirra á setsýnum úr Lagarfljóti, sem þýðir að líklega hefur hún að jafnaði ekki verið algeng í svifi Lagarfljóts.

4.3 Kísilpörungar á fjörusteinum

Kísilpörungaflóra á fjörusteinum við Húsatanga, Strönd og Þórsnes, einkenndist af algengum botnlægum tegundum. Algengustu tegundirnar voru *Fragilaria capucina* var. *gracilis* og *F. capucina* var. *vaucheriae* sem einkum er að finna í næringarsnauðum til miðlungs næringarríkum vötnum í Evrópu, en *F. capucina* var. *vaucheriae* þykir heldur þolnari fyrir ofauðgun en hin (Kelly o.fl. 2005, Krammer og Lange-Bertalot 2004a). Þessar tvær tegundir voru hlutfallslega algengastar í sýnum teknum í júní bæði árin, á öllum stöðunum þremur, þó að hlutfallslegur þéttleiki þeirra væri mismikill á milli sýnatökustaða. Aðrar algengar tegundir sem fundust á steinum teljast allar botnlægar eins og *Nitzschia dissipata*, *N. sociabilis*, *F. ulna* var. *ulna* og *Amphora pediculus* sem finnast einkum í nærríkum straumvötnum, en *N. paleacea* sem er oftast botnlæg er einnig talin geta verið sviflæg (Kelly o.fl. 2005).

Árstíðabreytingar komu fram í samsetningu pörungaflórunnar þar sem tegundir voru í blóma á mismunandi tímum. Til dæmis voru *F. ulna* var. *ulna* og *N. paleacea* í hámarki í júnílok og fram í júlí bæði 2006 og 2007 en hlutfallslegur þéttleiki *Amphora* hópur 1 (*Amphora pediculus* helsta tegundin) og *Nitzschia dissipata*/*N. sociabilis* jókst er leið á sumarið bæði árin.

Sýnatökuárin 2006 og 2007 voru fremur lík hvað varðar tegundasamsetningu pörunga í fjöru. Hins vegar virtist þéttleiki pörunga vera að jafnaði meiri seinna árið og ekki eins breytilegur á milli sýnatökudaga og mældist árið áður. Beinast liggur við að tengja þennan mun við vatnshæð og rýni í Leginum sem var breytilegra á milli sýnatökudaga árið 2006 en var 2007. Eins og kom fram við CCA-hnitunargreiningu voru þetta þeir tveir þættir sem skýrðu mest af breytileikanum í tegundasamsetningu kísilpörunga á steinum.

Vegna breytinga á vatnshæð var steinum ekki safnað af sömu stöðum í fjörunni í hvert sinn, einnig höfðu steinar verið mislengi undir vatnsborði þegar sýnatökur fóru fram. Eins og sjá má á 8. og 9. mynd var vatnshæðin mest þegar sýnatökur fóru fram í júní bæði árin, þ.e. í 2., 3. og 8. sýnatöku (6.–7. júní 2006, 27.–28. júní 2006 og 14. júní 2007). Það þýðir að þeir steinar sem voru teknir við þessar sýnatökur lágu hærra uppi í fjörunni en í öðrum sýnatökum, þar á meðal í fyrstu sýnatökunni (16.–17. maí 2006) þegar nýleg hækkun fór dvínandi. Önnur sýnatakan skar sig úr því að vatnsborðshækkun átti sér stað um líkt leyti og sýnatakan fór fram. Þeir steinar sem voru á 0,2–0,6 m dýpi við sýnatökur voru nýlega komnir undir vatn og því mjög stuttur tími sem kísilpörungar höfðu haft til að vaxa á yfirborði steinanna. Afleiðingar þessa voru að 6. og 7. júní 2006 mældist minnsti þéttleika kísilpörunga yfir rannsóknartímabilið 2006–2007. Á sama tíma var þéttleiki kísilpörunga í svifi líka í lágmarki. Þéttleiki kísilpörunga á steinum var hins vegar í hámarki við Þórsnes í þriðju sýnatöku, þá höfðu ríkjandi tegundir eins og *Fragilaria capucina* var. *gracilis*, *F. capucina* var. *vaucheriae* og *F. ulna* tekið vel við sér þennan tæpa mánuð sem steinar voru undir vatni í júní. Shannon fjölbreytileikastuðlar (30. mynd) sýndu að breytileikinn í sýnunum var minnstur í þessum þremur umræddu sýnatökum þegar vatnshæðin var mest.

Það að fjölbreytileikastuðullinn í fyrstu sýnatökunni var hærri en í næstu sýnatökum á eftir þrátt fyrir að steinarnir höfðu verið í stuttan tíma undir vatni síðustu þrjá mánuði (8. mynd) gæti verið vísbending um að því neðar sem steinar eru í fjörunni því stöðugri sé þörung aflaflan sem liggur á steinum sem skýrt gætu meiri fjölbreytni (hærri fjölbreytileikastuðul). Það verður að hafa í huga að enn er óljóst hvort allir þeir kísilþörungar sem greindir voru hafi verið lifandi (með frymi) þegar sýnatökur fóru fram. Mikilvægt er að kanna hvert hlutfall lifandi og dauðra frumna er í hverju tilfelli en við það þarf að beita öðrum aðferðum við sýnaundirbúning en gert var.

Breytingar í þéttleika þörungna voru að einhverju leyti tengdar árstíðum. Árið 2006 var þéttleiki þörungna á fjörusteinum á öllum sýnatökustöðum minnstur í maí og fyrri hluta júní. Við Þórsnes og Strönd minnkaði þéttleiki þörungna smám saman er leið á sumarið frá júnílokum fram í október, en við Húsatanga breyttist þéttleikinn lítið fyrir en í október þegar dró úr honum. Á sama tíma mældist rýni mest 59 cm 19. júní 2006 (Vatnamælingar Orkustofnunar 2008) og dró úr því er leið á sumarið. Það mældist að jafnaði um 22 cm um haustið (11. mynd). Ári síðar var þéttleiki kísilþörungna við Þórsnes mestur í maí og minnkaði smám saman eftir það, en við Húsatanga var lítil breyting á þéttleika á milli sýnatökudaga yfir sumarið. Þá breyttist rýnið ekki eins mikið yfir sumarið og árið áður, mældist oftast í kringum 30 cm þar til um haustið þegar það mældist um 22 cm. Vorin einkenndust þannig af mesta gegnsæi í vatninu áður en jökullitað vatn hafði borist í fljótið, samtímis lengsta sólargangi ársins og væntanlega þar með mestu birtunni. Árið 2006 var þéttleiki þörungna á steinum í fjörunni mestur fyrri part sumars þegar mesta rýnið mældist. Árið 2007 breyttist þéttleiki þörungna lítið á milli sýnatökudaga og var meiri að jafnaði en árið áður, þrátt fyrir að rýnið hafi verið minna yfir sýnatökutímabilið en árið áður. Veðurfar hefur einnig áhrif á skilyrði fyrir frumframleiðendur. Birta sem berst niður í vatnið er m.a. afleiðing af sólskinu, úrkomu og vindi. Þessir veðurfarsþættir hafa auk lofthita, einnig áhrif á hitastig vatnsins. Samkvæmt upplýsingum sem sóttar voru af vef Veðurstofu Íslands (<http://vmkerfi.vedur.is/vatn/Index.php>) um vatnshita í Lagarfljóti sem mældur var við Lagarfell var meðal vatnshiti í apríl og maí árið 2006 tæpri 1 °C lægri en á sama tíma árið 2007. Í júní var meðalvatnshiti líkur á milli ára, en í júlí, ágúst og september var meðalvatnshiti hvers mánaðar innan við hálfri gráðu hærri árið 2006 en árið 2007. Þar sem ekki var farið fyrir í sýnatöku en í lok maí árið 2007 er ekki ljóst hvenær vöxtur kísilþörungna hófst fyrir alvöru um vorið. Hugsanlega hefur hærri vatnshiti haft jákvæð áhrif á vöxt þörunganna vorið 2007 þrátt fyrir að gegnsæið hafi verið minna en ári áður.

Á fyrrihluta sumars og um leið þegar vatnsborð var sem hæst einkenndist kísilþörung aflaflan af þremur tegundum af *Fragilaria* ættkvísl; *F. capucina* var. *gracilis*, *F. capucina* var. *vaucheriae* og *F. ulna*. Tegundirnar eru ekki mjög bundnar við undirlagið þó að þær séu taldar með botnþörungum, þær rótast auðveldlega upp og fundust þannig einnig í svifinu í fjörunni og úti í Leginum. Bæði árin mældist mesta rýnið þegar þessar tegundir voru ríkjandi í fjörunni. Þær gátu nýtt birtuna til vaxtar efst í fjörunni þegar vatnsborðið hafði hækkað, líklega í lítilli samkeppni við aðrar tegundir um ljós eða rými. Þessar þrjár *Fragilaria* tegundir urðu þannig hlutfallslega algengastar með fáum öðrum

tegundum sem kom fram í lægri fjölbreytileika-stuðli. Þéttleikinn jókst hraðar en fjölbreytileikinn í júní bæði árin. Eftir það varð önnur þörungaflóra ríkjandi sem einkenndist af tegundum sem voru bundnari undirlaginu neðar í fjörunni eða voru tegundir sem hafa kjörvaxtartíma seinna um sumarið.

