

HÁSKÓLI ÍSLANDS

Brennihvelja á Íslandsmiðum

R 059-07

Skýrsla til AVS

Guðjón Már Sigurðsson*

Fannar Þeyr Guðmundsson*

Ástþór Gíslason**

Jörundur Svavarsson*

*Líffræðistofnun Háskólans

**Hafrannsóknastofnuninni

Reykjavík, febrúar 2010

Ágrip

Á nálægum hafsvæðum virðist fjöldi marglyttna og torfumyndun þeirra hafa verið að aukast nokkuð undanfarin ár samhliða hlýnun sjávar. Þessir atburðir, skaði í fiskeldi af völdum marglyttna og aukinn skilningur manna á mikilvægi marglyttna í samfélögum uppsjávarins hefur orðið tilefni aukinna rannsókna á marglyttum á nálægum hafsvæðum. Fyrri rannsóknir á marglyttum hér við land fóru fram á árunum milli 1930 og 1940. Því er ljóst að þekking á marglyttum hér við land er komin til ára sinna og þörf á nýjum upplýsingum um líffræði og útbreiðslu þeirra.

Sumarið 2007 hófust rannsóknir á líffræði marglyttna við Ísland. Tekin voru svifsýni á fjórum svæðum við landið, þ.e. í Hvalfirði, í Álftafirði í Ísafjarðardjúpi, í Eyjafirði og í Mjóafirði á Austfjörðum. Árið 2008 var sýnatöku fram haldið og Patreksfirði og Tálknafirði bætt við. Svifsýni voru tekin með Bongóháfi á nokkrum stöðvum í hverjum firði mánaðarlega frá maí til september. Allt hlaupkennt dýrasvif (marglyttur, Scyphozoa; smáhveljur, Hydrozoa; kambhveljur, Ctenophora) var greint til tegunda úr sýnum sem tekin voru í Patreksfirði og í Tálknafirði. Frá hinum svæðunum voru einungis marglyttur greindar. Þvermál allra heillegra marglyttna var mælt.

Einnig var kannað í hversu miklum mæli lifur marglyttna og hvelldýra settust á plötur, sem settar voru út á mismunandi dýpi í Patreksfirði og í Álftafirði. Ennfremur var kannað í hversu langan tíma angar brennihvelju (*Cyanea capillata*) voru virkir eftir að þeir voru skornir af hveljunum.

Árið 2008 fundust ellefu tegundir af smáhveljum (Hydrozoa) í Patreksfirði og Tálknafirði, ein kambhveljutegund (Ctenophora) og tvær tegundir af marglyttum (Scyphozoa), en þessir hópar eru stór hluti þess sem kallað er „hlaupkennt dýrasvif“. Tegundafjöldi var mestur í júní (12 tegundir), en Shannon's H' fjölbreytileikastuðullinn var hæstur snemma í maí (~1,5). Algengasta tegundin reyndist vera *Clytia* sp.

Tvær tegundir af marglyttum reyndust algengar á Íslandsmiðum, þ.e. bláglytta (*Aurelia aurita*) og brennihvelja (*Cyanea capillata*). Mun færri marglyttur veiddust árið 2007 en árið 2008, og á það sérstaklega við um bláglyttu (*A. aurita*), sem var mjög algeng á flestum svæðum árið 2008, en fannst í minni þéttleika árið á undan. Flestar

bláglyttur veiddust í september árið 2008 í Eyjafirði (~120 einstaklingar/1000 m³). Mest veiddist hinsvegar af brennihvelju í maí 2008 í Álftafirði (~17 einstaklingar/1000 m³).

Árið 2008 var stærðardreifing bláglyttna mismunandi á milli svæða og voru bláglyttur á Vestfjörðum (Álftafjörður, Patreksfjörður og Tálknafjörður) minni en bláglyttur í Hvalfirði og í Eyjafirði.

Útbreiðsla brennihvelju við landið hefur breyst frá þeim tíma þegar kerfisbundnar rannsóknir voru síðast gerðar við landið á fjórða og fimmta áratug síðustu aldar. Megin útbreiðslusvæði brennihvelju hefur færst norðar og bæði bláglytta og brennihvelja taka að birtast fyrr á vorin. Ekki er ljóst hvað veldur þessari breytingu, en breytingar í hafinu umhverfis landið tengdar hlýindatímabili sem hefur staðið yfir frá því um 1996 eru líklegar til að hafa áhrif á magn og útbreiðslu marglyttna við Ísland. Aðrir þættir sem geta einnig haft áhrif á magn og útbreiðslu marglyttna eru m.a. afrán, samkeppni og ástand botnlæga dvalarstigs marglyttanna, þ.e. sepanns.

Separ fundust einkum á setplötum í byrjun hausts, sem bendir til þess að lirlfur hveljanna dvelji nokkuð lengi í uppsjónum sennipart sumars.

Niðurstöður rannsóknarinnar benda til, að Vestfirðir séu uppeldisstöðvar fyrir brennihvelju við landið og að þaðan dreifist ungar hveljur með strandstraumnum og hlýsjónum norður og austur með landinu. Hinsvegar er magn af lirlfum brennihveljunnar að vori ekki góð vísbending um þéttleika fullorðna hvelja að sumarlagi. Brenniarmar brennihveljunnar eru virkir talsvert lengi eftir að þeir slitna frá hveljunum.

Abstract

In recent years, jellyfish as important members of the zooplankton community and formation of jellyfish blooms have been the subject of several studies in different parts of the world. Few earlier studies have been done in Icelandic waters in the 1930's and 40's, but apart from them, little was known about scyphozoans in Icelandic waters prior to this study.

In the summer of 2007 research project started with the aim to learn more about the ecology and distribution of jellyfish around Iceland. During 2007 plankton sampling was carried out in four areas, i.e. in Southwest, Northwest, North and East Iceland (Hvalfjörður, Álftafjörður, Eyjafjörður and Mjóifjörður), and in 2008 two fjords in the northwest were added (Patreksfjörður and Tálknafjörður). In each area plankton hauls were taken with Bongo nets at several stations approximately monthly from late spring to early autumn (May – September). All gelatinous zooplankton (hydrozoans, scyphozoans and ctenophores) were identified to species in the samples taken in Patreksfjörður and Tálknafjörður. Only scyphozoans were identified in the samples taken in the other areas.

Furthermore, settling of planulae larvae of hydrozoans and scyphozoans was examined in two fjords of the Westfjords, i.e. Patreksfjörður and Álftafjörður. Furthermore, the activity of the tentacles of *Cyanea capillata* were examined after being cut off adult medusas.

A total of 11 taxa of hydromedusae were collected in Patreksfjörður and Tálknafjörður, one ctenophore species and two species of scyphozoans. Highest species richness was observed in June (12 species) whereas Shannon's index of diversity was highest in early May (~1.5). The most common species was *Clytia* sp.

Two species of scyphozoans were abundant, i.e. *Aurelia aurita* and *C. capillata*. Fewer scyphozoans were collected in 2007 than in 2008. This was especially evident for *A. aurita*, being very abundant in all areas in 2008 but was only found in low numbers in 2007. The highest abundances of *A. aurita* were observed in September 2008 in Eyjafjörður North Iceland (~120 individuals/1000 m³) whereas the highest abundances

of *C. capillata* were observed in May 2008 in Álftafjörður Northwest Iceland (~17 individuals/1000 m³).

The size range of *A. aurita* was different between the areas. *A. aurita* collected in the Westfjords, Northwest Iceland, were generally smaller than *A. aurita* collected in Hvalfjörður, Southwest Iceland, and in Eyjafjörður, North Iceland.

The main distribution of *C. capillata* in Icelandic waters has shifted northwards along the west coast to the Westfjords from what was seen in the 1930's and 40's. Furthermore both *C. capillata* and *A. aurita* seem to appear earlier in the water column than in the first half of the twentieth century.

The scyphozoan and hydrozoan polyps settled mainly in the beginning of September and October. The density of the polyps declined in October. There was no pattern observed of increased density with increased depths.

Changes in Icelandic waters associated with a period of warming since 1996 are likely to have shaped the distribution of the jellyfish. Other factors that are likely to affect the distribution and abundance of jellyfish are predation, competition, and additionally life conditions of the sessile polyp stage (formations of podocysts, etc.).

The Westfjords may act as an important breeding ground for *C. capillata* in Icelandic coastal waters. From there the animals may be advected with coastal currents and the North Icelandic Irminger Current eastwards along the north coast of Iceland. The amount of *C. capillata* ephyrae collected in spring is not a good indicator of the number of adults in late summer.

Efnisyfirlit

Ágrip.....	1
Abstract.....	3
Efnisyfirlit.....	5
Inngangur.....	7
Markmið	12
Aðferðir	13
Sýnatökusvæði.....	13
Sýnataka.....	16
Svifsýni.....	16
Mat á hveljum í yfirborði.....	17
Magn sepa á plötum.....	17
Tilraunir með afskorna brennihveljuanga.....	18
Annað.....	18
Niðurstöður.....	19
Árstíðabundnar breytingar í hlaupkenndu dýrasvifssamfélagi í Patreksfirði og Tálknafirði....	19
Árstíðabundinn þéttleiki hvelja.....	22
Bláglytta (<i>Aurelia aurita</i>)	22
Brennihvelja (<i>Cyanea capillata</i>).....	23
Magn hvelja í tengslum við hitastig.....	24
Stærðardreifing hvelja á mismunandi árstímum.....	26
Bláglytta (<i>Aurelia aurita</i>)	26
Brennihvelja (<i>Cyanea capillata</i>).....	28
Útbreiðsla hvelja í Eyjafirði 2008.....	30
Lifun afskorinna anga	35
Separ á setplötum.....	35
Umræða	37
Árstíðabundnar breytingar í samfélögum hveldýra í Patreksfirði og Tálknafirði.....	37
Árstíðabundið magn hvelja.....	38
Árstíðabundin stærðardreifing hvelja	44
Útbreiðsla hvelja í Eyjafirði 2008.....	46
Frekari rannsóknir.....	47

Lokaorð.....	47
Þakkir.....	49
Heimildir.....	49
Viðauki 1. Hitastig.....	60
Viðauki 2. Staðsetning sýnatökustöðva.....	61

Inngangur

Hlaupkennt dýrasvif samanstendur af sviflægum holdýrum (Cnidaria; Scyphozoa, marglyttum og Hydrozoa, hveldýrum) og kambhveljum (Ctenophora) og oft eru sviflæg möttuldýr (Tunicata) og píllormar (Chaetognatha) talin með (Hosia 2007). Tegundir úr þessum hópum eru duglegir afræningjar, sem oft geta haft marktæk áhrif á samfélag uppsjávarins þegar viðkomandi lífverur eru í miklu magni. Þessar lífverur hafa gjarnan stutta lífsferla, hraðan vöxt og hafa oft þann hæfileika að geta nýtt bráð vel þegar hún er í miklu magni (Hosia 2007).

Hlaupkennt dýrasvif hefur verið talsvert rannsakað í Norður Atlantshafi. Nýlegar rannsóknir eru m.a. rannsóknir Hosia (2007) og Hosia og Båmstedt (2007) við Vestur Noreg og rannsóknir Ballard og Myers (2008) við Írland. Rannsóknir hafa ennfremur verið gerðar á hlaupkenndu dýrasvifi í Norður Íshafi (sjá t.d. Raskoff o.fl. 2005) og í nyrsta hluta Kyrrahafs (sjá t.d. Nishikawa o.fl. 2001). Hins vegar eru takmarkaðar upplýsingar fyrirliggjandi um útbreiðslu og vistfræði hlaupkennds dýrasvifs á Íslandsmiðum og helstu upplýsingar að finna í verkum Kramps (1938, 1939) og Jespersens (1940). Umtalsverðar rannsóknir hafa ennfremur farið fram á tegundasamsetningu og útbreiðslu botnlægra sepa hveldýra (Hydrozoa) á Íslandmiðum (Kramp 1938, 1959, Erling Ólafsson 1975, Schuchert 2000, 2001).

Marglyttur (Cnidaria, Scyphozoa) er frekar lítill flokkur innan fylkingar holdýranna, en aðeins eru þekktar um 200 tegundir sem falla innan fimm ættbálka, þ.e. Cubomedusae (box jellies), Coronatae, Stauromedusae (stalked jellyfish), Semaestomeae og Rhizostomeae (Russel 1970). Við Ísland eru þekktar um sex tegundir marglyttna, en aðeins tvær þeirra virðast nokkuð algengar, þ.e. bláglytta (*Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758)) og brennihvelja (*Cyanea capillata* (Linnaeus, 1758)), sem báðar eru af ættbálkinum Semaestomeae (Kramp 1939). Einnig hefur tegundin blálogi (*C. lamarcki* (Péron og Lesuer, 1809)) fundist við Ísland, en hún er náskyld brennihveljunni. Aðrar íslenskar tegundir eru *Periphylla periphylla* (Péron og Lesueur, 1809) (ættbálkurinn Coronatae), *Haliclystus octoradiatus* (Lamarck, 1816) og *Halimocyathus lagena* (Müller, 1776) (ættbálkurinn Stauromedusae). Líklegt er að *Atolla parva* (Russel, 1958) (ættbálkurinn Coronatae) finnist djúpt á Íslandsmiðum, því eintök af *Atolla* sp.

hafa fundist í BIOICE (Benthic invertebrates in Icelandic waters) safninu (óbirtar niðurstöður).

Þrátt fyrir að þetta séu víða algengar tegundir (Kramp 1939) og oft áberandi vegna stærðar sinnar, er lítið vitað um lifnaðarhætti þeirra á Íslandsmiðum, svo sem um útbreiðslu, far, vöxt, tíma á kynþroska, gottíma og fæðu. Rannsóknir þeirra Kramp (1939), Jespersen (1940) og Bjarna Sæmundssonar (1942) benda til þess að bæði brennihvelja (*C. capillata*) og bláglytta (*A. aurita*) séu algengar allt umhverfis Ísland, þrátt fyrir að þéttleiki sé mismunandi yfir árið. Blálogi (*C. lamarckii*) er sennilega fremur sjaldgæfur, en *P. periphylla* hefur fundist víða djúpt út af landinu, aðallega undan Suður- og Suðvesturlandi (Kramp 1939, Bjarni Sæmundsson 1942).

Jespersen (1940) rannsakaði magn og útbreiðslu dýrasvifs umhverfis Ísland og skráði útbreiðslu bæði brennihvelju og bláglyttu á Íslandsmiðum. Hann greindi frá því að báðar tegundir birtust fyrst út af vesturströnd landsins í júní og dreifðu sér síðan rólega norður og síðan til Austfjarða í mánuðunum sem fylgdu. Samkvæmt Jespersen (1940) var brennihvelja sjaldgæf í júní, sérstaklega við Norðurland, en tegundin sást fyrst við Vesturland og sunnan Vestfjarða. Í lok júlí sást tegundin í miklu magni við Norður- og Norðausturland og loksins við Austurland í ágústmánuði. Út frá þessum upplýsingum ályktaði Jespersen (1940) að *C. capillata* væri einkum innfjarðar- eða grunnsævistegund, með mestan þéttleika í fjörðum og við strendur, með minnkandi þéttleika í átt til úthafsins. *A. aurita* var með svipaða útbreiðslu og fannst sjaldan á djúpslóðinni (Jespersen 1940). Hún birtist út af Vesturlandi í júní og dreifðist jafnt og þétt norður og austur með landinu mánuðina þar á eftir. Tegundin sást ekki á Íslandsmiðum í apríl og maí, þrátt fyrir að nokkuð væri um sýnatöku í þessum mánuðum (árin 1903, 1904, 1905 og 1934). Tegundirnar tvær fundust ekki í miklu magni við Suðurland, að líkindum vegna botngerðarinnar, en þar er ekki harður botn fyrir botnlæga sepana til að sitja á (Jespersen 1940).

Bláglytta (*A. aurita*) virðist finnast í öllum heimshöfum og er algeng milli 70°N og 40°S bæði í Atlantshafi og í Kyrrahafi. Tegundin finnst út af ströndum Evrópu allt norður til Lofoten í Noregi og í Barentshafi og Hvítahafi, við strendur Norður Ameríku, í Miðjarðarhafi, Svartahafi, Azovhafi, Indlandshafi og í Kyrrahafi (Russel 1970). Vistfræði tegundarinnar hefur mikið verið rannsökuð og tegundin hefur verið talin ein

mest rannsakaða marglyttan í heiminum (Gröndahl 1988a, Gröndahl 1988b, Båmstedt o.fl. 1999, Purcell o.fl. 2000, Båmstedt o.fl. 2001, Dawson 2003, Barz og Hirche 2005, Hansson 2006). Fullorðnar bláglyttur lifa á ýmsum tegundum í svifi og finnast oft í miklu magni í flóum og víkum, þar sem tegundin getur haft mikil áhrif á þéttleika dýrasvifs og smáfiskasvifs og breytt samsetningu dýrasvifsins (Russel 1970, Purcell o.fl. 2000, Purcel og Sturdevant 2001, Colin og Kremer 2002).

Brennihvelja (*C. capillata*) er algeng í Norður Atlantshafi og í Norður Kyrrahafi og er ennfremur algeng í suðurhluta Norðursjávar, í Skagerrak og Kattegat og kemur reglubundið fyrir í vesturhluta Eystrasaltsins. Tegundin kemur fyrir í miklu magni út af ströndum Hokkaido, Japan, þar sem hún er venjulega í köldum sjó (Russel 1970). Nýlegar erfðafræði- og formfræðilegar rannsóknir hafa leitt í ljós að eintök sem áður hafa talin vera tilheyra *C. capillata* við Ástralíu og Tasmaníu tilheyra reyndar annarri *Cyanea* tegund (Dawson 2005). Útbreiðsla, magn, vöxtur og tímgun tegundarinnar hefur verið rannsökuð á mörgum svæðum (Brewer 1989, Berstad o.fl. 1995, Costello og Colin 1995, Colin og Kremer 2002, Barz og Hirche 2007, Doyle o.fl. 2007).

Það er líklegt að brennihveljan (*C. capillata*) geti haft umtalsverð áhrif á fæðuvef uppsjávarins á strandsvæðum og jafnvel á fiskstofna sem hveljurnar eru afræningjar á, svo sem á síld (Purcell o.fl. 1987, Brewer 1989, Martinussen og Båmstedt 1999, Colin og Kremer 2002, Purcell 2003, Lynam o.fl. 2005, Barz og Hirche 2007, Holst og Jarms 2007). Þorsklirfur geta nýtt fullorðnar brennihveljur (*C. capillata*) til skjóls og slíkt getur að vetrarlagi aukið lífslíkur þeirra í sjónum við Alaska (van Hying og Cooney 1974, Purcell o.fl. 2000), í Norðursjó og í Norður Atlantshafi (Russel 1970).

