

# Hafrannsóknir nr. 152

## **Þættir úr vistfræði sjávar 2009**

*Environmental conditions in Icelandic waters 2009*

Reykjavík 2010

---



## Formáli / Foreword

Á Hafrannsóknastofnuninni er unnið að margvíslegum rannsóknum á vistfræði sjávar og beinast þær m.a. að því að fylgjast með langtímabreytingum á ástandi sjávar og lífríki í yfirborðslögum. Rannsóknir þessar hafa jafnan verið notaðar við umfjöllun um líklega þróun nytjastofna og eru því einn af þeim þáttum er mynda forsendur ráðgjafar stofnunarinnar um verndun og nýtingu fiskistofnanna. Allt frá árinu 1994 hefur verið greint frá helstu niðurstöðum þessara rannsókna í skýrslu um ástand sjávar og umhverfisþætti.

Skýrslan sem hér birtist fjallar um árið 2009, en einnig eru niðurstöðurnar settar í samhengi langtímaþróunar. Á tímum mikilla breytinga á hitaskilyrðum og sjógerðum við strendur Íslands eru langtímarannsóknir af þessu tagi afar mikilvægar. Í ljósi þeirra athugana sem nú liggja fyrir um ástand sjávar 2009, má ráða að enn ríki ástand hlýskeyðs á Íslandsmiðum og hefur lífríkið greinilega lagað sig að því. Í byrjun þessa árs var haldin tveggja daga ráðstefna á vegum stofnunarinnar þar sem gerð var grein fyrir niðurstöðum rannsókna á vistkerfi Íslandshafs með sérstöku tilliti til breyttra hitaskilyrða undanfarinn áratug. Verður þeim gerð nánari skil síðar í sérstakri skýrslu.

Í lokakafla ritsins er að finna safn stuttra greina um vistfræði sjávar eftir starfsmenn og samstarfsmenn stofnunarinnar, um vistfræði marglyttna við landið, áhrif breyttra umhverfisaðstæðna á vöxt og viðgang skötusels og makrils hér við land, hvalamerkingar og nýja landnema í botnþörungafánu landsins.

Stuttu greinarnar eru skrifaðar undir nafni höfunda, en að öðru leyti sá sérstakur starfshópur um útgáfu skýrslunnar. Starfshópurinn skipa Agnes Eydal, Héðinn Valdimarsson, Karl Gunnarsson, Kristinn Guðmundsson, Sólveig Ólafsdóttir og Ástþór Gíslason, sem jafnframt er ritstjóri þessarar útgáfu. Ólafur S. Ástþórsson las yfir handritið og Helga Lilja Bergmann bjó skýrsluna til prentunar. Er þeim öllum þökkud vel unnin störf og einnig öðrum þeim starfsmönnum stofnunarinnar sem tekið hafa þátt í söfnun og úrvinnslu þessara gagna, bæði á sjó og landi.

Reykjavík 12. maí 2010

Jóhann Sigurjónsson



## Efnisyfirlit / Contents

bls. / page

<b>Ágrip</b> .....	7
<i>English summary</i> .....	7
<b>1. Ástand sjávar og svífsamfélög</b>	
<i>Environmental conditions and plankton communities</i> .....	9
<b>2. Langtímabreytingar</b>	
<i>Long-term changes</i> .....	15
<b>3. Stuttar greinar um vistfræði sjávar</b>	
<i>Short notes on marine ecology</i> .....	20
Guðjón Már Sigurðsson ofl. <b>Hveljur í Patreksfirði og Tálknafirði sumarið 2008 /</b> <i>Jellyfish in Patreksfjörður and Tálknafjörður during the summer 2008</i> .....	20
Ólafur S. Ástþórsson, Þorsteinn Sigurðsson og Sveinn Sveinbjörnsson <b>Makrill á Íslandsmiðum / Mackarel in Icelandic waters</b> .....	25
Jón Sólmundsson, Einar Jónsson og Höskuldur Björnsson <b>Skötuselur við Ísland: Áhrif umhverfisbreytinga á stofnin og tengsl við önnur</b> <b>hafsvæði / Monkfish at Iceland: Environmental effects on the stock and connections to</b> <i>other areas</i> .....	33
Gísli A. Víkingsson. <b>Notkun gervitunglasenda til rannsókna á ferðum hvala /</b> <i>Application of satellite telemetry in research on the movements of baleen whales</i> .....	39
Karl Gunnarsson og Svanhildur Egilsdóttir. <b>Framandi tegundir botnþörungna í sjó við</b> <b>Ísland / Alien seaweed species in Icelandic waters</b> .....	47
<b>4. Viðauki. Umhverfisþættir í maí-júní 1952-2009</b>	
<i>Appendix. Environmental variables in May-June 1952-2009</i> .....	52



## ÁGRIP

Fyrsti kafli skýrslunnar fjallar um niðurstöður rannsókna á vistfræði sjávar við Ísland árið 2009. Í honum er gerð grein fyrir ástandi sjávar, styrk næringarefna í yfirborðslögum sjávar og útbreiðslu og magni svifs við landið. Sagt er frá fyrir ársfjórðungslegum rannsóknum á hita og seltu, en sérstök áhersla lögð á umhverfis- og vistfræðiathuganir í svokölluðum vorleiðöngurum sem farnir eru í seinni hluta maímánaðar en í þeim eru gerðar mælingar á hita og seltu, næringarefnum og plöntu- og dýrasvífi. Þá er einnig greint frá vöktunarverkefni til að fylgjast með eiturþörungum við strendur landsins. Annar kafli skýrslunnar lýsir langtímabreytingum í hita og seltu og dýrasvífi. Í síðasta kafla skýrslunnar eru greinar um afmörkuð efni er varða vistfræði sjávar. Loks er viðaukatala með tölugildum fyrir umhverfisþætti fyrir hvert ár, sem notuð hefur verið við ýmiss konar samanburð á milli ára.

Í megindrátum má segja að árið 2009 hafi hiti og selta í yfirborðslögum sjávar umhverfis landið verið um eða yfir meðallagi og vel yfir því síðari hluta ársins. Síðari hluta máí var vorhámark svifgróðurs yfirstaðið í Faxaflóanum. Utar á landgrunninu vestan landsins og norður um að Húnaflóa var vorkoma gróðurs vart hafin, en næst landi var vöxtur gróðurs hins vegar kominn vel af stað. Út af Norðurlandi, austan Húnaflóa og austur um land var mikill þörungablómi og verulega farið að ganga á næringarefnaforðann. Vestur með landinu sunnanverðu var gróður í vexti, einkum næst landi, en farið að ganga talsvert á næringarefnaforðann. Síðari hluta máí var átumagn á vestur, norður- og austurmiðum undir meðallagi en í meðallagi fyrir sunnan. Séu niðurstöður áturannsóknanna vorið 2009 bornar saman við vorið 2008 kemur í ljós að á flestum stöðum var átumagn minna en þá.

Helstu niðurstöður vöktunar eiturþörungum við landið eru þær að fjöldi *Alexandrium* tegunda fór langt yfir viðmiðunarmörk um hættu á PSP-eitrun í skelfiski á öllum athugunarstöðunum árið 2009, og þá helst yfir hásumarið. Fjöldi *Dinophysis* tegunda var yfir viðmiðunarmörk um hættu á DSP-eitrun einhvern tíma á öllum stöðvum nema við Flatey í Breiðafirði. Fjöldi *Pseudo-nitzschia* tegunda komst langt yfir viðmiðunarmörk um hættu á ASP-eitrun í skelfiski í Hvalfirði og fór einnig yfir viðmiðunarmörk í Breiðafirði.

### Stuttar greinar um vistfræði sjávar

Fyrsta greinin segir frá rannsóknum á ársferlum og mergð hveldýra, marglyttna og kambhvelja sem gerðar voru í Patreksfirði og Tálknafirði árið 2008. Smáhveljan *Clytia* sp. var algengasta hveldýrið, en af stórhveljum fannst mest af bláglyttu (*Aurelia aurita*), og um vorið fannst mikið af ungstigum brennihvelju (*Cyanea capillata*).

Önnur greinin fjallar um líffræði og veiðar á makríl í Norður-Atlantshafi og komur hans á Íslandsmið frá því að hans varð fyrst vart hér við land í lok 19. aldar og fram á seinustu ár. Á þessu árabili tengjast skráðar komur makríls aðallega þremur tímabilum, þ.e. upphafi 20. aldar og hlýviðristímabilum frá því um 1925–1945 og síðan frá 1996 og fram til dagsins í dag.

Í þriðju greininni er umfjöllunarefnið skötuselur við Ísland og áhrif umhverfisbreytinga á þróun stofnsins, en bæði stofnstærð og útbreiðsla skötusels á Íslandsmiðum hefur breyst verulega frá lokum síðasta áratugar sem líklega má rekja til breytinga á ástandi sjávar sunnan og vestan Íslands.

Í fjórðu greininni er svo gerð grein fyrir notkun gervitungsenda til að fylgjast með ferðum þriggja hvalategunda hér við land, hrefnu, hnúfubaks og steypireyðar. Rannsóknirnar hafa varpað ljósi á far hvalanna til og frá Íslandi en einnig á ferðir utan fartíma.

Loks er svo grein þar sem sagt er frá tveimur nýjum landnemunum í botnþörungafánu Íslands, sem eru upprunnar í Kyrrahafi, grænþörungnum *Codium fragile* og rauðþörungnum *Bonnemaisonia hamifera* (tetragróliður), en þær vaxa nú báðar við Suðvestur- og Vesturland.

## SUMMARY

The first section of this report describes environmental monitoring in the waters around Iceland during the year 2009. The main emphasis is on research carried out during the annual spring survey during the latter part of May. The second section describes long-term trends in hydrography and zooplankton abundance, while the last section is a collection of short papers on some of the marine ecological work carried out by the Marine Research Institute.

Temperature and salinity in surface waters in 2009 was generally above the long-term average. In the latter part of May, the spring phytoplankton bloom was over in Faxaflói bay. In the more offshore areas west and northwest of Iceland, the spring blooming had hardly begun, while off the northeast, east and south coasts significant phytoplankton growth had started. During the latter part of May, zooplankton biomass off the west, north and east coasts was below long-term average, while near average values were recorded off the south coast. During the latter part of May, zooplankton biomass in Icelandic surface waters was generally lower in 2009 compared to 2008.

Monitoring of harmful alga revealed that the numbers of *Alexandrium* spp., *Dinophysis* spp. and *Pseudo-*

*nitzschia* exceeded critical levels for PSP, DSP, and ASP toxicity, respectively, in several areas during the summer months.

#### ***Short papers on marine ecology***

The first paper reports on a study on the seasonal abundance of jellyfish that was carried out in Patreksjörður and Tálknafjörður on the Westfjord peninsula in 2008. *Aurelia aurita* was the most abundant scyphozoan found in the study, while significant numbers of *Cyanea capillata* juveniles were found in spring.

The second paper describes the biology and fishery of mackerel as based on information from the literature while more detailed information is presented on the occurrence of mackerel in Icelandic waters during the last 100 years. The occurrence of mackerel is mainly reported during three periods, at the onset of the 20th. century and then during two warm periods i.e. 1925–1945 and 1996 until present.

The third paper reports on environmental effects on the stock size of monkfish in Icelandic waters and possible connections to nearby areas. The stock size and distribution of monkfish in Icelandic waters has changed significantly since the end of the last decade, and this may reflect changes that have taken place in the oceanic environment around the island during the same period.

The fourth paper reports on whale tracking experiments off Iceland using satellite telemetry. An account is given of these experiments on three species of baleen whales - minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*), humpback whale (*Megaptera novaeangliae*), and blue whale (*Balaenoptera musculus*) - during 2001-2010. The results cast novel light on the migration patterns of these whales around Iceland and their movements outside the migratory periods.

The last paper reports on two introduced seaweed species of Pacific origin that have been registered in southwestern and western Iceland, the green seaweed *Codium fragile* and the red *Bonnemaisonia hamifera* (*Trailliella*-phase).

---



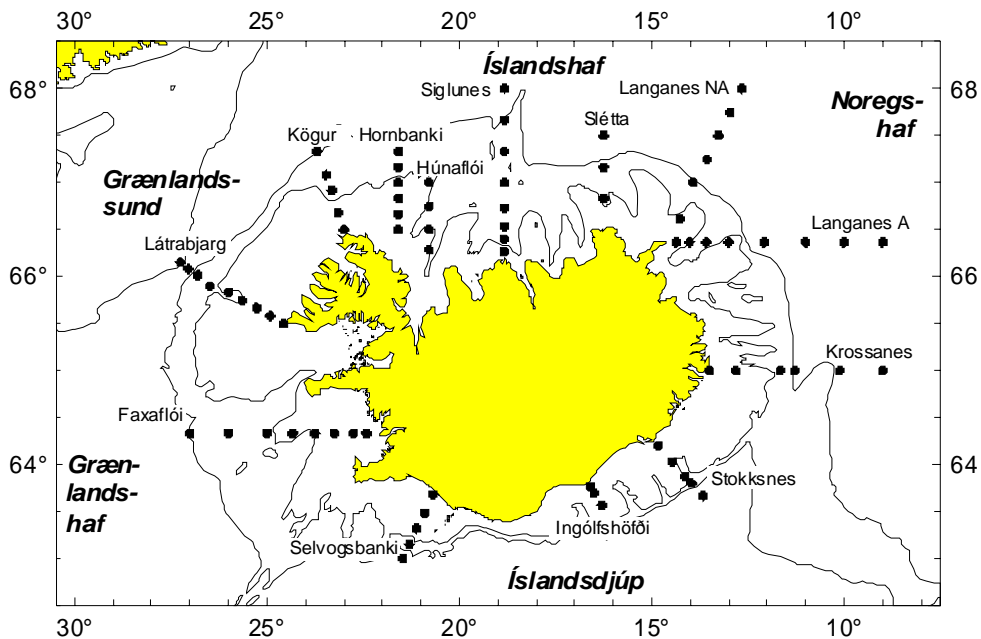
# 1. Ástand sjávar og svifsamfélög

## *Environmental conditions and plankton communities*

### Inngangur / Introduction

Flókið samspil umhverfisþátta hefur margvísleg áhrif á fæðuvefinn í sjónum og þar með á vöxt og viðgang nytjastofna við landið. Á hverju ári fylgist Hafrannsóknastofnunin því með helstu umhverfisþáttum og svifsamfélögum á Íslandsmiðum og er í þessu hefti gerð grein fyrir niðurstöðum athugana sem gerðar voru á árinu 2009.

Á tímabilinu frá febrúar 2009 til nóvember 2009 voru hiti og selta mæld í hafinu umhverfis Ísland á fjórum árstíðum. Mælt var á staðalsniðum (1.mynd): í vetrarleiðangri í febrúar, vorleiðangri í maí, í ágúst og loks í haustleiðangri í nóvember.



1. mynd. Staðalsnið með stöðvum þar sem fram fara reglubundnar mælingar og sýnatökur til sjó- og svifrannsóknna umhverfis Ísland. Dýptarlínur eru sýndar fyrir 200 og 500 m.

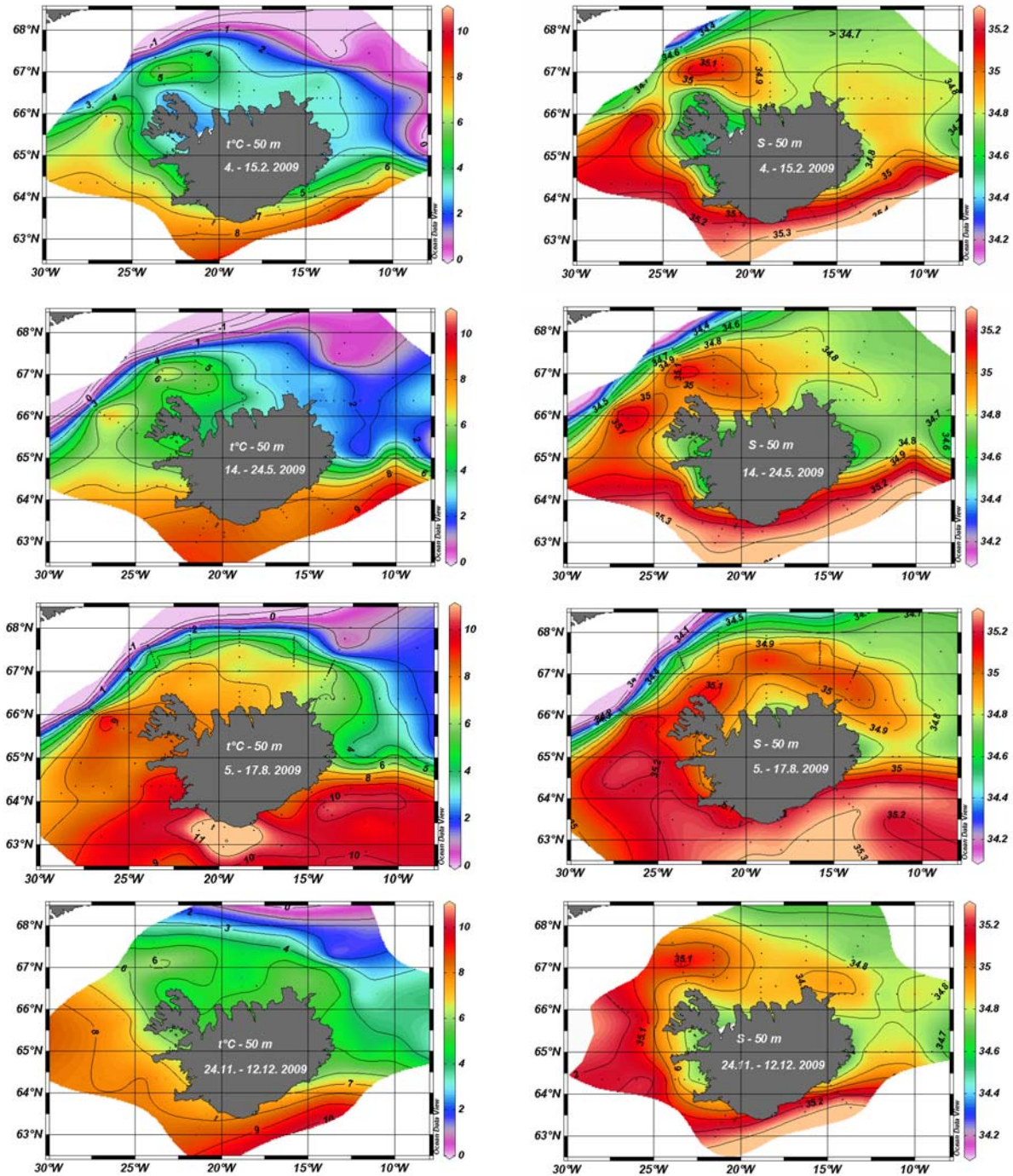
Figure 1. Standard sections used in routine hydrographic and plankton research in Icelandic waters. Depth contours are shown for 200 and 500 m.