Tegundahópurinn *Amphora* hópur 1 með *Amphora pediculus* sem aðaltegundina, skar sig úr í fyrstu sýnatöku, því að hann kom ekki aftur fyrir fyrr en í sýnatökum seinnipart sumars það ár (júlí–október 2006). Ári síðar var *Amphora* hópur 1 í maí og september sýnum en ekki í sýnum frá júní. Eins og áður hefur komið fram jókst hlutfall tegundahópsins er leið á sumarið. Dýpið hafði greinilega áhrif á hvar *Amphora* hópur 1 fannst, því að hlutfall hans var almennt hærra með auknu dýpi, þ.e. var oftast í hærra hlutfalli á 0,4 og 0,6 m dýpi en á 0,2 m. Botnfasta tegundin *A. pediculus* var þannig að finna í fjörunni á steinum af ákveðnu dýpi, neðri mörk dreifingar hennar var óþekkt en efri mörkin virtust tengjast stöðugleika vatnsyfirborðs, tegundina var helst að finna á steinum sem þornuðu sjaldan yfir sumarið. Stöðugra umhverfi á þessu belti þar sem fleiri tegundir þrífast ætti að leiða til hærri Shannon fjölbreytileikastuðuls. Vegna gruggs í vatninu geta birtuskilyrði fyrir ljóstillífur þörunga verið misgóð á þessu dýpi þegar vatnshæðin breytist og því er óvíst hvort vöxtur hafi verið stöðugur yfir sumarið í neðri hluta fjörunnar.

Breytingar á magni blaðgrænu (mælikvarði á lífmassa) á steinum fylgdu að einhverju leyti breytingum í þéttleika kísilþörunga á steinum af sömu svæðum en þó ekki alveg. Stundum var græn þörungaslikja áberandi í fjöruborðinu, til dæmis var hún meiri við Húsatanga 27. júní 2006 (3. mynd c) en á hinum stöðunum tveimur. Á sama tíma mældist magn blaðgrænu örlítið minna við Strönd en við Húsatanga en mun meira við Þórsnes (27. mynd). Þar sem aðrir þörungar en kísilþörungar hafa ekki verið greindir eða mældir er lítið hægt að álykta um hlut þeirra af mældri blaðgrænu.

Fátt hefur komið fram í niðurstöðum okkar sem getur skýrt breytingar í hlutfalli lífræns efnis á steinum, hvort heldur er í tíma eða rúmi. Þó er athyglisvert að við Húsatanga og Þórsnes var hlutfallið hæst í 1., 2., 6. og 8. sýnatöku, þá var hlutfall lífræns efnis um eða undir 10%. Þegar þessar sýnatökur fóru fram hafði nýlega hækkað í fljótinu, mest 12 dögum fyrir sýnatöku (sjá 8. og 9. mynd). Hins vegar var hlutfall lífræns efnis í þriðju sýnatöku, 27. júní 2006 ekki merkjanlega hærra en í næstu tveimur sýnatökum á eftir, en þá voru liðnir 15 dagar frá því að vatnshæðin hafði verið í hámarki þar á undan og þá var grænþörungabelti sjáanlegt í fjöruborðinu. Við Strönd átti þetta ekki við, eingöngu í fyrstu sýnatöku var hlutfall lífræns efnis hærra en það sem annars mældist þar að jafnaði. Smádýr voru eingöngu talin úr sýnum frá september bæði árin, þá var hlutfall lífræns efnis í lágmarki. Hugsanlegt er að lífverur sem hafa lifað á steinum yfir sumarið hafi nýtt sér orkuna (lífræna efnið) sem var á þeim.

4.4 Kísilþörungar í fjörusvifi

Í svifi fjöruborðsins fundust algengustu kísilþörungategundir frá hvoru hinna svæðanna, þ.e. af botninum í fjörunni og úr svifinu úti í Leginum. Tenging á milli þéttleika eða hlutfalls tegunda sem eru sameiginlegar með svifinu í fjörunni og þess sem var á botninum er óljós, þar sem fylgni þar á milli var lítil. Þættir sem hafa áhrif á hve mikið rótast upp eins og veðurfar dagana fyrir sýnatöku,

straumar og vatnsborðsbreytingar hafa væntanlega mikil áhrif á magn og tegundasamsetningu þörunga. Einnig er líklegt að tegundir kísilþörunga losni misauðveldlega upp af botni eftir því hvort eða hvernig þeir festast við undirlag. Svo virðist sem að sjaldgæft sé að safna svifsýnum af strandsvæðum eða úr fjöruborði stöðuvatna, þar sem líkur eru á uppróti þörunga af botni vegna vinda eða vatnsstrauma og vegna óljósra upplýsinga sem slík sýni gefa. Líklega er algengara að safna slíkum svifsýnum úr straumvatni til að meta magn og tegundasamsetningu í reki og er þá tekið tillit til hvaða tegundir gætu verið upprótstegundir. Slíkar sýnatökur hafa verið rökstuddar með að sumar tegundir sem hafa verið flokkaðar sem upprótstegundir séu ekki alltaf bundnar við eitt umhverfi, til dæmis geta sumar tegundir af *Melosira* og *Aulacoseira* ættkvíslum bæði vaxið við undirlag eða í svifi (Centis o.fl. 2010).

Í niðurstöðum okkar var jákvæð fylgni á milli þéttleika svifþörunganna *Stephanodiscus parvus*/*S. minutulus* og *Aulacoseira subarctica*/*A. italica* í svifi í fjöruborðinu og þess sem mældist úti í Leginum árið 2006. Því má álykta að svifsýni úr fjöru geti verið gagnleg til að fá vísbendingar um þéttleika helstu svifþörunga í Leginum öllum. Fyrir rannsóknir á Leginum þar sem þéttleiki þörunga í svifi er lítill og tegundasamsetning fábreytt getur þetta verið ódýrari sýnatökuaðferð til að afla upplýsinga um þéttleika helstu tegunda sem finnast í svifinu.

4.5 Svifdýr

Þéttleiki svifdýra í Leginum var lítill sumarið 2006 og lítill munur var á milli sýnatökustaða. Þó kom fram að svifdýrafáran út af Strönd og Þórsnesi líktist meira innbyrðis en því sem fannst út af Húsatanga, þar sem þéttleikinn náði hámarki 27. júlí. Dreifing svifdýra eftir dýpi var mismunandi á milli sýnatökudaga og sýnatökustaða, þ.e. af hvaða dýpi flest svifdýr veiddust hverju sinni.

Fátæklegt svifdýralíf í Leginum eins og fannst sumarið 2006, þekkist úr fyrri rannsóknum. Hákon Aðalsteinsson (1976) taldi að sá litli fjöldi svifdýra (0,08–0,22 svifdýr/lítra) sem fannst í rannsókn hans væri: „...varla meira en það sem getur talist eðlilegt rek í vatnsfalli.“ Svifdýrasýnum var einnig safnað í ágúst 1998 í tengslum við Yfirlitskönnun íslenskra vatna og veiddust þá að meðaltali um 0,26–2,45 svifdýr/lítra þegar veitt var með svifháfi á mismunandi stöðum í Leginum (Guðni Guðbergsson og Ingi Rúnar Jónsson 1998). Í Yfirlitskönnun íslenskra vatna sem var samvinnuverkefni Háskóla Íslands, Hólaskóla, Náttúrufræðistofu Kópavogs og Veiðimálastofnunar og fór fram í kringum árpúsundamótin, var Lögurinn með þeim stöðuvötnum sem einna fæst svifdýr fundust í hverjum lítra af vatni (Þórólfur Antonsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir 2004). Árið 2006 veiddust að meðaltali 0,06–4,33 svifdýr í lítra að undanskilinni sýnatökunni 27. júlí þegar fjöldi svifdýra náði hámarki við Húsatanga og var þar að meðaltali 5,59–17,95 í hverjum lítra, flest á 2 m dýpi. Þessi aukni fjöldi við Húsatanga telst þó alls ekki mikill miðað við það sem fannst í öðrum stöðuvötnum á Íslandi í Yfirlitskönnuninni (Þórólfur Antonsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir 2004).

Tvennskonar sýnatökuaðferðum var beitt við söfnun sýna af dýrasvifi; þ.e. vatnssýnataka og svifháfi (sjá lýsingu í kafla 2.2.3.2). Vatnssýnataka gefur líklega betri upplýsingar um þéttleika svifdýra og af hvaða dýpi dýrin koma, því að sýnataka með vatnssýnataka er magnbundin og

staðbundin við ákveðið dýpi. Þéttleikatölur svifdýra veiddum með vatnsýnataka 27. og 28. júní voru hærri en þær sem fengust með svifháfum á sama tíma, sem skýrist m.a. af ólíku rúmmáli sýna. Fjöldi svifdýra veiddum með vatnsýnataka var alltaf úr sama rúmmáli á meðan fjöldi svifdýra veiddum með svifháfi dreifðist yfir mislangar vatnssúlu sem háfurinn fór í gegnum. Galli við að nota svifháf er að vita ekki af hvað dýpi svifdýrin koma í háfinn. Auk þess er líklegt að möskvar háfsins stíflist fljótt í svo gruggugu vatni sem Lögurinn er og háfurinn hætti þá að veiða á ótilgreindu dýpi þegar hann er dreginn upp. Á móti kemur að svifháfar hafa verið notaðir í rannsóknum eins og Yfirlitskönnun íslenskra vatna og því ættu niðurstöðurnar að vera samanbærilegar við fyrri rannsóknir

4.6 Smádýr í fjöru

Rykmý og ánar einkenndu almennt fínu fjörusteina. Hlutfall rykmýs var hæst við Húsatanga en fjölbreytni smádýrahópa var meiri við Strönd og Þórsnes. Í rannsókn á fjörulífi í Leginum frá 1998 (Yfirlitskönnun íslenskra vatna) fundust um 12.000 dýr/m² á fjörusteinum (Þórólfur Antonsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir 2004). Þetta var nálægt því að vera miðgildi fyrir fjölda smádýra sem fundust á fjörugrjóti í þeim stöðuvötnunum sem voru rannsökuð í Yfirlitskönnuninni. Árin 2006 og 2007 var fjöldi smádýra að jafnaði hærri en kom fram í Yfirlitskönnuninni, en mikill breytileiki var á milli sýna/steina. Í rannsókn Hákonar Aðalsteinssonar (1976) fundust mun færri smádýr á steinum; „um 60 per m²“ við Atlavík og voru þau eingöngu rykmý. Taldi hann að fæðin hafi getað stafað af lækkun sem hafi orðið á vatnsborði þannig að smádýralíf hafi farið á þurrt og þornað. Árin 2006 og 2007 höfðu steinarnir sem smádýrum var safnað af sennilega lítið eða ekkert farið á þurrt yfir sumrin. Aðra skýringu á fátæklegri smádýralífi bæði á steinum og í svifi 1975 en fannst 2006 og 2007 má væntanlega finna í meira magni svifaurs sem mældist þá en nú rúmum 30 árum síðar. Í mælingum frá júní- og ágúst mánuði árið 1975 var svifaur 55-137mg/l eða að meðaltali um 74 mg/l við Egilsstaði og 98 mg/l við Atlavík, eftir að Eyjabakkajökull hafði hlaupið fram 1972 (Hákon Aðalsteinsson 1976). Hins vegar mældist mun lægri aurstyrkur yfir hvort ár 2006 og 2007 við Lagarfell, þ.e. að meðaltali um 35 mg/l (Vatnamælingar Orkustofnunar 2008).