Lifnaðarhættir dýranna eru sérkennilegir. Fullorðnu dýrin, hinar eiginlegu marglyttur, lifa í uppsjó. Þau afla sér fæðu með löngum öngum sem alsettir eru sérstökum stingfrumum (cnidocytá) (Östman og Hydman 1997, Torres-Ramos og Aguilar 2003). Stingfrumurnar lama smádýr uppsjávarins, sem eru fæða marglyttunnar. Kynin eru aðskilin. Kynþroska karlhveljur gefa frá sér sæði og frjóvgun verður á munnanga (manubrium) kvendýrsins. Ungviði þroskast fyrst á munnanga kvendýrsins, en þegar fram líða stundir hverfa lifur niður að botni, þar sem þær setjast og mynda sepa (polyp). Þar lifa sepanir á smákrabbadýrum. Þeir fara síðan í vaxtaræxlun

(strobilering), sem felst í því að af sepanum bítast litlar hveljur (efýrur). Hveljurnar leita svo upp í vatnsbolinn og vaxa upp í kynþroska dýr.

Lífsferlar brennihvelju og bláglyttu eru svipaðir. Að sumarlagi þroskast kynkirtlar dýranna og á haustin sleppa dýrin eggjum sem eru frjóvguð og úr þeim þroskast planúlu lirfur, sem leita að hentugu búsvæði á botni til að setjast á. Egg brennihveljunnar frjóvgast hins vegar í kynkirtlum kvendýrsins og planúlu lifru er sleppt. Planúlan sest á botnin og breytist í scyphistomasepa, sem síðar þroskast í strobilusepa, sem framleiðir efýrur, sem vaxa fljótt upp í fullorðin dýr. Scyphistomasepinn getur lifað í nokkur ár og getur framleitt efýrur að vorlagi ár eftir ár, þ.e. endurtekið hveljumyndunarstigið (strobilation; Brewer 1976, Gröndahl 1988a). Scyphistomasepinn getur framleitt fóthylki (podocysta) sem eru mikilvægt dvalarstig, þar sem sepinn fjölgar sér kynlaust við erfiðar umhverfisaðstæður. Strobilering hjá fóthylkjum (podocystna) á sér síðan stað þegar aðstæður í umhverfinu batna (Arai 2009). Flestar aðrar marglyttur innan ættbálksins Semaestomeae hafa svipaðan lífsferil og hér var lýst að ofan, en nokkrar útsjávartegundir, svo sem *P. periphylla* og *A. parva* sleppa þó hinu botnlæga stigi (Russel 1970).

Separnir geta einnig fjölgað sér sjálfir kynlaust og sífellt fleiri afbrigði fjölgunar sepa eru að koma í ljós, en fyrirbrigði þetta er þó enn illa þekkt. Heill sepi getur vaxið út úr öðrum og þá á mótum bikars (calyx) og stilks (stalk) og þroskast þar. Separ geta einnig vaxið út úr neðsta hluta móðursepans eða úr stolon. Útvöxtur getur einnig myndast á mörkum bikars og stilks, magaholi eða jafnvel stundum í sumum tegundum marglyttna, frá gripörmum sepanna. Þessi útvöxtur þroskast ekki strax í sepa, heldur losnar frá sem vefjamassi sem flýtur um þangað til hann festist við hart undirlag og þroskast þá sepinn áfram þar. Sepinn getur einnig fjölgað sér með skiptingu þar sem hann rofnar eftir miðjunni og myndar tvo sepa sem þroskast svo aðskildir (Adler 2009).

Aukning hefur verið á undanförunum árum á umfangi hvelja víða um heim og hefur þetta hefur m.a. verið rakið til ofveiða, loftslagsbreytinga, en einnig hefur verið talið að minni samkeppni við fiska um fæðu hafi leitt til þessara breytinga (Brodeur o.fl. 1999, Purcell 2003, Purcell o.fl. 2007, Gibbons og Richardson 2009, Hamner og Dawson 2009). Ekki er ljóst hvort um sé að ræða sama fyrirbæri hér, því litlar upplýsingar eru fyrirleggjandi um útbreiðslu og þéttleika marglyttna hérlandis. Nýlega

hefur verið bent á að fóthylki (podocysta), sem framleidd eru af sumum marglyttum (t.d. *A. aurita*, *C. capillata* og *C. lamarckii*) við kynlausa æxlun á sepastiginu geti haft umtalsverða þýðingu við myndun marglyttublóma (Arai 2009).

Mikið staðbundið magn eða blómi af *Pelagia noctiluca* (Forsskål, 1775) í Miðjarðarhafi hefur leitt til vandamála á ferðamannastöðum og á ströndum og blómi *Sanderia malayensis* (Goette, 1886) í árósum Yangtze árið 2004 skapaði vandamál við fiskveiðar á svæðinu (Graham o.fl. 2001, Doyle o.fl. 2007). Þar sem miklar fiskveiðar eru geta marglyttublómar valdið alvarlegum vandamálum. Í Beringshafi (Brodeur o.fl. 2002) og í Benguela straumnum eru marglyttur nú ríkjandi í uppsjónum vegna mikillar ofveiði (Lynam o.fl. 2002). Hveljublómar hafa ennfremur valdið vandamálum hjá orkuverum og afsöltunarverum (ferskvatn unnið úr sjó) víða í Asíu, sérstaklega í Japan, með því að stífla vatnsinntök (Purcell o.fl. 2007). Rotnandi hveljur geta þar fyrir utan haft veruleg áhrif á samfélög á botni og leitt til ofauðgunar eða súrefnisskorts á og í botni (West o.fl. 2009).

Nokkrar hveljutegundir af ættbálknum Rhizostomeae eru veiddar til manneldis í Asíu, þá einkum í Kína (Hsieh o.fl. 2001) og ýmar tegundir, svo sem *Rhopilema esculentum* (Kishinouye, 1891), eru ræktaðar til að mæta aukinni eftirspurn á vaxandi markaði (You o.fl. 2007).

Fullorðnar hveljur eru stórvaxnar (> 50 cm að þvermáli) og neðan úr þeim hanga langir þræðir, jafnvel tugi metra, alsettir stingfrumum. Í miklum straumi, t.d. sjávarfallastraumum (>40 sm/sek), getur brennihveljan lent á fiskeldiskvíunum og tæst í sundur, þannig að vefur hennar sundrast og angarnir með brennifrumunum dreifast um uppsjóinn. Vefbitar geta þá lent á eldisfiskinum og valdið sárum á búk og tálknum, auk þess sem umtalverð dauðsföll verða í eldiskvíunum. Á undanförunum árum hefur þannig sífellt betur komið í ljós hversu margvísleg vandamál fylgja þessum dýrum þegar fiskeldi er annars vegar. Í Norður Atlantshafi hafa marglyttublómar valdið miklum skaða, einkum í laxeldi, þegar brenniangar marglyttanna valda sárum á búk og tálknum. Árið 1994 drápu lax og bleikja í eldi í Brittany, Frakklandi, af völdum *P. noctuluga* og árið 1996 voru þúsundir laxa drepnir af brennhvelju í Loch Fyne, Skotlandi. *Solmaris corona* (Keferstein og Ehlers, 1861), aðrar Hydromedusae (þar á meðal *Phialidium* sp., *Catablema vesicarium* (Agassiz, 1862) og *Leuckartiara octona* (Fleming, 1823)) drápu

mikið magn af laxi við Hjaltlandseyjar árið 1997 og við Lewis eyjar voru 11 sinnum skráðir slíkir viðburðir í ágúst 2001 og 2002, með áætluðu tekjutapi upp á 5 milljónir punda. Við Vestur Noreg drap *Apoletia uvaria* (Leseuer, 1815, Siphonophora) 600 tonn af laxi árin 1997 og 1998 í fiskeldiskvíum (Purcell o.fl. 2007).

Tugmilljóna tjón hefur orðið í fiskeldi út af brennihveljunni hérlendis, einkum við Austurland. Þar safnaðist brennihvelja saman í miklum straumi sem lenti á laxeldiskvíum. Síðla í ágúst/byrjun september 2001, 2002 og 2006, olli brennihveljan (*C. capillata*) miklum skaða í fiskeldiskvíum í Mjóafirði. Skaðinn varð sérlega mikill árið 2006 þegar um 1000 tonn af laxi drapst eða varð að slátra ótímabært vegna sára sem marglyttan olli. Árið 2004 var sett upp sérstök varnargirðing í sjónum við fiskeldiskvíarnar í Mjóafirði til að vernda laxinn, en árið 2006 héldu girðingarnar ekki vegna mikils straums (Valdimar I. Gunnarsson o.fl. 2007). Að haustlagi verða marglytturnar mjög stórar (>50 cm í þvermál) og brenniangar þeirra geta orðið yfir 10 metra að lengd. Þessir angar eru þaktir stingfrumum sem særa hold fiskanna og láta frá sér eitursambönd sem lama bráðina (Helmholz o.fl. 2007). Við aðstæður sem einkennast af sterkum straumum og vindi, þá geta hópar hvelja lent á fiskeldiskvíum og slitnað í sundur á neti kvíanna. Bitar af brenniöngum dýranna lenda svo á fiskinum og brenna hann, lama og jafnvel deyða hann. Hjá þeim fiski sem eftir lifir verður meiri sýkingarhætta út af brunasárum.

Í ljósi þessa er mikilvægt að afla nýrrar þekkingar um útbreiðslu og magn hvelja á Íslandsmiðum, þannig að unnt sé að meta áhættu af þessu og gera viðeigandi ráðstafanir.

Markmið

Meginmarkmið rannsóknanna er að afla almennra grunnupplýsinga um líffræði brennihvelju og bláhvelju á Íslandsmiðum, svo sem um útbreiðslu fullorðinna dýra við Ísland, hver helstu uppvaxtarsvæði hveljanna eru, hvort áramunur sé í umfangi þeirra, hvar möguleg uppvaxtarsvæði sepa (holsepa) eru o.fl. Jafnframt að afla upplýsinga um anga brennihveljunnar og hversu lengi þeir eru virkir eftir að hafa slitnað frá hveljum.

Aðferðir

Sýnatökusvæði

Hveljum var safnað á fjórum svæðum sumarið 2007 og á fimm svæðum sumarið 2008 (1. og 2. mynd, Tafla 1). Hveljusýna var aflað í eftirtöldum fjörðum: Patreksfjörður og Tálknafjörður (Vestfirðir), Álftafjörður (Vestfirðir), Eyjafjörður (Norðurland), Mjóifjörður (Austfirðir) og Hvalfjörður (Suðvesturland) (1. og 2. mynd). Vegna aðstæðna var hveljusýnataka tíðari í Eyjafirði, Patreksfirði og Tálknafirði, en til samanburðar var strjálari sýnataka á öðrum svæðum (sjá Viðauka 2).

Tafla 1. Sýnatökustaðir hveljusýna, x táknar söfnun í viðkomandi mánuði.

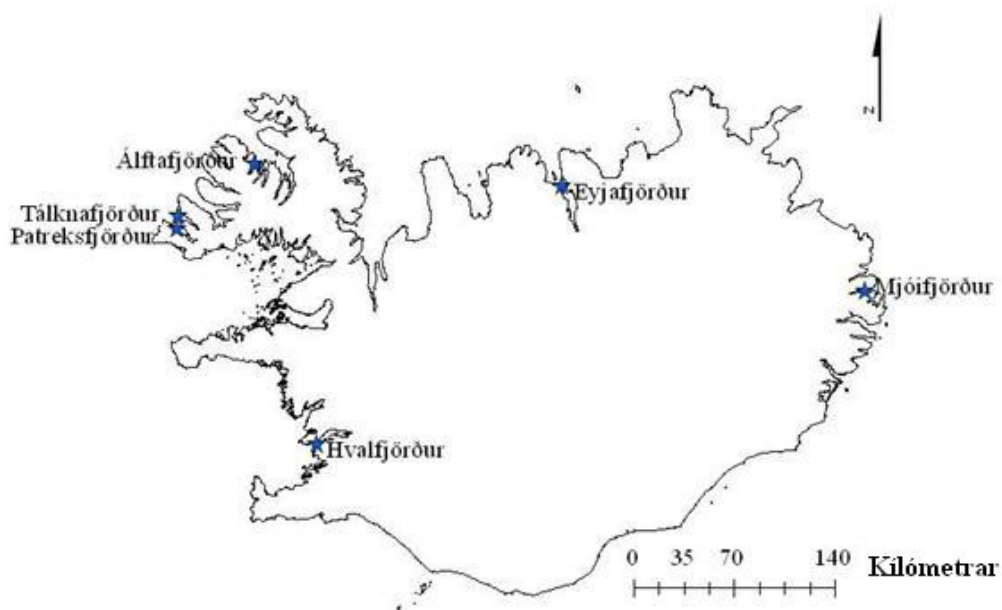
Staður	2007					2008					
	Júl.	Águ.	Sept.	Mar.	Apr.	Maí	Jún	Júl	Águ.	Sept.	Okt.
Patreksfjörður/	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	-
Tálknafjörður											
Álftafjörður	x	x	-	-	-	x	-	x	x	-	x
Eyjafjörður	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	-
Mjóifjörður	x	x	-	-	-	-	-	-	x	x	-
Hvalfjörður	x	x	-	x	-	-	-	x	x	-	-

Firðirnir eru ólíkir að lengd, en dýpi er svipað í þeim. Patreksfjörður (2. mynd) er syðsti fjörður Vestfjarða, ~18 km að lengd, ~5 km þar sem hann er breiðastur og með mesta dýpi um ~70 metra. Tálknafjörður er ~14 km að lengd, ~4 km víður og mesta dýpi er um ~60 metra. Gögnum um hveljur í þessum fjörðum er haldið saman sökum nálægðar fjarðanna. Álftafjörður (2. mynd) er í Ísafjarðardjúpi, ~13 km langur, 2,6 km breiður þar sem hann er breiðastur og mesta dýpi í honum er ~60 metrar.

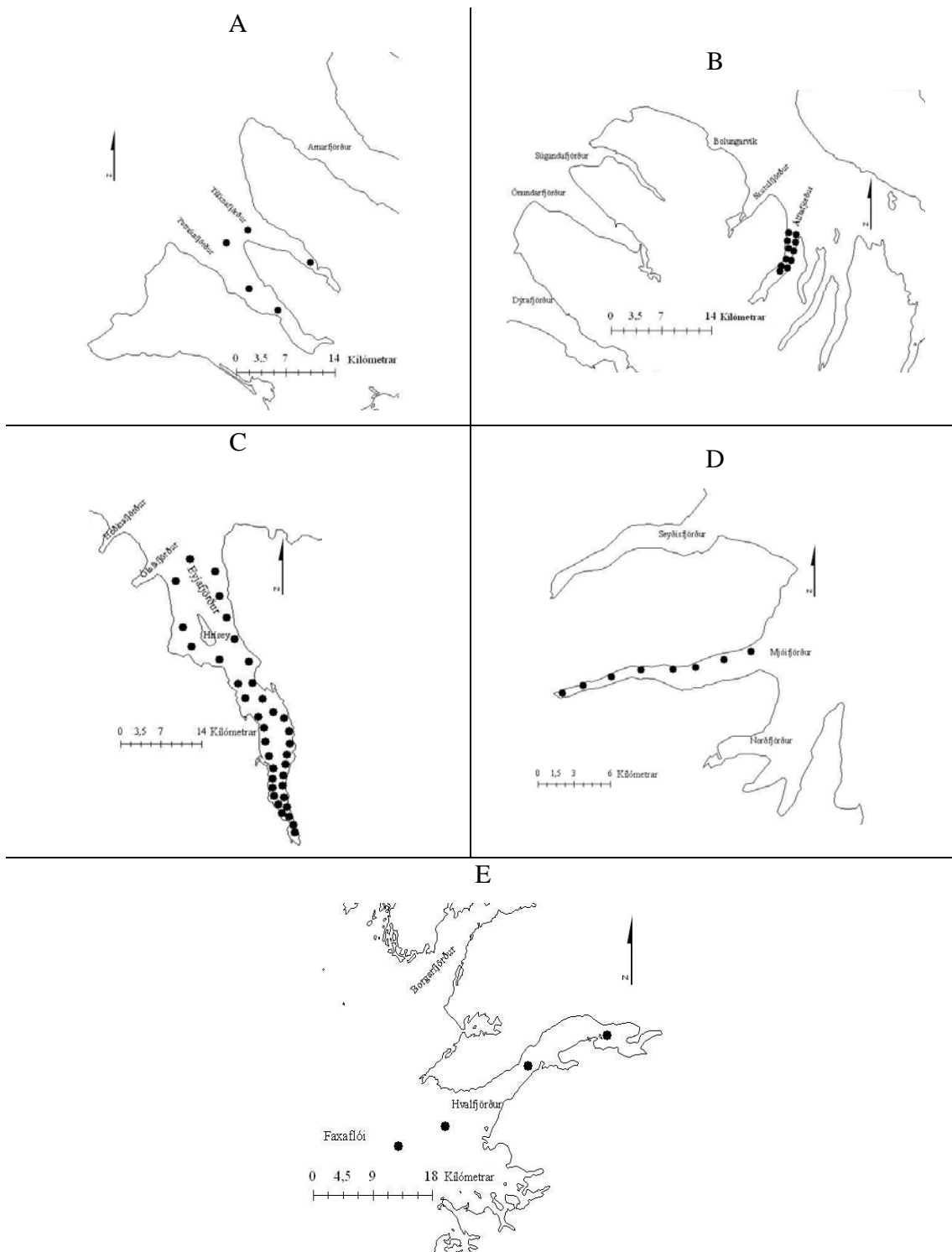
Eyjafjörður (2. mynd) á Norðurlandi er ~60 km langur, ~17 km breiður þar sem hann er breiðastur og mesta dýpi í firðinum er um ~120 metrar. Ekki var mögulegt að afla sýna á öllum stöðvum í firðinum í öllum sýnatökuberðum vegna veðurs og sjógangs.

Mjóifjörður (2. mynd) er mjór fjörður á Austfjörðum, ~17 km að lengd, ~3 km þar sem hann er breiðastur og mesta dýpi fjarðarins er ~98 metrar.

Hvalfjörður (2. mynd) er langur og hlutfallslega mjór fjörður, ~30 km langur, ~5 km breiður þar sem hann er breiðastur og mesta dýpi í honum er ~80 metrar.



1. Mynd. Kort af Íslandi sem sýnir sýnatökustaði rannsóknarinnar.



2. mynd. Sýnatökusvæði. Sýnatökustaðir eru sýndir með svörtum depli. A = Patreksfjörður og Tálknafjörður, B = Álftafjörður, C = Eyjafjörður, D = Mjóifjörður, E = Hvalfjörður.

Sýnataka

Svifsýni

Svifsýni voru tekin með Bongó háfi (Hydro-bios Apparaturbureau GmbH, Germany), með tvö 250 cm löng net með 500 μm möskvastærð og með 60 cm þvermáli á opi. V-laga sökka var notuð til að halda háfnum stöðugum í sjó. Háfurinn var dreginn á um 10 metra dýpi í 10 mínútur á meðan báturinn sigldi á um 3 sjómílna hraða. Sýnin voru varðveitt í 10% formalíni. Magn sjávar sem háfurinn síaði var metið með Hydro-bios stafrænum flæðismælum sem staðsettir voru í opi háfsins. Fjöldi marglytta sem háfurinn veiddi var staðlaður og miðað var við einstaklinga/1000 m^3 .