### Hiti og selta / Temperature and salinity

Á árinu 2009 voru hiti og selta í yfirborðslögum sjávar fyrir sunnan og vestan land líkt og síðustu ár hærri en í meðallagi þess tíma sem mælingar hafa staðið. Hiti í efri lögum sjávar fyrir norðan land var um eða yfir meðallagi en seltan hærri en langtímameðaltal einkum frá miðju ári og fram á haust. Úti fyrir Norðausturlandi var seltan yfir meðallagi megnið af árinu en hiti um meðaltal árána 1970 til 2008. Hiti og selta í hlýsjónum sunnan og vestan við landið fóru hækkandi eftir 1996 og þar til 2003 en þá mældist mesta útbreiðsla hlýsjávar umhverfis landið í 30 ár. Á árinu 2004 voru gildin litlu

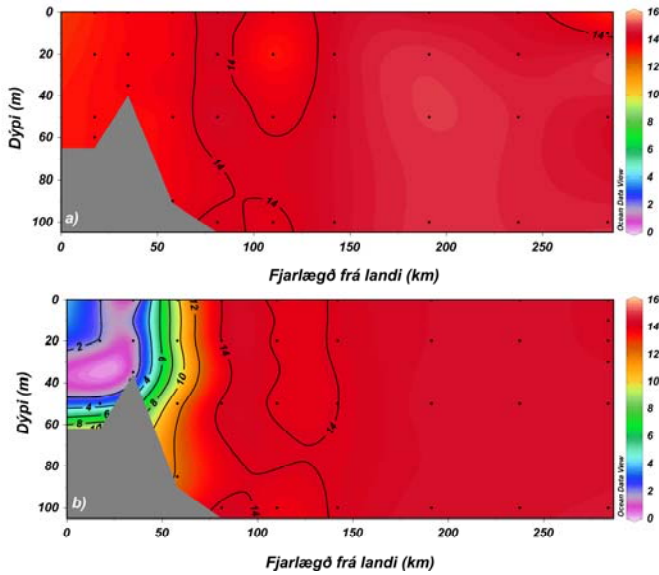
lægri. Árið 2005 voru hiti og selta í hlýja sjónum vestan við land áfram vel yfir meðallagi en hiti hafði heldur lækkað frá árunum 2003 og 2004. Útbreiðsla hlýsjávar fyrir norðan land var síðan heldur minni en þó um eða yfir meðallagi árin 2005–2007. Árið 2008 jókst útbreiðsla hlýsjávar fyrir norðan land einkum að sumrinu og yfirborðslög voru áberandi heitari en 2007. Árið 2009 voru hiti og selta vel yfir meðallagi umhverfis landið.

Í vetrarleiðangi í febrúar 2009 var hlýsjórinn fyrir sunnan og vestan land áfram hlýr og seltu- ríkur líkt og árin á undan (2. mynd). Hiti vestur á landgrunnsbrún var í herra lagi og selta var há. Atlantssjávar gætti norður fyrir Vestfirði og inn á norðurmið. Á norðurmiðum voru hiti og



2. mynd. Vinstri dálkur sýnir sjávarhita ( $^{\circ}\text{C}$ ) og hægrri dálkur seltu á 50 m dýpi í hafinu umhverfis Ísland, í febrúar, maí, ágúst og nóvember-desember árið 2009.

Figure 2. Sea temperature ( $^{\circ}\text{C}$ , left) and salinity (right) at 50 m depth in Icelandic waters, for February, May, August and November-December 2009.



3. mynd. Lóðrétt dreifing nitrats ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) á Faxaflóasniði a) 4. febrúar 2009 og b) 14.–15. maí 2009.

Figure 3. Vertical profiles of nitrate ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) on the Faxaflói section a) 4. February 2009 and b) 14–15 May 2009.

selta yfir meðallagi ( $\sim 1\text{--}5^\circ\text{C}$ ,  $> 34.8$ ). Hiti og selta í Austur-Íslandsstraumi voru heldur yfir meðaltali ( $0\text{--}2^\circ\text{C}$ ,  $> 34.7$ ).

Í vorleiðangri (maí) var Atlantsjórinn að sunnan yfir meðallagi bæði í hita og seltu (hiti  $6\text{--}9^\circ\text{C}$  og selta  $35,1\text{--}35,3$ ) (2.mynd). Áhrifa hlýsjávarins gætti vel inn á norðurmið einkum vestanverð. Hiti úti fyrir Mið-Norðurlandi var um eða undir meðaltali en seltan var yfir meðaltali þessa árstíma ( $2\text{--}5^\circ\text{C}$  og  $34,5\text{--}34,9$ ). Í Austur-Íslandsstraumi mældust hiti og selta yfir meðallagi ( $1\text{--}2^\circ$ ,  $\sim 34,8$ ). Austanlands voru hiti og selta um meðallagi.

Í ágúst 2009 voru hiti og selta fyrir vestan land há og var selta í kjarna hlýsjávarins út af Faxaflóa sú hæsta sem mælst hefur síðan um 1970 er mælingar hófust á þessum slóðum. Hiti og selta úti fyrir Mið-Norðurlandi voru yfir meðallagi en hlýsjór náði vel norður fyrir landgrunnskant og vel austur fyrir Langanes. Á landgrunninu fyrir Langanesi mældist hiti yfirborðslaga sá þriðji hæsti síðustu 40 ár. Úti fyrir Norðausturlandi í Austur-Íslandsstraumi voru hiti- og selta vel yfir meðallagi. Austur af landinu voru hiti og selta vel yfir langtíma-meðaltali.

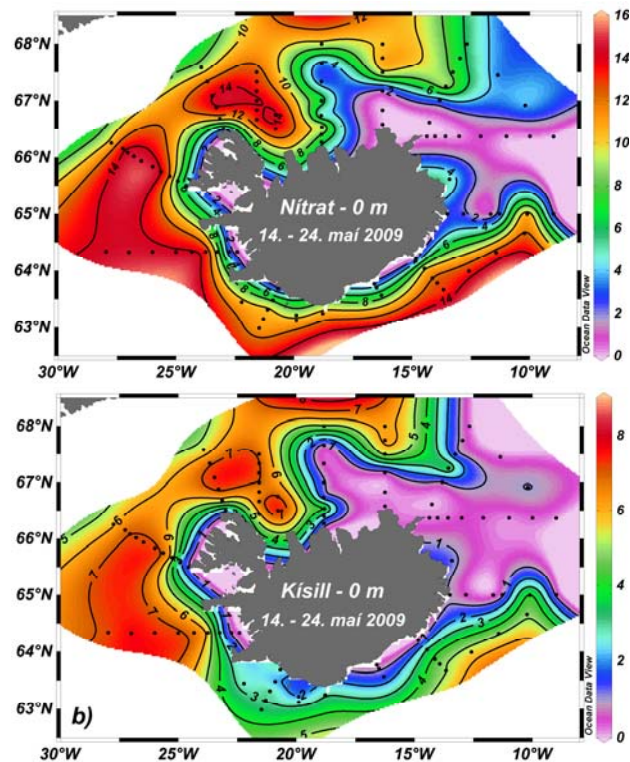
Í sjórannsókn- og loðnuleiðangri í nóvember og desember var áfram hlýtt og salt sunnan og vestan við land (2.mynd). Fyrir Norðurlandi voru hiti yfirborðslaga yfir meðaltali og Fyrir

norðaustan landið voru hiti og selta heldur undir meðallagi. Seltan í Austur-Íslandsstraumi var vel yfir  $34,7$  og hiti var yfir meðallagi. Hiti og selta fyrir austan landið voru sömuleiðis yfir meðallagi.

Í megindráttum má segja að árið 2009 hafi hiti og selta í yfirborðslögum sjávar umhverfis landið verið um eða yfir meðallagi og vel yfir því síðari hluta ársins.

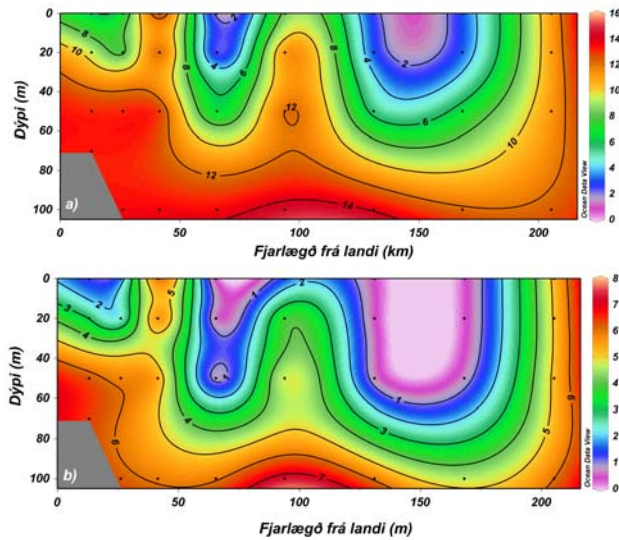
### Næringarsölt / Nutrients

Styrkur næringarefna í yfirborðslögum sjávar var kannaður í maí á hafsvæðinu umhverfis Ísland og einnig var mælt á Faxaflóasniði í febrúar (1. mynd). Styrkur næringarefna í yfirborðslögum sjávar breytist reglulega með árstíma. Árlegt hámark er síðla vetrar, en styrkur uppleystra næringarefna nærri yfirborði lækkar að vori þegar svifþörungur fara að vaxa. Styrkur nitrats í efstu 100 metrunum á Faxaflóa í febrúar 2009 er sýndur á 3. mynd a. Nítratstyrkur var lægri nær landi heldur en á



4. mynd. Styrkur næringarefna við yfirborð í hafinu umhverfis Ísland 14.–24. maí 2009, a) nítrat ( $\text{NO}_3$ ,  $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) og b) kísill ( $\text{Si}$ ,  $\mu\text{mol l}^{-1}$ ).

Figure 4. Nutrient concentrations at the surface in Icelandic waters 14–24 May 2009 a) nitrate ( $\text{NO}_3$ ,  $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) and b) silicate ( $\text{Si}$ ,  $\mu\text{mol l}^{-1}$ ).



5. mynd. Lóðrétt dreifing a) nitrats ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) og b) kísils ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) á Siglunessniði 17.–18. maí 2009.

Figure 5. Vertical profiles of a) nitrate ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) and b) silicate ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) on the Siglunes section 17–18 May 2009.

ystu stöðvunum og lægsta gildið við yfirborð var  $13,2 \mu\text{mol l}^{-1}$  næst stöð 1. Yst á sniðinu var styrkur nitrats  $14,3 \mu\text{mol l}^{-1}$  við yfirborð. Á 3. mynd b er sýndur nitratsstyrkur á sömu stöðvum í maí. Lækkun hafði einungis orðið á nitratsstyrk næst landi.

Dreifing nitrats og kísils við yfirborð á rannsóknasvæðinu dagana 14. – 24. maí 2009, sést á 4. mynd. Styrkur næringarefna við yfirborð í Faxaflóa og úti fyrir Vestfjörðum var lægstur á grunnsævi upp við land, en lengra frá landi hafði styrkur vart lækkað frá vetrargildum. Næringarefnastyrkur hafði lækkað mikið í yfirborðslögum á stóru svæði yfir landgrunninu allt frá Siglunessniði og austur um að Krossanessniði (4. mynd).

Við suðurströndina allt að Krossanesi var talsvert eftir af nitrati við yfirborð. Lítil styrkur kísils úti fyrir Norður- og Austurlandi og undan strönd Suðurlands bendir til þess að kísilþörungar hafi staðið fyrir stórum hluta vorblómans á þessu svæði. Háan styrk kísils næst landi við Suðurstöndina má rekja til ferskvatnsáhrifa.

Dreifing nitrats og kísils með dýpi á Siglunessniði í maí er sýnd á 5. mynd. Af niðurstöðum mælinganna má greina upptöku á þessum næringarefnum niður fyrir á 50 metra dýpi.

## Svifþörungar / Phytoplankton

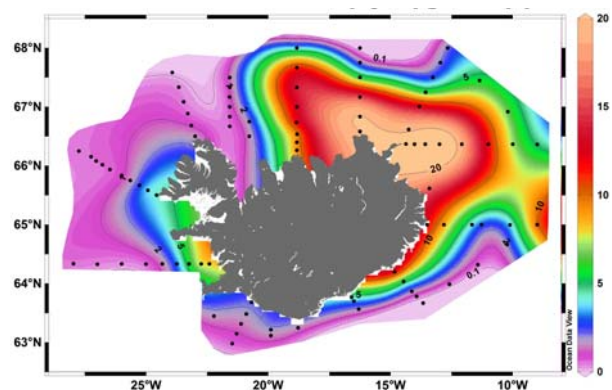
Dreifing svifgróðurs, mælt sem magn blaðgrænu í sjó, var könnuð á landgrunninu í síðari hluta maí. Á þessum árstíma má vænta umtalsverðra breytinga á gróðurmagni á aðeins fáeinum dögum. Niðurstöður mælinga frá 10 metra dýpi eru sýndar á 6. mynd.

Ef skoðað er saman magn gróðurs og styrkur næringarefna má ráða í framvindu gróðurs og árferðið, meðan niðurstöður blaðgrænumælinga einar og sér sýna aðeins gróðurmagnið á þeim tíma sem rannsóknaskipið var á staðnum. Þannig má sjá að í upphafi leiðangursins var vorhámark svifgróðurs yfirstaðið í Faxaflóanum, þótt þar væri enn talsverður gróður (sbr. 4. og 6. myndir). Áframhaldandi vöxtur þar fram eftir sumri er því háður endurnýjun næringarefna, með blöndun sjávar eða niðurbroti og endurnýtingu.

Utar á landgrunninu, vestan landsins og norður um að Húnaflóa var vorkoma gróðurs vart hafin, því þar var lítil gróður og næringarefnastyrkur var svipaður því sem mælist að vetrarlagi (4 og 6. myndir). Á grynstu stöðvunum, næst landi, var vöxtur gróðurs kominn vel af stað.

Út af Norðurlandi, austan Húnaflóa og austur um land var mikill þörungablómi og verulega farið að ganga á næringarefnaforðann (4 og 6. myndir). Gróðurhámark var á landgrunninu út af Melrakkaslétu og Langanesi, en minni gróður utan þess og sunnar.

Vestur með landinu sunnanverðu var gróður í vexti og mikill gróður næst landi, en augljóslega farið að ganga talsvert á næringarefnaforðann (4 og 6. myndir).



6. mynd. Magn a-blaðgrænu ( $\text{mg m}^{-3}$ ) á 10 m dýpi í hafinu umhverfis Ísland, 14.-24. maí 2009.

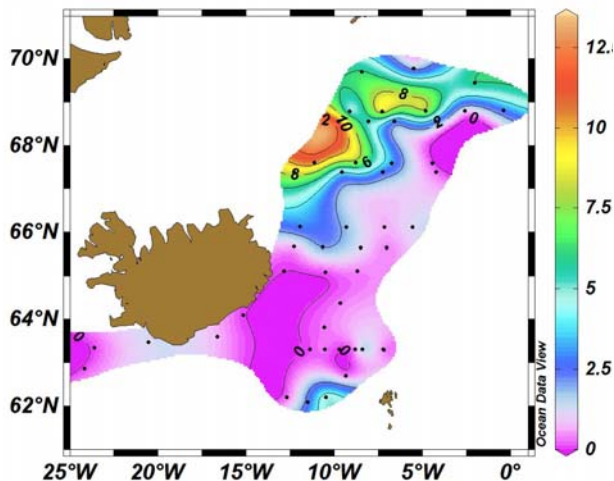
Figure 6. Distribution of chlorophyll a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) around Iceland, at 10 m depth, during 14-24 May 2009.