4.7 Tengsl umhverfispáttá við flóru og fínu

Ljós sem nýttist til ljóstillífunar náði niður á u.þ.b. 2 m dýpi 6.–7. september 2006, en rýnið var þá með því lægsta sem mældist bæði árin (23 cm). Hitamæling niður á 30 til 50 m dýpi sem fór fram sömu daga, sýndu merki um hitaskil við 5 m dýpi við Þórsnes en þrátt fyrir að greina mætti hitaskil út af Strönd og Húsatanga voru þau ekki eins skýr út af Þórsnesi. Úti í Leginum er mikil blöndun vegna strauma, sem veldur því að þörungar í svifinu eru ekki lengi í efstu lögum þar sem nægt ljós er til vaxtar og ná því ekki að mynda mikinn þéttleika eins og bent hefur verið á í fyrri rannsókn á þörungum (Hákon Aðalsteinsson 1976). Eins og fram hefur komið þá eru gögn um vatnshæð eingöngu til frá Lagarfelli við Egilsstaði (Vatnamælingar 2008) og varð því að notast við þær mælingar fyrir alla sýnatökustaðina þrjá 2006–2007. Ekki er vafi á að betra hefði verið ef

vatnshæðamælingar hefðu verið til af öllum þremur sýnatökustöðunum, en þrátt fyrir það gefa tiltækar mælingar mikilvægar upplýsingar um vatnsborðssveiflur í Leginum. Vegna breytinga í vatnshæð og halla fjörunnar við vatnsborðið voru steinar á mismunandi stöðum í fjörunni þegar þeir lágu á 0,2, 0,4 og 0,6 m dýpi við sýnatökur hverju sinni. Þegar vatnsborðið var sem hæst voru þeir steinar sem lentu í sýnatökunni ofar í fjörunni, en þeir sem var safnað þegar vatnshæðin var lægri. Áætluð lega sýnatökusteina í fjörunni var yfirfærð yfir á hæð yfir sjávarmáli út frá áður nefndum vatnshæðarmælingum við Lagarfell þar sem dýpi hvers steins var dregið frá vatnshæðinni. Kom í ljós að þessi áætlaða hæð steina yfir sjávarmáli, þ.e. hvar í fjörunni þeir höfðu legið fyrir sýnatökuna var sterkur áhrifapáttur á tegundasamsetningu kísilþörungaflórunnar á þeim. Steinar sem lágu neðar í fjörunni þornuðu síður upp og því stöðugra umhverfi fyrir lífverur á þeim en á steinum sem voru ofar/grynnra í fjörunni. Ef birtuskilyrði fyrir vöxt þörungna væru nægilega góð í neðri hluta þess svæðis sem telst til fjörunnar, þar sem steinar þorna sjaldnast upp, mætti ætla að botnfastar lífverur eins og sumir þörungar og smádýr geti náð meiri þéttleika og fjölbreytni þar en ofar í fjörunni. En sú var ekki raunin, sem gefur vísbendingu um að takmörkuð birtuskilyrði hafa áhrif á þéttleika lífvera á botni í neðrihluta fjörunnar.

Landfræðilegur munur á milli sýnatökustaða kom m.a. fram í þéttleika kísilþörungna í svífi árið 2006, en þá var þéttleiki þeirra mestur yst í Leginum út af Þórsnesi allt sumarið og minnstur innst út af Húsatanga. Þéttleikinn náði fyrst hámarki út af Þórsnesi í lok júní en í júlísýnatökunni út af Húsatanga, þar á milli var Strönd með líkum þéttleika í sýnatökunum í lok júní og lok júlí, væntanlega með hámarki á tímabilinu þar á milli. Ef til vill má skýra þennan mun vegna áhrifa jökulvatns sem rennur innst í Löginn. Má ekki vanmeta áhrif hliðaránna á lífríki Lagarins, en þau hafa ekki verið metin í þessari rannsókn. Vatnið er gegnsærra þar sem árnar renna út í fljótið, einnig hljóta lífverur eins og þörungar og smádýr að berast út í Löginn með reki. Kelduá, Bessastaðaá og Hengifossá renna út í fljótið fyrir innan Húsatanga, en áhrifa frá Grímsá gætir líklega við Strönd og Þórsnes.

Í fjörunni mældist blaðgræna að jafnaði meiri við Þórsnes en við Húsatanga bæði árin og Strönd var að meðaltali á milli hinna staðanna tveggja árið 2006. Sama átti við um þéttleika kísilþörungna á steinum árið 2006 en árið 2007 var mjög líkur fjöldi þörungna á steinum í fjöru við Húsatanga og Þórsnes. Magn smádýra í fjöru og í svífi var hins vegar aðeins meira við og út af Húsatanga en fannst við Strönd og Þórsnes.

Landslag í fjörunni við Strönd var blanda af hinum tveimur sýnatökustöðunum, með smáum steinum í víkinni líkt og við Þórsnes og stærra grjóti úti á tanganum líkt og við Húsatanga. Strönd er að auki staðsett miðja veginni á milli Húsatanga og Þórsness, austan megin við Löginn líkt og Þórsnes. Það kemur því ekki á óvart að lífríki Strandar var með blönduðum einkennum hinna sýnatökustaðanna tveggja og var lífríkið heldur líkara því sem fannst við Þórsnes en við Húsatanga.

4.8 Áframhald rannsóknarinnar

Í ljósi þess að lífríkið við Strönd var sambland af því sem fannst við Húsatanga og Þórsnes, var frekari sýnatökum og mælingum sleppt við Strönd síðara sumar rannsóknarinnar. Auk þess var ákveðið að safna svifþörungum og svifdýrum aðeins fyrra árið. Lítill þéttleiki svifdýra í Leginum árið 2006 var í samræmi við fyrri rannsóknir, því var hætt að safna svifdýrum eftir það. Svifsýni úr fjörunni voru þá látin nægja til að fylgjast með helstu þörungum í svifi Lagarins.

Eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa hefur farið fram endurtekning á vöktun lífríkis Lagarins líkt og fór fram árin 2006 og 2007, þ.e. síðastliðin tvö ár 2011 og 2012, en úrvinnslu gagna er ekki lokið þegar þetta er ritað.

Mikilvægi þess að fá upplýsingar úr fleiri sýnum frá hverjum stað og í hvert sinn hefur komið í ljós. Breytileiki á milli stakra sýna af sömu slóðum var nokkur einkum hvað varðar þéttleika þörunga en einnig í tegundasamsetningu, þannig að með endurtekningu fæst betri mynd af því sem einkennir þann stað og tíma sem ætlunin er að skoða. Þetta er í samræmi við niðurstöður annarra sem hafa skoðað óvissupætti við greiningar kísilþörunga (sjá t.d. Besse-Lototskaya o.fl. 2006 og Kelly o.fl. 2009). Því er ætlunin að greina kísilþörunga úr þremur sýnum af hverju dýpi í framhaldsvöktuninni, í stað stakra sýna líkt og hefur verið gert hingað til.

Bent hefur verið á að það gefi betri niðurstöður um kísilþörungasamfélagið að taka nokkur hlutsýni frekar en taka aðeins eitt sýni á hverjum stað (Besse-Lototskaya o.fl. 2006). Einnig getur verið breytileiki í ástandi vatns og vistfræðilegum aðstæðum yfir tímabil. Kísilþörungar eru einfruma lífverur sem fjölga sér með frumuskiptingu og hlutföll mismunandi tegunda geta breyst á stuttum tíma. Tegundasamsetningin verður fyrir áhrifum af breytingum í aðstæðum eins og hitastigi, ljósi, gerð undirlags, framboði næringarefna, rými, beit hryggleysingja eða breytingum í vatnsbúskap (Kelly o.fl. 2009). Tegundasamsetning kísilþörungaflóru er þannig gjarna notuð sem vísbending um vatnsgæði og ástand í vötnum, þar sem viðkvæmar eða þolnar tegundir fyrir þekktu álagi eru notaðar sem mælikvarði á gæði vatnsins. Breytingar í tegundasamsetningu á milli tímabila, líkt og koma fram í okkar rannsókn, sýna að stök sýnataka gefur ekki rétta mynd af vistfræðilegu ástandi vatna heldur þarf að endurtaka sýnatökuna yfir lengri tíma til að fá raunhæfari mynd af ástandi þeirra (Kelly o.fl. 2009). Fyrir framhaldsvöktun á þörungaflóru Lagarins var því mælt með að safna áfram sýnum þrisvar yfir sumarið, að vori, snemma sumars og að hausti.