Allt hlaupkennt dýrasvif var greint til tegundar eins og kostur var úr sýnum sem safnað var í Tálknafirði og Patreksfirði. Aðeins marglyttur (Scyphozoa) voru greindar til tegundar úr sýnum frá öðrum svæðum. Þvermál marglyttanna var mælt í hvert sinn, en í ljósi þess að þetta eru viðkvæm dýr og slitna aðveldlega í sundur var ekki unnt að mæla þvermál margra hvelja.

Fjölbreytileiki hins hlaupkennda svifs var metinn með tveimur mælikvörðum:

- Fjöldi tegunda í sýni (Species richness), sem oft er notað sem mælikvarði á fjölbreytileika.
- Shannon fjölbreytileikastuðullinn (H'), sem byggir annars vegar á fjölda tegunda og hins vegar á hlutfallslegum fjölda einstaklinga hverrar tegundar, var reiknaður samkvæmt eftirfarandi:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

þar sem H' = Shannon stuðullinn, S = fjöldi tegunda og p_i er hlutfallslegt magn af hverri tegund í hverju sýni (Shannon og Weaver 1963, Hurlbert 1971).

Mat á hveljum í yfirborði

Á sýnatökustöðvum í Álftafirði, Eyjafirði og Mjóafirði var ennfremur lagt mat á fjölda marglytta við og nærri yfirborði. Í Eyjafirði var skimað eftir yfirborðdýrum í júlí, ágúst og september, í Álftafirði í júlí og ágúst og í Mjóafirði í ágúst og september. Sömu stöðvar voru notaðar og við svifsýnin. Þeirri aðferð var beitt að í 5 mínútur á hverri stöð voru marglyttur taldar, greindar til tegundar og stærð þeirra metin á 3x3m breiðu svæði meðan rannsóknabátur sigldi áfram á hraðanum 3 nm/klst. Athugunarsvæðið reyndist því um 277 m² á stöð. Með þessari aðferð er hægt að fá mat á þéttleika á fermetra auk þess að fá hugmynd um útbreiðslu (sjá Doyle o.fl. 2007).

Magn sepa á plötum

Plexiglerplötur (20*20 cm) með 5*5 cm losanlegum, möttuðum, svörtum polyethylene plötum á neðra borði (festar með frönskum rennilás) voru notaðar til að afla upplýsinga um það á hvaða svæðum og á hvaða dýpi lirfurnar festa sig helst við undirlagið. Plexiglerplöturnar voru festar á mismunandi staði á reipi, sem var með ankeri á neðri enda en belg á efra borði. Slíkum búnaði var komið fyrir á mismunandi dýpi í Tálknafirði og Álftafirði í byrjun júlí. Plöturnar voru hafðar einn metra undir yfirborði, á 5, 10 og 20 metra dýpi og einnig 40 metra dýpi í Álftafirði. Búnaðarins var síðan vitjað með reglubundnu millibili og plöturnar voru teknar upp sem höfðu þá verið mislengi í sjó. Sýnataka var fram í lok september/byrjun október 2008.

Plöturnar voru varðveittar heilar með öllu því sem á þær höfðu sest í 10% formalíni þannig að unnt væri að skoða þær heilar á rannsóknastofu síðar. Á rannsóknastofu voru plöturnar settar heilar undir víðsjá, separ taldir og greindir til tegundar eða hóps, eins og kostur var. Öll laus dýr sem sátu á plötunum, svo sem bertáknar (Nudibranchia), voru hirt með plötunum. Þessi dýr voru talin og greind til tegundar.

Tilraunir með afskorna brennihveljuanga

Tilraunir voru gerðar til að afla upplýsinga um hversu lengi stingfrumur anga brennihvelju eru virkir, eftir að þeir slitna eða eru skornir af hveljunni. Lifandi brennihveljur voru veiddar í yfirborði í utanverðum Ólafsfirði, settar í plastfötur og fluttar lifandi á Háskólasetur Suðurnesja, Sandgerði. Það voru brennihveljurnar látnar jafna sig.

Angar voru síðan klipptir af fullorðnum dýrum með skærum og var þeim komið fyrir í bikarglösum og haldið í kæli í við 6°C í hreinum, loftuðum tilraunastofusjó, en slíkur sjór kemur úr borholu af 50 metra dýpi. Borholusjórinn er án nokkurra agna.

Virgni brennianganna var könnuð reglubundið á nokkurra tíma fresti fyrsta daginn og síðan daglega og voru þrír angar prófaðir hverju sinni. Virkni var könnuð þannig að smáu krabbadýri (*Artemia*) var komið fyrir í dropa af sjó á petrídiski ásamt afskornum anga, og skoðað var undir víðsjá hvort stingfrumur angans veiddu dýrið og lömuðu það á endanum.

Annað

Upplýsingar um hitastig fengust úr hitamælum á vegum Hafrannsóknastofnunarinnar, sem staðsettir eru í ofangreindum fjörðum eða í nálægum fjörðum (sjá Viðauka 1). Upplýsingar um vindhraða og vindáttir í Eyjafirði fengust frá Veðurstofu Íslands.

Tölfræðiútreikningar (Wilcoxon rank sum tests, óparametrískt próf til að bera saman tvö misstór sýni) og box plots voru gerð með hjálp R forritsins (R Development Core Team 2008). Kortin voru gerð í ArcGIS version 9.2 (ESRI 2006).

Niðurstöður

Árstíðabundnar breytingar í hlaupkenndu dýrasvifssamfélagi í Patreksfirði og Tálknafirði

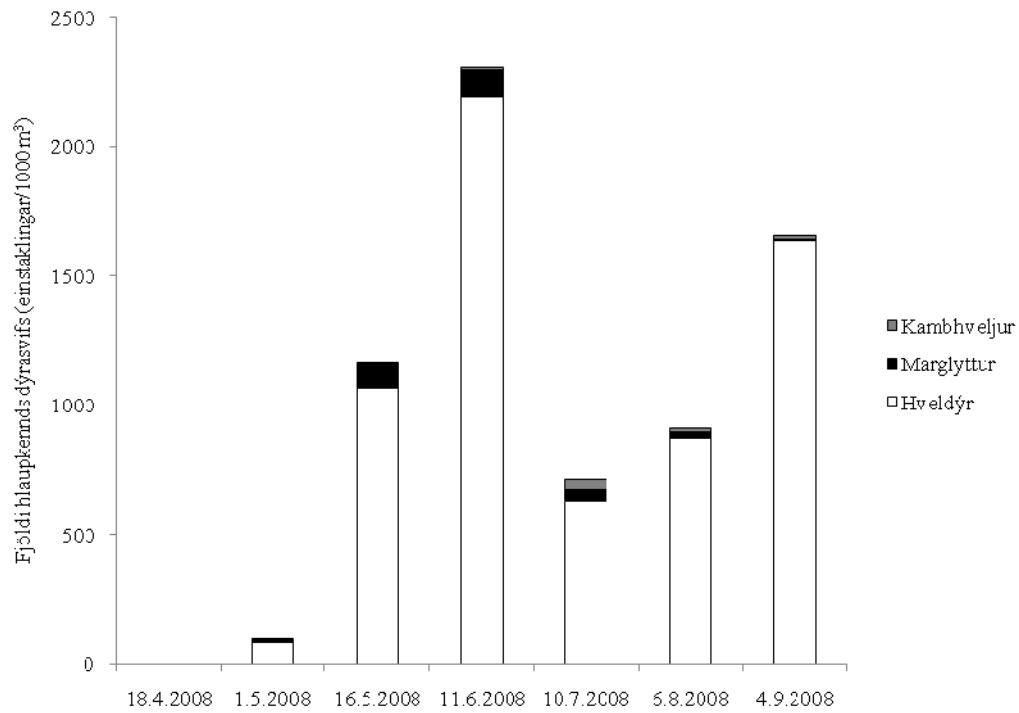
Ellefu tegundir af hveldýrahveljum (Hydromedusae), ein kambhveljutegund (Ctenophora) og tvær tegundir af marglyttum (Scyphozoa) veiddust í Tálknafirði og Patreksfirði frá apríl til september 2008 (Tafla 2). Algengasta hveldýrahveljan var *Clytia* sp., algengasta marglyttan var bláglytta (*Aurelia aurita*) og eina kambhveljan var *Beroë cucumis* (Fabricius, 1780).

Í apríl fannst aðeins lítið af hlaupkenndu dýrasvifi (1,6 einstaklingar/1000 m³) og aðeins tvær tegundir, þ.e. *Bougainvillea superciliaris* og *Leuckartiara octona* (3. mynd, Tafla 2). Snemma í maí hafði þéttleikinn aukist (96,3 einstaklingar/1000 m³) og átta tegundir fundust. Þá var *Podocoryne borealis* algengasta tegundin, en næst algengustu tegundirnar voru *Sarsia tubulosa* og bláglytta (*Aurelia aurita*). *Leuckartiara brevicornis*, *L. octona*, *Clytia* sp., *B. superciliaris* og brennihvelja (*Cyanea capillata*) voru einnig til staðar (Tafla 2).

Um miðjan maí hafði einstaklingafjöldinn meir en tífaldast (1164 einstaklingar/1000 m³), og auk þess fundust tvær tegundir til viðbótar, hveldýrin *Staurophora mertensii* og *Obelia* sp.

Heildarfjöldi hlaupkennda svifsins náði hámarki í júní (2190 einstaklingar/1000 m³) þegar 12 tegundir fundust. Þéttleikinn varð hins vegar lægri í júlí (712 einstaklingar/1000 m³) og ágúst (913 einstaklingar/1000 m³), á meðan næst hæsti þéttleiki sást í september (1655 einstaklingar/1000 m³) (3. mynd, Tafla 2).

Þegar á heildina er lítið reyndist *Clytia* sp. vera algengasta tegundin (flokkunareiningin) með um 72.2 % af öllum einstaklingum hlaupkennda dýrasvifsins. Aðrar hlutfallslega algengar tegundir voru bláglytta (*A. aurita*), *Eutonia indicans*, *Obelia* sp., *P. borealis*, og *S. tubulosa* (Tafla 2). Fjöldi tegunda af hlaupkenndu dýrasvifi var hæstur í júní (12 tegundir), en Shannon's fjölbreytileikastuðullinn var hins vegar hæstur í júlí (Tafla 2).



3. mynd. Meðalfjöldi hlaupkennds dýrasvifs í Patreksfirði og Tálknafirði í apríl til september 2008. Hveldýr (ófyllt), marglyttur (fyllt) og kambhveljur (grátt).

Tafla 2. Meðalfjöldi haupkenns dýrasvífs (einstrákingar/1000 m³) í Patreksfirði og Talknafirði í apríl til september 2008. Fjöldi tegunda og Shannon's fjölbreytileikastuðullinn (H') fyrir hvern sýnatökudag er skráður neðst í töflunni. Heildarfjöldi einstrákinga af hverri tegund á sýnatökunum ásamt hlutfalli (%) af heildarfjölda haupkenns dýrasvífs eru í dálknum lengst til hægri.

Tegundir	Sýnatökudagur										Σ	%
	Hveidyr (Hydrozoa)	18.4.'08	1.5.'08	16.5.'08	11.6.'08	10.7.'08	6.8.'08	4.9.'08				
<i>Aglantha digitale</i> (Müller, 1776)	0	0	0	87.9	15.7	0	0.9	104.5	1.5%			
<i>Bougainvillea superciliosa</i> (Wagner, 1985)	1.2	1.6	17.4	6.8	1.7	0.6	0	29.3	0.4%			
<i>Clytia</i> sp.	0	5.3	541.3	1937.2	503.8	766.0	1190.1	4943.6	72.2%			
<i>Eutonia indicans</i> (Romanes, 1876)	0	0	0	7.9	86.8	69.0	418.7	582.4	8.5%			
<i>Hybocodon prolifer</i> (Agassiz, 1862)	0	0	14.6	0	0	0	0	14.6	0.2%			
<i>Leuckartaria brevicornis</i> (Murbach and Shearer, 1902)	0	5.3	84.7	5.9	0	0	0	95.9	1.4%			
<i>Leuckartaria octona</i> (Fleming, 1823)	0.5	5.8	19.4	10.1	0	0	0	35.8	0.5%			
<i>Obelia</i> sp.	0	0	164.1	15.0	2.8	0	0	181.9	2.7%			
<i>Podocoryne borealis</i> (Mayer, 1900)	0	52.6	105.7	0	0.6	0	0	158.9	2.3%			
<i>Sarsia tubulosa</i> (Sars, 1885)	0	13.6	119	76.2	9.7	38.2	28.2	284.9	4.2%			
<i>Stauraphora mertensii</i> (Brandt, 1838)	0	0	2.3	43.0	9.8	2.1	0	57.2	0.8%			
Marglyttur (Scyphozoa)												
<i>Cyanea capillata</i> (Linnaeus, 1758)	0	2.8	2.8	8.3	0	0	0	13.9	0.2%			
<i>Aurelia aurita</i> (Linnaeus, 1758)	0	9.3	93.0	99.7	44.2	21.6	2.8	270.6	4.0%			
Kambhveljur (Ctenophora)												
<i>Beroë cucumis</i> (Fabricius, 1780)	0	0	0	8.0	37.2	16.4	15.3	76.9	1.1%			
Fjöldi tegunda												
Shannon's fjölbreytileikastuðullinn (H')	2	8	10	12	9	7	5	6850.4	100%			
	0.60	1.49	1.41	0.69	0.90	0.58	0.67					

Árstíðabundinn þéttleiki hvelja

Árið 2007 fundust tvær tegundir marglyttna, þ.e. bláglytta (*Aurelia aurita*) og brennihvelja (*Cyanea capillata*). Enn ein tegundin, blálogi (*Cyanea lamarckii*), sást í yfirborði í Eyjafirði, en tegundin reyndist sjaldgæf og veiddist ekki í háfinn. Bæði bláglytta og brennihvelja fundust í Álftafirði og Eyjafirði, en ekki í Mjóafirði og Hvalfirði árið 2007.

Árið 2008 fundust bæði brennihvelja og bláglytta á öllum sýnatökustöðum nema í Hvalfirði, þar sem aðeins sú síðarnefnda fannst.

Bláglytta (*Aurelia aurita*)

Árið 2007 reyndist meðalfjöldi bláglyttu (*A. aurita*) vera hæstur í Eyjafirði (0,97 einstaklingar/1000 m³; júlí–september; þrjár sýnatökur), aðeins meira en fannst í Álftafirði (0,7 einstaklingar/1000 m³; júlí–ágúst; tvær sýnatökur).

Árið 2008 var meðalfjöldi bláglyttu hæstur í Eyjafirði (38,9 einstaklingar/1000 m³, maí–september; fimm sýnatökur) og lægstur í Álftafirði (27,7 einstaklingar/1000 m³, maí–október; fjórar sýnatökur). Í Mjóafirði og Hvalfirði var annars vegar aðeins safnað tvisvar og hins vegar þrisvar, svo þessir staðir eru undanskildir úr samanburði.

Þéttleiki bláglyttu var hæstur í maí (37,6–51,1 einstaklingar/1000 m³), júlí (24,9–91,9 einstaklingar/1000 m³) og september (2,4–121,3 einstaklingar/1000 m³) (Tafla 3).

Jafnvel þótt firðirnir hafi ekki allir verið kannaðir árið 2007, er augljóst út frá töflu 3 að þéttleiki bláglyttu var miklu hærri árið 2008 (0,4–121,3 einstaklingar/1000 m³) heldur en árið 2007 (0,3–1,3 einstaklingar/1000 m³) (Tafla 3).

Staðalfrávikðið var hátt, sem getur bent til þess að einstaklingar hafi verið mjög hnappdreifðir.

Tafla 3. Meðalfjöldi bláglyttu (*Aurelia aurita*, einstaklingar/1000 m³) frá júlí til september 2007 og frá apríl til október 2008. Sýnum var safnað tvisvar í maí í Patreksfirði og Tálknafirði og tvisvar í júlí í Hvalfirði. Taflan sýnir meðaltöl fyrir þessar mælingar. Staðalfrávik eru í svigunum.

Staðsetning	2007			2008						
	Júl	Ágú.	Sept.	Apríl	Maí	Júní	Júlí	Ágú.	Sept.	Okt.
Patreksfjörður/ Tálknafjörður	-	-	-	0	51,1 (54,3)	99,6 (143,6)	44,2 (74,3)	21,6 (26,4)	2,8 (4,3)	-
Álftafjörður	0,3 (1,0)	1,1 (2,3)	-	-	48,6 (64,7)	-	54,8 (64,1)	7,0 (9,6)	-	0,4 (1,7)
Eyjafjörður	1,3 (7,6)	0,9 (3,9)	0,7 (1,3)	-	37,6 (48,7)	0	24,9 (52,1)	10,5 (17,3)	121,3 (211,8)	-
Mjóifjörður	0	0	-	-	-	-	-	0	2,4 (4,6)	-
Hvalfjörður	0	0	-	-	-	0	91,9 (72,2)	9,8 (6,9)	-	-

Brennihvelja (*Cyanea capillata*)

Árið 2007 var árlegur meðalfjöldi brennihvelju (*Cyanea capillata*) hæstur í Álftafirði (0,4 einstaklingar/1000 m³; júlí, ágúst; tvær sýnatökur), aðeins meira en fannst í Eyjafirði (0,27 einstaklingar/1000 m³; júlí–september; þrjár sýnatökur). Árið 2008 var árlegur meðalfjöldi brennihvelju hæstur í Álftafirði (4,4 einstaklingar/1000 m³, maí–október; fjórar sýnatökur) og lægstur í Eyjafirði (0,62 einstaklingar/1000 m³, maí–september; fimm sýnatökur). Aðeins voru tekin sýni tvisvar í Mjóafirði og brennihveljan fannst ekki í Hvalfirði, og því er þessum fjörðum haldið utan við samanburðinn.

Þéttleikinn var hæstur í maí í Álftafirði (17,2 einstaklingar/1000 m³), í júní í Patreksfirði og Tálknafirði (2,8 einstaklingar/1000 m³), en í ágúst í Eyjafirði (1,8 einstaklingar/1000 m³) (Tafla 4).

Jafnvel þótt sýnataka væri ekki í öllum fjörðum árið 2007, er ljóst að þéttleiki brennihvelju (*C. capillata*) var eitthvað hærri árið 2008 (0,4–17,2 einstaklingar/1000 m³) heldur en árið 2007 (0,3–0,8 einstaklingar/1000 m³) (Tafla 4).