## Dýrasvif / Zooplankton

Magn og útbreiðsla dýrasvifs suður af landinu og í Austurdjúpi var kannað í leiðangri sem farinn var til kolmunna- og síldarrannsóknna 28. apríl til 17. maí. Auk þess var útbreiðsla átu rannsökuð í vorleiðangri, sem að þessu sinni stóð frá 14. til 24. maí. Í leiðöngrunum var sýnum safnað úr tveimur dýptarbilum í yfirborðslögum sjávar með svonefndum WP2 háfum. Frumúrvinnsla sýnanna fór fram um borð í rannsóknaskipunum og fólst meðal annars í því að lífmassinn og samsetning áttunnar var áætlaður í stórum dráttum. Frekari úrvinnsla, svo sem nákvæmar lífmassamælingar og tegundagreiningar voru síðan gerðar þegar komið var í land.

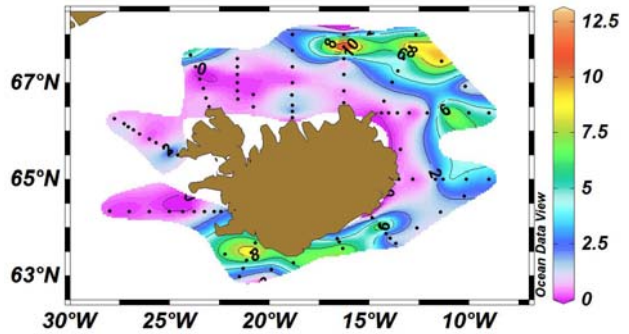
Niðurstöður um útbreiðslu átu úr kolmunna- og síldarleiðangrinum sýndu að fyrri hluta maí var lítið af átu á grunnmiðum fyrir sunnan og austan landið, en hins vegar fannst mikið af átu vestur af Færeyjum og á síldarslóð djúpt norðaustur af landinu (7. mynd).

Á 8. mynd eru sýndar niðurstöður um útbreiðslu átu úr vorleiðangri, sem eins og áður sagði var farinn í seinni hluta maí. Á grunnmiðum var mest af átu fyrir Suðurlandi, og hafði átumagn aukist þar verulega frá því í kolmunna- og síldarleiðangrinum sem fór um svæðið nokkru fyrr. Einkum var mikið af átu, sérstaklega rauðátu, á Örafagrundi og á Selvogsbanka. Á grunnmiðum vestur, norður og austur af landinu var yfirleitt lítið af átu. Djúpt



7. mynd. Útbreiðsla dýrasvifs í yfirborðslögum (g þurrvigt  $m^{-2}$ , 0-50 m) á grunnmiðum fyrir sunnan og austan landið og í Austurdjúpi 28. apríl–17. maí 2009.

Zooplankton distribution (g dry weight  $m^{-2}$ , 0-50 m) south and east of Iceland during 28 April–17 May 2009.



8. mynd. Útbreiðsla dýrasvifs í yfirborðslögum (g þurrvigt  $m^{-2}$ , 0-50 m) í hafinu við Ísland 14.–24. maí 2009.

Zooplankton distribution (g dry weight  $m^{-2}$ , 0-50 m) in the sea around Iceland during 14–24 May 2009.

norðaustur og austur af landinu var að venju mikið af átu, pólatú nyrst en rauðátu sunnar, og er það í samræmi við niðurstöður úr kolmunna- og síldarleiðangrinum, sem áður er getið.

Þegar á heildina er lítið var átumagn á vestur, norður- og austurmiðum undir meðallagi en í meðallagi fyrir sunnan. Séu niðurstöður átturrannsóknanna vorið 2009 bornar saman við vorið 2008 kemur í ljós að á flestum stöðum var átumagn minna en þá.

## Vöktun eiturbörunga / Toxic algae monitoring

Árleg vöktun eiturbörunga í tengslum við týnslu, veiðar og ræktun skelfisks hófst í apríl fyrir árið 2009. Eins og undanfarin ár var vöktun í Hvalfirði, á tveimur stöðum í Breiðafirði og í Eyjafirði (9. mynd). Vöktunin var með hefðbundnu sniði þ.e.a.s. svifþörungasýni voru tekin á 7-10 daga fresti til greininga og talninga á eiturbörungum, en tíðni sýnatöku var aukin ef mikill fjöldi eiturbörunga fannst í svifinu. Vöktunin er samstarfsverkefni Matvælastofnunar, Hafrannsóknastofnunarinnar, skelfiskveiðimanna og kræklingræktenda.

Vöktun eiturbörunga hefur nú staðið samfleytt í fimm ár á þessum svæðum og hefur yfirleitt hafist í maí og lokið í september eða október. Í ár brá svo við að sýnatöku lauk eins og undanfarin ár í september í Hvalfirði en hélt áfram í allan vetur í Breiðafirði og Eyjafirði vegna stöðugar uppskeru kræklinga á þeim svæðum. En til þess að markaðsetja skelfisk verður að vakta þörungna á viðkomandi svæði og hann að vera merktur auðkennismerki Matvælastofnunar, sem er vitnisburður um að

framleiðslan sé undir eftirliti stofnunarinnar og að mælingar á þörungaeitri hafi verið gerðar.

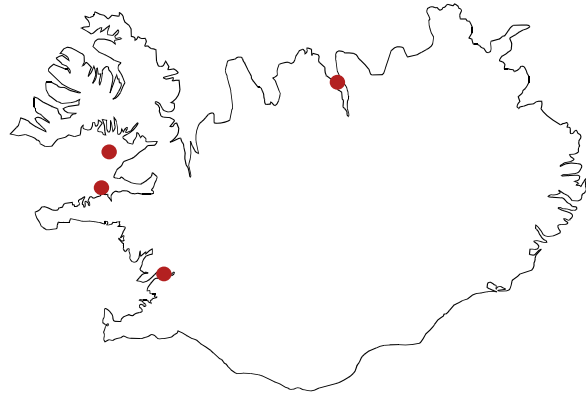
Niðurstöður greininga og talninga eiturbörunga eru birtar jafnóðum á heimasíðu vöktunarinnar ([www.hafro.is/voktun](http://www.hafro.is/voktun)) og þar má fylgjast með því hvort og hvar eiturbörunga hafa fundist. Ef fjöldi eiturbörunga fer yfir tiltekin viðmiðunarmörk er varað við neyslu skelfisks á svæðinu.

Helstu niðurstöður vöktunarinnar eru þær að fjöldi *Alexandrium* tegunda fór langt yfir viðmiðunarmörk um hættu á PSP-eitrun í skelfiski á öllum athugunarstöðunum árið 2009 (tafla 1). Mestur var fjöldinn yfir hásumarið og átti það við um allar stöðvar.

Aður hafði *Alexandrium* tegunda varla orðið vart í Breiðafirði og í Hvalfirði hafa þær fundist öll árin en aldrei farið yfir viðmiðunarmörk. Í Eyjafirði, hins vegar, hefur *Alexandrium* verið viðloðandi öll árin sem vöktunin hefur staðið yfir og farið yfir viðmiðunarmörk öll árin utan 2006.

Árið 2009 fór fjöldi *Dinophysis* tegunda yfir viðmiðunarmörk um hættu á DSP-eitrun í skelfiski á öllum stöðvum nema við Flatey í Breiðafirði. Mestur varð fjöldinn í Hvalfirði eins og undanfarin ár, en á því fimm ára tímabili sem vöktunin hefur staðið hefur fjöldinn almennt orðið mestur í Hvalfirði en minnstur við Flatey á Breiðafirði.

Tegundir *Dinophysis* hafa verið í svifinu öll árin sem vöktunin hefur staðið (2005-2009) á öllum sýnatökustöðvum. Fjöldinn hefur farið yfir viðmiðunarmörk um hættu á DSP-eitrun öll árin í Hvalfirði og Eyjafirði, en í Breiðafirði hefur fjöldi *Dinophysis* tegunda aldrei farið yfir viðmiðunarmörk á stöð við Flatey og aðeins einstöku sinnum árin 2006, 2007 og 2009 á stöð við Stykkishólm.



9. mynd. Vöktunarstaðir fyrir eiturbörunga (rauðir deplar) þar sem sýni voru tekin vikulega til greininga á eiturbörungum á tímabilinu apríl til desember á árinu 2009.

Figure 9. monitoring stations (red dots) for weekly sampling of toxic algae during the period, April to December in 2009.

Fjöldi *Pseudo-nitzschia* tegunda varð lang mestur í Hvalfirði af þeim stöðvum sem vaktadar voru á árinu 2009 og fór þar langt yfir viðmiðunarmörk um hættu á ASP-eitrun í skelfiski. Einnig fór fjöldi *Pseudo-nitzschia* yfir viðmiðunarmörk í Breiðafirði á árinu.

Breytileiki í magni *Pseudo-nitzschia* tegunda milli ára er verulegur. Árin 2005 og 2007 sáu tegundir *Pseudo-nitzschia* nánast ekki á neinni af sýnatökustöðvunum og sömuleiðis árið 2008 í Breiðafirði. Árið 2006 í júlí fór fjöldinn hins vegar langt upp fyrir viðmiðunarmörk í Hvalfirði og Breiðafirði, en árið 2008 í Eyjafirði.

Aukinn áhugi er á ræktun skelfisks í landinu og hafa margir bæst í hóp þeirra sem hafa hafid kræklingsrækt undanfarin misseri og því sennilegt að vöktunarsvæðum fjölgi í náinni framtíð.

Tafla 1. Ástand á vöktunarsvæðunum út frá talningu eiturbörunga.

Table 1. Status of monitoring areas from toxic algae cell count.

2009	5-11/4	12-18/4	19-25/4	26/4-2/5	3-9/5	10-16/5	17-23/5	24-30/5	31/5-6/7	7-13/6	14-20/6	21-27/6	28/6-4/7	5-11/7	12-18/7	19-25/7	26/7-1/8	2-8/8	9-15/8	16-22/8	23-29/8	30/8-5/9	6-12/8	13-19/9	20-26/9	27/9-3/10	4-10/10	11-17/10	...31/12	
Hvalfjörður																														
Stykkishólmur																														
Flatey																														
Eyjafjörður																														

- Ekki talin hættu á skelfiskeitrun á svæðinu
- D Varað við hættu á DSP-eitrun í skelfiski (Diarrhetic Shellfish Poisoning)
- P Varað við hættu á PSP-eitrun í skelfiski (Paralytic Shellfish Poisoning)
- A Varað við hættu á ASP-eitrun í skelfiski (Amnestic Shellfish Poisoning)
- Sýnasöfnun ekki hafin/ lokið.

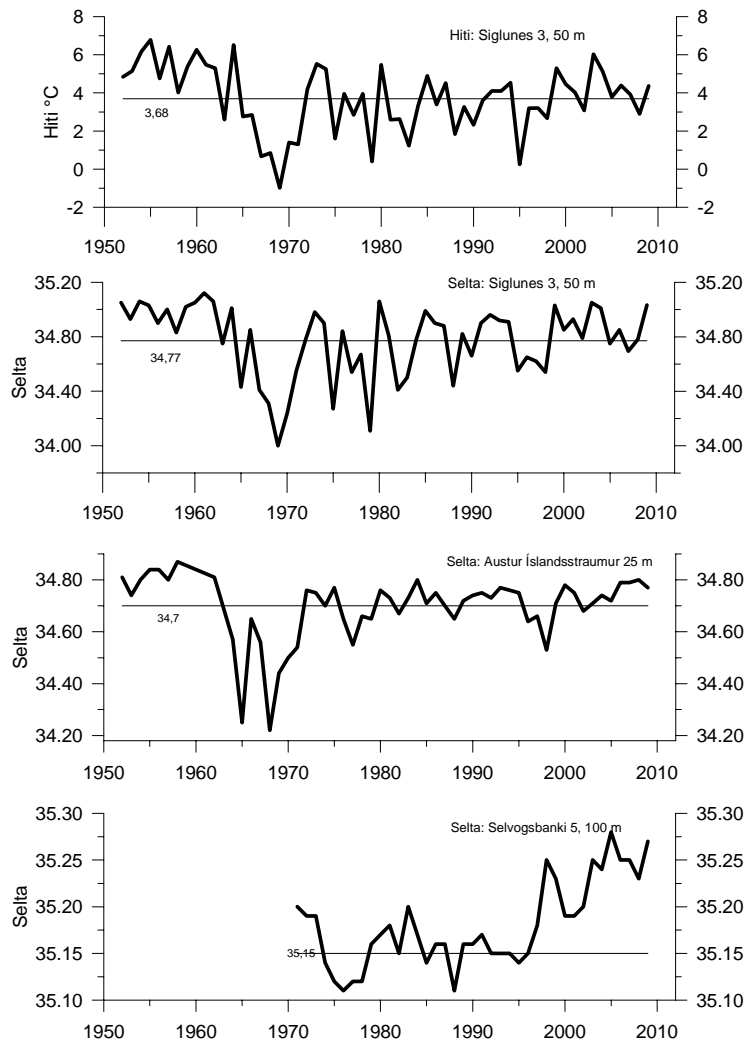
## 2. Langtímabreytingar

### Long term changes

Niðurstöður mælinga á hita og seltu sjávar (1. kafli) sýna ríkjandi ástand, en með reglu- bundnum mælingum og samanburði á niðurstöðum við fyrri ár má að einhverju leyti rekja breytingarnar til mismunandi hafstrauma og orkuskipta lofts og lagar, því hiti og selta einkenna sjógerðir.

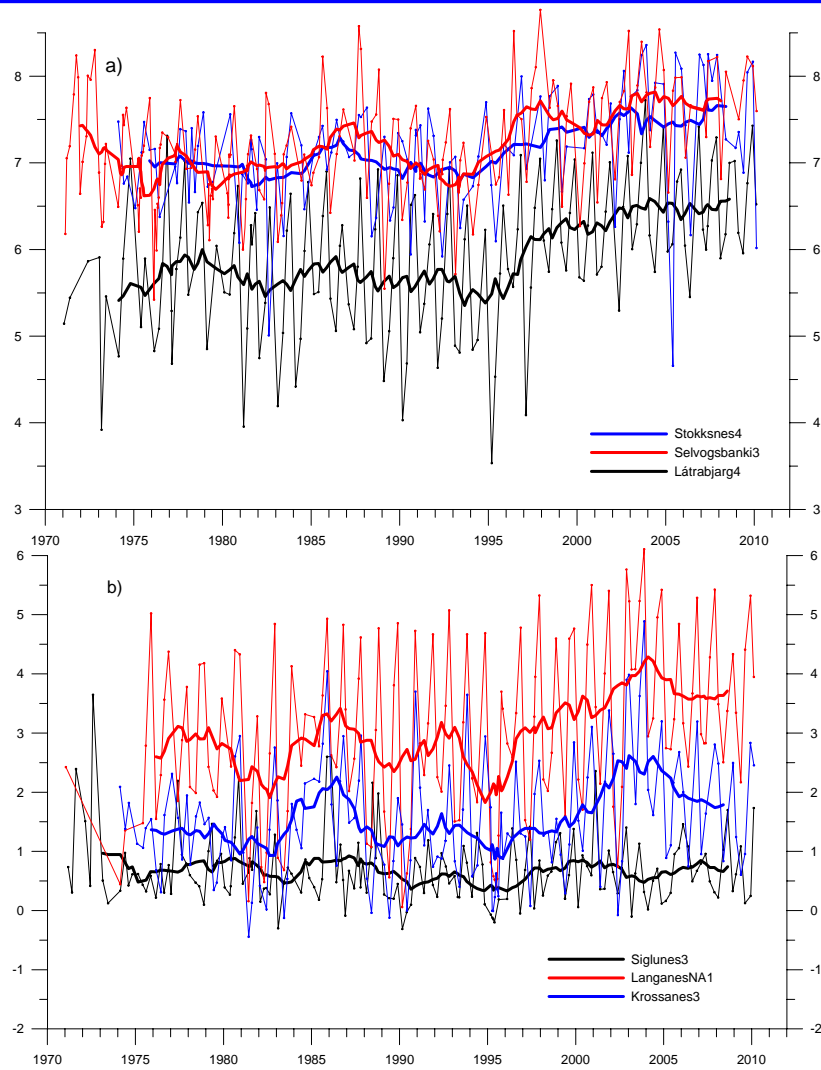
### Hiti og selta á Selvogsbanka / Temperature and salinity at Selvogsbanki

Í hlýja sjónum yfir landgrunnsbrún Selvogsbanka eru umhverfisaðstæður stöðugri en víðast hvar annars staðar við landið. Þó eru árskipti í seltu og hita þar eins og annars staðar og skiptast á tímabil með seltu hærri en 35,15 og



10. mynd. Hiti og selta á 50 m dýpi á 3. stöð á Siglunessniði, selta á 25 m dýpi í Austur-Íslandsstraumi og selta á 100 m dýpi á 5. stöð á Selvogsbanka. Beinu línurnar tákna meðaltöl fyrir viðkomandi árabíl, nema þar sem annað er tilgreint. Á Selvogsbanka er gildið 35,15 notað til að greina styrk hlýsjávar. Línuna fyrir A-Íslandsstraum má einnig nota til viðmiðunar fyrir hlý og köld ár, en þau gildi eru í raun mörkin þar sem nýsmyndun er möguleg, þ.e. ef selta er minni en 34,7. Athugið breyttan seltukvarða fyrir Selvogsbanka. Niðurstöðurnar eru frá rannsóknum að vorlagi og staðsetning stöðva er sýnd á 1. mynd (1. stöð er næst landi).