Niðurstöður þær sem hér hafa verið kynntar fyrir 2006 og 2007 sýndu að sýni af 0,4 m dýpi líktust ýmist sýnum af 0,2 m dýpi eða 0,6 m dýpi. Í því ljósi hefði mátt sleppa að safna sýnum af 0,4 m dýpi í frekari vöktun í sparnaðarskyni (2011 og 2012). En þar sem að vitað var að grugg myndi aukast eftir virkjun, sem myndi takmarka birtuskilyrði fyrir þörungavöxt, var ákveðið að safna heldur sýnum af 0,2 og 0,4 m dýpi og sleppa 0,6 m dýpinu.

Í áframhaldandi vöktun þyrfti að bæta við ýtarlegri rannsóknum á kísilþörungum, betra er að miða við að greina um 300 kísilþörunga úr hverju sýni í stað 200 eins og gert var hér (sbr. til dæmis Besse-Lototskaya o.fl. 2006), m.a. til að ná yfir helstu tegundir sem eru að finna í hverju sýni. Einnig

þyrfti að athuga hvort og þá hversu hátt hlutfall dauðra kísilþörungaskelja er í hverju sýni og meta hvort að það hafi áhrif á niðurstöðurnar.

Hingað til hafa aðrar fylkingar þörungna ekkert verið skoðaðar en nauðsynlegt er að greina hvaða aðra þörungna er að finna í fjörunni og fá mat á magni þeirra. Til dæmis hlýtur hlutur grænþörungna að vera verulegur af heildarfrumframleiðni í Leginum á þeim sem þeir eru í blóma. Er ætlunin að nýta sömu sýni af steinum og safnað hefur verið fyrir kísilþörungagreiningar til að meta magn annarra þörungna. Annar vatnagróður verður hins vegar að sitja á hakanum í framhaldinu árin 2011 og 2012. Æskilegast væri að vinna betur úr sýnum sem var safnað árin 2006 og 2007 til að fá betri mynd af breytileikanum á milli sýna í samsetningu og þéttleika. Einnig til að meta hlut annarra þörungahópa en kísilþörungna af þeirri frumframleiðni sem fór fram í fjörunni, en af því verður ekki að svo stöddu.

Svo virðist sem að grugg og vatnsborðssveiflur séu helstu áhrifaþættir sem hafa takmarkandi áhrif á lífsskilyrði fyrir þörungna á strandsvæðum Lagarfljóts. Mætti rannsaka áhrif annarra þátta betur sem einnig skipta máli fyrir vöxt þörungna í vatninu, eins og hitastig vatnsins til lengri tíma litið og hugsanlega næringarefnaframboð, bæði með jökulaur eða frá athöfnum manna á vatnasviði Lagarfljóts. Áhugavert væri að meta á hve stóru belti frumframleiðni fer fram á strandsvæðum Lagarins, þ.e. hversu djúpt hún nær og hve mikil hún er í heild. Í framhaldi af því væri hægt að skoða hver áhrif vatnsborðshækkunar annars vegar og breytingar í magni svifaurs (gruggs) hins vegar eru á neðri mörk eða breidd frumframleiðni beltisins. Með því væri reynt að svara spurningum um hver áhrifin af þessum þáttum eru á frumframleiðendur Lagarins og þar með á lífsskilyrði fyrir aðrar lífverur í vatninu.

5 ÞAKKIR

Starfsmenn Veiðimálastofnunar, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir og Stefán Már Stefánsson aðstoðuðu við undirbúning og sýnatökur. Egill Axelsson hjá Vatnamælingum Orkustofnunar lánaði bát fyrir sýnatökur. Þór Þorfinnsson skógarvörður Austurlands og annað starfsfólk Skógræktar Ríkisins í Hallormsstaðarskógi, hafa ávallt tekið vel á móti okkur m.a. veitt vinnuaðstöðu og geymt sýnatökuútbúnað. Landeigendur Húsa, Strandar og Þórsness gáfu leyfi til að fara um landareignir sínar vegna sýnatöku. Magnús Jóhannesson, Snorri Páll Davíðsson, Helgi Hallgrímsson og Hákon Aðalsteinsson lásu yfir handrit að skýrslunni og gáfu góð ráð, bæði efnisleg og málfarsleg. Snorri Páll Davíðsson veitti góða aðstoð við lokafrágang skýrslunnar. Hákon Aðalsteinsson hjá Landsvirkjun veitti mikilsverðar ráðleggingar varðandi eitt og annað er lýtur að framkvæmd og túlkun gagna. Elja Helga Hallgrímssonar fyrir verkefninu hefur verið okkur ómetanleg hvatning. Hvert og eitt þeirra á þakki skildar fyrir sinn þátt í verkinu.

6 HEIMILDASKRÁ

Anderson, N.J., 1997. Historical changes in epilimnetic phosphorus concentrations in six rural lakes in Northern Ireland. *Freshwater Biology* 38(2): 427–440.

Besse-Lototskaya, A., Verdonschot, P.F.M og Sinkeldam, J.A. 2006. Uncertainty in diatom assessment: Sampling, identification and counting variation. *Hydrobiologia* 566: 247–260.

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.

Bennion, H., Carvalho, L., Sayer, C.D., Simpson, G.L. og Wischniewski, J. 2012. Identifying from recent sediment records the effects of nutrients and climate on diatom dynamics in Loch Leven. *Freshwater Biology* 57(10): 2015–2029.

Brooks, S.J., Langdon, P.G og Heiri, O. 2007. The identification and use of Palaeoartctic Chironomidae larvae in palaeoecology. QRA Technical Guide No. 10. Quaternary Research Association, London, 276 bls.

Centis, B., Tolotti, M. og Salmaso, N. 2010. Structure of the diatom community of the River Adige (North-Eastern Italy) along a hydrological gradient. *Hydrobiologia* 639(1): 37–42.

Cruces, F., Rivera, P. og Urrutia, R. 2010. Observations and comments on the diatom *Stephanodiscus minutulus* (Kutzing) Cleve og Möller (Bacillariophyceae) found for the first time in Chile from bottom sediments collected in Lake Laja. *Gayana Botanica* 67(1): 12–18.

Donohue, I. og Molinos, J.G. 2009. Impacts of increased sediment loads on the ecology of lakes. *Biological Reviews* 84: 517–531.

Edmundson, J.A. og Koenings, J.P. 1986. The effects of glacial silt on primary production, through altered light regimes and phosphorus levels, in Alaska lakes. FRED Reports, Alaska Department of Fish & Game, Division of Fisheries Rehabilitation, Enhancement and Development, number 68, 25 bls.

Ellis, M.M. 1936. Erosion silt as a factor in aquatic environments. *Ecology* 17: 46–59.

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.

Guðni Guðbergsson og Ingi Rúnar Jónsson 1998. Rannsóknir á fiski og smádyralífi á vatnasviði Lagarfljóts 1998. Veiðimálastofnun, VMST-R/98020, 28 bls.

Hadley, K.R., Douglas, M.S.V., McGhee, R., Blais, J.M. og Smol, J.P. 2010. Ecological influences of Thule Inuit whalers on high Arctic pond ecosystems: a comparative paleolimnological study from Bathurst Island (Nunavut, Canada). *Journal of Paleolimnology* 44(1): 85–93.

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

Hákon Aðalsteinsson 1981. Tengsl svifaurs og gagnsæis í jökulskotnum stöðuvötnum. Orkustofnun, Vatnsorkudeild, OS81027/VOD12, 30 bls.

Helgi Hallgrímsson 2005. Lagarfljót. Mesta vatnsfall Íslands. Skrudda, 414 bls.

Hilmar J. Malmquist, Tammy Lynn Karst-Riddoch og John P. Smol 2010. Kísilþörungaflóra íslenskra stöðuvatna. Náttúrufræðingurinn 80(1–2): 41–57.

Hilmar J. Malmquist, Guðni Guðbergsson, Ingí Rúnar Jónsson, Jón S. Ólafsson, Finnur Ingimarsson, Erlín E. Jóhannsdóttir, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sesselja G. Sigurðardóttir, Stefán Már Stefánsson, Iris Hansen og Sigurður S. Snorrason 2001. Vatnalíf á virkjanaslóð. Áhrif fyrirhugaðrar Kárahnjúkavirkjunar ásamt Laugafellsveitu, Bessastaðaárveitu, Jökulsárveitu, Hafursárveitu og Hraunaveitu á vistfræði vatnakerfa. Náttúrufræðistofa Kópavogs, Veiðimálastofnun og Líffræðistofnun Háskólans, 254 bls.

Hill, W.R., Roberts, B.J., Francoeur, S.N. og Fanta, S.E. 2011. Resource synergy in stream periphyton communities. *Journal of Ecology* 99(2): 454–463.

Horn, H., Paul, L., Horn, W. og Petzoldt, T. 2011. Long-term trends in the diatom composition of the spring bloom of a German reservoir: is *Aulacoseira subarctica* favoured by warm winters? *Freshwater Biology* 56(12): 2483–2499.

James, M.R., Weatherhead, M., Stanger, C. og Graynoth, E. 1998. Macroinvertebrate distribution in the littoral zone of Lake Coleridge, South Island, New Zealand – effects of habitat stability, wind exposure, and macrophytes. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 32(2): 287–305.

Jón Kristjánsson 1975. Rannsóknarferð til Austurlands í júlí 1974. Skýrsla Veiðimálastofnunar. 14 bls.

Jónasson, P.M., Aðalsteinsson, H. og Jónsson, G.St. 1992. Production and nutrient supply of phytoplankton in subarctic, dimictic Thingvallavatn, Iceland. *Oikos* 64: 162–187.