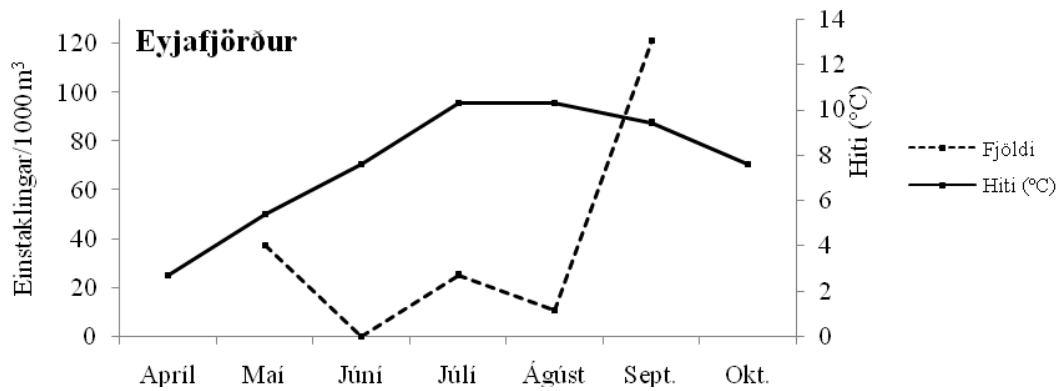
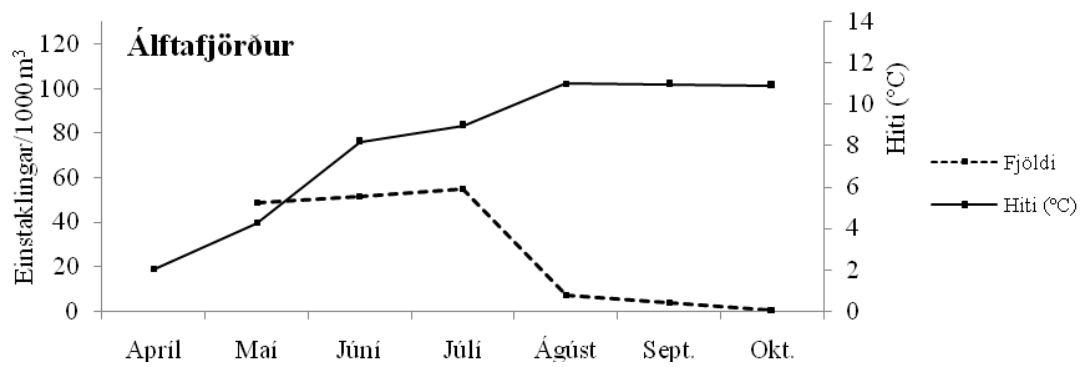
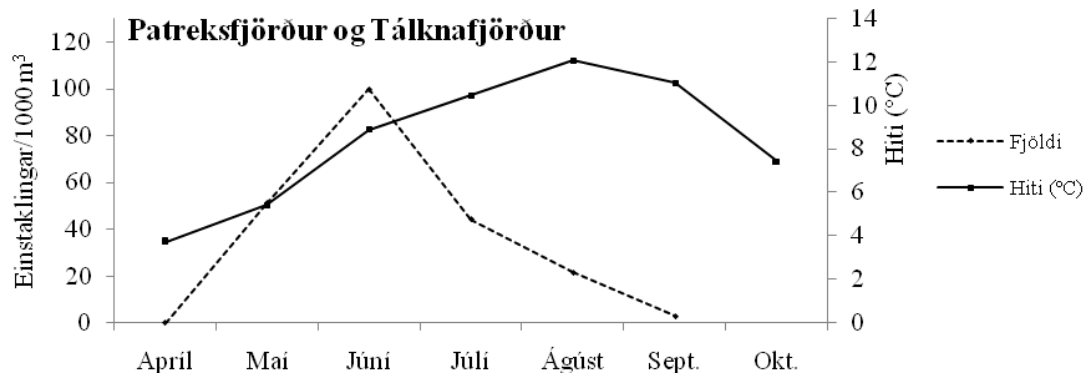
Tafla 4. Meðalfjöldi brennihvelju (*Cyanea capillata*, einstaklingar/1000 m³) frá júlí til september 2007 og frá apríl til október 2008. Sýnum var safnað tvisvar í maí í Patreksfirði og Tálknafirði og sýnir taflan meðal þeirra mælinga. Staðalfrávik eru í svigunum.

Svæði	2007			2008						
	Júlí	Ágú.	Sept.	Apríl	Maí	Júní	Júlí	Ágú.	Sept.	Okt.
Patreksfjörður/ Tálknafjörður	-	-	-	0	2,8 (5,4)	8,4 (14,1)	0	0	0	-
Álftafjörður	0,8 (1,3)	0	-	-	17,2 (19,5)	-	0,4 (1,4)	0	-	0
Eyjafjörður	0,5 (2,0)	0,3 (0,7)	0	-	0,4 (1,2)	0	0,5 (1,2)	1,8 (1,9)	0,4 (1,2)	-
Mjóifjörður	0	0	-	-	-	-	-	0	0,7 (0,1)	-
Hvalfjörður	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-

Magn hvelja í tengslum við hitastig

Til að meta breytingar á magni hvelja yfir vorið, sumarið og haustið í tengslum við hitastig, var meðalfjöldi bláglyttu borin saman við hitastig í yfirborði á sama tíma (4. mynd). Aðeins voru nýtt gögn frá árinu 2008 í þennan samanburð, því þéttleiki var miklu lægri árið 2007. Ennfremur var Mjóafirði og Hvalfirði haldið utan við samantektina, vegna færri sýnatökuferða.

Í apríl, maí og júní jókst magn af hveljunni samhliða aukningu í hitastigi yfirborðsins. Aftir það lækkaði þéttleikinn, nema í Eyjafirði, þrátt fyrir að hitastigð væri enn að aukast. Samskonar ferill sást fyrir brennihvelju, en vegna fárra einstaklinga er þetta ekki sýnt á mynd.



4. Mynd. Breytingar í fjölda bláglyttna (*Aurelia aurita*) og yfirborðshita í Patreks- og Tálknafirði, Álftafirði og Eyjafirði í apríl til október 2008.

Stærðardreifing hvelja á mismunandi árstímum

Bláglytta (*Aurelia aurita*)

Í Patreksfirði og Tálknafirði fundust smávaxnar efýrur snemma í maí (miðgildi þvermáls 0,2 cm, 5. mynd). Í júní höfðu efýrurnar þroskast upp í eiginlegar hveljur (miðgildi þvermáls 1,3 cm). Frá júní og út ágúst uxu hveljurnar hratt og var þvermál þeirra (miðgildi) 4,7 cm í júlí og 8,2 cm í ágúst. Dregið hafði úr vexti í september (miðgildi þvermáls 8,9 cm; 5. mynd).

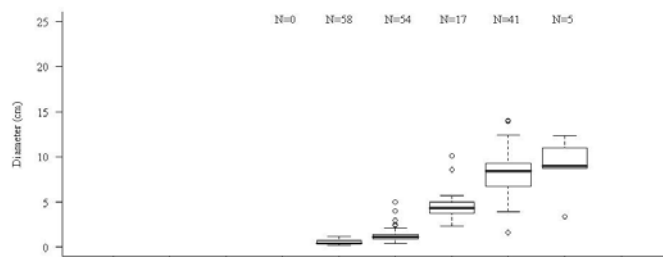
Í Álftafirði fundust einnig efýrur í maí 2008 (miðgildi þvermáls 0,2 cm, 5. mynd). Í júlí höfðu þær náð 5,3 cm þvermáli sumarið 2008 (4,9 cm árið 2007), og í ágúst 2008 var þvermálið 8,8 cm (13,4 cm í ágúst 2007).

Efýrur í maí 2008 í Eyjafirði reyndust vera 0,5 cm að þvermáli (miðgildi) (5. mynd). Bláglyttur fundust ekki í júní í Eyjafirði árið 2008, en í júlí 2008 reyndist þvermálið (miðgildi) vera 6,9 cm (3,4 cm árið 2007). Þvermálið í ágúst var 10 cm (15,2 cm árið 2007) á meðan það var 12,2 cm í september (14,4 cm árið 2007).

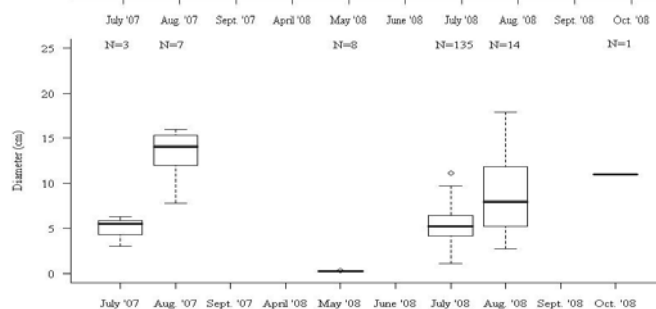
Bláglytta veiddist ekki í Hvalfirði árið 2007. Árið 2008 veiddist bláglyttan ekki í mars, en í júlí reyndist hún vera 6,7 cm (miðgildi) og 10,6 cm í ágúst (5. mynd). Í Mjóafirði fundust bláglyttur eingöngu í september 2008, og þá var miðgildið 18 cm (5. mynd).

Bláglyttan sem veiddist árið 2007 var marktækt stærri en sú sem veiddist árið 2008, bæði í Eyjafirði og í Álftafirði. Árið 2008 reyndist bláglytta á Vestfjörðum (Álftafirði, Patreksfirði og Tálknafirði) minni en sú sem veiddist á sama tíma í Hvalfirði og Eyjafirði. Þessi munur var marktækur í júlí, ágúst og september (Wilcoxon rank sum tests).

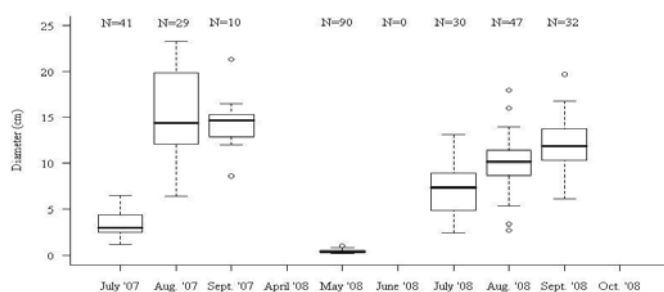
Tálknafjörður



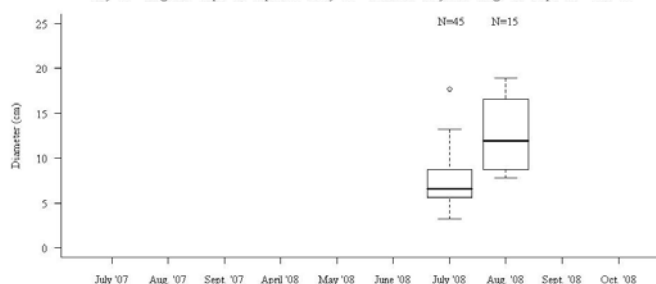
Álftafjörður



Eyjafjörður



Hvalfjörður



Mjóafjörður



5. Mynd. Stærð bláglyttu (*Aurelia aurita*; þvermál hvelju, cm) frá júlí 2007 til október 2008 í Patreksfirði og Tálknafirði, Álftafirði, Eyjafirði, Hvalfirði og Mjóafirði. N = fjöldi mældra hvelja. Botn og toppur á hverjum kassa eru fyrsti og þriðju fjórðungar og línan nærri miðju hvers kassa er miðgildi. Línan nálægt miðju hvers kassa er miðgildið. Hægstu og lægstu gildi sem eru ekki talin sem útgildi eru táknud með línunum útfrá kassanum. Útgildi eru táknud með opnum punktum (R Development Core Team 2008).

Brennihvelja (*Cyanea capillata*)

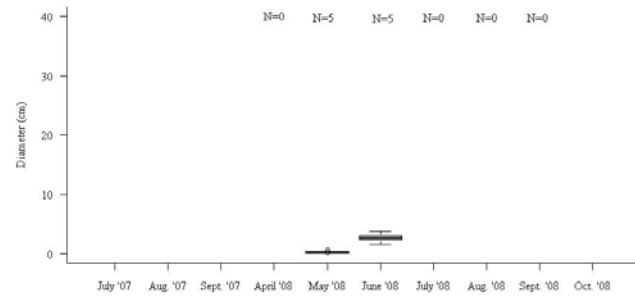
Í Patreksfirði og Tálknafirði veiddust unghveljur (efýrur) af brennihvelju (*C. capillata*) fyrst í maí (miðgildi þvermáls 0,3 cm). Í júní reyndust þær vera umtalsvert stærri (miðgildi þvermáls 2,6 cm, 6. mynd).

Í Álftafirði reyndust efýrur í maí 2008 vera svipaðar að stærð og í Patreksfirði og Tálknafirði, þ.e. með miðgildið 0,3 cm. Í júlí 2008 veiddist aðeins ein brennihvelja þar (þvermál 14,9 cm) en árið 2007 reyndist þvermálsmiðgildið vera 8,3 cm (6. mynd).

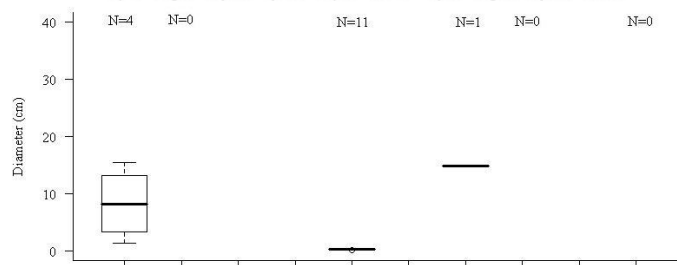
Í Eyjafirði var miðgildið í maí 2008 0,3 cm. Brennihvelja veiddist ekki í júní, en í júlí 2008 höfðu brennihveljurnar náð 23,8 cm þvermáli (10,4 cm í júlí 2007). Í ágúst 2008 reyndist þvermálið vera 15,1 cm (17,2 cm í 2007), og var stærsta hveljan í rannsóknunum veidd á þessum tíma (39 cm). Í september 2008 veiddist aðeins ein hvelja (þvermál 11,1 cm, engin veidd í september 2007).

Í Mjóafirði veiddist brennihveljan eingöngu í september 2008 (miðgildi þvermáls var 22 cm) (6. mynd).

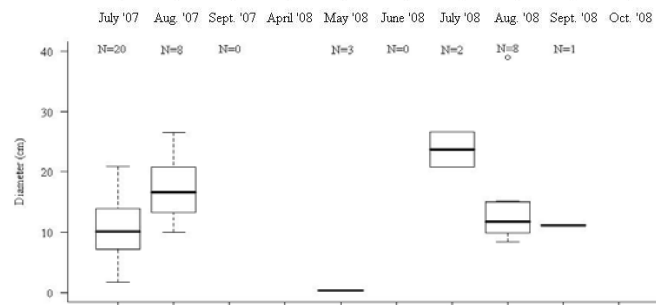
Patreksfjörður/
Tálknafjörður



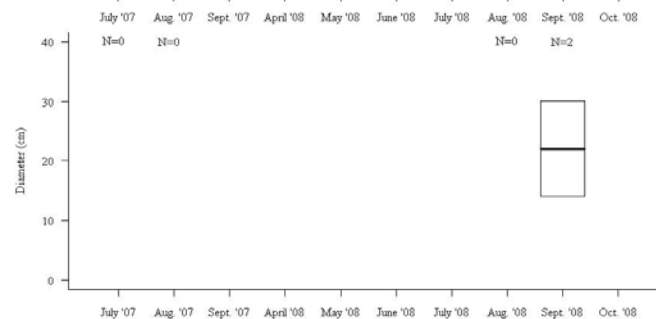
Álftafjörður



Eyjafjörður



Mjóafjörður



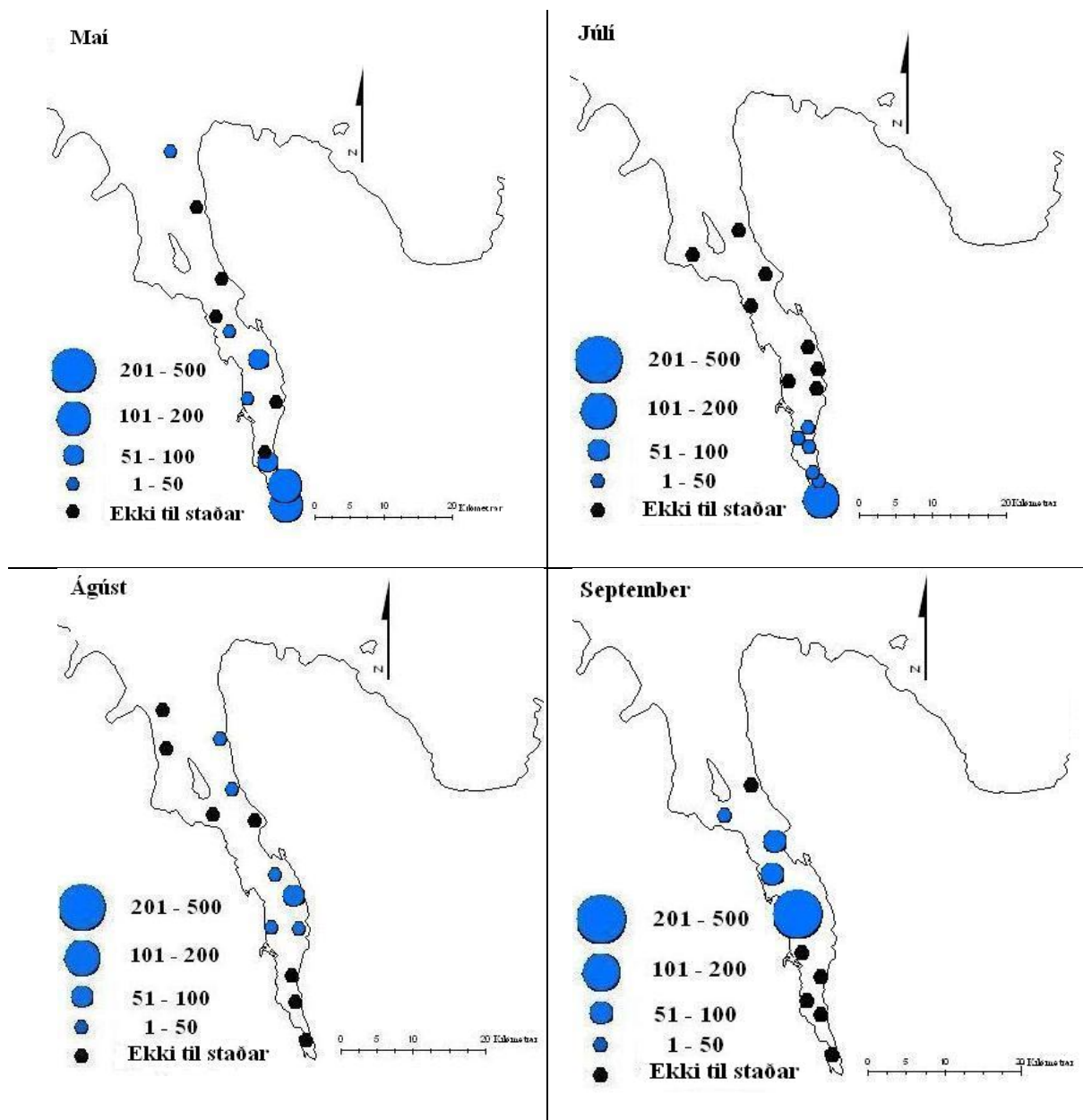
6. mynd. Stærð brennihvelju (*Cyanea capillata*; þvermál hvelju, cm) frá júlí 2007 til október 2008 í Patreksfirði og Tálknafirði, Álftafirði, Eyjafirði, og Mjóafirði. N = fjöldi mældra hvelja. Botn og toppur á hverjum kassa eru fyrsti og þriðju fjórðungar og línan nærri miðju hvers kassa er miðgildi. Hægstu og lægstu gildi sem eru ekki talin sem útgildi eru táknuð með línum út frá kassanum. Útgildi eru táknuð með opnum punktum (R Development Core Team 2008).