Figure 10. Temperature and salinity deviations at 50 m depth at station 3 on the Siglunes section, salinity at 25 m depth in the East Icelandic current and salinity at 100 m depth at station 5 of the Selvogsbanki section. The horizontal lines indicate the means for the appropriate intervals, except when otherwise is stated. The numbers are, however, close to the means. At Selvogsbanki the value 35.15 can be used to differentiate between stronger and weaker flow of Atlantic water. The value shown for E-Iceland Current can also be used to differentiate between warm and cold years but it is actually the critical salinity point for the formation of sea ice (34.7). Please notice a different salinity scale for Selvogsbanki. The observations are from spring surveys and the location of stations are given in Figure 1 (the lowest station number is closest to the coast).



11. mynd. Botnhiti á völdum stöðvum umhverfis landið (sjá 1. mynd). Tekið er meðaltal af 50-100 m vatnssúlu yfir botni og þannig fengin tímaröð af nánast ársfjórðungslegum mælingum (þunn lína). Einnig er sýnt (þykk lína) fyrir keðjumeðaltal 13 gilda sem nálgast þriggja ára hlaupandi meðaltal. Gildi frá árunum fyrir 1990 eru meðaltal línulega brúaðra óreglulegra punktmælinga (sjótaka). Gildi frá árunum eftir 1990 eru meðaltal samfelldra mælinga eftir dýpi (síríta).

a) Botnhiti á stöðvum sunnan og vestan við landið. Stokksnes4 (botndýpi um 540 m), Selvogsbanka3 (botndýpi um 150 m) og Látrabjarg4 (botndýpi um 180 m).

b) Botnhiti á stöðvum norðan og austan við land. Siglunes3 (botndýpi um 470 m), Langanes NA1 (botndýpi um 190 m) og Krossanes3 (botndýpi um 210 m).

Figure 11. Timeseries of near-bottom temperature at selected stations on the Icelandic shelf (see figure 1). Mean of 50 - 100m depth interval above bottom (thin line) and approximately 3 years running mean (thick line). Values from before 1990 are from interpolated water-sampler data. Values from after 1990 are from CTD data.

a) Near-bottom temperature at stations south and west of Iceland. Stokksnes 4 (bottom depth about 540 m), Selvogsbanki 3, (bottom depth about 150 m) and Látrabjarg 4 (bottom depth about 180 m).

b) Near-bottom temperature at stations north and east of Iceland. Siglunes (bottom depth about 470 m), LanganesNA1 (bottom depth about 190 m) and Krossanes3 (bottom depth about 210 m).

lægri en 35,15 (13. mynd). Seltan þar var tiltölulega lág á árunum 1974-1978, 1985-1988 og svo aftur 1992-1995. Lágri seltu á Selvogsbanka fylgir að öllu jöfnu lágt hitastig.

Árið 1996 varð vart heldur vaxandi seltu í hlýja sjónum á Selvogsbanka og árin 1997-99 jókst seltan enn frekar og var jafnvel hærri en

mælst hafði síðan fyrir hafísárin á sjöunda áratugnum (>35,20). Árið 1998 náði seltan hámarki (35,25), síðan lækkaði hún nokkuð en hækkaði aftur 2002 og 2003 í það sama og hún var 1998. Árið 2004 hélt selta áfram há og vorið 2005 mældist hæsta selta síðustu þrjátíu árin. Reyndar lækkaði hún nokkuð þegar leið á



árið. Seltan og hiti voru þó áfram há fyrir sunnan landið árin 2006 til 2008. Vorið 2009 mældist þarna næst hæsta selta síðustu 40 árin.

Seltusveiflurnar í hlýja sjónum suður af landinu tengjast orkuskiptum hafsins og breytingum sem verða í hringrás hafstrauma í Norður-Atlantshafi og í Norðurhöfum. Þannig geta áhrif lægri eða hærri seltu í hlýja sjónum fyrir sunnan land komið fram nokkrum árum síðar í svalsjó í Íslandshafi.

### **Hiti og selta á Norðurmiðum / *Temperature and salinity on the north shelf***

Hitastig og selta hafa verið mæld árlega að vori út af Siglunesi í yfir hálfu öld (10. mynd). Eftir hlýindaskeið á norðanverðu Norður-Atlantshafi tók að kólna um miðjan sjöunda áratugin. Við tóku hafisár 1965-71 með köldum og sel-  
tulágum pólsjó í Íslandshafi.

Eins og sjá má á 10. mynd hafa síðan 1971 skipst á „hlý“ (1972-74, 1980, 1984-87 og 1991-94) og „köld“ (1975, 1977, 1979, 1981-83, 1988-90 og 1995) ár á Norðurmiðum. Þeim síðarnefndu má skipta í pólsjavarár og svalsjavarár eftir ríkjandi sjógerðum og lagskiptingu í sjónum. Þannig flokkast árin 1981-83, 1989, 1990 og 1995 til svalsjavarára í sjónum fyrir Norðurlandi, en þá var lagskipting tiltölulega lítil. Þetta ástand var sérstaklega áberandi árið 1995. Niðurstöður frá árunum 1996-98 sýna að heldur hlýnaði á Norðurmiðum eftir 1995. Þessi ár lá þó stundum ferskt og svalt yfirborðslag ofan á selturikum hlýsjónum og dró það úr áhrifum hans. Seltan í þessu yfirborðslagi var lág (undir 34,7), í samræmi við seltu í Austur-Íslandsstraumi 1996-98 og lægri en mælt hafði síðan á hafisárinu 1988. Árið 1999 var sjórinn fyrir norðan vel yfir meðalagi bæði hvað varðar hita og seltu. Síðan dró lítillaga úr áhrifum hlýsjávar undan Norðurlandi næstu ár og voru þau í meðallagi samkvæmt mælingum árið 2002. Bæði hiti og selta, yfir landgrunninu, voru svo almennt yfir meðallagi árið 2003, einkum var útbreiðsla hlýsjávar mikil. Útbreiðslan minnkaði lítillaga árið 2004 með heldur lægri hita og seltu, en gildin voru samt vel yfir meðallagi. Vorin 2005 til 2007 voru hiti og selta efri laga sjávar um meðallag. Vorið 2008 var selta nálægt meðallagi en hiti nokkuð undir því. En 2009 var hiti yfir meðallagi að vori og seltan vel yfir því.

Það hefur einkennt áratuginn 2000 til 2010

að hiti og selta efri laga að vori hafa verið yfir eða um meðallag og að vetrarhiti og selta hafa verið vel yfir meðallagi að frátöldu árinu 2002.

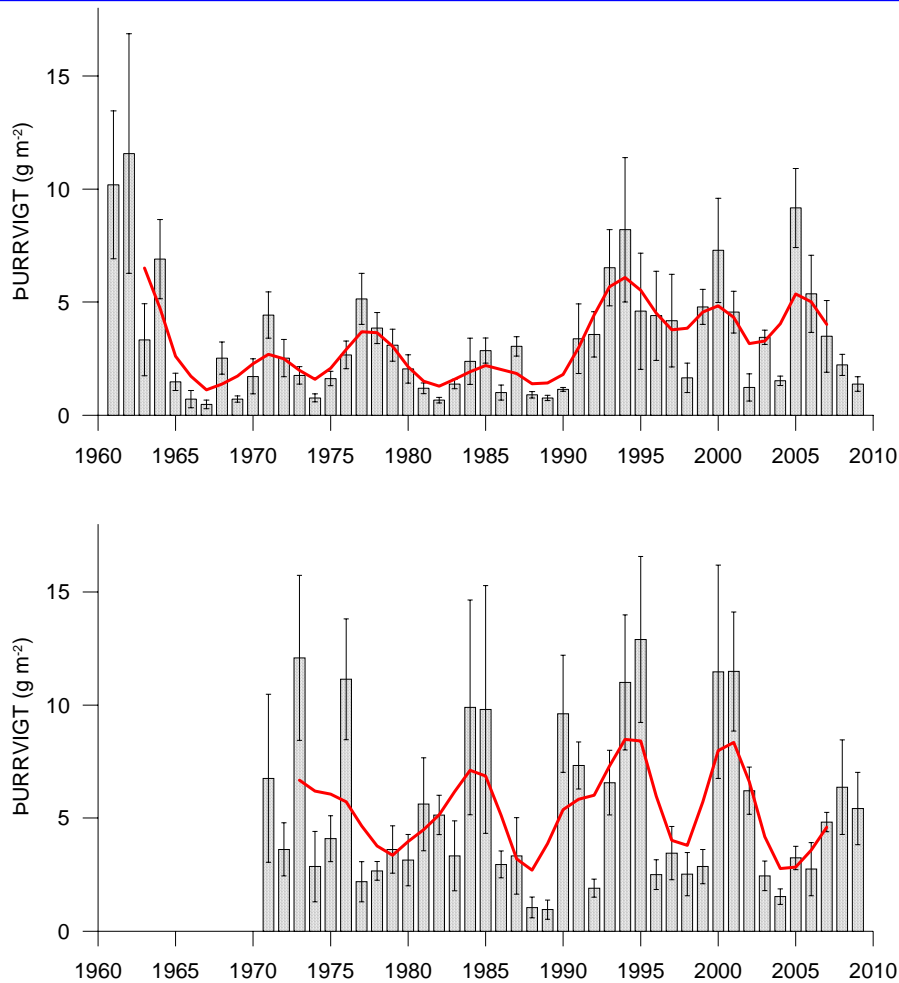
Seltan í Austur-Íslandsstraumi náði hámarki 1999 eftir fersk ár þar á undan, lækkaði síðan niður fyrir meðallag vorið 2002 en fór hækkandi aftur 2006 og hefur seltan síðustu fjögur árin verið með hæstu gildum frá því fyrir hafisárin 1965-1971.

### **Botnhiti / *Bottom temperature***

Hiti sjávar við botn á Íslandsmiðum endurspeglar oft hitadreifingu í efri lögum sjávar. Botnhitinn er að jafnaði lægri fyrir norðan og austan landið fyrir áhrif kaldsjávar úr norðri, en hærri fyrir sunnan og vestan land vegna áhrifa hlýsjávar úr suðri. Á 11. mynd má sjá tímaraðir meðalhita úr vatnsúlunni nærri botni á nokkrum mælistöðvum umhverfis landið allt frá árinu 1971. Myndin sýnir bæði langtíma hitafar og ársveiflu botnhitans. Meðaltal er tekið af hitamælingum í vatnssúlunni 50 til 100 m yfir botni, 100 metrum ef botndýpi er meira en 300 m.

Botnhiti á landgrunninu er yfirleitt lægstur í febrúar-mars og hæstur í ágúst-september eða jafnvel síðar á árinu. Árssveifla er að vonum mest þar sem grynnt er við landið, en minnkar með vaxandi dýpi. Utan við landgrunnsbrúnina norðan og austan lands er botnhiti alltaf undir 0°C (djúpsjór Norðurhafa). Úti fyrir miðju Norðurlandi (í Eyjafjarðarál, dýpi allt að 700 m) nær kaldur djúpsjórinn langt inn að landi og skiptir norðurmiðum í vestari og eystri hluta. Í landgrunnsahlíðunum sunnan og vestan lands fer botnhiti einnig lækkandi með vaxandi dýpi, en þó fer hann ekki mikið niður fyrir 4°C.

Dýpi mælistöðva á 11. mynd er mismunandi og ársveiflan (grenni línan) því mismikil. Þykka línan sýnir hlaupandi meðaltal og þannig breytingar á hitafari við botn. Stöð 4 á Stokksnessniði (Stokksnes 4) er við landgrunnsbrún nærri hitaskilunum suðaustanlands sem skýrir skammtíma-breytingar í botnhita líkt og átti sér stað 2005 er kaldur sjór barst til austur eftir landgrunninu. Stöðvarnar sunnanlands sýna að hiti hefur verið hár síðasta áratug og hlýrri sjór jafnvel meira áberandi vestanlands og



12. mynd. Breytingar í átumagni ( $\text{g þurrvigt m}^{-2}$ , 0-50 m) að vorlagi á A) Siglunessniði árin 1961-2009 og B) Selvogsbankasniði árin 1971-2009. Súlurnar sýna meðaltöl allra stöðva á sniðinu. Staðalskekki er sýnd með lóðréttum strikum. Einnig er sýndur reiknaður ferill (5 ára keðjumeðaltöl, rauða línan) sem jafnar óreglur einstakra ára. Lega rannsóknasniðanna er sýnd á 1 mynd.

Figure 12. Variations in zooplankton biomass ( $\text{g dry weight m}^{-2}$ , 0-50 m) in spring at A) Siglunes section 1961-2009, and B) Selvogsbanki section 1971-2009. The columns show means for all stations at the respective sections and the vertical bars denote standard error. The curved red lines show 5 year running means. For location of the sections see Figure 1.

hældust hlýindi við botn á þessum slóðum árið 2009. Sumarmælingar (í ágúst) á Selvogsbanka voru engar árin 2006 til 2008, því er keðjumeðaltal styttra þar. Sömu leiðis eru sumarmælingar á Stokksnesi óreglulegar síðustu ár.

Fyrir norðan og austan land eru hitabreytingar við botn tiltölulega litlar á stöð 3 á Siglunessniði (Siglunes 3) þar sem botndýpi er meira en á hinum stöðvunum sem sýndar eru á 11. mynd b. Merkja má því hærri botnhita á landgrunninu norðaustan og austanlands á stöð 1 á Langanesi NA og stöð 3 á Krossanesi á síðustu árum þó heldur hafi hann lækkað 2005 til 2008. Þess ber að geta að ekki hafa farið reglulega fram sumarmælingar á Krossanesniði síðustu 4 árin, því nær keðjumeðaltal styttra þar.

Fyrir norðan land hefur síðasti áratugur einkennst af því að vetrarhiti hefur að jafnaði verið hærri en áratugina þar á undan.

### Dýrasvif / Zooplankton

Rannsóknir á átu í því augnamiði að fylgjast með langtímabreytingum í átumagni hafa verið stundaðar hér við land frá því um 1960. Í upphafi voru þær eingöngu stundaðar út af Norðurlandi í sambandi við sildarleit og á þeim slóðum ná gögnin því lengst aftur í tímann. Frá árinu 1971 hefur rannsóknunum verið sinnt allt í kringum land í vorleiðingrum. Til að gögnin verði samanburðarhæf hefur þeim verið safnað á nokkurn veginn sama árstíma ár hvert (maí-júní) og með svipuðum aðferðum. Breytileikinn í

átumergð frá ári til árs að vori gefur vísbendingu um mismunandi heildarframleiðslu átu yfir sumarið, en bæði vorvöxtur og heildarframleiðsla dýrasvifsins eru talin ráðast af atriðum eins og umhverfisskilyrðum og fæðuframboði.

Langtímabreytingar á átumagni á Selvogsbanka- og Siglunessniðum eru sýndar á 12. mynd. Gildin sem sýnd eru á myndinni eru meðaltalsgildi fyrir allar stöðvar á viðkomandi sniðum. Einnig eru sýnd 5 ára keðjumeðaltöl. Fram kemur að miklar sveiflur hafa verið í átumagni á báðum sniðum þar sem skiptast á há og lág gildi, og er munurinn á þeim hæstu og lægstu allt að 20-faldur fyrir norðan land en 10-faldur fyrir sunnan.

Á Siglunessniði var mjög mikið af átu þegar rannsóknirnar hófust í upphafi sjöunda áratugarins, en síðan hafa skipst á há og lág gildi, og hafa liðið um 6-10 ár á milli hæstu gilda (sbr. keðjumeðaltölin á 12. mynd A). Vorið 2005 var áta síðast í hámarki á Siglunessniði og síðan hefur átumagn farið minnkandi og var undir meðallagi vorið 2009.

Á Selvogsbanka var tiltölulega mikið af átu í byrjun áttunda áratugarins, en átumagn fór svo lækkandi og var fremur lítið í lok hans (sbr. keðjumeðaltölin á 12. mynd B). Sé tekið mið af keðjumeðaltölunum hafa liðið um 7-11 ár á milli háu gildanna. Síðasta lágmark í átumagni á Siglunessniði var vorið 2004, en síðan hefur átumagn farið hækkandi á sniðinu og var nálægt langtímameðaltali vorið 2008.

Ef undanskilin eru tiltölulega há átugildi á Siglunessniði upp úr miðjum áttunda áratugnum og lág gildi nokkur undanfarin ár, má segja að árlegar sveiflur í lífmassa átu fyrir sunnan og norðan séu nokkurn veginn í takt (sbr. keðjumeðaltölin á 12. mynd). Rannsóknir Hafrannsóknastofnunarinnar hafa sýnt að þessar sveiflur eru í samræmi við langtímasveiflur átu í öllu norðanverðu Atlantshafi. Það bendir til þess að breytileikinn í átumagni stjórnist að verulegu leyti af hnattrænum þáttum, líklegast tengdum veðurfari, sem hafa áhrif á víðáttumiklu svæði.

### 3. Stuttar greinar um vistfræði sjávar

#### *Short notes on marine ecology*

#### **HVELJUR Í PATREKSFIRÐI OG TÁLKNAFIRÐI SUMARIÐ 2008 / JELLYFISH IN PATREKSFJÖRÐUR AND TÁLKNAFJÖRÐUR DURING THE SUMMER 2008**

Guðjón Már Sigurðsson (1, 2), Ástþór Gíslason (3), Jörundur Svavarsson (1)  
Háskóli Íslands (1), Háskólinn í New Brunswick (2), Hafrannsóknastofnunin (3)

#### **Ágrip**

Greint er frá rannsóknnum á ársferlum og mergð smáhvelja, marglyttna og kambhvelja í Patreksfirði og Tálknafirði sem fóru fram árið 2008. Helstu niðurstöður eru þær að *Clytia* sp. var algengasta tegundin (72.2 % af öllu hlaupkenndu dýrasvifi yfir sumarið). Aðrar algengar tegundir voru bláglytta (*Aurelia aurita*), *Eutonia indicans*, *Obelia* sp., *Podocoryne borealis* og *Sarsia tubulosa*. Fjöldi tegunda var mestur í júní (12), en Shannon fjölbreytileikastuðull var hæstur í maí (1,41-1,49). Um voríð fannst mikið af ungstigum brennihvelju (*Cyanea capillata*) og virðast dýr sem klekjast við Vestfirði dreifast þaðan til annarra svæða við landið. Bláglytta virðist hinsvegar vera frekar staðbundin í útbreiðslu sinni.