Jónasson, P.M. og Lindegaard, C. 1988. Ecosystems studies of North Atlantic Ridge lakes. *Verh. Internat. Ver. Limnol.* 23: 394–403.

Jónsson, G.St. 1992. Photosynthesis and production of epilithic algal communities in Thingvallavatn. *Oikos* 64: 222–240.

Kairesalo, T., Jónsson, G.St., Gunnarsson, K., Lindegaard, C. og Jónasson, P.M. 1992. Metabolism and community dynamics within *Nitella opaca* (Charophyceae) beds in Thingvallavatn. *Oikos* 64: 241–256.

Karst-Riddoch, T.L. 2004. Sedimentary diatoms from sensitive alpine (northwest Canada) and subarctic (Iceland) lakes as indicators of environmental and climatic conditions. Ph.D. thesis. Queen's University, Kingston, 194 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.

Kelly, M.G., Bennion, H., Cox, E.J., Goldsmith, B., Jamieson, J., Juggins, S., Mann, D.G. og Telford, R.J. 2005. Common freshwater diatoms of Britain and Ireland: an interactive identification key. Environment Agency, Bristol. Sótt frá júlí 2006–nóvember 2008 af <http://craticula.ncl.ac.uk/EADiatomKey/html/index.html>.

Kelly, M., Bennion, H., Burgess, A., Ellis, J., Juggins, S., Guthrie, R., Jamieson, J., Adriaenssens, V. og Yallop, M. 2009. Uncertainty in ecological status assessments of lakes and rivers using diatoms. *Hydrobiologia*, 633: 5–15.

Koenings, J.P., Burkett, R.D. og Edmundson, J.M. 1990. The exclusion of limnetic cladocera from turbid glacier-meltwater lakes. *Ecology* 71(1): 57–67.

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). Spectrum 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). Spectrum 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). Spectrum 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.

Lěps, J. og Šmilauer, P. 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press, Cambridge, 269 bls.

Leó Kristjánsson og Ágúst Guðmundsson 2005. Stratigraphy and paleomagnetism of lava sequences in the Suðurdalur area, Fljótssdalur, Eastern Iceland. *Jökull* 55: 17–32.

Lindegaard, C. 1979. The invertebrate fauna of Lake Mývatn, Iceland. *Oikos* 32: 151–161.

Lindegaard, C. og Jónasson, P.M. 1979. Abundance, population dynamics and production of zoobenthos in Lake Mývatn, Iceland. *Oikos* 32: 202–227.

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.

Reinsch, F.K. 1926. Rannsóknir við Lagarfljót. Bráðabirgðaskýrsla. (Lauslega þýdd af Lúdvíg Guðmundssyni). *Búnaðarrit* 40(3–4): 153–168.

Schindler, D.E. og Scheuerell, M.D. 2002. Habitat coupling in lake ecosystems. *Oikos* 98: 177–189.

Sigurjón Rist 1975. Stöðuvötn. Orkustofnun, Vatnamælingar. OS-Vatn 7503 og OS-ROD 7519.

Sigurjón Rist 1990. Vatns er þörf. Bókaútgáfa Menningarsjóðs, Reykjavík, 248 bls.

Steinman, A., Lamberti, G.A. og Leavitt, P.R. 2006. Biomass and pigments of benthic algae. Í: *Methods in stream ecology*, 2. útgáfa, ritstj.: Hauer, F.R. og Lamberti, G.A. Academic Press, bls. 357–379.

Stoffels, R.J., Clarke, K.R og Closs, G.P. 2005. Spatial scale and benthic community organisation in the littoral zones of large oligotrophic lakes: potential for cross-scale interactions. *Freshwater Biology* 50: 1131–1145.

Strayer, D. og Likens, G.E. 1986. An energy budget for the zoobenthos of Mirror Lake, New Hampshire. *Ecology* 67(2): 303–313.

Striberger, J. 2011. Holocene development of Lake Lögurinn and Eyjabakka jökull in eastern Iceland – a multi-proxy approach. Doktorsritgerð við háskólann í Lundi, Svíþjóð. LUNDQUA Thesis 65, Quaternary Sciences, Division of Geology, Department of Earth and Ecosystem Sciences, Lund University, 29 bls + 4 viðaukar.

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.

Vadeboncoeur, Y., Vander Zanden, M.J. og Lodge, D.M. 2002. Putting the lake back together: Reintegrating benthic pathways into lake food web models. BioScience 52: 44–54.

Vatnamælingar Orkustofnunar 2008 a. Gagnasafn aurburðarmælinga á tölvutæku formi, afgreiðsla nr. 2008/03.

Vatnamælingar 2008: Gagnabanki Vatnamælinga, afgreiðsla nr. 2008/24. Orkusalan heimilar Landsvirkjun Power að fá og nota gögn úr vatnshæðamæli V007 við Lagarfell í Lagarfljóti sem Orkusalan greiðir fyrir.

Veðurstofa Íslands 2010: Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2010-09-29/02.

Wetzel, R.G. 2001. Limnology. Third Edition: Lake and River Ecosystems. Academic Press, 1006 bls.

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.

Pórólfur Antonsson og Ragnhildur P. Magnúsdóttir 2004. Langisjór. Rannsóknir á fiski og hryggleysingjum 2003. Veiðimálastofnun, VMST/R-04014x, 30 bls.

Viðaukar

Viðauki 1. Fjöldi sýna sem voru tekin og hafa verið unnin. Heil tala táknar fjölda þeirra sýna sem voru tekin og hafa verið fullunnin. Brotatala sýnir fjölda tekinna sýna undir striki og fjölda sýna sem hafa verið unnin yfir striki.

Dagsetningar		16.-17.5.2006			6.-8.6.2006			27.-28.6.2006			24.-25.7.2006			5.-7.9.2006			25.-26.10.2006			24.5.2007		14.6.2007		6.9.2007	
Sýnataka nr.		1			2			3			4			5			6			7		8		9	
Sýnatökustaðir	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Hústatangi	Þórsnes	Hústatangi	Þórsnes	
	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Hústatangi	Þórsnes	Hústatangi	Þórsnes	
	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Hústatangi	Þórsnes	Hústatangi	Þórsnes	
	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Strönd	Hústatangi	Þórsnes	Hústatangi	Þórsnes	Hústatangi	Þórsnes	
Dýpi sýnatöku																									
Þörungasýni																									
Af steinum í fjöru, tekin	0,2 m	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	
3 sýni af botni á:	0,4 m	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	
	0,6 m	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	
Úr svifi í fjöru, tekin 3 vatnssýni af:																									
0,4 m undir vatnsborði á um 0,8 m dýpi								1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	
1 m					1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	
Úr vatnsbol, tekin 3	2 m				1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	
vatnssýni af:					1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	
	5 m				1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	
	10 m				1/3	*	1/3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Sýni fyrir blaðgrænumælingar																									
Af steinum í fjöru, tekin	0,2 m	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3 sýni af af botni á:	0,4 m	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	0,6 m	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Sýni fyrir lífrænt innihald																									
Af steinum í fjöru, tekin	0,2 m	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3 sýni af botni á:	0,4 m	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	0,6 m	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Smádýr																									
Af steinum í fjöru, tekin	0,2 m													5	5	5								5	5
5 sýni af botni á:	0,4 m													5	5	5								5	5
	0,6 m													5	5	5								5	5
Dýrasvif																									
Vatnssýni (30l) síuð, 3	1 m				3	3	3	3	3	3															
sýni tekin úr vatnsbol	2 m				3	3	3	3	3	3															
af:					3	3	3	3	3	3															
	5 m				3	3	3	3	3	3															
	10 m				3	*	3	3	*	*															
Svífhal (háfur dreginn	1 m							3	3	3	3	3	3	3	3	3									
upp) úr vatnsbol, 3	2 m							3	3	3	3	3	3	3	3	3									
sýni tekin af:								3	3	3	3	3	3	3	3	3									
	5 m							*	3	*	3	*	*	3	3	3									
	10 m							*	3	*	3	*	*	3	3	3									

* Ekki tekin sýni

Viðauki 2. Hlutfallslegur þéttleiki kísilþörungategunda eða tegundahópa sem greindir voru í sýnum úr Lagarfljóti frá árunum 2006 og 2007. Sýnin eru flokkuð eftir búsvæðum/vistum og sniðum. Taflan sýnir meðal hlutfall (meðaltal) tegunda í þeim sýnum sem þær koma fyrir í. Hæsta hlutfall (hámark) tegunda í stöku sýni og í hve mörgum sýnum tegundir koma fyrir í (n) af heildar fjölda sýna (N). Hlutfallslegur þéttleiki sem er 5% eða hærri er undirstrikaður. Nánari skýringar á tegund eða tegundahópum eru skráðar í sviga með daufara lettri.