Útbreiðsla hvelja í Eyjafirði 2008

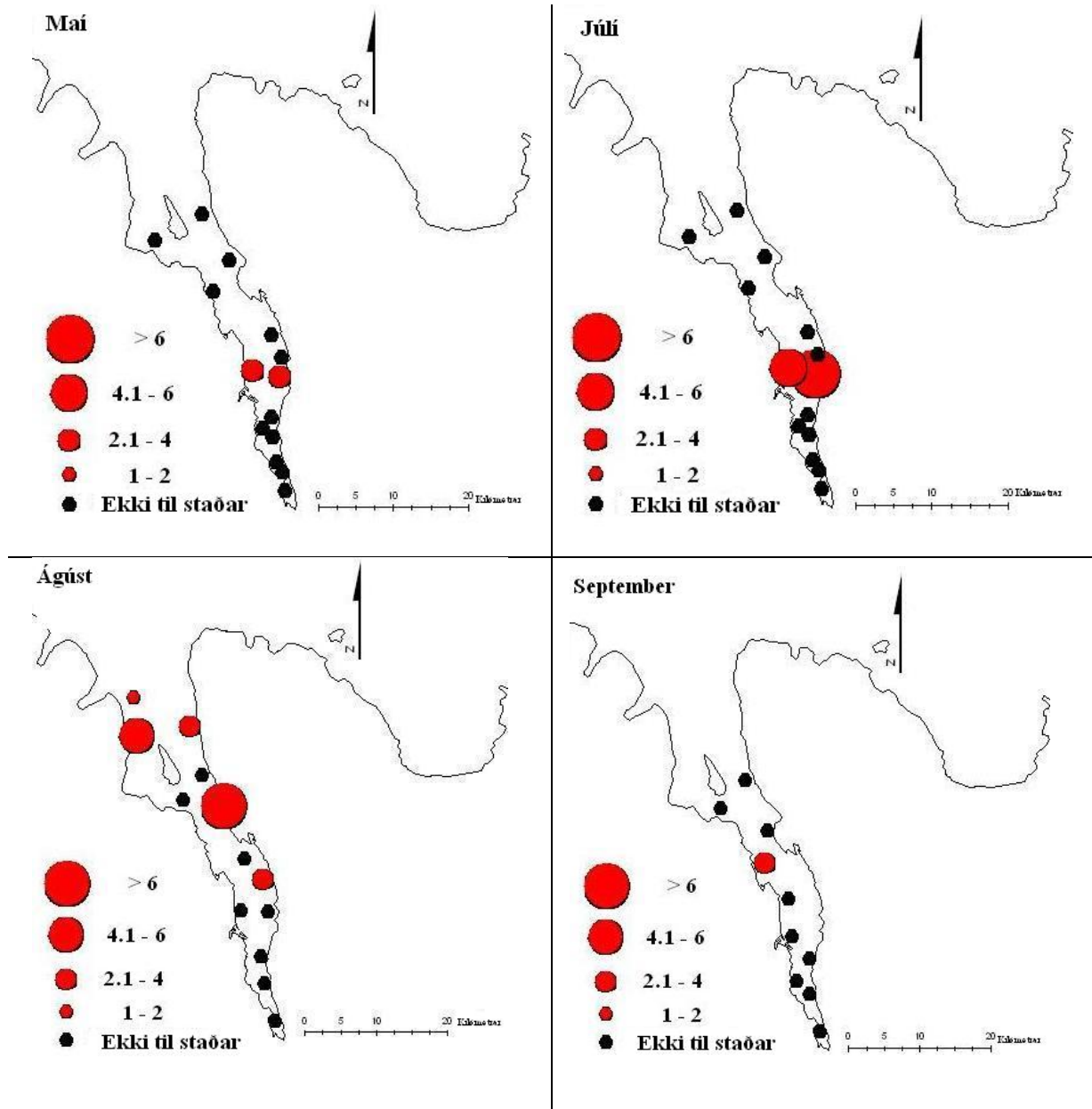
Í maí 2008 var mest af bláglyttu (*Aurelia aurita*) í innri hluta Eyjafjarðar og talsvert fannst í miðjum firðinum (7. mynd). Í júlí reyndist blágyttan enn algengust í innri hluta fjarðarins. Í ágúst reyndist þéttleikinn hins vegar hæstur um miðbik fjarðarins og svipað ástand sást í september. Þessi munur var hámarktækur þegar þéttleiki í ytri, mið og innsta hluta fjarðarins var borinn saman fyrir maí, júlí og september (Wilcoxon rank sum tests).

Stærðardreifing bláglyttunnar var ennfremur ólík í Eyjafirði milli sýnatökutíma. Þar sem efýrur voru dreifðar um miðjan og innri hluta fjarðarins í maí, en fullorðnar hveljur (hveljur yfirleitt > 5 cm) voru aðallega staðsettar fyrir botni fjarðarins í júlí og í miðjum firðinum í ágúst og september (9. mynd).

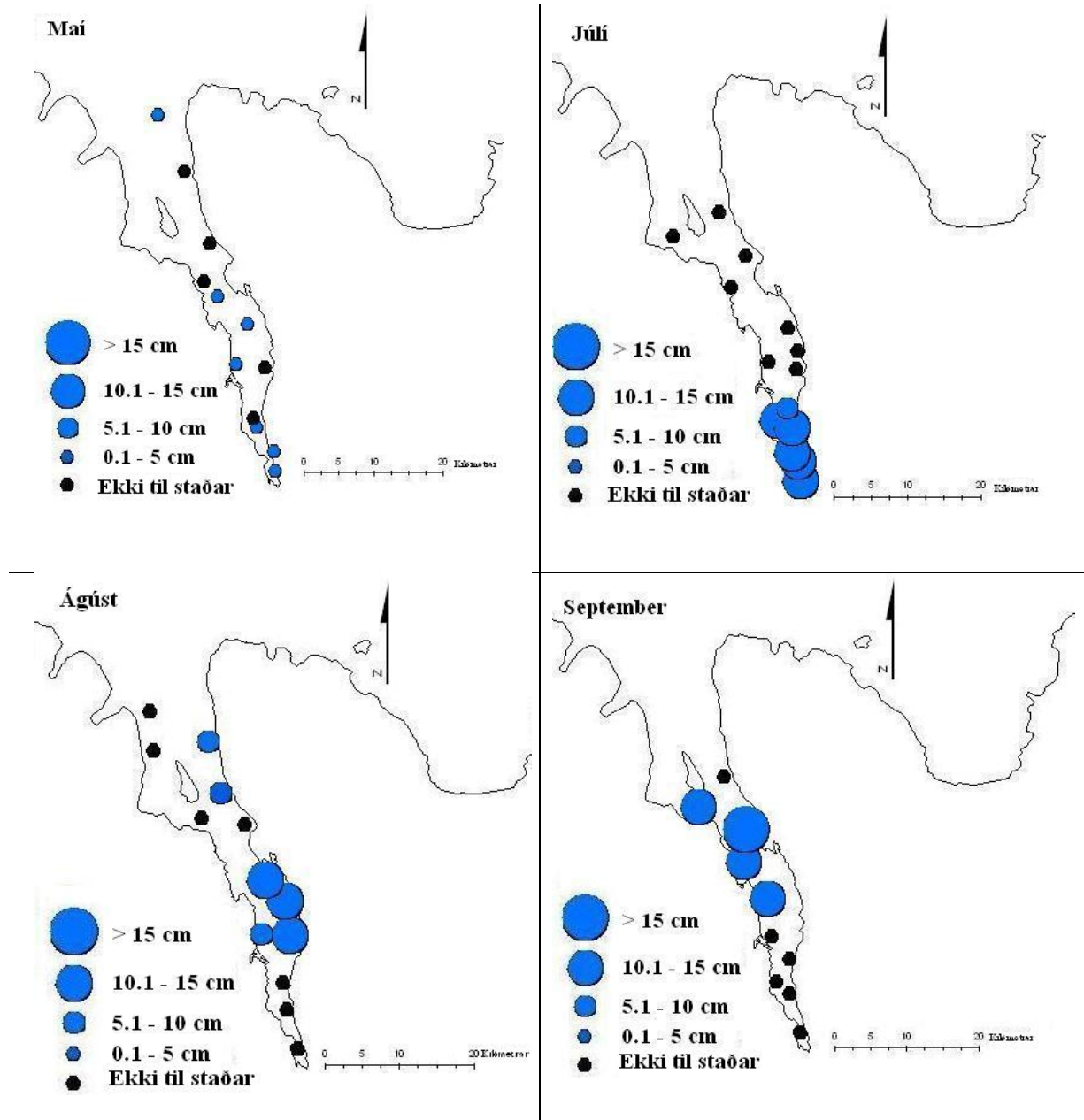
Brennihveljan (*Cyanea capillata*) fannst í miklu minni þéttleika og mynstur útbreiðslunnar og stærðardreifingarinnar var talsvert ólíkt því sem sást hjá bláglyttu (8. mynd). Þéttleikinn í maí var hæstur um miðjan fjörðinn og í fjarðarmynninu, en í júlí var þéttleikinn hár um miðjan fjörðinn og í innri hluta hans. Í ágúst var fannst brennihveljan aðallega í ytri hluta fjarðarins. Í september var þéttleikinn lágur, en mest fannst á sýnatökustað í miðjum firðinum. Þetta mynstur var þó ekki tölfræðilega marktækt. Hins vegar fundust efýrur brennihvelju aðeins í miðjum firðinum og í fjarðarmynninu og stórar, kynþroska brennihveljur fundust aldrei inni í botni fjarðarins (10. mynd).



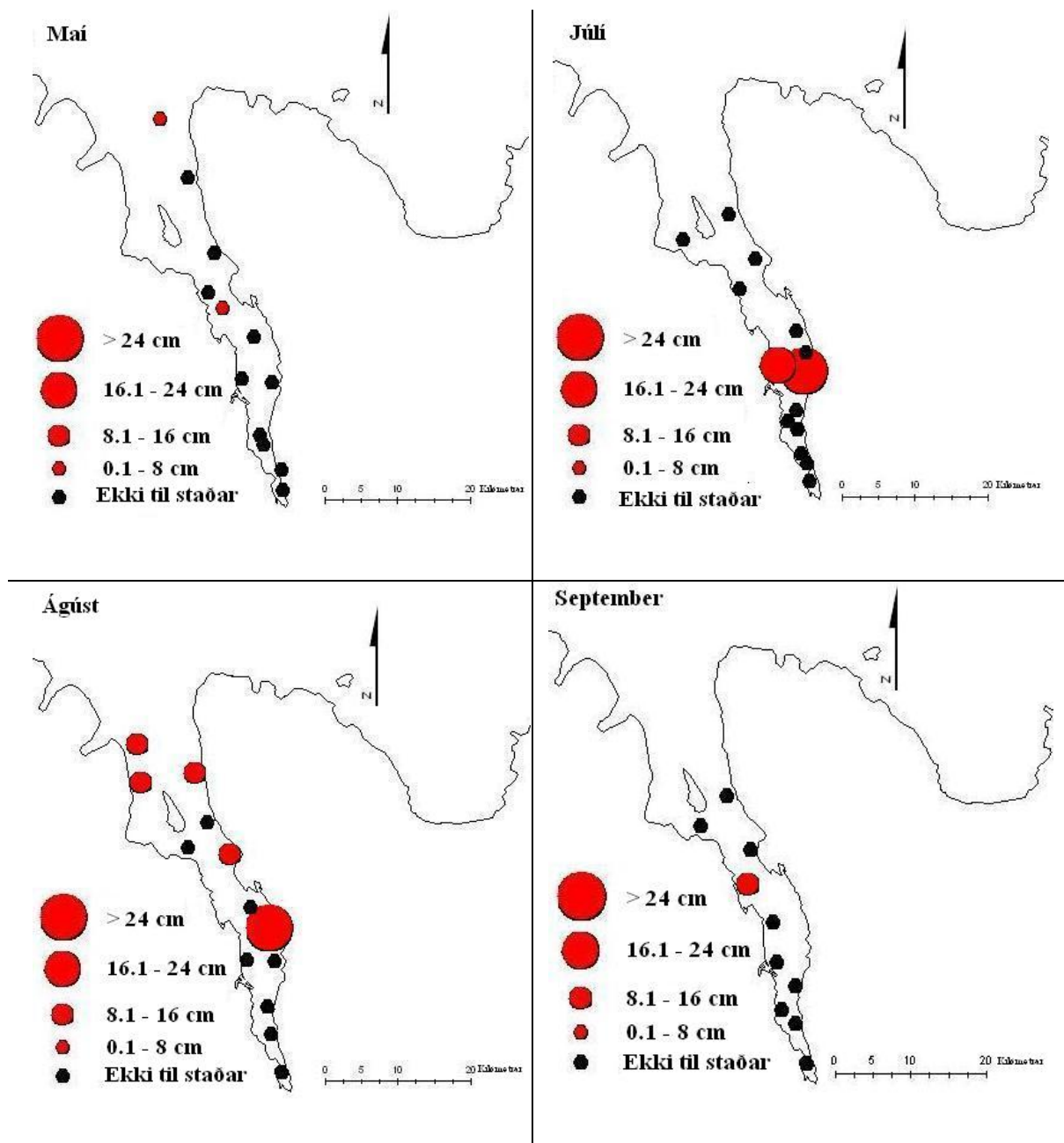
7. mynd. Þéttleiki bláglyttu (*Aurelia aurita*; fjöldi per sýnatökustað; einstaklingar/1000 m³) frá maí til september 2008 í Eyjafirði.



8. mynd. Þéttleiki brennihvelju (*Cyanea capillata*; fjöldi á sýnatökustað; einstaklingar/1000 m³) frá maí til september 2008 í Eyjafirði.



9. mynd. Meðalstærð bláglyttu (*Aurelia aurita*, þvermál hvelju, cm) á sýnatökustöðunum í Eyjafirði frá maí til september 2008.



10. mynd. Meðalstærð brennihvelju (*Cyanea capillata*; þvermál hvelju, cm) á sýnatökustöðunum í Eyjafirði frá maí til september 2008.

Lifun afskorinna anga

Afskornir angar brennihveljunnar lifðu mest í 26 sólarhringa (624 klst), við tilraunaaðstæðurnar (6°C, hreinn tilraunastofusjór) í Háskólasetri Suðurnesja.

Separ á setplötum

Ekkert var um það að hveldýr eða marglyttur settust á plötunum í júlí (Töflur 5 og 6). Marglyttusepa varð fyrst vart um miðjan ágúst í Álftafirði og umtalsvert magn af marglyttusepum fannst í byrjun september í Tálknafirði og í fyrrihluta október í Álftafirði. Marglyttusepar reyndust hins vegar í minni þéttleika í byrjun október/miðjan nóvember.

Hveljusepar voru algengir á svipuðum tíma, og talsvert algengari í Álftafirði en í Tálknafirði (Töflur 5 og 6).

Ekki fannst marktækur munur á magni sepa á milli dýptarbila. Auk hveldýrasepa og marglyttusepa fundust samlokur (*Bivalvia*), þörungar, hrúðukarlar (*Balanus* spp.) og bertáknar (*Nudibranchia*) á plötunum (gögn ekki sýnd), en margar bertáknategundir eru sérhæfð rándýr á holdýrasepum.

Tafla 5. Fjöldi marglyttusepa og hveljusepa á fersentimetra eftir mismislanga dvöl í sjó í Tálknafirði. Dagsetning er þegar plötur voru teknar úr sjó.					
		Dags			
		25.7.2008	6.8.2008	4.9.2008	9.10.2008
		Dýpi (m)			
Scyphozoa, fjöldi á cm ²	1	0	0	260,7	1,2
	5	0	0	60,1	1
	10	0	0	186,3	1,3
	20	0	0	130	0
		Dýpi (m)			
Hydrozoa, fjöldi á cm ²	1	0	0	16,4	87
	5	0	0	12,4	10
	10	0	0	10,3	15,8
	20	0	0	24,4	0

Tafla 6. Fjöldi marglyttusepa og hveljusepa á fersentimetra eftir mismislanga dvöl í sjó í Áltafirði. Dagsetning er þegar plötur voru teknar úr sjó.					
		Dags			
		6.8.2008	19.8.2008	8.10.2008	18.11.2008
		Dýpi (m)			
Scyphozoa, fjöldi á cm ²	1	0	9,5	328,9	182
	5	0	0,2	92,2	7,8
	10	0	0,8	244,2	8,4
	20	0	0	172,8	2
	40	0	40	33,9	15
		Dýpi (m)			
Hydrozoa, fjöldi á cm ²	1	0	0	50,3	0,9
	5	0	0	145,7	13
	10	0	0	206,2	37
	20	0	0	267,2	76
	40	0	0	71,6	13,4

Umræða

Árstíðabundnar breytingar í samfélögum hveldýra í Patreksfirði og Tálknafirði

Hlaupkennt dýrasvif í Patreksfirði og Tálknafirði er blanda af norrænum tegundum (t.d. *Bougainvillea superciliaris*) og tegundum sem finnast um allan heim (*Clytia* sp. og *Obelia* sp.) (Kramp 1939, Pagès o.fl. 2001, Hosia 2007). Sumar tegundanna, eins og *Leuckartiara octona* og *Leuckartiara breviconis* sem Kramp (1939) lýsir sem tegundum með suðlægari útbreiðslu og tegundum sem væru bundnar við Suður- og Suðvesturland, voru talsvert algengar hér og margt bendir til þess að útbreiðsla þeirra hafi breyst og þær finnast nú norðar en áður.