#### **Abstract**

The paper reports on results from a survey on life cycles and seasonal changes in gelatinous zooplankton (pelagic hydrozoans, scyphozoans and ctenophores) in Patreksfjörður and Tálknafjörður, NW-Iceland. The study was carried out in 2008. *Clytia* sp. was the most common taxon (72.2% of total gelatinous zooplankton collected). Other common species were *Aurelia aurita*, *Eutonia indicans*, *Obelia* sp., *Podocoryne borealis* and *Sarsia tubulosa*. The highest number of species was observed in June (12 species), while Shannon's index of diversity was highest in May (1,41-1,49). In spring, large numbers of ephyrae larvae of *Cyanea capillata* were recorded and it seems that this area is an important spawning area for the species in Icelandic waters. The number of larvae found in spring does not correlate with the number of adults found during the summer, indicating that the larvae are carried away to other regions by coastal currents. The other scyphozoan found in this study, *Aurelia aurita* seems, on the other hand, to have a more localized population.

#### **Inngangur**

Hlaupkennt dýrasvif er fjölbreyttur hópur dýra sem inniheldur smáhveljur (Hydrozoa), marglyttur (Scyphozoa) og kambhveljur (Ctenophora), en stundum eru sviflæg möttuldýr (Larvacea) og pílormar (Chaetognata) einnig talin með í þessum hópi (Hosia 2007). Mörg dýr sem eru í þessum hópi hafa tiltölulega stuttan kynslóðatíma, hraðan vöxt og eru því oft á tíðum öflug rándýr á svifi í uppsjónum.

Hlaupkennt dýrasvif hefur talsvert verið rannsakað á vissum svæðum í Norður Atlantshafi, og má í því sambandi m.a. nefna rannsóknir Hosia (2007) og Hosia og Bámstedt (2007) við vesturströnd Noregs og rannsókn Ballards og Myers (2008) við Írland. Auk þess hafa athuganir farið fram við bæði heimskautin (Raskoff o.fl. 2005, Nishikawa o.fl. 2001). Hinsvegar hefur rannsóknnum á þessum hópi lítið verið sinnt hér við land, fyrir utan rannsóknir Kramps (1938, 1939) og Jespersen (1940), en þeir könnuðu svif við landið í dönskum leiðöngrum sem farnir voru á fyrri hluta síðustu aldar og gátu meðal annars um tegundir marglyttna og nokkura annara hveljutegunda. Auk þessara leiðangra þá hafa verið gerðar nokkrar rannsóknir á sepastigi hvelja við Ísland (Kramp 1938, 1959, Schuchert 2000 og 2001). Á heildina lítið er því þekking á hlaupkenndu dýrasvifi hér við land fremur takmörkuð.

Alls hafa sex tegundir marglyttna (scyphozoa) verið skráðar við landið (Kramp 1939), en marglyttur eru annars frekar smár flokkur með um 200 tegundir á heimsvísu. Tegundirnar sem eru þekktar við landið eru: Bláglytta (*Aurelia aurita*), Brennihvelja (*Cyanea capillata*), Blálogi (*Cyanea lamarckii*), *Periphylla periphylla*, *Haliclystus octoradiatus* og *Halimocyathus lagena*. Tvær síðastnefndu tegundirnar eru botnlægar, og *Periphylla periphylla* er djúpsjávartegund, þannig að ekki var

búist við að finna þær í þessari rannsókn. Til viðbótar við þessar sex tegundir hafa hveljur, sennilega af tegundinni *Atolla parva* eða öðrum *Atolla* tegundum, fundist djúpt á Íslandsmiðum, bæði í leiðöngrum Hafrannsóknarstofnunarinnar og í BIOICE verkefninu (Guðjón Már Sigurðsson, óbirt gögn).

Meiri óvissa ríkir um fjölda tegunda smáhvelja (Hydrozoa) við landið, en Kramp (1938) telur þó upp nokkrar tegundir sem fundust í leiðöngrum sem hann tók þátt í hér við land. Má því segja að mikil þörf sé á frekari rannsóknum á þessum hópi á Íslandsmiðum.

Á nálægum hafsvæðum hefur tíðni svokallaðra hveljusvarma eða blóma aukist á undanförunum árum og í kjölfarið hefur áhugi manna á að rannsaka þessa dýrahópa aukist. Talið er að breytingar í hafinu tengdar loftslagsbreytingum og/eða ofveiði hafi haft mikil áhrif á vistkerfi hafsins og jafnvel valdið því að hveljur eru mun algengari nú en áður (Brodeur o.fl. 1999, Purcell 2003, Purcell o.fl. 2007, Gibbons og Richardson 2009, Hamner og Dawson 2009). Á sumum svæðum þar sem ofveiði hefur verið stunduð í lengri tíma virðist sem marglyttur eða smáhveljur hafi að nokkru tekið yfir sem algengasta dýr uppsjávarins, t.d. í Beringshafi (Brodeur o.fl. 1999 og 2002) og í Benguela straumnum við vesturströnd Afríku (Lynam o.fl. 2002).

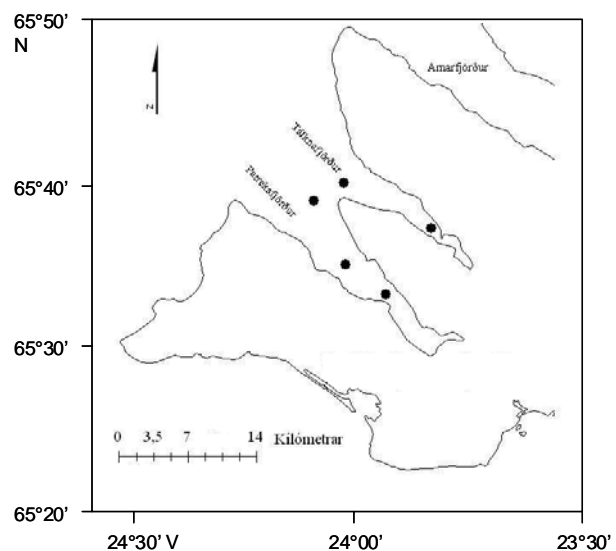
Hveljusvarmar hafa valdið efnahagslegum skaða víða, t.d. hafa svarmar af marglyttunni *Pelagia noctiluca* í Miðjarðarhafinu verið skaðlegar ferðamannaíðnaðinum þar. Smáhveljan *Sanderia malayensis* olli skaða á fiskveiðum Kínverja í Yangtze árósum og í Japan hafa marglyttur stíflað inntök raforkuvera (Graham o.fl. 2001, Doyle o.fl. 2007, Purcell o.fl. 2007).

Við Íslandstrendur hafa marglyttutorfur aðallega verið skaðvaldur í fiskeldi á Austfjörðum, en brennihveljur (*Cyanea capillata*) ollu miklu tjóni í laxeldi í Mjóafirði árin 2001, 2002 og 2006. Tjón af þessu tagi er vel þekkt í nálægum löndum, t.d. við Noreg, Skotland, Hjaltlandseyjar, Írland og norður Frakkland og hafa ýmsar hveljutegundir komið þar við sögu (Purcell o.fl. 2007). Þessir atburðir sýndu enn betur hversu lítið er vitað um hlaupkennt dýrasvif við landið, og var reyndar einn meginhvatinn þess að sú rannsókn sem hér er lýst var gerð.

## Efniviður og aðferðir

Sýni voru tekin í Patreksfirði og Tálknafirði. Patreksfjörður, syðsti fjörður Vestfjarðakjálkans, er um 18 km langur, 5 km breiður og um 70 metra djúpur þar sem hann er dýpstur (1. mynd). Tálknafjörður er síðan næsti fjörður norðan við Patreksfjörð og er hann að mörgu leiti svipaður honum. Hann er um 14 km langur, 4 km breiður og 60 metra djúpur þar sem hann er dýpstur.

Sýnin voru tekin frá apríl til september 2008, og var farið einu sinni í hverjum mánuði nema í maí þegar farið var tvisvar. Tvær sýnatökustöðvar voru í Tálknafirði, en þrjár í Patreksfirði. Sýnin voru tekin með Bongoháfi (Hydro-bios Apparatbau GmbH, Þýskalandi). Bongoháfur er í raun tveir háfar sem festir eru saman og er hver háfur 60 cm í þvermál, 250 cm langur og möskvastærðin var 500 µm. V-laga sökka eða vængur (Hydro-bios Apparatbau GmbH, Þýskalandi) var fest neðst á háfinn til að draga hann niður og halda honum stöðugum í togunum. Á hverri stöð var háfurinn dreginn á u.þ.b. 10 metra dýpi í 10 mínútur á 3 sjómílna hraða. Magn sjávar sem fór í gegnum háfinn var mælt með Hydro-bios flæðismæli sem festur var í opið á öðrum háfnum. Allt hlaupkennt dýrasvif sem kom í háfinn var varðveitt í 10% formalíni til greiningar. Auk þess var þvermál allra marglyttna (Scyphozoa) mælt. Út frá rúmmáli sjávar sem háfurinn síaði voru allar fjöldataölur



1. mynd. Kort sem sýnir sýnatökustöðvarnar í Patreksfirði og Tálknafirði.

Figure 1. Map of the study area showing the sampling stations in Patreksfjörður and Tálknafjörður, NW-Iceland.

1. tafla. Meðalpéttleiki hvelja (einstaklingar/1000 m<sup>3</sup>) í Patreksfirði og Tálknafirði í apríl til september 2008. Fjöldi tegunda og Shannon fjölbreytileikastuðullinn (H') fyrir hvern sýnatökudag er skráður neðst í töflunni. Heildarfjöldi einstaklinga af hverri tegund á sýnatökutímanum ásamt hlutfalli (%) af heildarfjölda hlaupkennds dýrasvifs eru í dálknum lengst til hægri.

Table 1. Mean numbers of gelatinous zooplankton (individuals/1000 m<sup>3</sup>) in Patreksfjörður and Tálknafjörður from April to September 2008. Species richness (number of species) and Shannon's index of diversity (H') is also listed for each sampling date at the bottom of the table. Sum of individuals throughout the sampling period along with percentage of the total sum of gelatinous zooplankton are listed to the right.

Tegundir	Sýnatökudagur 2008							Σ	%
	18/ 4	1/5	16/5	11/6	10/7	6/8	4/9		
<b>Hveldýr (Hydrozoa)</b>									
<i>Aglantha digitale</i> (Müller 1776)	0	0	0	87,9	15,7	0	0,9	104,5	1,5
<i>Bougainvillea superciliaris</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>Leuckartiara breviconis</i> (Murbach and Shearer 1902)	0	5,3	84,7	5,9	0	0	0	95,9	1,4
<i>Leuckartiara 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>Stauropora mertensii</i> (Brandt 1838)	0	0	2,3	43,0	9,8	2,1	0	57,2	0,8
<b>Marglyttur (Scyphozoa)</b>									
<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
<b>Kambhveljur (Ctenophora)</b>									
<i>Beroë cucumis</i> (Fabricius 1780)	0	0	0	8,0	37,2	16,4	15,3	76,9	1,1
<b>Fjöldi tegunda alls</b>	2	8	10	12	9	7	5		
<b>Shannon fjölbreytileikastuðull (H')</b>	0,60	1,4	1,41	0,69	0,90	0,58	0,67	6850,4	100

staðlaðar miðað við 1000 m<sup>3</sup> af síuðum sjó. Til að meta tegundafjölbreytileika var notast við annars vegar fjölda tegunda og hins vegar Shannon fjölbreytileikastuðul en auk þess að taka tillit til fjölda tegunda tekur hann einnig hlutfallslegt magn einstaklinga innan tegunda með í reikninginn (Shannon og Weaver 1963).

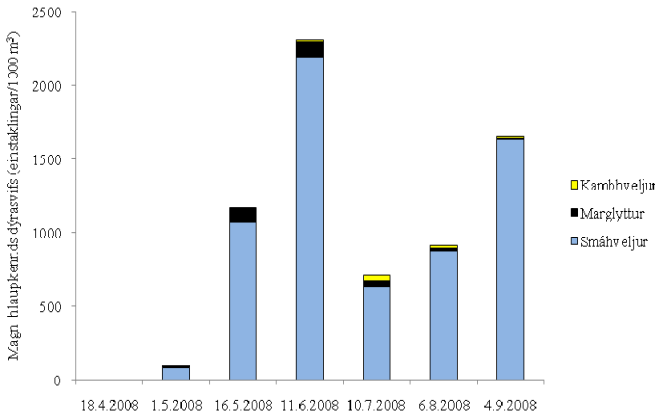
### Niðurstöður

Ellefu flokkunareiningar af smáhveljum (Hydrozoa), ein tegund kambhvelja (Ctenophora) og tvær marglyttutegundir (Scyphozoa) fundust í Tálknafirði og Patreksfirði í apríl til september 2008 (1. tafla). Algengasta smáhveljan var *Clytia* sp. en mjög erfitt er að greina þessa ættkvísl niður til tegunda og því er hún ekki greind frekar. Hér er þó að öllum líkindum um að ræða tegundina *Clytia hemisphaerica* sem finnst víða á ná-

lægum hafsvæðum. Algengasta marglyttutegundin var bláglytta (*Aurelia aurita*) en aðeins ein tegund af kambhveljum fannst, *Beroë cucumis*.

Í apríl fannst lítið af hveljum (1,6 einstaklingar/1000 m<sup>3</sup>) af aðeins tveimur tegundum (*Bougainvillea superciliaris* og *Leuckartiara octona*) (Tafla 1, 2. mynd). Í byrjun maí fjölgaði hlaupkenndu dýrasvifi talsvert (100 einstaklingar/1000 m<sup>3</sup>) og átta tegundir fundust, aðallega *Podocoryne borealis* sem var algengasta tegundin, en þar á eftir kom smáhveljan *Sarsia tubulosa* og bláglyttan (*Aurelia aurita*). Auk þessara tegunda fundust líka tegundirnar *Leuckartiara breviconis*, *Leuckartiara octona*, *Clytia* sp., *Bougainvillea superciliaris* og brennihvelja (*Cyanea capillata*) (1. tafla).

Um miðjan maí hafði magnið meira en tífaldast (1164 einstaklingar/1000 m<sup>3</sup>) og tvær



2. mynd. Magn hlaupkennds dýrasvifs í Patreksfirði og Tálknafirði í apríl til september 2008. Bláu súturnar tákna smáhveljur (Hydrozoa), svörtu marglyttur (Scyphozoa) og gulu kambhveljur (Ctenophora).

Figure 2. Number of gelatinous zooplankton in Patreksfjörður and Tálknafjörður from April to September 2008. Hydrozoa (blue), Scyphozoa (black) and Ctenophora (yellow).

tegundir til viðbótar fundust, smáhveljurnar *Staurophora mertensii* og *Obelia* sp.

Hámarki var náð í hveljumagni í júní (2190 einstaklingar/1000 m<sup>3</sup>) þegar tólf tegundir fundust. Færri fundust í júlí (712 einstaklingar/1000 m<sup>3</sup>) og ágúst (913 einstaklingar/1000 m<sup>3</sup>) en fjöldinn jókst aftur í september þegar næstmest fannst (1655 einstaklingar/1000 m<sup>3</sup>) (1. tafla).

Þegar á heildina er litið var *Clytia* sp. algengasta tegundin (72.2 % af öllu hlaupkenndu dýrasvifi yfir sumarið, 1. tafla). Aðrar algengar tegundir voru bláglytta, *Eutonia indicans*, *Obelia* sp., *Podocoryne borealis* og *Sarsia tubulosa* (1. tafla). Fjöldi tegunda var mestur í júní (12), en Shannon fjölbreytileikastuðullinn var hæstur í maí (1,41-1,49, 1. tafla).

## Umræða

Tegundasamsetningin sýnir að hveljusamfélagið í Patreksfirði og Tálknafirði er blanda af norrænum tegundum eins og t.d. *Bougainvillea superciliaris*, og tegundum með heimsútbreiðslu eins og *Clytia* sp. og *Obelia* sp. (Kramp 1939, Pagès et al. 2001, Hosia 2007). Kramp (1939) hefur áður lýst útbreiðslu nokkurra þeirra tegunda sem fundust í rannsókninni, og svo virðist sem sumar tegundanna hafi fært sig norður á bóginn síðan þá, á það sérstaklega við um tegundirnar *Leuckartiara octona* og *Leauckartiara brevicornis* sem Kramp sagði hafa suðlæga útbreiðslu og fyndist aðallega við

Suður- og Suðvesturland. Þessar tegundir fundust nú á norðvesturhorni landsins, og bendir það til að útbreiðsla þessara tegunda hafi fært norðar.