	Tegund til staðar:		Húsatangi (N=27)			Steinar Strönd (N = 18)			Þórsnes (N = 27)			Fjörusvif			Þórsnes			Svif							
			Húsatangi (N=7)			Strönd (N = 4)			Þórsnes (N = 7)			Húsatangi (N=13)			Strönd (N=13)			Þórsnes (N = 12)							
	Steinar	Fjörusvif	Svif	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n				
<i>Achnanthes cf. amoena</i> Hustedt	x	x				0,5	0,5	1	1,0	1,4	2					0,6	0,6	2							
<i>Achnanthes cf. bioretii</i> Germain	x	x	x	0,4	0,4	2	0,5	0,5	1	0,5	0,9	8				0,4	0,4	1	0,5	0,5	1				
<i>Achnanthes cf. calcar</i> Cleve			x																						
<i>Achnanthes cf. clevei</i> Grunow var. <i>clevei</i>			x										0,2	0,2	1					0,4	0,4	1			
<i>Achnanthes cf. didyma</i> Hustedt			x									0,4	0,4	1											
<i>Achnanthes cf. helvetica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	x	x	x				0,3	0,4	3	0,6	1,1	3				1,3	1,3	1	0,8	0,8	1				
<i>Achnanthes cf. impexiformis</i> Lange-Bertalot			x																		0,4	0,4	1		
<i>Achnanthes cf. oestrupii</i> (Cleve-Euler) Hustedt var. <i>oestrupii</i>	x	x	x	0,4	0,4	1															0,4	0,4	1		
<i>Achnanthes laevis</i> Oestrup var. <i>laevis</i>	x	x	x	1,1	<u>5,9</u>	16	0,6	1,0	7	1,0	2,1	19	0,5	0,7	2	0,4	0,4	1	0,6	0,6	1	0,5	0,5	2	
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Brébisson) Grunow (mismunandi afbrigði)	x	x	x	2,7	<u>11,8</u>	20	0,7	1,3	12	0,6	1,3	18	0,8	1,3	5	0,9	1,6	2	0,8	1,7	3	0,4	0,5	3	
<i>Achnanthes laterostrata</i> Hustedt	x	x	x	1,5	<u>5,2</u>	21	0,8	2,1	11	1,6	3,3	13	0,5	0,7	2	0,8	1,3	2	0,4	0,4	1	0,6	0,6	1	
<i>Achnanthes lauenburgiana</i> Hustedt	x	x		0,9	2,1	7	0,4	0,4	1	0,5	0,8	7	0,5	0,5	1							0,4	0,4	1	
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing (mismunandi afbrigði)	x	x	x	0,9	2,1	17	0,4	0,6	3	0,5	0,7	6	0,7	0,9	5	0,3	0,4	2	0,6	0,9	4	1,0	1,7	4	
<i>Achnanthes cf. peragalli</i> Brun & Heribaud	x	x	x							0,3	0,3	1				0,4	0,4	1	0,5	0,5	1	1,1	2,2	8	
<i>Achnanthes cf. subatomoides</i> (Hustedt) Lange-Bertalot & Archibald	x	x	x	0,5	1,0	9	0,3	0,3	1	0,6	1,3	5	0,6	0,6	1	1,0	1,3	2	0,8	1,3	4	0,7	1,3	5	
<i>Achnanthes pusilla</i> (Grunow) De Toni / <i>A. nodosa</i> Cleve	x	x	x	0,4	0,5	4				0,4	0,5	3	0,6	0,8	2				0,6	0,8	4	0,4	0,5	2	
<i>Achnanthes</i> sp. B	x	x	x	0,4	0,8	5	0,8	1,5	10	2,4	<u>14,2</u>	15				0,4	0,4	1	0,7	0,8	2	0,5	0,5	3	
<i>Achnanthes</i> hópur 1 (Likjasttd. <i>Achnanthes daonensis</i> Lange-Bertalot, <i>A. scotica</i> Flower eða <i>A. chlidanos</i> Hohn & Hellemann)	x	x	x	2,7	<u>16,7</u>	26	1,6	<u>7,6</u>	15	2,4	<u>9,2</u>	26	0,6	0,8	3	0,7	1,2	4	0,6	0,9	2	0,6	1,1	6	
<i>Achnanthes</i> hópur 2 (Likjasttd. <i>Achnanthes levanderi</i> Hustedt, <i>A. grischuna</i> Wurttrich eða <i>A. marginulata</i> Grunow)	x	x	x	0,7	1,2	5	0,3	0,3	2	0,3	0,3	1	1,6	1,6	1	0,7	0,7	1	0,9	1,5	4	0,7	1,4	6	
<i>Achnanthes</i> ógreindir	x	x	x	0,6	1,0	2				0,7	1,0	2				0,3	0,3	1	0,6	0,6	1	1,2	1,2	1	
<i>Amphora cf. fogediana</i> Krammer	x	x	x	0,7	1,3	2	0,5	0,7	5	1,2	2,7	12		0,5	0,8	4	0,3	0,3	1	0,4	0,4	1	0,4	0,4	1
<i>Amphora cf. libyca</i> Ehrenberg			x					0,4	0,4	1															
<i>Amphora</i> hópur 1 (<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow / <i>A. inariensis</i> Krammer / <i>A. sp.X</i>)	x	x	x	11,3	<u>44,0</u>	23	11,8	<u>52,7</u>	14	8,7	<u>33,6</u>	22	0,9	1,4	3	1,3	2,0	3	0,7	1,2	5	0,9	1,2	2	
<i>Amphipleura cf. pellucida</i> (Kützing) Kützing	x	x	x	0,3	0,3	3	0,6	1,0	2	0,4	0,5	4	0,8	0,8	1							0,4	0,4	1	
<i>Anomoeneis cf. brachysira</i> (Brébisson) Grunow			x													0,6	0,6	1							
<i>Aulacoseira cf. alpigena</i> (Grunow) Krammer	x	x	x	0,5	0,5	2	0,5	0,5	1				0,8	0,9	2				1,7	1,7	1	1,4	1,8	2	
<i>Aulacoseira cf. crenulata</i> (Ehrenberg) Thwaites			x																3,2	3,2	1				
<i>Aulacoseira cf. distans</i> (Ehrenberg) Simonsen			x							0,9	0,9	1				0,8	0,8	1							
<i>Aulacoseira cf. islandica</i> (O. Müller) Simonsen			x							0,4	0,4	1				0,4	0,4	1				0,4	0,4	1	
<i>Aulacoseira subarctica</i> (O. Müller) Haworth / <i>A. italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	x	x	x	0,4	0,9	8	0,5	1,1	9	0,7	1,8	15	14,1	<u>27,2</u>	7	9,6	<u>16,1</u>	4	12,3	<u>32,2</u>	7	20,3	<u>38,8</u>	13	
<i>Caloneis cf. bacillum</i> (Grunow) Cleve	x	x		0,4	0,4	2				0,3	0,3	1	0,5	0,5	1				17,5	<u>33,3</u>	13	15,5	<u>33,2</u>	12	
<i>Caloneis cf. tenuis</i> (Gregory) Krammer			x													0,8	0,8	1							
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg (mismunandi afbrigði)	x	x	x	0,5	1,0	6	0,3	0,3	2	0,4	0,5	4		0,3	0,3	1			1,2	1,2	1				
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith			x					0,3	0,3	1															
<i>Cymbella cf. affinis</i> Kützing			x							0,4	0,4	1	0,4	0,4	1										
<i>Cymbella cf. cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	x	x	x	0,3	0,3	1	0,4	0,4	1	0,4	0,4	1				0,6	0,6	1	0,9	0,9	1				
<i>Cymbella cf. gracilis</i> (Ehrenberg) Kützing			x	0,4	0,4	1																			
<i>Cymbella cf. lanceolata</i> (Ehrenberg) Kirchner			x	0,3	0,3	2	0,4	0,4	2																
<i>Cymbella cf. minuta</i> Hilse	x	x	x	2,5	<u>9,1</u>	11	2,4	<u>5,1</u>	5	0,8	1,0	3	1,2	1,8	2	1,3	2,0	3	0,9	0,9	1	0,4	0,5	4	
<i>Cymbella cf. obscura</i> Krasske			x																0,5	0,6	2				
<i>Cymbella reichardtii</i> Krammer	x	x	x	3,5	<u>18,1</u>	13	0,6	0,8	4	0,5	0,8	5	0,6	0,7	2				0,5	0,5	1	0,4	0,4	1	
<i>Cymbella cf. silesiaca</i> Bleisch	x	x	x	1,2	4,8	20	1,0	2,2	7	0,5	1,0	9	4,2	<u>7,9</u>	2	0,3	0,3	1	0,4	0,4	2	0,9	1,2	3	
<i>Cymbella sinuata</i> Gregory	x	x	x	0,7	1,6	6	0,7	1,6	5	1,2	2,9	11				0,5	0,6	2	0,6	0,6	1	0,6	0,8	2	
<i>Denticula cf. tenuis</i> Kützing			x													0,6	0,6	1	0,5	0,5	1				
<i>Diatoma hyemalis</i> (Roth) Heiberg	x	x			0,4	0,4	1			0,6	0,6	1													
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	x	x	x	0,4	0,4	1				0,5	0,5	2	0,5	0,5	1				0,4	0,4	2	0,4	0,4	1	
<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing	x	x		2,6	4,5	5				0,5	0,7	4	1,3	1,3	1										
<i>Diatoma tenuis</i> Agardh.	x	x		0,4	0,4	2				0,3	0,3	1	1,4	1,6	2		0,4	0,4	2						
<i>Diatomella balfouriana</i> Greville	x	x	x	0,4	0,4	2	0,4	0,4	1	0,2	0,2	1							0,3	0,3	1				
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) M. Schmidt			x				0,4	0,4	1																
<i>Diploneis cf. elliptica</i> (Kützing) Cleve	x	x	x							0,4	0,4	1							0,5	0,5	1				
<i>Diploneis cf. oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler	x	x								0,3	0,3	1				0,3	0,3	1							
<i>Diploneis cf. oculata</i> (Brébisson) Cleve			x																0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	
<i>Diploneis cf. parva</i> Cleve			x													0,5	0,5	1							
<i>Eunotia cf. arcus</i> Ehrenberg	x			0,3	0,3	1																			
<i>Eunotia cf. exigua</i> (Brébisson) Rabenhorst	x	x	x							0,4	0,4	1	0,5	0,5	1							0,4	0,4	1	
<i>Fragilaria arcus</i> (Ehrenberg) Cleve var. <i>arcus</i>	x	x	x	0,6	1,1	10	0,6	0,7	2	2,8	<u>14,4</u>	12	0,4	0,4	1	0,6	0,8	2	1,1	2,6	3	0,9	1,7	5	
<i>Fragilaria cf. brevistriata</i> Grunow	x	x	x	0,7	1,0	2				0,4	0,4	1	1,4	1,9	2	0,5	0,5	1	1,0	1,0	1	0,9	1,5	7	
<i>Fragilaria cf. capucina</i> Desmazières			x													0,4	0,4	1				0,7	1,3	6	
<i>Fragilaria cf. capucina</i> var. <i>gracilis</i> (Oestrup) Hustedt	x	x	x	16,0	<u>44,3</u>	26	33,6	<u>69,3</u>	18	17,7	<u>38,9</u>	27	16,9	<u>41,2</u>	7	25,9	<u>41,5</u>	4	21,1	<u>32,1</u>	7	3,5	<u>10,3</u>	13	
<i>Fragilaria cf. capucina</i> (var. <i>gracilis</i> ? > 70 µm á lengd)	x	x		0,4	0,4	2	0,8	0,8	2	0,4	0,4	2				0,8	0,8	1				4,8	<u>8,7</u>	13	
<i>Fragilaria cf. capucina</i> var. <i>mesolepta</i> (Rabenhorst) Rabenhorst			x							1,3	1,7	2										5,4	<u>7,9</u>	12	
<i>Fragilaria cf. capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	x	x	x	15,1	<u>38,3</u>	26	8,8	<u>21,6</u>	18	14,6	<u>33,7</u>	27	6,2	<u>12,4</u>	7	6,5	<u>8,1</u>	4	9,0	<u>20,6</u>	7	2,2	4,5	12	
<i>Fragilaria cf. capucina</i> (var. <i>vaucheriae</i> ? ~ 50-70 µm á lengd)	x	x	x	1,0	2,5	12	0,6	0,9	2	1,0	3,3	13	0,8	1,0	3	0,5	0,5	1	1,0	1,7	3	2,1	<u>5,4</u>		