Alls fundust 14 tegundir eða hópar af hlaupkenndu dýrasvifi, sem er talsvert lægra en fundist hefur nýlega í svipuðum rannsóknum í Noregi og við Írland (Hosia 2007, Hosia og Båmstedt 2007, Ballard og Myers 2008). Hosia og Båmstedt (2007) fundu 36 tegundir af hveldýrahveljum (Hydromedusae), auk tveggja marglyttutegunda, fjögurra kambhveljutegunda og sjö tegunda af ættbálknum Siphonophora. Í þeim rannsóknum var *Aglantha digitalis* algengasta tegundin, en *Clytia* sp., algengasta tegundin hér, var aðeins sjöunda algengasta tegundin. Aðferðirnar sem notaðar voru í ofangreindum rannsóknum byggðu hins vegar á beitingu lóðréttra toga með WP-3 (300 µm möskva) háfi, frá botni að yfirborði. Rannsóknirnar stóðu jafnframt í heilt ár í stað eingöngu sumar- og haustmánuðina eins og gert var hér og fóru fram í umhverfi sem er talsvert ólíkt þegar litið er til haffræðilegra þátta.

Tegundafjöldi og tegundafjölbreytileiki hlaupkennds dýrasvifs minnkar yfirleitt þegar norðar dregur (Kramp 1959, Hosia 2007). Hinn lága tegundafjölbreytileika sem hér fannst má líklega að hluta útskýra með söfnuninni, því sýnataka fór aðeins fram á grunnslóð og því safnaðist ekkert af miðsjávar- og djúpsjávarhveljum. Notkun svifneta við öflun hlaupkennds dýrasvifs hefur einnig í för með sér að dýrin laskast og hverfa í gegnum netið eða verða ógreinanleg vegna skemmda (Hamner o.fl. 1975, Hosia 2007). Þetta getur leitt til vanmats á magni og fjölbreytileika hlaupkennds dýrasvifs, og bendir

notkun annarskonar rannsóknatækja einmitt til þess (t.d. fjarstýrðir kafbátar; Remotely Operated Vehicles; ROVs) (Raskoff o.fl. 2003, Raskoff o.fl. 2005).

Tegundir af ættbálknum Siphonophora fundust ekki í fjörðunum tveimur, en tegundir af þessu ættbálki geta verið algengar á nálægum hafsvæðum (Hosia og Båmstedt 2007, Ballard og Myers 2008). Tegundir í þessum hópi eru frekar úthafstegundir en strandlægar tegundir (Kramp 1939).

Árstíðabundið magn hvelja

Mikill munur reyndist í þéttleika, útbreiðslu og stærðardreifingu hjá bláglyttu (*Aurelia aurita*) við Ísland á rannsóknatímanum. Lítið veiddist af bláglyttu árið 2007, en þéttleiki tegundarinnar var umtalsvert hærri árið 2008 og enn fremur veiddust árið 2008 eintök á svæðum þar sem ekkert veiddist árið áður. Hins vegar var útbreiðsla brennihvelju (*Cyanea capillata*) og magn hennar svipað bæði árin 2007 og 2008. Enn fremur var bláglytta (*A. aurita*) stærri á öllum tímum árið 2007 en árið 2008. Ástæða þessa munar er ekki þekkt, en miklar sveiflur í magni hvelja eru þekktar af öðrum hafsvæðum, þar sem þær mynda oft mjög þéttar breiður (Purcell o.fl. 2000, Purcell 2003).

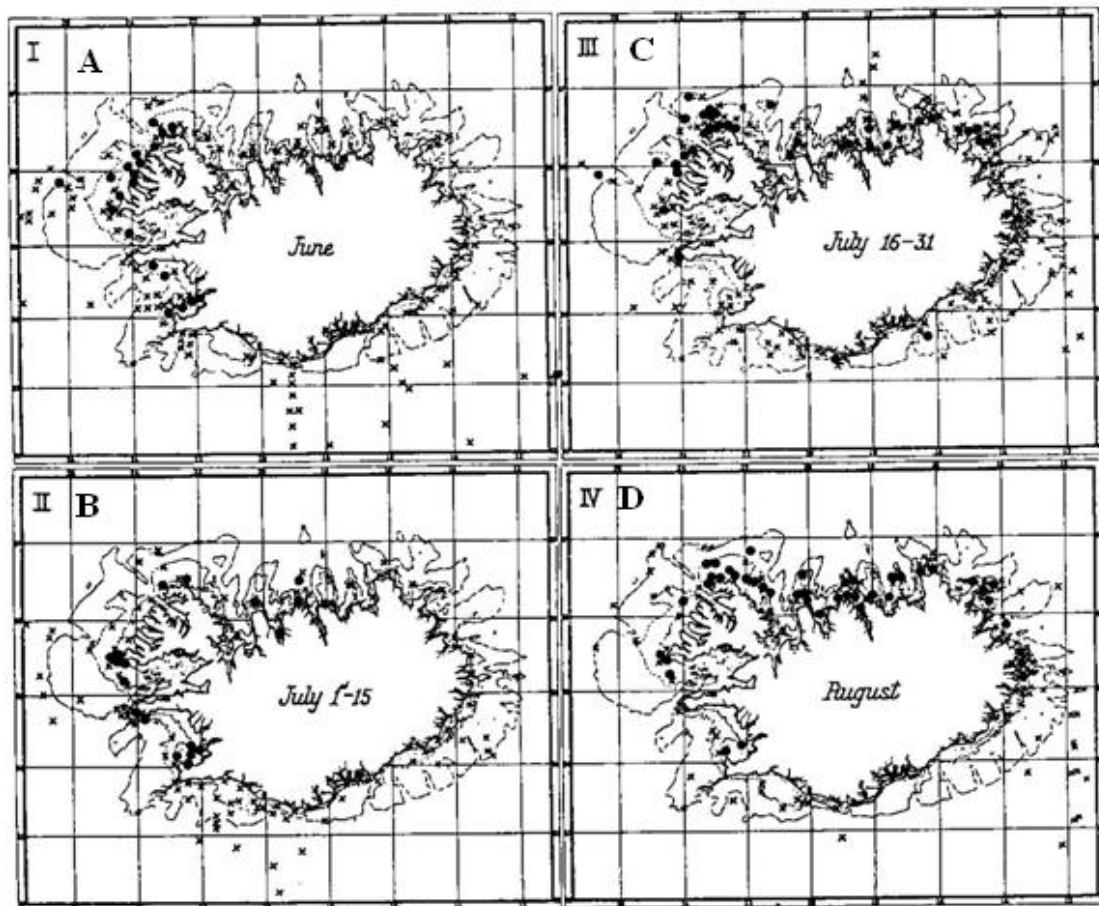
Brennihvelja (*C. capillata*) fannst ekki í Hvalfirði og ekki í Faxaflóa. Samanburður við fyrri gögn frá Jespersen (1940) benda til þess að útbreiðsla hvelja í strandsjónum hafi breyst síðan á árunum fyrir 1940. Jespersen (1940) greinir frá því að brennihveljan sé algeng allt umhverfis landið, þar á meðal út af Suðvesturlandi, sérstaklega snemmsumars (júní og júlí, 12. mynd). Bjarni Sæmundsson (1942) skráir enn fremur í sínar bækur frá Dönsku Thor leiðöngrunum árin 1904 og 1905 að brennihveljan og hveldýrahveljan *Staurophora mertensii* (Hydrozoa) voru algengar í sjónum norðan Íslands, en að brennihveljan fyndist allt umhverfis landið. Hann nefnir jafnframt nokkur staðbundin heiti fyrir hveljur frá Suður- og Suðvesturlandi (Bjarni Sæmundsson 1942). Þetta bendir til þess að útbreiðsla brennihvelju hafi verið mun suðlægari við upphaf og á fyrri hluta síðustu aldar og útbreiðslan hafi færst norðar síðan þá.

Skoðun á útbreiðslukortum frá Jespersen (1940) bendir einnig til þess að hveljurnar tvær birtist seinna á árinu (júní–ágúst) á fyrri hluta síðustu aldar en gerist nú

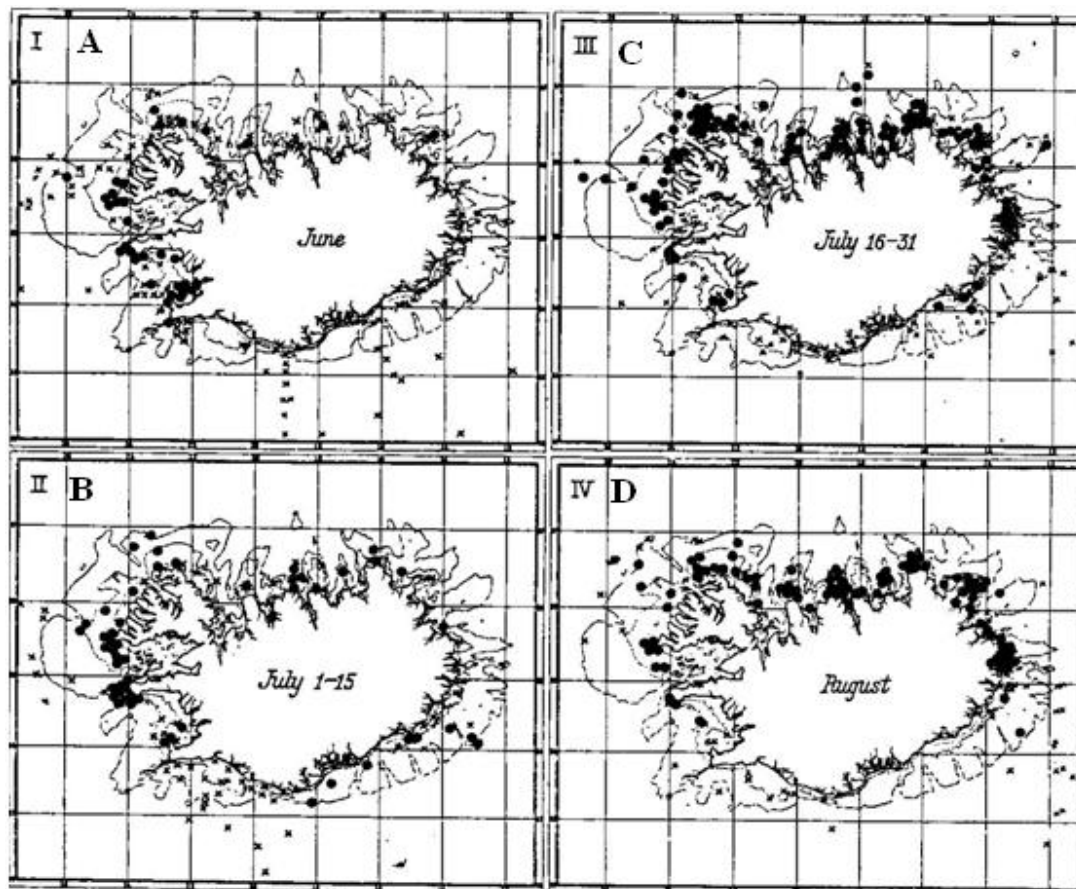
(maí og júní). Samkvæmt Jespersen (1940) birtist bláglytta fyrst við vesturströnd landsins í júní, en hér fundust efýrur og jafnvel smáar hveljur á öllum svæðum nema í Hvalfirði og í Mjóafirði þegar í maí. Þetta gæti bent til einhverra breytinga í árstíðabundnu ferli bláglyttu, en hins vegar verður að nefna að hugsanlegt er að netin sem notuð voru í leiðangrum á árunum 1930 til 1940 gætu hafa verið með of grófan mökva til að afla smárra hvelja og efýra. Jespersen (1940) safnaði jafnframt meira á úthafinu en hér var gert og þetta gæti hugsanlega útskýrt af hverju hann fann ekki neinar efýrur á þessum tíma. Útbreiðsla bláglyttu hér var mjög svipuð því sem Jespersen sá í júlí og ágúst (Jespersen 1940) (11. mynd) að því undanskildu að Jespersen (1940) fann ekki bláglyttu í Hvalfirði seint í júlí, en þar var hún mjög algeng árið 2008.

Brennihvelja (*C. capillata*) fannst hér aðeins í maí og júní í Patreksfirði og Tálknafirði, en Jespersen (1940) fann tegundina frá júní og fram eftir sumri, en tegundin var sérstaklega algeng í seinnipart júlí (12. mynd). Brennihveljan var skilgreind sem “vafalaust sérlega óalgeng við Norðurland” í júní (Jespersen 1940) en í þeim rannsóknum sem hér eru kynntar fannst lítil brennihvelja þegar í maí í Eyjafirði og var til staðar meira og minna allt sumarið (sjá Töflu 4). Þótt engar brennihveljur veiddust í júní, þá gæti það hafa orsakast af veðurfarslegum aðstæðum, því hér fundust brennihveljur bæði í júlí árin 2007 og 2008.

Hlutfallslega fáar brennihveljur veiddust í Mjóafirði árið 2008 og engar árið 2007. Tegundin var hins vegar að líkindum algeng þar árin 2001, 2002 og 2006 þegar brennihveljan orsakaði mikil afföll hjá laxi í fiskeldiskvíum í Mjóafirði (Valdimar I. Gunnarsson o.fl. 2007). Jespersen (1940) skráir brennihvelju sem algenga út af Austurlandi, sérstaklega síðsumars. Út frá fánlegum upplýsingum er þó erfitt að álykta um hvort hér sé um að ræða langtíma breytingar í magni tegundarinnar, því engar langtímarannsóknir á hlaupkenndu dýrasvifi við Ísland eru fyrirliggjandi. Nýlegar rannsóknir sem byggja á notkun átvísa (continuous plankton recorders) í Norður Atlantshafi sýna að sveiflur í magni marglyttna geti gengið í 30 ára ferlum nálægt landi og 20 ár í úthafinu í Norður-Atlantshafi (Gibbons og Richardson 2009).



11. mynd A-D. Kort sem sýna dreifingu bláglyttu (*Aurelia aurita*) við Ísland í júní (A), byrjun júlí (B), lok júlí (C) og ágúst (D) 1924-27, 1931-34 og 1938-39. Svörtu punktarnir þýða að bláglytta hafi fundist á stöðinni meðan x táknar stöð þar sem bláglyttur veiddust ekki (Jespersen 1940).



12. mynd A-D. Kort sem sýna dreifingu brennihvelju (*Cyanea capillata*) við Ísland í júní (A), byrjun júlí (B), lok júlí (C) og ágúst (D) 1924-27, 1931-34 og 1938-39. Svörtu punktarnir þýða að brennihvelja hafi fundist á stöðinni meðan x táknar stöð þar sem brennihveljur veiddust ekki (Jespersen 1940).

Á sama tíma og hlýnun hefur orðið í sjó þá hefur tíðni blóma hjá hveljum aukist á ýmsum nálægum hafsvæðum á liðnum árum (Brewer 1989, Purcell o.fl. 2007, Pauly o.fl. 2009, Hamner og Dawson 2009). Frá árinu 1996 hafa íslensk hafsvæði orðið fyrir hlýnun (Steingrímur Jónsson og Héðinn Valdimarsson 2005, Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson 2006, Ólafur S. Ástþórsson o.fl. 2007, Ólafur S. Ástþórsson 2008, Ástþór Gíslason o.fl. 2009). Þessi hlýnun hefur leitt til margvíslegra breytinga í samfélögum í sjó við Ísland og einkum í breyttri útbreiðslu nokkurra fisktegunda (Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson 2006, Ólafur S. Ástþórsson 2008, Lilja Stefánsdóttir 2008). Nýlegar rannsóknir á Íslandsmiðum benda til þess að tegundasamsetning og útbreiðsla fiska hafi breyst þar nýlega. Norrænar tegundir, svo sem loðna (*Mallotus villosus* (Müller, 1776)) hafa leitað norðar (Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson

2006, Ólafur S. Ástþórsson 2008, Lilja Stefánsdóttir 2008), á meðan tegundir sem hafa verið bundnar við Suðurland eða Suðvesturland eða verið algengastar þar, svo sem ýsa (*Melanogrammus aeglefinus* (Linnaeus, 1758)), kolmunni (*Micromesistius poutassou* (Risso, 1827)), ufsi (*Pollachius virens* (Linnaeus, 1758)), síld (*Clupea harengus* (Linnaeus, 1758)) og skötuselur (*Lophius piscatorius* (Linnaeus, 1758)), hafa í auknum mæli fundist við Norðurvestur- og Norðurland. Þar að auki eru tegundir sem áður voru sjaldgæfar eða sjaldséðar núna algengari, svo sem makríll (*Scomber scombrus* (Linnaeus, 1758)), augnasíld (*Alosa fallax* (Lacepède, 1803)) og sæsteinsuga (*Petromyzon marinus* (Linnaeus, 1758)). Það er vel mögulegt að útbreiðsla og magn annarra tegunda, svo sem bláglyttu (*A. aurita*) og brennihvelju (*C. capillata*) og annars hlaupkennds dýrasvifs sé ennfremur að mótast af þessum breytingum á hitastigi sjávar. Rannsóknir á nálægum hafsvæðum hafa sýnt að tengsl eru á milli breytinga í hitastigi og útbreiðslu hvelja (Gibbons og Richardson 2009).

Breytingar á útbreiðslu vissra fisktegunda getur jafnframt haft áhrif á magn og útbreiðslu marglytta og rannsóknir hafa sýnt að við ofveiði eða annað álag og/eða breytingar verða marglyttur ríkjandi í uppsjávarsamfélögum, sem áður hafa einkennst af uppsjávarfiskum (Purcell 1999, Purcell og Sturdevant 2001, Lynam o.fl. 2002, Purcell o.fl. 2007). Á liðnum 10 árum hefur útbreiðsla loðnu (*Mallotus villosus*) við Ísland breyst. Sumarútbreiðslan hefur færst norður og norðvestur, jafnvel allt að vesturströnd Grænlands (Ólafur S. Ástþórsson 2008). Loðna er mikilvægur afræningi á dýrasvifi og gæti þess vegna verið í samkeppni við hveljur eins og bláglyttu (*A. aurita*) og brennihvelju (*C. capillata*) um fæðu (Purcell og Sturdevant 2001). Þar að auki hefur loðnustofninn farið minnkandi á liðum árum (Anonymous 2008). Breytingar í úrbreiðslu og magni loðnu á Íslandsmiðum gætu verið meðal þeirra þátta sem móta tíðni marglyttna.

Aðrir þættir sem gætu haft áhrif á tíðni og myndun hveljusverma eru m.a. breytingar á hitastigi, breytingar á magni plöntu- og dýrasvifs, afrán á sepum, myndun á dvalarstigum, straumar og samkeppni milli hvelja (Hernroth og Gröndahl 1985, Gröndahl 1988b, Båmstedt o.fl. 1997, Purcell 1999, Arai 2009, Gibbons og Richardson 2009).

Niðurstöður þessara rannsókna sýna tengsl á milli þéttleika hvelja og hitastigs (4. mynd). Þéttleiki bláglyttu jókst með auknu hitastigi að vor- og sumarlagi. Breytingar á hitastigi gætu hafa sett hveljumyndun (strobilation) í gang að vorlagi.