Alls fundust 14 flokkunareiningar af hlaupkenndu dýrasvifi í þessari rannsókn, sem er mun lægri tala heldur en fundist hefur í nýlegum rannsóknum við strendur Noregs og Írlands (Hosia 2007, Hosia og Bámstedt 2007, Ballard og Myers 2008). Hosia og Bámstedt (2007) fundu t.d. 36 tegundir smáhvelja, tvær tegundir marglyttna, fjóra hópa af kambhveljum og sjö tegundir lofthvelja (*Siphonophora*). Samkvæmt rannsóknum Hosia og Bámstedt (2007) er smáhveljan *Aglantha digitalis* algengasta tegundin við vesturstönd Noregs, á meðan *Clytia* sp., sem var algengasta tegundin í Patreksfirði og Tálknafirði var aðeins sjöunda algengasta hveljan þar. Í sambandi við þennan samanburð verður þó að hafa í huga að aðferðafræði þessara tveggja rannsókna er mjög ólík, þar sem notast var við lóðrétt tog með WP-3 háfi með 300 µm möskva frá botni upp að yfirborði í norsku rannsókninni auk þess sem hveljunum var safnað allt árið en ekki einungis yfir sumarið eins og hjá okkur (Hosia og Bámstedt 2007). Einnig má nefna að haffræði norsku fjarðanna er ólík þeim íslensku, og því eru þessar tvær rannsóknir ekki að öllu leyti sambærilegar.

Engu að síður er það þekkt að fjölbreytileiki hlaupkennds dýrasvifs minnkar þegar norðar dregur (Kramp 1959, Hosia 2007). Þær tiltölulega lágu tölur sem fengust í okkar rannsókn má samt sem áður líklega að mestum hluta útskýra með sýnatökunni, en þar sem við söfnuðum aðeins í uppsjónum misstum við af hveljum sem lifa dýpra. Engu að síður ætti okkar rannsókn að gefa góða mynd af samfélagi hlaupkennds dýrasvifs í hinum tiltölulega grunnu íslensku fjörðum.

Engar lofthveljur (*Siphonophora*) fundust í Patreksfirði og Tálknafirði, og kom það nokkuð á óvart þar sem þær hafa reynst talsvert algengar í rannsóknum á nærliggjandi hafsvæðum (Hosia og Bámstedt 2007, Ballard and Myers 2008). Lofthveljur eru taldar frekar bundnar við úthafsvæði (Kramp 1939) og gæti það skýrt að við fundum engar í okkar rannsókn.

Athyglisvert var að sjá að talsvert magn af ungstigum (svonefndu efyrstigi) brennihvelju (*Cyanea capillata*) fannst um vorið og allt fram í júní, en eftir það fannst lítið af þessum stigum. Annars staðar við landið höfum við ekki fundið eins mikið af þessum ungstigum (Guðjón Már

Sigurðsson 2009). Það er því hugsanlegt að hveljan alist upp í fjörðum Vestfjarða, en berist síðan til annarra svæða með straumum þegar líður á sumarið. Jafnvel er hugsanlegt að Vestfirðir séu nokkurs konar uppeldisstöð fyrir brennihvelju á Íslandsmiðum. Bláglyttan (*Aurelia aurita*) virðist hinsvegar vera frekar staðbundin í útbreiðslu sinni.

## Þakkir

AVS sjóðurinn styrkti verkefnið og er honum þakkaður stuðningurinn. Einnig viljum við þakka Jón Erni Pálssyni, Matthíasi Ágústssyni og Sigurvin Hreiðarsyni á Tálknafirði fyrir aðstoð við sýnatökur.

## Heimildir

- Guðjón Már Sigurðsson. 2009. Gelatinous zooplankton in Icelandic coastal waters with special reference to the scyphozoans *Aurelia aurita* and *Cyanea capillata*. Meistaraprófsritgerð við Háskóla Íslands. 52 bls.
- Ballard L. & 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.
- Brodeur R. D., Mills C. E., Overland J. E., Walters G. E. & 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. & Hunt Jr. G. L. 2002. Increases in jellyfish biomass in the Bering Sea: implications for the ecosystem. *Marine Ecology Progress Series* 233:89–103.
- Doyle T. K., Houghton J. D. R., Buckley S. M., Hays G. C. & Davenport J. 2007. The broad-scale distribution of five jellyfish species across a temperate coastal environment. *Hydrobiologia* 579:29–39.
- Gibbons M. J. & Richardson A. J. 2009. Patterns of jellyfish abundance in the North Atlantic. *Hydrobiologia* 616:51–65.
- Graham W. M., Pages F. & Hamner W. M. 2001. A physical context for gelatinous zooplankton aggregations: a review. *Hydrobiologia* 451:199–212.
- Hamner W. M. & Dawson M. N. 2009. A review and synthesis on the systematics and
- gree philosophiae doctor (PhD). University of Bergen
- Hosia A. & 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.
- Hydrobiologia* 616:161–191.
- 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. Hydrozoa. *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.
- Lynam C. P., Gibbons M. J., Axelsen B. E., Sparks C. A. J., Coetzee J., Heywood B. G. & Brierley A. S. 2002. Jellyfish overtake fish in a heavily fished ecosystem. *Current Biology* 16:492–493.
- Nishikawa J., Nishida S., Moku M., Hidaka K. & 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.
- 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., Uye S. & Lo W. 2007. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and the direct consequences for humans: a review. *Marine Ecology Progress Series* 350:153–174.
- Raskoff K. A., Purcell J. E. & Hopcroft R. R. 2005. Gelatinous zooplankton of the Arctic Ocean: in situ observations under the ice. *Polar Biology* 28:207–217.
- 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. & Weaver W. 1963. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana. 117 p.



## MAKRÍLL Á ÍSLANDSMIÐUM / MACKEREL IN ICELANDIC WATERS

Ólafur S. Ástþórsson, Þorsteinn Sigurðsson og Sveinn Sveinbjörnsson  
Hafrannsóknastofnunin

### Ágrip

Stuttlega er fjallað um líffræði og veiðar á makríl í Norður-Atlantshafi og síðan fjallað ítarlegar um komur makríls á Íslandsmið frá því að hans varð fyrst vart í lok 19. aldar og fram á seinustu ár. Á þessu árabili tengjast skráðar komur makríls aðallega þremur tímabilum, þ.e. upphafi 20. aldar og hlýviðristímabilum frá því um 1925–1945 og síðan frá 1996 og fram til dagsins í dag.

### Abstract

*The biology and fishery of mackerel is briefly described based on information from the literature while more detailed information is presented on the occurrence of mackerel in Icelandic waters during in the last 100 years. The occurrence of mackerel is mainly reported during three periods, at the onset of the 20th. century and then during two warm periods i.e. 1925–1945 and 1996 until present.*

### Inngangur

Atlantshafsmakrill (*Scomber scombrus*, 1. mynd) er útbreiddur víða beggja vegna Norður-Atlantshafs. Við austanvert Norður-Atlantshaf nær útbreiðslusvæðið frá ströndum Marokkó til norður Noregs og einnig inn Svartahaf, Miðjarðarhaf, Kattegat, Skagerak og Eystrasalt. Að norðvestanverðu nær útbreiðslan suður frá ströndum Norður-Karólínufylkis í Bandaríkjunum og norður til Labrador (Gunnar Jónsson og Jónbjörn Pálsson 2006).

Á undanförunum árum hefur makrill gengið bæði vestar og norðar en áður í norðaustanverðu Norður-Atlantshafi. Samfara því hefur útbreiðsla og magn makríls á Íslandsmiðum aukist verulega. Það er talið tengjast hlýnun sjávar á sama tíma og líklegt má telja að makrill sækir áfram hingað norðureftir meðan núverandi hlýviðrisskeið varir. Í þessum pistli er greint frá helstu þáttum í líffræði, útbreiðslu og veiðum á makríl í norðaustanverðu Norður-Atlantshafi með áherslu á Íslandsmið.



1. mynd. Makrill (mynd birt með leyfi Jóns Baldurs Hlíðberg).

*Figure 1. Mackerel (published with permission from Jon Baldur Hlidberg).*

### Lífssaga

Makrill er kröftugur sundfiskur sem lifir að mestu sem torfufiskur í úthafinu. Hann getur náð allt að 25 ára aldri og stærstu einstaklingar geta orðið um 60 cm langir og um 3 kg, en vanalegast er fiskur í afla veiðiskipa 30–40 cm og 0,3–0,8 kg. (Iversen 2004). Makrill verður kynþroska um 3 ára aldur. Hann er svifæta og síðla vors, á sumrin og fyrri hluta hausts heldur hann sig yfirleitt í yfirborðslögum þar sem mest er um dýrasvif og sjávarhiti hagstæður (yfir 8 °C). Þegar kólnar við yfirborð seinni hluta árs leitar hann í dýpri og hlýrri sjó. Makrillinn er ekki með sundmaga og þar sem eðlisþyngd hans er litlu meiri en sjávarins þarf hann að vera á stöðugu sundi til þess að sökkva ekki. Makrillinn syndir oftast með opinn munninn þannig að tálknin taki upp súrefni og síi einnig dýrasvif úr sjónum. Á norðlægum slóðum er rauðáta mikilvæg fæða makríls en hann er líka tækifærissinni og étur þá annað svif og fiska sem hann ræður við eins og t.d. smásíld og sandsíli. Þess má geta að síðastliðið sumar sást loðna í mögum makríls úti fyrir Norðausturlandi.

### Hrygning og göngur

Í austanverðu Norður-Atlantshafi hrygnir makrillinn á þremur megin svæðum en Alþjóðahafrannsóknaráðið veitir veiðiráðgjöf miðað við að um sé að ræða einn stofn (ICES 2009). Stofninn er talinn vera samsettur af þremur hrygningareiningum, suður-, vestur- og Norður-sjávareiningu. Suðureiningin hrygnir skammt undan ströndum Spánar og Portúgals en vestureiningin í Biskajafloa og norður á bóginn

vestur af Írlandi og Bretlandi (2. mynd). Dreifing eggja suður og vestur stofneininganna skarast í Biskajaflóa og því er erfitt að aðskilja mörk þeirra. Þriðja stofneiningin hrygnir um miðbik Norðursjávar og norður í Skagerak.

Hrygningartími makrils er frá febrúar og fram í júlí. Á suðursvæðinu er aðal hrygningartímabilið í apríl–maí, á vestursvæðinu í maí–júní og í Norðursjó og Skagerak er hámark hrygningar í júní. Þegar hrygning hefst er hitastig í yfirborðslögum sjávar oft lægra en þegar hún nær hámarki og því á hrygningin sér oft stað dýpra við upphaf hrygningartímabilsins en þegar líða tekur á það (Iversen 2004).

Um árabíl hafa víðtækar rannsóknir á hrygningarslóðum makrils verið stundaðar á vegum Alþjóðahafrannsóknaráðsins þar sem reynt er að meta eggjaframleiðslu stofnsins og þær upplýsingar, ásamt upplýsingum um landaðan afla hvers árgangs, eru notaðar við að meta stærð hrygningarstofnsins. Í þessum rannsóknum hefur það m.a. vakið athygli hvað suður- og vesturhrygningarsvæðin virðast afmörkuð og hvað þau hafa breyst lítið í tímans rás þrátt fyrir að vera fyrir opnu úthafi. Á hinn bóginn hefur hrygningarsvæðið í Norðursjó minnkað mikið samfara minnkun hrygningarstofnsins þar. Auk hrygningar á þessum svæðum hafa vísindamenn séð vísbendingar um að hrygning geti átt sér stað í Noregshafinu en hún er talin óveruleg þegar kemur að viðhaldi

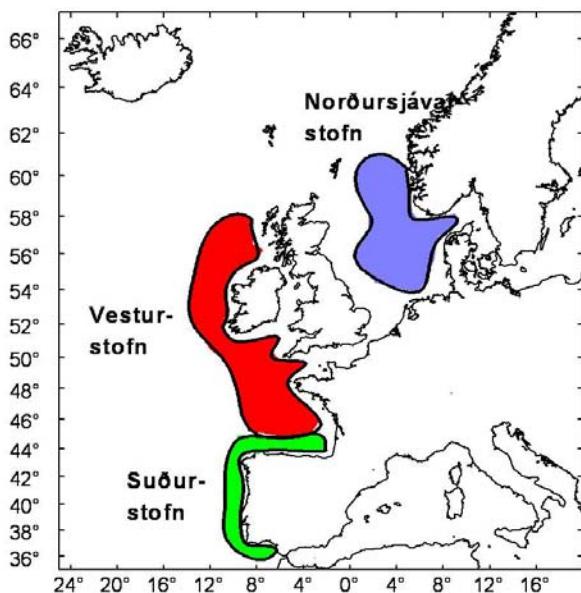
heildarstofnsins (Iversen 2004).

Egg makrilsins eru um 1,0–1,4 mm í þvermál. Þau innihalda olíudropa sem halda egginu á floti en jafnframt er hann næring fyrir fósttrið og nýklakta lirfuna. Klaktími eggja er um 5 dagar við 16°C og nýklakin er lirfan um 3,5 mm að lengd (Iversen 2004). Vöxtur makrils er mjög hraður fyrstu mánuði ævinnar og að hausti hefur hann náð að vaxa í um 15–20 cm lengd.

Að aflokinni hrygningu ganga suður- og vestureiningarnar norður á bóginn inn í Noregshaf og Norðursjó til fæðuöflunar. Sunnan við Færeyjar virðast megin göngurnar oft greinast í tvennt þannig að önnur fer austan við eyjarnar og hin vestan við þær. Sá hlutinn sem fer vestan við Færeyjar myndar síðan að því er virðist gönguna sem heldur áfram til norðvesturs og inn í íslenska lögsögu suðaustur og austur af landinu. Gangan sem fer austan við Færeyjar virðist oftast skipta sér norðaustan við eyjarnar þannig að annar hlutinn heldur til suðausturs inn í norðanverðan Norðursjó en hinn hlutinn heldur áfram til norðurs og inn í suðvestanvert Noregshaf. Yfirleitt heldur makrillinn sig í Noregshafi fram í ágúst–september eða þangað til hann heldur suðaustur á bóginn í átt að vetursetu- stöðvunum sem eru aðallega í Norðursjó, vestur af Bretlandseyjum og í við Biskajaflóa. Á undanförunum árum hafa veiðar í Noregshafi aðallega verið stundaðar seinni hluta sumars en í norðanverðum Norðursjó á haustin og fram að áramótum. Talið er að dreifing veiðanna endurspegli að stórum hluta göngumynstur makrilsins.

## Stofnstærð og aflapróun

Sundmaginn er loftfyllt líffæri (blaðra) ofarlega í kviðarholi flestra fiska. Hann gegnir mikilvægu hlutverki við stjórnun á flotjafnvægi fiska í sjónum en auk þess tengist starfsemi hans heymarskyni. Endurvarp frá fiski er breytilegt eftir tegundum og stafar það aðallega frá sundmaganum. Þar sem makrill er ekki með sundmaga hefur ekki verið unnt að beita bergmálsmælingum sem skyldi við mælingar á stærð stofnsins. Mat Alþjóðahafrannsóknaráðsins á stærð makrilstofnsins byggir á fjölda fiska í afla eftir árgöngum og mati á stærð hrygningarstofnsins á grundvelli útbreiðslu og fjölda eggja eins og nefnt hefur verið. Rannsóknirnar á útbreiðslu og fjölda eggja eru mjög kostnaðarsamar og seinlegar og því hafa þær í seinni tíð

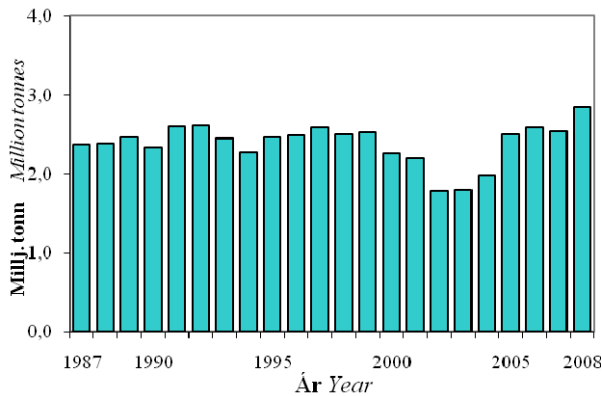


2. mynd. Hrygningarstöðvar makrils í Norðaustur-Atlantshafi.

Figure 2. Spawning areas of mackerel in the north-eastern Atlantic Ocean.

Tafla 1. Staðfestar komur makrils á Íslandsmið.  
 Table 1. Hitherto known published records of mackerel in Icelandic waters.