Viðauki 2. Framhald

	Tegund til staðar:	Steinar			Fjörusvif			Svif		
		Húsatangi (N=27)	Strönd (N = 18)	Þórsnes (N = 27)	Húsatangi (N=7)	Strönd (N = 4)	Þórsnes (N = 7)	Húsatangi (N=13)	Strönd (N=13)	Þórsnes (N = 12)
		Meðaltal (%) Hámark (%) n	Meðaltal (%) Hámark (%) n	Meðaltal (%) Hámark (%) n	Meðaltal (%) Hámark (%) n	Meðaltal (%) Hámark (%) n	Meðaltal (%) Hámark (%) n	Meðaltal (%) Hámark (%) n	Meðaltal (%) Hámark (%) n	Meðaltal (%) Hámark (%) n
<i>Fragilaria cf. pinnata</i> var. <i>pinnata</i> Ehrenberg	x x x	0,9 3,3 14	0,6 1,1 7	0,6 2,2 13	6,5 11,9 6	1,9 4,0 4	1,9 5,2 6	5,7 11,6 13	3,3 8,4 13	2,4 4,8 12
<i>Fragilaria cf. pseudoconstruens</i> Marciniak	x x x	0,4 0,5 3	0,4 0,4 1	0,3 0,3 1	0,9 1,3 2	2,3 2,3 1	0,7 1,3 3	1,5 2,5 8	1,3 1,8 6	1,0 1,9 9
<i>Fragilaria cf. tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot	x		0,4 0,4 1							
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot var. <i>ulna</i>	x x x	2,3 8,4 13	1,5 4,6 16	7,2 40,2 23	2,2 4,1 4	2,4 5,5 4	10,5 31,7 6	1,3 2,2 4	0,7 1,6 6	0,8 1,5 5
<i>Gomphonema cf. angustatum</i> (Krüzing) Rabenhorst	x x x	0,5 0,5 3		0,3 0,3 1	0,3 0,3 1				0,4 0,4 1	
<i>Gomphonema cf. clavatum</i> Ehrenberg	x									0,4 0,4 1
<i>Gomphonema cf. parvulum</i> (Krüzing) Krüzing	x x			0,5 0,5 1				0,5 0,5 1	0,6 0,6 2	
<i>Gomphonema cf. minutum</i> (Agardh) Agardh	x		0,3 0,4 2							
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson (mism. atbrigði)	x x x	5,5 14,4 27	3,0 7,1 18	3,4 11,6 26	1,2 1,8 4	0,6 0,8 4	0,4 0,4 4	0,5 0,5 1	0,5 0,5 2	0,5 0,5 1
<i>Gomphonema</i> sp. A	x x x	2,8 16,9 22	6,3 19,4 12	4,0 16,7 24		0,6 0,7 2	1,5 2,6 2	0,7 1,2 4	0,9 1,8 6	0,8 1,4 6
<i>Gomphonema</i> sp. B	x x x	0,9 1,9 4			0,5 0,5 1			8,1 8,1 1		
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	x x					0,3 0,3 1		0,8 0,8 1		
<i>Melosira varians</i> Agardh	x x x	2,1 7,5 9	0,9 2,8 8	2,9 7,2 24	0,3 0,4 3	4,4 7,6 2	4,9 19,7 7	0,7 0,8 2	0,5 0,7 3	0,4 0,5 3
<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh	x x x	1,5 3,3 15	3,1 10,8 11	0,7 1,3 12	1,3 1,4 2	0,8 0,8 1	0,8 1,7 3	1,6 2,3 4	0,5 0,7 4	0,9 2,1 8
<i>Navicula atomus</i> var. <i>permilis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	x x x	0,4 0,6 5	0,4 0,7 4	0,4 0,5 4	0,6 0,8 3			0,5 0,5 1	0,7 0,9 2	
<i>Navicula cf. begerii</i> Krasske	x				0,3 0,3 1					
<i>Navicula capitata</i> var. <i>lueneburgensis</i> (Grunow) Ross	x x x		0,3 0,3 1	0,9 2,3 18		0,7 0,7 2	1,7 1,7 1		0,5 0,5 1	0,6 1,0 4
<i>Navicula cf. clementis</i> Grunow	x			0,5 0,5 1						
<i>Navicula cf. cocconeiformis</i> Gregory	x x x		0,4 0,4 1	0,5 0,8 4						0,8 0,8 1
<i>Navicula cf. contenta</i> Grunow	x x x	1,1 1,8 3	0,9 0,9 1		0,5 0,5 1			0,6 0,6 1	0,5 0,5 2	0,4 0,4 1
<i>Navicula cf. decussis</i> Østrup	x							0,6 0,6 1		
<i>Navicula cf. difficillima</i> Hustedt	x	0,5 0,5 1								
<i>Navicula cf. exilis</i> Krüzing	x		0,3 0,3 1							
<i>Navicula gallica</i> var. <i>perpusilla</i> (Grunow) Lange-Bertalot	x x	0,7 1,4 4	0,4 0,4 1	0,4 0,5 3						0,8 1,0 3
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	x x x	0,4 0,5 5	0,4 0,4 1	0,7 1,8 17	0,4 0,5 2	0,3 0,3 1	0,6 0,9 2	0,7 1,2 6	0,5 0,7 2	0,4 0,5 3
<i>Navicula cf. ignota</i> var. <i>acceptata</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	x x x	6,5 18,8 25	3,6 13,8 16	3,4 10,2 20		0,7 1,3 3	0,4 0,4 2	0,6 0,8 3	0,6 0,9 4	0,4 0,5 3
<i>Navicula cf. jaermefeltii</i> Hustedt	x x x	0,3 0,3 1		0,4 0,4 1		0,7 0,7 1	0,4 0,6 3		0,5 0,5 1	0,5 0,5 1
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	x x	0,9 2,1 15	0,3 0,3 2	0,5 0,8 5	0,3 0,3 1					
<i>Navicula cf. menisculus</i> Schumann	x x			0,5 0,8 5					0,4 0,4 1	0,5 0,5 2
<i>Navicula cf. minuscula</i> Grunow	x x x		0,3 0,3 1		0,5 0,5 1		0,4 0,4 1	0,6 0,6 1	0,4 0,4 1	
<i>Navicula cf. occulata</i> Krasske	x	0,4 0,4 1								
<i>Navicula cf. porifera</i> var. <i>opportuna</i> Lange-Bertalot	x x			0,4 0,4 1						0,5 0,5 1
<i>Navicula cf. pupula</i> Krüzing	x								0,4 0,4 2	0,6 0,6 1
<i>Navicula cf. pusio</i> Cleve	x						0,4 0,4 1			
<i>Navicula cf. pygmaea</i> Krüzing	x x x	0,5 0,5 1			0,9 0,9 1		1,2 1,2 1			0,5 0,5 1
<i>Navicula radiosa</i> Krüzing	x x x	0,6 1,7 10	0,5 0,9 7	0,7 1,2 10	0,8 0,9 2	0,6 1,0 2	0,4 0,4 1	0,6 0,6 1		0,4 0,4 1
<i>Navicula saxophila</i> Bock	x x x	7,9 29,2 12	2,5 8,5 5	0,5 0,5 3		0,4 0,4 1		0,5 0,6 2		
<i>Navicula cf. schoenfeldii</i> Hustedt	x				0,5 0,5 1					
<i>Navicula cf. soehrensensis</i> var. <i>hassiac</i> (Krasske) Lange-Bertalot	x			0,4 0,4 1						
<i>Navicula cf. splendicula</i> VanLandingham	x							0,6 0,6 1		
<i>Navicula cf. subminuscula</i> Mangin	x x		0,4 0,4 2	0,5 0,5 1	0,5 0,5 1	0,4 0,4 1				
<i>Navicula cf. tenelloides</i> Hustedt	x x x	0,4 0,5 4			0,5 0,7 3	0,2 0,2 1	0,4 0,4 1	0,7 1,1 3	0,5 0,5 2	0,4 0,4 1
<i>Navicula tripunctata</i> (O. F. Müller) Bory	x x	1,1 1,1 1	0,5 0,5 1	0,6 1,5 8		0,3 0,3 1				
<i>Navicula cf. viridula</i> (Krüzing) Ehrenberg	x			0,4 0,4 1						
<i>Navicula</i> sp. B	x x	1,0 3,8 14		0,4 0,5 4				0,5 0,6 2		0,7 0,9 2
<i>Navicula</i> sp. C	x		0,3 0,3 1	0,3 0,3 1						
<i>Navicula</i> sp. D	x			0,3 0,3 1				0,6 0,6 2		
<i>Navicula</i> sp. E	x							0,6 0,6 1		
<i>Navicula</i> sp. F	x							0,6 0,6 1		
<i>Navicula</i> sp. G	x			0,3 0,3 1						
<i>Navicula indifferens</i> Hustedt / <i>N. molestiformis</i> Hustedt	x x x	0,5 0,7 4	0,4 0,4 1	0,4 0,5 4	0,4 0,4 2		0,6 1,2 4	0,5 0,6 2	0,6 1,1 4	0,5 0,6 3
<i>Navicula suchlandtii</i> Hustedt / <i>N. bryophila</i> Petersen	x								0,4 0,5 3	
<i>Navicula</i> hópur 1 (Likjast.d. <i>Navicula cryptocephala</i> Krüzing, <i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot, <i>N. veneta</i> Krüzing og fleiri tegundum)	x x x	3,0 8,0 27	3,4 6,2 18	6,3 14,5 27	1,1 2,3 6	1,5 2,2 4	1,0 2,2 6	0,9 1,9 9	0,9 1,7 8	0,6 1,4 6
<i>Nitzschia cf. alpina</i> Hustedt	x x x	0,4 0,5 3	0,5 0,5 1	0,5 0,5 1	0,5 0,5 1			0,9 1,6 3		
<i>Nitzschia cf. amphibia</i> Grunow	x							1,9 1,9 1		
<i>Nitzschia cf. angustata</i> Grunow	x							1,9 1,9 1		
<i>Nitzschia cf. archibaldii</i> Lange-Bertalot	x x						0,5 0,5 1		0,4 0,4 1	
<i>Nitzschia cf. bacillum</i> Hustedt	x									0,9 0,9 1
<i>Nitzschia cf. capitellata</i> Hustedt	x	0,3 0,3 2		0,4 0,4 2						
<i>Nitzschia cf. clausii</i> Hantzsch	x								0,4 0,4 1	
<i>Nitzschia cf. filiformis</i> (W. Smith) Van Heurck	x			0,4 0,4 2						
<i>Nitzschia cf. fonticola</i> Grunow	x x		0,4 0,4 1	0,5 0,6 2				2,5 2,5 1		
<i>Nitzschia cf. frustulum</i> (Krüzing) Grunow	x x	0,4 0,5 3	1,0 2,4 3	0,2 0,2 1				0,8 1,2 3		
<i>Nitzschia cf. hantzschiana</i> Rabenhorst	x x		0,3 0,3 1							0,5 0,5 1
<i>Nitzschia cf. inconspicua</i> Grunow	x x x	2,6 5,8 16	0,6 1,2 9	1,0 2,3 11	1,9 1,9 1	0,4 0,4 2	0,4 0,4 4	2,8 7,5 4	0,6 0,7 4	0,4 0,4 1
<i>Nitzschia cf. lacuum</i> Lange-Bertalot	x x x	0,3 0,3 2	0,5 0,5 1		0,3 0,3 1			0,5 0,5 1		0,6 0,8 3
<i>Nitzschia cf. linearis</i> var. <i>subtilis</i> (Grunow) Hustedt	x	0,3 0,3 1	0,5 0,6 2	0,5 0,9 5						
<i>Nitzschia cf. palea</i> (Krüzing) W. Smith	x x x	0,4 0,4 2		0,5 1,0 7	0,5 0,5 1		0,6 0,6 1	1,4 2,3 2		1,1 1,1 1
<i>Nitzschia cf. paleacea</i> Grunow	x x x	1,8 6,2 20	6,6 20,0 17	2,4 8,2 22	1,7 3,0 6	4,7 8,5 4	1,5 3,0 6	0,9 1,5 8	0,9 1,8 8	0,9 2,0 9
<i>Nitzschia cf. pusilla</i> Grunow	x x			0,3 0,3 1	0,3 0,3 1					
<i>Nitzschia cf. recta</i> Hantzsch	x		0,3 0,4 2	0,5 0,7 5						
<i>Nitzschia cf. tubicola</i> Grunow	x x x	0,5 0,5 1	0,2 0,2 1	0,5 1,0 8	0,3 0,3 1	0,3 0,4 2		0,8 0,8 1	0,5 0,5 1	
<i>Nitzschia dissipata</i> (Krüzing) Grunow / <i>N. sociabilis</i> Hustedt	x x x	8,7 27,5 25	6,5 18,4 17	8,5 19,3 27	4,1 9,9 7	3,4 5,3 4	1,6 3,0 7	1,2 2,4 8	0,8 1,1 5	1,2 4,1 7
<i>Nitzschia cf. acicularis</i> (Krüzing) W. Smith	x x x	0,6 0,8 4	0,6 0,9 7	0,7 1,5 9	0,5 0,6 3	0,3 0,4 2	0,4 0,5 2	0,4 0,4 1	0,5 0,5 1	0,6 0,9 5
<i>Nitzschia</i> sp. C	x		0,6 1,0 2	0,5 1,2 7						