Sepastigið er ákaflega mikilvægt stig. Arai (2009) taldi að sepinn gæti verið mikilvægur þáttur í hveljublóma með myndun á fóthylkjum (sérstakt dvalarstig sem sepinn myndar kynlaust við erfiðar aðstæður). Gröndahl (1988a) sá myndun á fóthylkjum að vetrarlagi, en síðan fylgdi myndun sepa út frá hylkjunum (excystment) og stróbíluring snemma að vori hjá bæði brennihvelju og bláglyttu í Svíþjóð. Enn er óljóst hvort marglyttur á Íslandsmiðum mynda fóthylki til að lifa af erfiðar aðstæður. Myndun á fóthylkjum er góð vörn gegn afræningjum, en separ verða oft fyrir miklu álagi af völdum ýmissa krabbadýra og bertálkna (Oakes og Haven 1971). Afræningjarnir éta sepana en skilja eftir heil fóthylki (Cargo og Schultz 1967, Hernroth og Gröndahl 1985). Afrán á sepum hefur verið talið einn af þeim þáttum sem mótar nýliðun hjá marglyttum að vorlagi (Hernroth og Gröndahl 1985).

Brennihveljan virðist verða kynþroska síðsumars. Í ágúst var orðið lítið um hveljur í uppsjónum á Vestfjörðum, en separ voru að myndast fram í september/október. Lirfur marglyttanna og hveldýranna virðast því vera í uppsjónum í dagóðan tíma áður en sepastigið hefst hérlendis. Ekki var unnt að sjá tengsl á milli dýpis og þéttleika marglyttusepa og hveldýrasepa, en kannað dýptarbilið var reyndar frekar þröngt. Tíðni sepa hveldýra- og marglyttasepa á plötum var svipuð, en hins vegar var fjöldi fullþroskaðra hveldýra mun meiri en marglytta þegar hveljur voru veiddar í yfirborði árið 2008. Líklegt er því að flestar tegundir hveldýra séu með sepastigið dýpra í sjónum og setjist því ekki á plöturnar. Separ hveldýra úr sýnum voru aðallega af ættunum Campanulariidae og Phialellidae, en hveljur þessara hveldýra voru meðal algengari tegunda í vatnsbolnum. Þannig reyndist algengasta hveldýrahveljan í uppsjónum vera *Clytia* sp. sem er af ættinni Campanulariidae, og auk hennar fannst *Obelia* sp. sem er af sömu ætt.

Magn af efýrulirfum brennihvelju að vorlagi út af Norðvesturlandi reyndist ekki góð vísbinding á þéttleika fullorðinna einstaklinga á sama svæði síðsumars. Hinar hlutfallslegu mörgu brennihveljuefýrur sem sáust í maí bæði í Patreksfirði/Tálknafirði og í Álftafirði skiluðu sér ekki í miklu magni brennihvelju seinna það sumar. Það er

hugsanlegt að Vestfirðir séu uppeldisstöðvar fyrir brennihvelju á Íslandsmiðum og hveljurnar berist með strandsjónum og Irminger straumnum austur með Norðurlandi og síðan suður með Austurlandi (Unnsteinn Stefánsson 1962, Hansen og Østerhus 2000). Jespersen (1940) benti á það að vesturströndin í heild sinni gæti verið uppeldissvæði, frá hverju hveljur bærust réttisælis umhverfis landið og alla leið til Austfjarða. Hins vegar, í ljósi þess að útbreiðsla tegundanna virðist hafa færst norður og austur á bóginn eftir athuganir Jespersens (1940), þá má búast við því að Vestfirðir hafi tekið yfir þetta hlutverk. Hinir þverhniptu klappir í hlíðum fjarðanna fyrir vestan og hinir hlutfallslegu grunnu firðir virðast bjóða upp á hentugt undirlag fyrir planúlur brennihveljunnar, sem leitast við að setjast á gróft yfirborð, sem snýr niður (Brewer 1976, Holst og Jarms 2007).

Niðurstöður rannsókna í Eyjafirði benda til þess að bláglytta (*A. aurita*) vaxi staðbundið í innri hluta fjarðarins, en brennihvelja (*C. capillata*) sé frekar útsjávar og vaxi frekar við mynni fjarðarins. Bláglytta er samkvæmt þessu frekar strandsjávartegund, eins og Jespersen (1940) ályktar. Þetta bendir enn fremur til þess að planúlulirfur tegundanna setjist á mismunandi svæðum, þ.e. bláglytta ef til vill grynna og nær landi en brennihveljan.

Árstíðabundin stærðardreifing hvelja

Stærðardreifing bláglyttu var mismunandi á milli hinna ýmsu svæða árið 2008 (5. mynd). Bláglytta frá Vestfjörðum var yfirleitt smærri en bláglytta í Hvalfirði og Eyjafirði. Ekki sást slíkur munur hjá brennihvelju.

Mikið magn fannst af brennihveljuefýrum á Vestfjörðum í maí en aðeins lítið magn fannst í Eyjafirði. Þetta getur bent til þess að staðbundinn stofn sé til staðar á báðum svæðunum. Bláglyttuefýrur voru hins vegar svipað algengar á svæðunum og gæti þessi munur því bent til þess að Vestfirðir séu aðal útungunarsvæðið fyrir brennihvelju, en staðbundin hveljumyndun sé svipuð hjá bláglyttu í Eyjafirði og á Vestfjörðum.

Efýrur beggja tegunda fundust eingöngu í maí. Efýrumyndunin (strobilation) er að líkindum tengd vorblóma plöntusvifsins, sem byrjar að myndast í lok mars eða í byrjun apríl á Íslandsmiðum og er venjulega í hámarki í maí (Kristinn Guðmundsson

1998, Anonymous 2009). Vorblóminn mótast af lagskiptingu sjávar og geislun sólar (Kristinn Guðmundsson 1998). Margar dýrasvifstegundir á Íslandsmiðum hafa lífsferla sem mótast af þessu og gjóta að vorlagi í tengslum við vorblómann (Ólafur S. Ástþórsson 1987, 1990).

Sviflægt stig lífsferils bláglyttu og brennihvelju er stutt á Íslandsmiðum, eða frá maímánuði þegar smávaxnar (< 1 cm í þvermál) efýrur birtast í uppsjónum, fram til september/október, þegar hveljurnar fara að hverfa úr uppsjónum sem stórar hveljur. Í Gullmarsfirði, Vestur-Svíþjóð, birtist brennihveljan þegar í mars til júní og kynþroska brennihveljur sjást með planúlu lirfur í júlí til nóvember (Gröndahl 1988a). Kynþroska hveljur með planúlu lirfur sáust frá lok ágúst fram í október á Íslandsmiðum. Uppsjávarfasi brennihveljunnar er því styttri á Íslandsmiðum en í Skagerrak. Í Skagerrak var hveljumyndun (strobilation) hjá bláglyttu í október, þegar mest var af dýrasvifi í uppsjónum, og á ný við vorblómann (Gröndahl 1988a), á meðan aðeins ein hveljumyndun er á Íslandsmiðum (maí). Í árósum Niantic árinna í Connecticut birtust efýrur af *Cyanea* sp. fljótlega eftir að ísa leysti í febrúar og hveljur í tímgunarástandi sáust seint í maí og í byrjun júní (Brewer 1989). Seint í júní og í júlí rýrnuðu (deteriorated) hveljurnar og hurfu úr uppsjónum (Brewer 1989).

Vöxtur hvelja einkennist af hröðum vexti í fáeina mánuði (Palomares og Pauly 2009). Vaxtartímanum fylgir síðan tími þar sem meðalstærð dýranna minnkar vegna þess að þroskuðustu dýrin fara að rýrna og hverfa úr uppsjónum (Russel 1970, Gröndahl 1988a, Brewer 1989, Palomares og Pauly 2009) eftir að hafa látið frá sér egg og lirfur. Sníkjumarflær (*Hyperia* spp.) geta hraðað þessu ferli, en þær narta í hveljurnar (Russel 1970). Niðurstöður rannsóknanna falla vel að þessum ferli.

Það er athyglisvert að bera saman þéttleikatölur bláglyttu við stærðardreifingu á milli athuganaáranna. Árið 2007 fannst minna af dýrum en árið 2008, en dýrin voru marktækt stærri árið 2007 en árið 2008. Þetta bendir til þess að stærð bláhvelju á Íslandsmiðum geti verið háð þéttleika. Minni samkeppni um fæðu gæti skýrt stærðarmuninn. Svona lagað er þekkt hjá ýmsum stofnum dýra (sjá t.d. Blackburn o.fl. 1993). Meiri magn af kynvef/lirfum hjá stærri dýrum gæti síðan haft áhrif á nýliðun og þá til stærri stofns árið 2008, en það er einnig hugsanlegt að betri umhverfisaðstæður fyrir sepa vorið 2008 hafi leitt til meiri framleiðslu á efýrum það ár, en separ geta lifað í

nokkur ár og ganga í gegnum nokkra fasa með hveljumyndun (strobilation) (Gröndahl 1988a).

Útbreiðsla hvelja í Eyjafirði 2008

Staðbundin útbreiðsla efýra bláglyttu (*Aurelia aurita*) og brennihvelju (*Cyanea capillata*) í hinum ~70 km langa Eyjafirði benda til þess að planúlu lirfur setjist og hveljumyndun (strobilation) hjá hinum tveimur tegundum sé á mismunandi svæðum og við ólíkar aðstæður á botni. Mestur þéttleiki hjá bláglyttu í innri hluta Eyjafjarðar í maí bendir til þess að aðal hveljumyndunin að vori sé þar. Hins vegar er ekki útlokað að efýrur safnist þar saman vegna strauma og vinda. Hægur suðaustlægur vindur var ríkjandi vikurnar fyrir sýnatöku í maí 2008 (upplýsingar frá Veðurstofu Íslands), svo áhrif vinda eru ólíkleg (Steingrímur Jónsson og Kristinn Guðmundsson 1994). Efýrur brennihvelju (*C. capillata*) voru hins vegar á sama tíma algengastar í miðjum firðinum og í mynni hans, sem bendir til þess að a.m.k. einhver hveljuframleiðsla hafi verið í miðjum firðinum eða að efýrur hafi borist með straumum inn í fjörðinn frá svæðum utan fjarðarins.

Í júlí reyndist mestur þéttleiki bláglyttu vera á ný innst í firðinum. Sterk norðanátt ríkti í vikunni áður en sýni voru tekin og gæti hafa haldið bláglyttunni í botni fjarðarins. Brennihveljan var hins vegar algengust í miðjum firðinum og rétt sunnar en í maí, og gæti þessi útbreiðsla því hafa mótast af ofangreindri norðanátt.

Í ágúst var mestur þéttleiki bláglyttu í miðjum firðinum. Hæg suðvestanátt ríkti í vikunni áður en sýni voru tekin, svo ljóst er að vindar hafa ekki mótað útbreiðsluna. Stærri einstaklingar (10–15 cm) voru yfirleitt staðsettir í miðjum firðinum, en smærri (5–10 cm) norðar. Þetta gæti bent til betri vaxtarskilyrða fyrir brennihvelju í syðri og miðhluta fjarðarins. Brennihveljan var algengust í mið- og norðurhluta fjarðarins, í nágrenni við Hrísey. Almenn bendir þó útbreiðslan til þess (7. og 8. mynd) að brennihvelja sé bundin við svæði nær fjarðarmynninu en bláglytta við innri hluta fjarðarins.

Frekari rannsóknir

Mikilvægt er að frekari rannsóknir á útbreiðslu og magni hveljanna fari fram til að auka frekar skilning og þekkingu á lifnaðarháttum hveljanna. Líklegt er að einhverjar langtímasveiflur séu í magni og útbreiðslu þeirra á Íslandsmiðum, en því hefur verið haldið fram að slíkar sveiflur geti varað í 20–30 ár (Gibbons og Richardson 2009). Útbreiðsla tegundanna á fyrri hluta síðustu aldar bendir einmitt til þess. Til að meta slíkar sveiflur er mikilvægt að setja á laggirnar langtíma vöktunarverkefni, sem taki til tuga ára.

Frekari upplýsingar um hið botnlæga stig hveljanna eru ennfremur mikilvægar til að efla skilning á lífsferlum tegundanna. Rannsóknir á þessu stigi lífsferilsins getur leitt í ljóst hvort ákveðin svæði þjóni því að vera uppvaxtarsvæði fyrir hveljurnar, eins og nefnt er í þessum rannsóknum. Slíkar upplýsingar geta ennfremur verið mikilvægar við hönnun á líkönum vegna forspár um magn og útbreiðslu hveljanna.

Nýlegar rannsóknir á erfðaeefni hvelja (Dawson 2003, 2005) hafa sýnt að fjölbreytileiki tegunda er meiri en áður var álitíð. Mikilvægt er að kanna ítarlegar erfðaeefni íslenskra marglyttna, m.a. til að athuga tengsl stofna og stofnhluta á mismunandi svæðum við Ísland og hugsanleg tengsl íslensku stofnanna við stofna á nálægum hafsvæðum.

Lokaorð

- Rannsóknin leiddi í ljós jákvæð tengsl á milli sjávarhita og þéttleika hvelja hér við land. Rannsóknir á nálægum hafsvæðum hafa leitt í ljós að hnattrænar veðurfarsbreytingar (hlýnun) geta leitt til aukinnar tíðni hveljublóma. Telja verður líklegt að það sama gildi hér við land.
- Útbreiðsla brennihvelju við landið hefur breyst frá því um miðbik síðustu aldar, þannig að meginútbreiðslusvæðið hefur færst norðar (meginútbreiðslusvæðið færst frá Vestur-, Norður- og Austurlandi til Norður- og Austurlands).

- Það tímabil sem bláglytta og brennihvelja eru sviflægar er styttra hér við land (maí-september/október) en á nálægum hafsvæðum. Því kunna vandamál tengd hveljufári að vera viðráðanlegri í fiskeldi hér samanborið við nágrannalöndin.
- Þéttleiki hvelja í yfirborðslögum er yfirleitt mestur frá júní til september. Smáhveljur eru ríkjandi fyrri hluta vaxtartímans en stórar hveljur, sem eru mestur skaðvaldur í fiskeldi, eru algengastar í ágúst. Fiskeldismenn þurfa því hafa sérstakan vara á síðsumars.
- Í Eyjafirði er kjörsvæði brennihvelju utar í firðinum en bláglyttu, og því meiri líkur á tjóni af völdum fyrrnefndu tegundarinnar tiltölulega utarlega í firðinum
- Brennihveljur eru yfirleitt tiltölulega smáar og skaðlausar í fiskeldissamhengi út af Vestfjörðum. Þar eru uppeldisstöðvar fyrir brennihvelju og þaðan dreifast þær með straumum austur með Norðurlandi.
- Í ljósi þess hversu lengi angar brennihveljunnar eru virkir eftir að þeir eru skornir af hveljunni er ljóst að varnargirðingar sem byggjast á því að slíta sundur hveljur eru ekki raunhæfur kostur sem vörn gagnvart brennihvelju hérlendis.
- Ljóst er að magn brennihvelju og bláglyttu sveiflast ekki í sama takti. Því má fullyrða að mikið magn af bláglyttu snemma hausts sé ekki vísbending um mikið magn af brennihvelju síðar það sama haust. Á sama hátt er unnt að fullyrða að lítið magn af bláglyttu sé ekki trygging fyrir litlu magni brennihvelju sama haust.
- Í ljósi mikilvægis hvelja í fæðuvistfræði hafsins og þess að hveljur geta verið skaðlegar í tengslum við fiskeldi er mikilvægt að halda áfram rannsóknum á hveljum hér við land. Á meðal atriða sem rannsaka þarf eru langtímabreytingar í magni og útbreiðslu í tengslum við umhverfisþætti, botnlægt stig lífsferilsins og erfðafræðirannsóknir.

Þakkir

Við viljum þakka eftirtöldum fyrir margvíslega hjálp við rannsóknirnar: Halldóri Pálmar Halldórssyni, Marinó Fannari Pálssyni, Óskari Sindra Gíslasyni, Jóni Erni Pálssyni, Kristin Tietje, Tryggva Sveinssyni (Einar í Nesi EA), Matthíasi Ágústssyni (Jörundur BA), Jóhanni Egilssyni (Anný SU) og Friðrik Jóhannssyni (Ramóna ÍS).

Þá viljum við þakka AVS fyrir styrk til rannsókna.

Heimildir

Adler L. og Jarms G. 2009. New insight into reproductive traits of scyphozoans: special methods of propagation in *Sanderia malayensis* Goette, 1886 (Pelagiidae, Semaestomeae) enable establishing a new classification of asexual reproduction in the class Scyphozoa. *Marine Biology* 156:1411–1420.

Agnar Ingólfsson 1996. The distribution of intertidal macrofauna on the coasts of Iceland in relation to temperature. *Sarsia* 81:29–44.

Anonymous 2008. Nytjastofnar sjávar 2007/2008. Aflahorfur Fiskveiðiárið 2008/2009. Hafrannsóknastofnunin Fjölrit nr. 138.

Anonymous 2009. Þættir úr vistfræði sjávar 2008. Hafrannsóknir nr. 145.

Arai M. N. 2009. The potential importance of podocysts to the formation of scyphozoan blooms: a review. *Hydrobiologia* 616:241–246.

Ástþór Gíslason, Hildur Pétursdóttir, Ólafur S. Ástþórsson, Kristinn Guðmundsson og Héðinn Valdimarsson 2009. Inter-annual variability in abundance and community structure of zooplankton south and north of Iceland in relation to environmental conditions in spring 1990–2007. *Journal of Plankton Research* 31:541–551.

Ballard L. og Myers A. 2008. Observations on the seasonal occurrence and abundance of gelatinous zooplankton in Lough Hyne, Co. Cork, South-West Ireland. *Proceedings of the Royal Irish Academy* 100B:75–83.

Båmstedt U., Ishii H. og Martinussen M. B. 1997. Is the scyphomedusa *Cyanea capillata* (L.) dependent on gelatinous prey for its early development? *Sarsia* 82:269–273.

Båmstedt U., Lane J. og Martinussen M. B. 1999. Bioenergetics of ephyra larvae of the scyphozoan jellyfish *Aurelia aurita* in relation to temperature and salinity. *Marine Biology* 135:89–98.

Båmstedt U., Wild B. og Martinussen M. B. 2001. Significance of food type for growth of ephyrae *Aurelia aurita* (Scyphozoa). *Marine Biology* 139:641–650.

Barz K. og Hirche H.-J. 2005. Seasonal development of scyphozoan medusa and the predatory impact of *Aurelia aurita* on the zooplankton community in the Bornholm Basin (central Baltic Sea). *Marine Biology* 147:465–476.

Barz K. og Hirche H.-J. 2007. Abundance, distribution and prey composition of scyphomedusae in the southern North Sea. *Marine Biology* 151:1021–1033.