Ár	Fundarstaður	Árstíð	Magn	Heimild
1895	Hafnarfjörður Vopnafjörður Seyðisfjörður		stakur fiskur stakur fiskur stakur fiskur	Bjarni Sæmundsson 1926 Bjarni Sæmundsson 1926 Bjarni Sæmundsson 1926
1898	Keflavík Hafnarfjörður Seyðisfjörður	júní	stakur fiskur stakur fiskur stakur fiskur	Bjarni Sæmundsson 1899 Bjarni Sæmundsson 1899 Bjarni Sæmundsson 1902
1900	Vestfirðir Eyjafjörður Hafnarfjörður	september september	stórir hópar nokkrir fiskar	Bjarni Sæmundsson 1904 Bjarni Sæmundsson 1902 Bjarni Sæmundsson 1904
1904	Skagafjörður Hrútafjörður Eyjafjörður Borgarfjörður eystri Vopnfjörður	ágúst ágúst ágúst ágúst ágúst	tugir fiska stórar torfur	Bjarni Sæmundsson 1904 Bjarni Sæmundsson 1904 Bjarni Sæmundsson 1906 Bjarni Sæmundsson 1906 Bjarni Sæmundsson 1906
1905	Seyðisfjörður	júlí		Bjarni Sæmundsson 1906
1908	Grundarfjörður	ágúst	tugir fiska	Bjarni Sæmundsson 1926
1921	Grindavík	desember	stakur fiskur	Bjarni Sæmundsson 1949
1928	Skagafjörður Vestur- norðvesturstönd	sumar	margin fiskar stakir fiskar	Bjarni Sæmundsson 1934 Bjarni Sæmundsson 1934
1929	Eyjafjörður Vestur- norðvesturströnd	sept. sumar	stakir fiskar stakir fiskar	Bjarni Sæmundsson 1934 Bjarni Sæmundsson 1934
1930	Mjóifjörður Vestur- norðvesturstönd	ágúst	margin fiskar stakir fiskar	Bjarni Sæmundsson 1934 Bjarni Sæmundsson 1934
1934	Keflavík Faxaflói (Svið) Norðurmið	ágúst	tugir fiska tugir fiska stakir fiskar	Árni Friðriksson 1944 Árni Friðriksson 1944 Árni Friðriksson 1944
1935	Faxaflói Miðnessjór	maí	stakur fiskur stakir fiskar	Bjarni Sæmundsson 1949 Árni Friðriksson 1944
1938	Skerjafjörður	ágúst	tugir fiska	Árni Friðriksson 1944
1939	Faxaflói	maí	stakur fiskur	Árni Friðriksson 1944
1944	Ísafjarðardjúp Húnaflói Skagafjörður Grímseyjarsund	ágúst ágúst sept. ágúst sept. ágúst sept.	óvenju mikið óvenju mikið óvenju mikið óvenju mikið	Árni Friðriksson 1948 Árni Friðriksson 1944 Árni Friðriksson 1944 Árni Friðriksson 1944
1963	Faxaflói	janúar	stakur fiskur	Gunnar Jónsson 1966
1987	SA-land Faxaflói	Sumar sept.	Allmikið torfa	Gunnar Jónsson 1992 Gunnar Jónsson 1992
1991	Reynisdjúp Reynisdrangar SV af Grindavík SV af Grindavík S-land	júlí júlí ágúst sumar sumar	stakur fiskur stakur fiskur stakur fiskur tugir fiska tugir fiska	Gunnar Jónsson o. fl. 1992 Gunnar Jónsson o. fl. 1992 Gunnar Jónsson o. fl. 1992 Gunnar Jónsson o. fl. 1992 Gunnar Jónsson o. fl. 1992
1996	Suður af Surtsey A-land NA-land Austurmið	júlí ágúst ágúst sumar haust	stakur fiskur tugir fiska tugir fiska meðafli	Gunnar Jónsson o. fl. 1997 Gunnar Jónsson o. fl. 1997 Gunnar Jónsson o. fl. 1997 Aflagrunnur Fiskistofu
1997	Rósagarður	ágúst	stakur fiskur	Gunnar Jónsson o. fl. 1998
1998	Skeiðarárdjúp Garðsjór	ágúst september	stakur fiskur stakur fiskur	Gunnar Jónsson o. fl. 1999 Gunnar Jónsson o. fl. 1999
2000	Eldeyjarbanki Austurmið	Apríl sumar haust	stakir fiskar	Gunnar Jónsson og Jónbjörn Pálsson 2001 Aflagrunnur
2001	Snæfellsnes	júlí	stakur fiskur	Gunnar Jónsson og Jónbjörn Pálsson 2002
2002	Austurmið	sumar haust	meðafli	Aflagrunnur
2003	Hvalbaksgrunn Austurmið	ágúst	stakur fiskur meðafli	Gunnar Jónsson og Jónbjörn Pálsson 2004 Aflagrunnur
2004	Austurmið	sumar haust	meðafli	Aflagrunnur
2005	Víða um land Austurmið	sumar haust sumar haust	stakir fiskar meðafli	Jónbjörn Pálsson 2006 Aflagrunnur
2006	Austurmið	sumar haust	meðafli	Aflagrunnur
2007	Austurmið	sumar haust	meðafli	Aflagrunnur
2008	Austurmið	sumar haust	meðafli veiðar	Aflagrunnur
2009	Austurmið Íslandsmið nema Vestfjarðamið	sumar haust haust	meðafli veiðar rannsóknaleiðangur	Aflagrunnur Hafrannsókastofnuin



3. mynd. Stofnstærð makrils 1987–2008 (Hafrannsóknir 146. 2009).

Figure 3. Stock size of mackerel 1987–2008 (Hafrannsóknir/Marine Research 146. 2009).

aðeins verið framkvæmdar þriðja hvert ár. Síðari hluta júní nú í sumar (2010) verður þessum fjölþjóðlegu hrygningarrannsóknnum haldið áfram og þá munu sérfræðingar Hafrannsóknastofnunarinnar taka þátt í þeim í fyrsta sinn á rannsóknaskipinu Árna Friðrikssyni.

Þróun Norðursjávarstofneiningarinnar er þekkt frá því upp úr 1960 og suður- og vestureininganna frá því upp úr 1970. Norðursjávareiningin er talinn hafa verið mjög stór á 7. áratugnum eða um 3,5 milljónir tonna. Hún hrundi síðan vegna ofveiði snemma á 8. áratugnum og hefur ekki enn náð sér á strik. Vesturstofneiningin er um þessar mundir langstærsti hluti heildarstofnsins eða um 95% (ICES, 2009).

Alþjóðahafrannsóknaráðið gerir í október á hverju ári úttekt á makrilstofninum í Norðaustur-Atlantshafi. Þróun hrygningarstofnsins á árunum 1987–2008 bendir til þess að hrygningarstofninn hafi stækkað úr um 1,8 milljónum tonna árið 2002 í um 2,8 milljónir tonna árið 2008 (3. mynd). Sú staðreynd að allir árgangar frá 2001–2006, að undanskildum árganginum frá 2003, eru taldir yfir meðaltali árána 1972–2006 hefur stuðlað að stækkun stofnsins á undanförunum árum. Veiðiálag á stofninn var talið of mikið á árunum 1992–1995 og eins frá um 1999–2005 og árið 2009 hækkaði veiðiálagið aftur verulega (ICES 2009).

Heildaraflí makrils hefur verið tiltölulega stöðugur eða um 675 þús. tonn undanfarin 20 ár. Aflinn var mestur um 820 þús. tonn árið 1993 og 1994 og árið 2009 fór hann í um 830 þús. tonn. Minnstur var aflinn á þessu tímabili tæp 473 þús. tonn árið 2006. Fyrir 1973 var aflinn í Noregshafi lítill eða innan við 1000 tonn þrátt

fyrir að vitað sé til þess að makrill hafi gengið í Noregshaf á fyrri árum og áratugum. Aflí makrils í Noregshafi náði hámarki, um 135 þús. tonnum, á árunum 1992, 1995 og 1998. Af þeim þjóðum sem veiða makríl í Noregshafi eru Norðmenn og Rússar atkvæðamestu veiðiþjóðirnar. Rússar veiða mest á alþjóðlegu hafsvæði á tímabilinu frá júní–ágúst en Norðmenn hafa yfirleitt veitt austar og sunnar í norskrí lögsögu í september–október (Iversen 2004).

### Makrill við Ísland

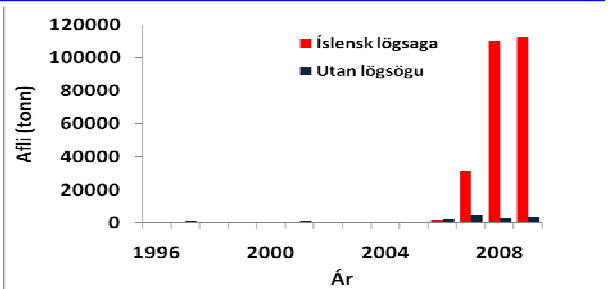
Í nýlegri grein um makríl sem hér er að hluta byggt á var m.a. fjallað nokkuð um komur makrils til Íslands á undanförunum hundrað árum eða svo (Ólafur S. Ástþórsson o.fl. 2010). Við nánari skoðun heimilda hefur nú tekist að fylla enn frekar upp í þá sögu og er hún dregin saman í töflu 1. Makrill fannst fyrst með vissu við Ísland í Hafnarfirði árið 1895 og um svipað leyti varð hans einnig vart í Vopnafirði og Seyðisfirði (tafla 1). Til fróðleiks má þó einnig nefna að í riti sínu „Ein stutt undirréttning um Íslands aðskiljanlegar náttúru“ sem talið er að hafi verið samið á árunum 1640–1644 getur Jón lærði þess að eitt vor hafi svo mikið af makríl hlaupið á land á Hornströndum að fjörur og víkur hafi verið þaktar af honum (Jón Guðmundsson, 1924). Vera kann að í þessu tilfelli hafi verið um makríl að ræða en erfitt er hins vegar að fullyrða um það. Í upphafi 20. aldar varð makrils síðan vart við landið af og til en oftast var þar um að ræða staka fiska (tafla 1). Á þessum árum var kalt á hafsvæðinu við Ísland en upp úr 1915 fór síðan að hlýna (Unnsteinn Stefánsson, 1999). Eins og áður er getið er makrillinn suðrænn göngufiskur sem heldur norður á bóginn til fæðuöflunar eftir hrygningu og er stærð og víðátta fæðuganganna talin tengjast umhverfisaðstæðum á hverjum tíma. Þrátt fyrir takmarkaðar fiskirannsóknir við Ísland í upphafi 20. aldar má telja líklegt að þær endurspegli réttilega að á þeim köldu árum sem þá ríktu hafi sjaldnast verið um að ræða verulegar göngur makrils á Íslandsmið.

Árabilið 1925–1964 ríkti hlýviðrisskeið á Íslandsmiðum og sérstaklega var hlýtt á árunum 1925–1945 (Unnsteinn Stefánsson 1999). Samfara þessum hlýindum virðist einnig sem göngur makrils á hafsvæðið umhverfis Ísland hafi aukist og þær verið stærri en áður að svo

miklu leyti sem unnt er að byggja slíkt mat á tiltækum lýsingum (tafla 1). Það er athyglisvert að á um 20 ára tiltölulega hlýju tímabili á árunum 1946–1964, sem var hluti hins langa hlýviðrisskeiðs á árunum 1925–1964, virðist makrils aðeins einu sinni getið í íslenskum heimildum, þ.e. árið 1963 (tafla 1). Hvort þetta stafar af því að á þessu tímabili hafi makrill alls ekki gengið á grunnmið við Ísland eða þá að komur hans hafi ekki lengur þótt fréttæmar er erfitt að fullrýða um. Í þessu samhengi má nefna að einn okkar höfunda var á síldveiðum á árunum 1959–1968 og sá þá aldrei makríl. Iversen (2004) getur þess hins vegar að norskir síldarbátar hafi stundum orðið varir við makriltorfur er þeir sóttu til síldveiða á Íslandsmiðum á 6. og 7. áratug síðustu aldar en hvar þetta var nákvæmlega í hafinu milli Noregs og Íslands kemur ekki fram.

Á árunum 1965–1971 tók við kalt tímabil á Íslandsmiðum með litlu innstreymi Atlantsjávar á Norðurmið og mikilli útbreiðslu Pólsjávar. Í framhaldi af því kom síðan tímabil þar sem á skiptust 14 ára tímabil hlýrra og kaldra skilyrða fram til 1995 (Anon 2009b). Frá þessum árum er okkur aðeins kunnugt um komu makrils á miðin við Ísland árið 1991, en það ár flokkast sem tiltölulega hlýtt ár á tímabili breytilegra umhverfisskilyrða (tafla 1 Anon 2009b).

Árið 1996 hófst á ný tímabil hlýinda á norðaustanverðu Norður-Atlantshafi sem varað hefur nær óslitið síðan og með margvíslegum áhrifum á lífríki sjávar (Anon 2009b Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson 2006; Ólafur S. Ástþórsson 2008). Það sama ár veiddist makrill suður af Surtsey og á norðaustur- og norðurmiðum en þá hafði hann ekki fengist við Ísland svo vitað sé síðan sumarið 1991 (tafla 1). Jafnframt veiddust samkvæmt aflaskráningum Fiskistofu rúm 400 tonn af makríl sem aukaafli við síldveiðar austast í íslensku fiskveiðilögsögunni (4. mynd). Árið 1997 veiddist makrill í Rósagarðinum og árið 1998 í Skeiðarárdjúpi og Garðssjó. Engar upplýsingar um makríl innan fiskveiðilögsögunnar bárust Hafrannsóknastofnuninni árið 1999 en árið 2000 fékkst hann á Eldeyjarbanka og þá veiddust einnig rúm 200 tonn sem meðafli við síldveiðar í austasta hluta fiskveiðilögsögunnar. Árið 2001 fékkst makrill svo við Snæfellsnes. Frá árinu 2002 hefur makrils orðið vart hér við land á hverju ári og jafnframt í stöðugt auknum mæli og á víðáttu-

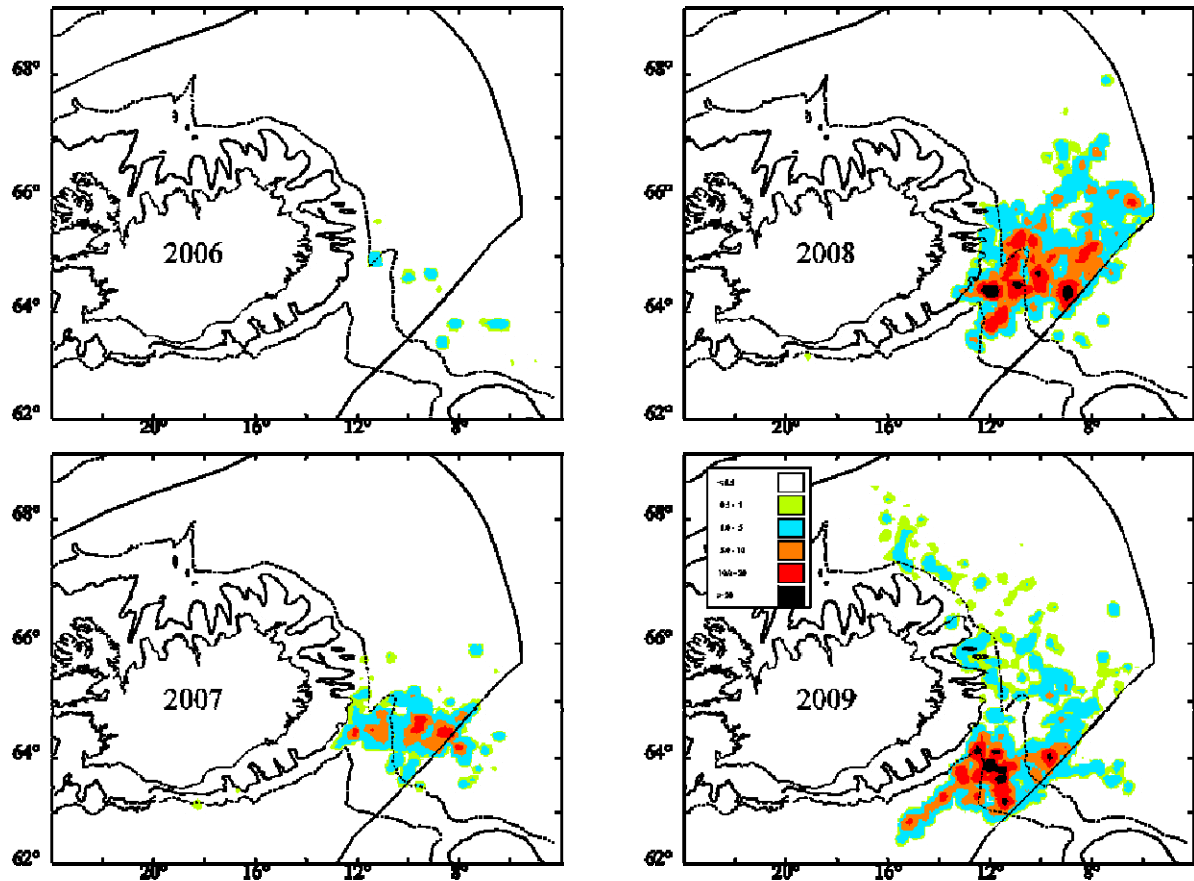


4. mynd. Makrílafli íslenskra skipa í íslenskrri lögsögu og utan hennar á árunum 1996-2009.

Figure 4. Mackerel catch of Icelandic vessels within and outside the Icelandic EEZ in 1996-2009.

meiri svæðum samkvæmt afladagbókum veiðiskipa. Á árunum 2002-2009 hefur aflinn innan íslenskrar lögsögu aukist frá því að vera um 20 tonn árið 2002 í rúmlega 112 þúsund tonn árið 2009 (4. mynd). Á þessum árum hafa íslensk skip einnig fengið nokkurn makrílafli í færeyskri lögsögu en hann hefur farið minnkandi sem hlutfall af heildarafla með aukum afla innan íslenskrar lögsögu. Þau tvö ár sem veiðin innan lögsögunnar hefur verið lang mest, þ.e. 2008 og 2009, hefur stærstu hluti aflans fengist yfir eða rétt norðan við Íslands-Færeyja hrygginn. (5. mynd). Á Íslandsmiðum hefur 35–40 cm eða 4–7 ára makrill verið mest áberandi í veiðinni. Stærstu fiskarnir í aflanum hér við land hafa hins vegar verið 45–47 cm (10–12 ára). Sumarið 2009 veiddi rannsóknaskipið Árne Friðriksson 48 cm makríl sem vóg 1071 gr. Þetta mun vera stærsti skráði makrillinn hér við land. Umfangsmiklar rannsóknir Hafrannsóknastofnunarinnar og veiðiskipsins Hoffells í ágúst 2009 sýndu að makríl var að finna í nánast allri í íslensku fiskveiðilögsögunni að undanskildum Norðvesturmiðum sem ekki voru könnuð (6. mynd). Mestur afli fékkst á víðáttumiklu svæði undan Austfjörðum en einnig var töluvert um makríl á afmörkuðum svæðum undan suðausturströndinni og sunnanverðri vesturströndinni. Niðurstöður þessara rannsókna og frekari athugana með veiðiskipum í september 2009 benda einnig til þess að makrillinn dvelji nú lengur við landið en fyrir nokkrum árum.