Viðauki 2. Framhald

	Tegund til staðar:	Steinar Fjörusvif Svif	Steinar									Fjörusvif									Svif									
			Húsatangi (N=27)			Strönd (N = 18)			Þórsnes (N = 27)			Húsatangi (N=7)			Strönd (N = 4)			Þórsnes (N = 7)			Húsatangi (N=13)			Strönd (N=13)			Þórsnes (N = 12)			
			Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	Meðaltal (%)	Hámark (%)	n	
<i>Nitzschia</i> hópur 1 (<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M. Peragallo og líkir þörungar)	x	x	x	0,8	1,9	15	2,6	6,3	13	1,5	3,5	21	0,7	1,0	4	1,0	1,6	4	0,8	1,0	3	0,9	1,7	6	0,6	1,1	4	1,1	2,5	4
<i>Nitzschia</i> hópur 2 (<i>Nitzschia sublinearis</i> Hustedt og líkir þörungar)	x	x	x	0,9	1,7	13	0,8	1,8	11	0,9	3,3	19	1,8	3,2	2	0,3	0,3	2	0,5	1,0	4	0,6	0,6	1	0,6	0,8	5	0,5	0,8	4
<i>Nitzschia</i> ógreindir	x	x	x	2,7	6,8	25	1,8	4,0	17	3,0	9,2	26	1,0	2,6	6	0,9	1,6	3	1,0	1,3	6	1,2	2,3	5	0,7	1,3	4	0,7	1,5	5
<i>Pinnularia balfouriana</i> Grunow	x		x	0,4	0,5	2																0,5	0,5	1						
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg var. <i>borealis</i>	x		x						0,3	0,3	1													0,4	0,4	1				
<i>Pinnularia</i> cf. <i>ignobilis</i> (Kresske) Cleve-Euler	x	x	x	0,4	0,4	1							0,7	0,7	1	0,2	0,2	1				1,0	1,4	2						
<i>Pinnularia</i> cf. <i>intermedia</i> (Lagerstedt) Cleve			x																			1,3	1,3	1						
<i>Pinnularia</i> cf. <i>microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve			x																								0,4	0,4	1	
<i>Pinnularia</i> cf. <i>obscura</i> Krasske			x																			0,5	0,5	1	0,5	0,5	1			
<i>Pinnularia</i> cf. <i>subcapitata</i> Gregory	x		x	0,5	0,5	2																1,5	1,5	1						
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot	x	x	x	2,7	13,3	16	5,1	24,5	10	1,5	3,9	14	0,4	0,5	2	1,1	2,1	3	0,4	0,4	1	0,6	0,6	1						
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	x		x				4,3	7,1	2													0,5	0,5	1						
<i>Simonsenia delognei</i> (Grunow) Lange-Bertalot	x	x	x				0,4	0,4	1	0,4	0,5	3				0,4	0,4	1	0,6	0,6	1									
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Håkansson / <i>S. minutulus</i> (Kützing) Cleve & Möller	x	x	x	1,0	3,5	20	1,4	2,9	11	1,1	3,5	18	31,9	48,0	7	24,0	32,9	4	26,3	56,1	7	48,7	62,2	13	58,7	74,4	13	61,8	78,9	12
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	x		x	0,3	0,3	1	0,4	0,4	1	0,3	0,3	1						0,4	0,4	1										
<i>Surirella linearis</i> var. <i>helvetica</i> (Brun) Meister	x	x	x	0,3	0,3	1				0,4	0,5	2																		
<i>Surirella minuta</i> Brébisson	x	x	x	0,3	0,5	2	0,3	0,4	3	0,6	1,0	9				0,3	0,3	1												
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	x	x	x	1,4	1,4	1							2,4	4,0	2							0,5	0,5	2	1,2	1,7	3	0,7	0,9	3
Ógreindir smávaxnir þörungar (líklega afmyndaðar <i>A. minutissima</i>)	x	x	x	1,2	5,1	18	1,6	3,0	12	3,3	13,6	20	0,4	0,5	2				0,6	0,6	1	0,7	1,2	4	0,7	0,7	1	1,0	1,0	1
Ógreindir kísilþörungar	x	x	x	3,4	9,5	27	1,6	4,32	14	2,3	4,4	25	2,9	5,6	7	3,7	7,25	4	2,5	4,6	7	4,3	10,1	13	3,0	6,5	13	2,6	9,09	12