Berstad, V., Båmstedt U. og Martinussen M. B. 1995. Distribution and swimming of the jellyfishes *Aurelia aurita* and *Cyanea capillata*. *Ecology of Fjords and Coastal Waters*. In: *Proceedings of the Mare Nor Symposium on the Ecology of Fjords and Coastal waters*, Tromsø, Norway, 5–9 December, 1994. 257–274.

Bjarni Sæmundsson 1942. Um láð og lög – ferðapistlar frá ýmsum tímum. Víkingsútgáfan Reykjavík. 454 bls.

Blackburn T. M., Brown V. K., Doube B. M., Greenwood J. J. D., Lawton J. H. og Stork N. E. 1993. The relationship between abundance and body size in natural animal assemblages. *Journal of Animal Ecology* 62:519–528.

Brewer R. H. 1976. Larval settling behavior in *Cyanea capillata* (Cnidaria: Scyphozoa). *Biological Bulletin* 150:183–199.

Brewer R. H. 1989. The annual pattern of feeding, growth and sexual reproduction in *Cyanea* (Cnidaria: Scyphozoa) in the Niantic River Estuary, Connecticut. *Biological Bulletin* 176:272–281.

Brodeur R. D., Mills C. E., Overland J. E., Walters G. E. og Schumacher J. D. 1999. Evidence for a substantial increase in gelatinous zooplankton in the Bering Sea, with possible links to climate change. *Fisheries Oceanography* 8 4:296–306.

Brodeur R. D., Sugisaki H. og Hunt Jr. G. L. 2002. Increases in jellyfish biomass in the Bering Sea: implications for the ecosystem. *Marine Ecology Progress Series* 233:89–103.

Cargo D. G. og Schultz L. P. 1967. Further observations on the biology of the sea nettle and jellyfishes in Chesapeake Bay. *Chesapeake Science* 8:209–220.

Colin S. P. og Kremer P. 2002. Population maintenance of scyphozoan *Cyanea* sp. settled planulae and the distribution of medusae in the Niantic River, Connecticut, USA. *Estuaries* 25:70–75.

Costello, J. H. og Colin S. P. 1995. Flow and feeding by swimming scyphomedusae. *Marine Biology* 124:399–406.

Dawson M. N. 2003. Macro-morphological variation among cryptic species of the moon jellyfish, *Aurelia* (Cnidaria: Scyphozoa). *Marine Biology* 143:369–379.

Dawson M. N. 2005. *Cyanea capillata* is not a cosmopolitan jellyfish: morphological and molecular evidence for *C. annaskala* and *C. rosea* (Scyphozoa: Semaestomeae: Cyaneidae) in south-eastern Australia. *Invertebrate Systematics* 19:361–370.

Doyle T. K., Houghton J. D. R., Buckley S. M., Hays G. C. og Davenport J. 2007. The broad-scale distribution of five jellyfish species across a temperate coastal environment. *Hydrobiologia* 579:29–39.

Erling Ólafsson 1975. Hveldýr – Hydrozoa. *Náttúrufræðingurinn* 45:1–28.

ESRI 2006. ArcGIS 9.2 ESRI, Inc., Redlands, CA, USA.

Gibbons M. J. og Richardson A. J. 2009. Patterns of jellyfish abundance in the North Atlantic. *Hydrobiologia* 616:51–65.

Graham W. M., Pages F. og Hamner W. M. 2001. A physical context for gelatinous zooplankton aggregations: a review. *Hydrobiologia* 451:199–212.

Gröndahl F. 1988a. A comparative ecological study on the scyphozoans *Aurelia aurita*, *Cyanea capillata* and *C. lamarckii* in the Gullmar Fjord, western Sweden, 1982 to 1986. *Marine Biology* 97:541–550.

Gröndahl F. 1988b. Interactions between polyps of *Aurelia aurita* and planktonic larvae of scyphozoans: an experimental study. *Marine Ecology Progress Series* 45:87–93.

Hamner W. M. og Dawson M. N. 2009. A review and synthesis on the systematics and evolution of jellyfish blooms: advantageous aggregations and adaptive assemblages. *Hydrobiologia* 616:161–191.

Hamner W. M., Madin L. P., Alldredge A. L., Gilmer R. W. og Hamner P. P. 1975. Underwater observation of gelatinous zooplankton: Sampling problems, feeding biology and, behavior. *Limnology and Oceanography* 20:907–917.

Hansen B. og Østerhus S. 2000. North Atlantic-Nordic Seas exchanges. *Progress in Oceanography* 45:109–208.

Hansson L. J. 2006. A method for in situ estimation of prey selectivity and predation rate in large plankton, exemplified with the jellyfish *Aurelia aurita* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 328:113–126.

Helmholz H., Ruhnau C., Schütt C. og Prange A. 2007. Comparative study on the cell toxicity and enzymatic activity of two northern scyphozoan species *Cyanea capillata* (L.) and *Cyanea lamarckii* (Péron & Lésieur). *Toxicon* 50:53–64.

Hernroth L. og Gröndahl F. 1985. On the biology of *Aurelia aurita* (L.): 2. Major factors regulating the occurrence of ephyrae and young medusa in the Gullmar Fjord, western Sweden. *Bulletin of Marine Science* 37:567–576.

Holst S. og Jarms G. 2007. Substrate choice and settlement preferences of planula larvae of five Scyphozoa (Cnidaria) from German Bight, North Sea. *Marine Biology* 151:863–871.

Hosia A. 2007. Gelatinous zooplankton in western Norwegian fjords – Ecology, systematics and comparison with adjacent waters. Dissertation for the degree philosophiae doctor (PhD). University of Bergen.

Hosia A. og Båmstedt U. 2007. Seasonal changes in the gelatinous zooplankton community and hydromedusa abundances in Korsfjord and Fanafjord western Norway. *Marine Ecology Progress Series* 351:113–127.

Hsieh Y-H. P., Leong F-M. og Rudloe J. 2001. Jellyfish as food. *Hydrobiologia* 451:11–17.

Hurlbert S. H. 1971. The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* 52:577–586.

Jespersen P. 1940. Investigations on the quantity and distribution of zooplankton in Icelandic waters. *Meddelser fra kommissionen for Danmarks Fiskeri- og Havundersogelser. Serie: Plankton. Bind III. Nr. 5* C.A. Reitzels Forlag, Copenhagen.

Kramp P. L. 1938. Marine Hydrozoa. Hydroida. *Zoology of Iceland* 2 (5a):1–82.

Kramp P. L. 1939. Medusae, Siphonophora, and Ctenophora. *Zoology of Iceland* 2 (5b):1–37.

Kramp P. L. 1959. The Hydromedusae of the Atlantic Ocean and adjacent waters. *Dana-Report* 46:1–283.

Kristinn Guðmundsson 1998. Long-term variation in phytoplankton productivity during spring in Icelandic waters. *ICES Journal of Marine Science* 55:635–643.

Lilja Stefánsdóttir 2008. Groundfish species diversity and assemblage structure in Icelandic waters during a period of rapid warming (1996–2007). *Meistaraprófsritgerð, Háskóli Íslands*.

Lynam C. P., Gibbons M. J., Axelsen B. E., Sparks C. A. J., Coetzee J., Heywood B. G. og Brierley A. S. 2002. Jellyfish overtake fish in a heavily fished ecosystem. *Current Biology* 16:492–493.

Lynam C. P., Heath M. R., Hay S. J. og Brierley 2005. Evidence for impacts by jellyfish on North Sea herring recruitment. *Marine Ecology Progress Series* 298:157–167.

Martinussen M. B. og Båmstedt U. 1999. Nutritional ecology of gelatinous planktonic predators. Digestion rate in relation to type and amount of prey. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 232:61–84.

Nishikawa J., Nishida S., Moku M., Hidaka K. og Kawaguchi K. 2001. Biomass, abundance, and vertical distribution of micronekton and large gelatinous zooplankton in subarctic Pacific and the Bering Sea during the summer of 1997. *Journal of Oceanography* 57:361–375.

Oakes M. J. og Haven D. S. 1971. Some predators of polyps of *Chrysoira quinquecirrha* (Scyphozoa, Semaestomae) in the Chesapeake Bay. *Virginia Journal of Science* 22:45–46.

Ólafur S. Ástþórsson 1987. Records and life history of *Praunus flexuosus* (Crustacea: Mysidacea) in Icelandic waters. *Journal of Plankton research* 9:955–964.

Ólafur S. Ástþórsson 1990. Agga í Ísafjarðardjúpi – *Thysanoessa raschi* (Crustacea, Euphausiacea) in Ísafjörður-deep, north-west Iceland. *Náttúrufræðingurinn* 60:179–189.

Ólafur S. Ástþórsson 2008. Veðurfar og lífríki sjávar á Íslandsmiðum. Þættir úr vistfræði sjávar 2007. Hafrannsóknastofnunin Fjölrit nr. 139.

Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson 2006. New fish records and records of rare southern fish species in Icelandic waters in the warm period 1996–2005. International Council for the Exploration of the Sea Cm 2006/C20.

Ólafur S. Ástþórsson, Ástþór Gíslason og Steingrímur Jónsson 2007. Climate variability and the Icelandic marine ecosystem. *Deep-Sea Research II* 54:2456–2477.

Pagès F., González H. E., Ramón M., Sobarzo M. og Gili J.-M. 2001. Gelatinous zooplankton assemblages associated with water masses in the Humboldt current system, and potential predatory impact by *Bassia bassensis* (Siphonophora: Calycophorae). *Marine Ecology Progress Series* 210:13–24.

Palomares M. L. D. og Pauly D. 2009. The growth of jellyfishes. *Hydrobiologia* 616:11–21.

Pauly D., Graham W., Libralato S., Morissette L. og Palomares M. L. D. 2009. Jellyfish in ecosystems, online databases, and ecosystem models. *Hydrobiologia* 616:67–85.

Purcell J. E. 1999. Jellyfish as competitors and predators of fishes. Exxon Valdez Oil Spill Restoration Project Annual Report – Restoration Project (APEX) 98163S.

Purcell J. E. 2003. Predation on zooplankton by large jellyfish, *Aurelia labiata*, *Cyanea capillata* and *Aequorea aequorea*, in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology Progress Series* 246:137–152.

Purcell J. E., Brown E. D., Stokesbury K. D. E., Haldorson L. H. og Shirley T. C. 2000. Aggregations of the jellyfish *Aurelia labiata*: abundance, distribution, association with age-0 walleye Pollock, and behaviors promoting aggregation in Prince William Sound, Alaska, USA. *Marine Ecology Progress Series* 195:145–158.

Purcell J. E., Siferd T. D. og Marliave J. B. 1987. Vulnerability of larval herring (*Clupea harengus pallasii*) to capture by the jellyfish *Aequorea victoria*. *Marine Biology* 94:157–162.

Purcell J. E. og Sturdevant M. V. 2001. Prey selection and dietary overlap among zooplanktivorous jellyfish and juvenile fishes in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology Progress Series* 210:67–83.

Purcell J. E., Uye S. og Lo W. 2007. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and the direct consequences for humans: a review. *Marine Ecology Progress Series* 350:153–174.

R Development Core Team 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

Raskoff K. A., Purcell J. E. og Hopcroft R. R. 2005. Gelatinous zooplankton of the Arctic Ocean: in situ observations under the ice. *Polar Biology* 28:207–217.

Raskoff K. A., Sommer F. A., Hamner W. M. og Cross K. M. 2003. Collection and culture techniques for gelatinous zooplankton. *Biological Bulletin* 204:68–80.

Russel F. R. S. 1970. The Medusae of the British Isles – II. Pelagic Scyphozoa with a supplement to the first volume on Hydromedusae. The University Press, Cambridge, 284 bls.

Schuchert P. 2000. Hydrozoa (Cnidaria) of Iceland collected by the BIOICE programme. *Sarsia* 85:411–438.

Schuchert P. 2001. Hydroids of Greenland and Iceland (Cnidaria, Hydrozoa). *Meddelser om Grønland, Bioscience* 53:1–185.

Shannon C. E. og Weaver W. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana. 117 bls.

Steingrímur Jónsson og Kristinn Guðmundsson 1994. An interdisciplinary study of Eyjafjörður, North Iceland. International Council for the Exploration of the Sea. Cm 1994/C6.

Steingrímur Jónsson og Héðinn Valdimarsson 2005. The flow of Atlantic water to the North Icelandic Shelf and its relation to the drift of cod larvae. ICES Journal of Marine Science 62:1350–1359.

Svend-Aage Malmberg og Héðinn Valdimarsson H. 2003. Hydrographic conditions in Icelandic waters, 1990–1999. ICES Marine Science Symposia 219: 50–60.

Torres-Ramos M.A. og Aguilar M.B. 2003. Recent Advances in Cnidarian Neurotoxin Research. Comments on Toxicology 9: 161–174.

Unnsteinn Stefánsson 1962. North Icelandic Waters. Rit Fiskideildar 3:1–269.

van Hying J. M. og Cooney R. T. 1974. Association of walleye pollock *Theragra chalcogramma*, with the jellyfish, *Cyanea*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists 3:791.

Valdimar I. Gunnarsson, Fiskeldishópur AVS og Karl Gunnarsson 2007. Umhverfismál og eldistækni. Í: Staða þorskeldis á Íslandi, samkeppnishæfni og stefnumótun rannsókn- og þróunarstarfs, bls 44–76.

West E. J., Welsh D. T. og Pitt K. A. 2009. Influence of decomposing jellyfish on the sediment oxygen demand and nutrient dynamics. Hydrobiologia 616:151–160.

You K., Ma C., Gao H., Li F., Zhang M., Qui Y. og Wang B. 2007. Research on the jellyfish (*Rhopilema esculentum* Kishinouye) and associated aquaculture techniques in China: current status. *Aquaculture International* 15:479–488.

Östman C. og Hydman 1997 J. Nematocyst analysis of *Cyanea capillata* and *Cyanea lamarckii* (Scyphozoa, Cnidaria). *Scientia Marina* 61: 313–344.

Viðaukar

Viðauki 1. Hitastig

Meðal yfirborðshiti á sjálfvirkum mælistöðvum Hafrannsóknarstofnunnarinnar í sýnatökufjörðunum eða nærliggjandi fjörðum.

Sýnatökudagur	Yfirborðshiti (°C)	Sýnatökudagur	Yfirborðshiti (°C)
Patreksfjörður og Tálknafjörður		Eyjafjörður	
18.4.2008	3.7°	10.7.2007	11.5°
1.5.2008	3.5°	28.8.2007	10.0°
16.5.2008	5.4°	28.9.2007	7.2°
11.6.2008	8.9°	28.5.2008	5.4°
10.7.2008	10.4°	18.6.2008	7.6°
6.8.2008	12.0°	25.7.2008	10.3°
4.9.2008	11.0°	18.8.2008	10.3°
		9.9.2008	9.4°
Álftafjörður		Mjóifjörður	
2.7.2007	10.6°	30.7.2007	9.5°
13.8.2007	10.8°	16.8.2007	7.8°
8.5.2008	4.3°	15.8.2008	9.9°
9.7.2008	9.0°	8.9.2008	8.3°
19.8.2008	11.0°		
8.10.2008	10.9°		
		Hvalfjörður	
		6.7.2007	12.1°
		24.7.2007	13.7°
		27.8.2007	12.2°
		4.7.2008	9.6°
		30.7.2008	12.6°
		12.8.2008	13.4°

Viðauki 2. Staðsetning sýnatökustöðva

Staðsetning stöðvanna í þessari rannsókn.

Fjörður	Breiddargráða (°N)	Lengdargráða (°W)
Patreksfjörður 1	65°32.04	23°33.42
Patreksfjörður 2	65°34.64	23°54.48
Patreksfjörður 3	65°38.75	24°05.56
Tálknafjörður 1	65°37.66	23°49.81
Tálknafjörður 2	65°39.90	24°03.26
Álftafjörður 1	66°03.404	22°58.876
Álftafjörður 2	66°02.818	22°58.212
Álftafjörður 3	66°02.272	22°58.812
Álftafjörður 4	66°01.824	22°58.286
Álftafjörður 5	66°01.161	22°58.881
Álftafjörður 6	66°00.512	22°58.934
Álftafjörður 7	66°01.153	22°58.060
Álftafjörður 8	66°01.918	22°57.947
Álftafjörður 9	66°02.577	22°57.797
Álftafjörður 10	66°03.690	22°58.872
Eyjafjörður 1	65°41.003	18°04.471
Eyjafjörður 2	65°41.251	18°03.610
Eyjafjörður 3	65°41.768	18°05.070
Eyjafjörður 4	65°41.987	18°04.121
Eyjafjörður 5	65°42.104	18°05.917
Eyjafjörður 6	65°42.547	18°04.595
Eyjafjörður 7	65°42.902	18°06.998
Eyjafjörður 8	65°43.018	18°04.823
Eyjafjörður 9	65°43.527	18°05.188
Eyjafjörður 10	65°44.050	18°05.529
Eyjafjörður 11	65°44.518	18°05.968
Eyjafjörður 12	65°45.134	18°06.330
Eyjafjörður 13	65°45.372	18°08.546
Eyjafjörður 14	65°45.520	18°06.145
Eyjafjörður 15	65°46.004	18°05.888
Eyjafjörður 16	65°47.271	18°50.537
Eyjafjörður 17	65°48.084	18°04.427
Eyjafjörður 18	65°49.256	18°04.287
Eyjafjörður 19	65°50.208	18°04.519
Eyjafjörður 20	65°50.432	18°11.105
Eyjafjörður 21	65°51.442	18°11.605
Eyjafjörður 22	65°51.983	18°07.238
Eyjafjörður 23	65°52.264	18°12.660
Eyjafjörður 24	65°54.161	18°15.167
Eyjafjörður 25	65°54.969	18°12.088
Eyjafjörður 26	65°57.325	18°13.184
Eyjafjörður 27	65°58.493	18°31.008
Eyjafjörður 28	65°59.512	18°16.377
Eyjafjörður 29	65°59.841	18°29.900
Eyjafjörður 30	66°01.187	18°29.696
Eyjafjörður 31	66°01.247	18°17.811
Eyjafjörður 32	66°02.248	18°30.530
Eyjafjörður 33	66°03.826	18°19.390

Viðauki 2 **framhald**

Eyja fjörður 34	66°05.773	18°32.385
Eyja fjörður 35	66°05.773	18°25.712
Eyja fjörður 36	66°06.168	18°20.859
Mjóifjörður 1	65°12.706	13°39.269
Mjóifjörður 2	65°12.440	13°42.270
Mjóifjörður 3	65°12.151	13°45.199
Mjóifjörður 4	65°12.137	13°48.112
Mjóifjörður 5	65°12.183	13°51.109
Mjóifjörður 6	65°12.058	13°54.145
Mjóifjörður 7	65°11.737	13°57.206
Mjóifjörður 8	65°11.432	14°00.651
Hvalfjörður 1	64°22.068	21°31.113
Hvalfjörður 2	64°20.020	21°47.563
Hvalfjörður 3	64°13.671	22°04.822
Hvalfjörður 4	64°22.415	21°40.542