Á 7. mynd eru sýndar komur makrils á Íslandsmið yfir rúmlega 100 ára tímabil. Í stórum dráttum má segja að þær virðast bundnar þremur megin tímabilum, þ.e. upphafi 20. aldar þegar makrils er fyrst getið við Ísland, hlýindaárum frá því um 1925–1945 og síðan hlýára-tímabilinu sem hófst 1996 og stendur enn. Í

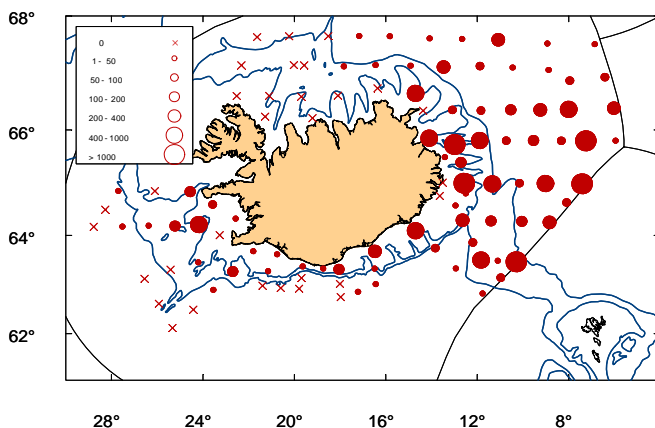


5. mynd. Dreifing veiða íslenskra skipa á markrill 2006–2009 (tonn/fersjómilu).

Figure 5. Distribution of the catch of mackerel by Icelandic vessels in 2006–2009 (tonnes/square mile).

sambandi við 6. mynd er þó vert að hafa í huga að í dag eru rannsóknir á miðum við Ísland langtum umfangsmeiri en áður fyrr og upplýsingaflæði frá sjómönnum meira en í byrjun og á fyrri hluta 20. Aldar. Það eru því

mun meiri líkur á því nú að vart verði við og tilkynnt um ferðir sjaldgæfra fiska. Engu að síður er óhætt að fullyrða að auknar göngur makrils á Íslandsmið tengjast svo ekki verður um villst hlýviðrisskeiðum í hafinu.

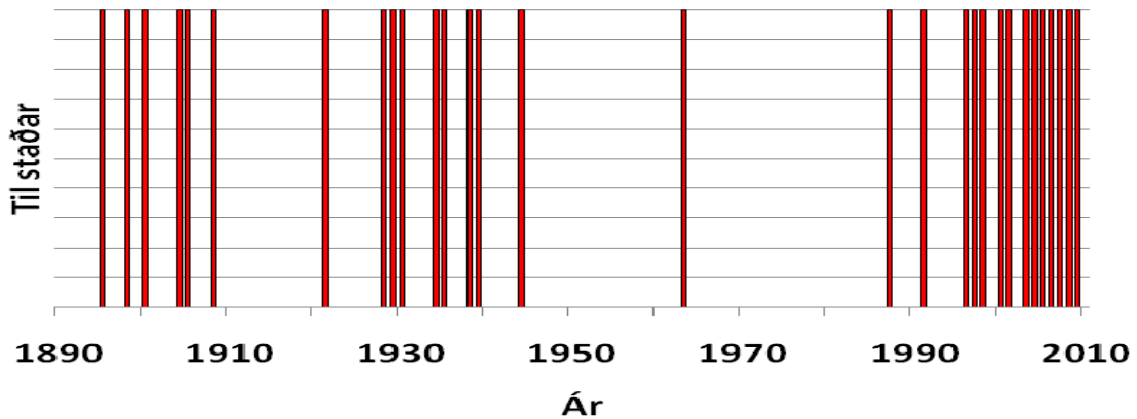


6. mynd. Makrílafli (kg/togtíma) í rannsóknaleiðöngurum rs. Árna Friðrikssonar og ms. Hoffells í íslenskrri lögsögu í ágúst 2009.

Figure 6. The catch of mackerel (kg/trawling hour) during a research survey within the Icelandic EEZ in August 2009.

## Niðurlag

Þróunin í útbreiðslu, magni og veiðum á makrill við Ísland undanfarin ár sýnir hversu miklar náttúrulegar breytingar geta átt sér stað í útbreiðslu fiskistofna á tiltölulega stuttum tíma. Þó að stofnstærð markrils hafi ekki vaxið verulega undanfarin 10–15 ár (3. mynd) hefur útbreiðslan samfara breyttum umhverfisskilyrðum gerbreyst og fiskur sem fyrir jafnlöngum tíma var talinn meðal flækjunga við landið er nú meðal mikilvægri nytjastofna. Ef umhverfisskilyrði verða svipuð og verið hefur og makrilstofninn verður áfram tiltölulega stór má búast við að makrill haldi áfram að ganga á Íslandsmið, a.m.k. yfir sumarmánuðina. Ef ástand sjávar breytist hins vegar til þess sem var fyrir 1996 eða að stofninn minnkar mikið kann



7. mynd. Komur makrils á Íslandsmið eru bundnar við 3 megin tímabil, þ.e. í upphafi 20. aldar, tímabilið 1925–1945 og síðan á undan förunum 15 árum. Síðari tímabilin svara til hlýndaskeiða í Norður-Atlantshafi.

Figure 7. Records of mackerel in Icelandic waters are mainly confined to 3 periods, i.e. the beginning of the 20th century (when mackerel was first recorded), during the years 1925–1945 and during past 15 years. The last two periods correspond to marked warm water periods in the North– Atlantic Ocean.

svo að fara að makrill verði aftur aðeins flæk-  
ingur hér við land. Mikilvægt er í þessu ljósi að  
Hafrannsóknastofnunin verði á næstu árum í  
aðstöðu til þess að stunda öflugar fiskifræði- og  
umhverfisrannsóknir tengdar líffræði, útbreiðslu  
og gögnum makrils á norðlægar slóðir.

## Heimildir

- Anon, 2009a. Nytjastofnar sjávar 2008/2009, Aflahorfur fiskveiðiárið 2009/2010. Hafrannsóknir 146, 174 bls.
- Anon, 2009b. Þættir úr vistfræði sjávar 2008. Ástand sjávar og svífsamfélög. Hafrannsóknir, 144. 9-19.
- Árni Friðriksson, 1944. Makrillinn við Ísland. Náttúrufræðingurinn, 14(3-4), 138-142.
- Árni Friðriksson, 1948. Boreo-tended changes marine vertebrate fauna in the of Iceland in during last 25 years. Rapport et Procés-verbaux des Reunions Conceil international pour l'Exploration de la Mer, 125, 30-32.
- Bjarni Sæmundsson, 1899. Skýrsla um hið íslenska Náttúrufræðisfélag árið 1897-1898. 36 bls.
- Bjarni Sæmundsson, 1902. Um nokkra íslenska fiska. Skýrsla um hið íslenska Náttúrufræðisfélag 1899-1900 og 1900-1901, 17-20.
- Bjarni Sæmundsson, 1904. Fágætt fiskahlaup. Ísafold, 31, 1
- Bjarni Sæmundsson, 1906. Fiskirannsóknir 1905. II. Makrillinn hér við land. Andvari 31, 105-148.
- Bjarni Sæmundsson, 1926. Fiskarnir (Pisces Islandiae). Bókaverslun Sigfúsar Eymundssonar, Reykjavík. 583 pp.
- Bjarni Sæmundsson, 1934. Probable influence of

changes in temperature on the marine fauna of Iceland. Rapport et Procés-verbaux des Reunions Conceil international pour l'Exploration de la Mer, 86, 1-6.

- Bjarni Sæmundsson, 1949. Marine Pisces. Zoology of Iceland. Einar Munksgaard, Copenhagen og Reykjavík. 150 pp.
- Gunnar Jónsson, 1966. Sjaldgæfir fiskar, sem Fiskideild og Hafrannsóknastofnuninni hafa borist 1955-1966. Ægir 60(39), 55-58.
- Gunnar Jónsson, 1992. Íslenskir fiskar. Fjölva útgáfan, Reykjavík, 568 pp.
- Gunnar Jónsson og Jónbjörn Pálsson, 2001. Sjaldséðir fiskar á Íslandsmiðum árið 2000. Ægir 94(2), 38-42.
- Gunnar Jónsson og Jónbjörn Pálsson, 2002. Sjaldséðir fiskar á Íslandsmiðum árið 2001. Ægir 95(2), 40-44.
- Gunnar Jónsson og Jónbjörn Pálsson, 2004. Sjaldséðir fiskar á Íslandsmiðum árið 2003. Ægir 97(2), 40-44.
- Gunnar Jónsson og Jónbjörn Pálsson, 2006. Íslenskir fiskar. Vaka-Helgafell, Reykjavík, 334, bls.
- Gunnar Jónsson, Jakob Magnússon og Vilhelmina Vilhelmsdóttir, 1992. Sjaldséðir fiskar á Íslandsmiðum árið 1991. Ægir 85(3), 128-131.
- Gunnar Jónsson, Jakob Magnússon, Vilhelmina Vilhelmsdóttir og Jónbjörn Pálsson, 1997. Nýjar og sjaldséðar fisktegundir árið 1996. Ægir 90(4), 25-31.
- Gunnar Jónsson, Jakob Magnússon, Vilhelmina Vilhelmsdóttir og Jónbjörn Pálsson, 1998. Nýjar og sjaldséðar fisktegundir árið 1997. Ægir 91(2), 18-22.
- Gunnar Jónsson, Jónbjörn Pálsson og Klara Jakobsdóttir, 1999. Nýjar og sjaldséðar fisktegundir árið 1998. Ægir 92(2), 32-36.

- ICES, 2009. Report of the Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE), 2-8 September 2009, ICES CM 2009/ACOM 12. Copenhagen, Denmark, 563 bls.
- Iversen, S. A., 2004. Mackerel and horse mackerel. Í: H. Skjoldal (ritstj.), The Norwegian Sea Ecosystem. Tapir Academic Press, Thronheim. Bls. 289–300.
- Jón Guðmundsson, 1924. Ein stutt undirréttning um Íslands adskiljanlegar náttúru (Halldór Hermannsson: Jón Guðmundsson and his Natural History of Iceland). *Islandica* 15, 1-40.
- Jónbjörn Pálsson, 2006. Sjaldgæfir fiskar á Íslandsmiðum 2005. *Ægir*. 99(1), 24-26.
- Ólafur S. Ástþórsson, 2008. Veðurfar og lífríki sjávar á Íslandsmiðum. *Hafrannsóknastofnunin Fjölrit* 139, 29–34.
- Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson, 2006. New fish records and records of rare southern species in Icelandic waters in the warm period 1996-2005. *ICES CM/C:20*, 22 bls.
- Ólafur S. Ástþórsson, Þorsteinn Sigurðsson og Sveinn Sveinbjörnsson, 2010. Makrill í Norðaustur-Atlantshafi og við Ísland. *Ægir* 101(1), 16-18.
-



## SKÖTUSELUR VIÐ ÍSLAND: ÁHRIF UMHVERFISBREYTINGA Á STOFNINN OG TENGLI VIÐ ÖNNUR HAFSVÆÐI / MONKFISH AT ICELAND: ENVIRONMENTAL EFFECTS ON THE STOCK AND CONNECTIONS TO OTHER AREAS

Jón Sólmundsson, Einar Jónsson og Höskuldur Björnsson  
Hafrannsóknastofnunin

### Ágrip

Stofnstærð og útbreiðsla skötusels á Íslandsmiðum hefur breyst verulega frá lokum síðasta áratugar. Fyrir árið 1998 veiddist skötuselur nær einungis við sunnanvert landið, en síðan þá hefur hann fengist í vaxandi mæli og veiðisvæðin færst æ norðar með vesturströndinni. Þessi breyting virðist einkum hafa orðið vegna aukinnar nýliðunar sem líklega má rekja til breytinga á ástandi sjávar sunnan og vestan Íslands. Þar er sjórinn nú hlýrri og saltari en verið hefur síðustu áratugi. Líklegt er að með aukinni hlýnun hafi „opnast“ hlutfallslega stór uppeldissvæði á landgrunninu vestan Íslands og tengjast þær breytingar langtímabreytingum á ástandi sjávar í Norður Atlantshafi. Í greininni er fjallað um möguleg tengsl íslenska skötuselsins við skötusel á öðrum hafsvæðum.

### Abstract

*The stock size and distribution of monkfish in Icelandic waters has changed significantly since the end of the last decade. Prior to 1998, the species was caught almost entirely off the south coast of Iceland but since then the distribution area has expanded to the western shelf, concurrent with rising seawater temperatures and salinity. This change seems to be caused mainly by improved recruitment following "opening" of nursery and feeding habitat west of Iceland. Potential effects of long-term oceanographic changes in the North Atlantic Ocean on the Icelandic monkfish stock are discussed, and possible connections to monkfish stocks in other areas.*



1. mynd. Útbreiðsla skötusels í vorralli árin 1985-2009.

Figure 1. The spatial distribution of monkfish in the Icelandic Groundfish Survey 1985–2009

## Áhrif umhverfisbreytinga á lífríki sjávar

Breytingar á ástandi sjávar geta haft veruleg áhrif á afkomu sjávardýra, sérstaklega á þá stofna sem lifa á mörkum útbreiðslusvæðis síns. Hitastig sjávar við Ísland er einmitt með þeim hætti að hér eru útbreiðslumörk ýmissa lífvera, þ.e. suðlæg mörk kaldsjávartegunda og norðlæg mörk tegunda sem frekar finnast í hlýrri sjó.

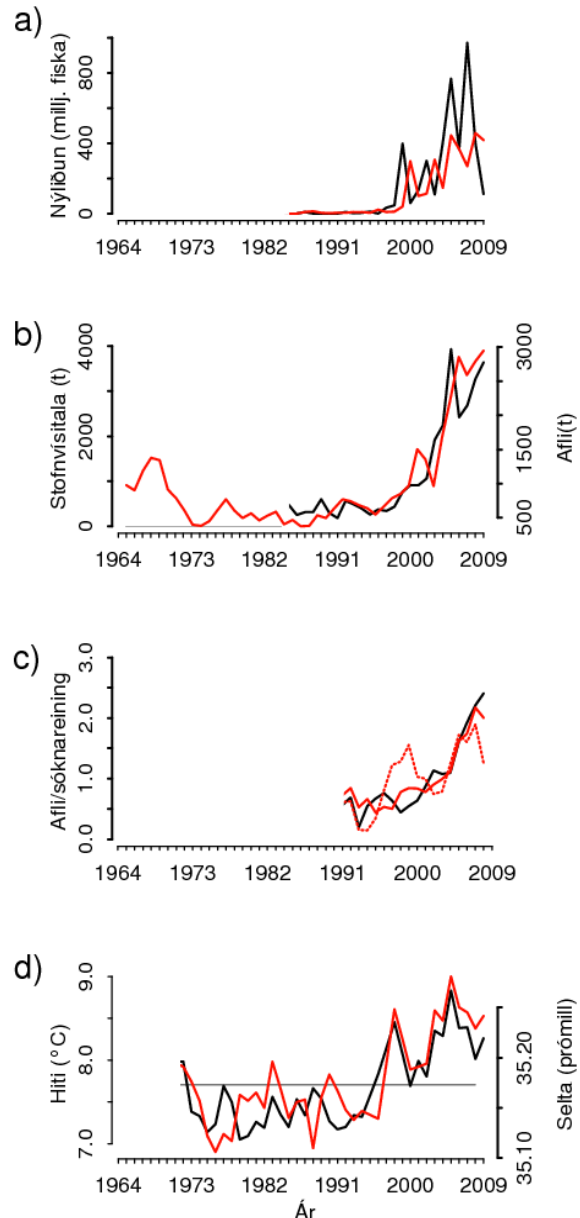
Flestar upplýsingar um áhrif umhverfisbreytinga á fiskistofna við Ísland tengjast upphafi hlýja tímabilsins frá 1925-1965 (Bjarni Sæmundsson 1934, Árni Friðriksson 1949) og hafisárunum sem fylgdu í kjölfarið (Hjálmar Vilhjálmsson 1997, Jakob Jakobsson og Østvedt 1999). Frá árinu 1996 hafa miklar breytingar orðið á magni og útbreiðslu fiska og hryggleysingja við Ísland, og hefur sú þróun haldist í hendur við hlýnun sjávar með sterkara innflæði Atlantssjávar (Anon. 2009). Almennt má segja að magn suðlægra tegunda hafi aukist en ýmsar norrænar tegundir hafa átt erfiðara uppdráttar (Höskuldur Björnsson og Ólafur K. Pálsson 2004, Héðinn Valdimarsson o.fl., 2005, Jón Sólmundsson o.fl. 2010). Þetta er þó ekki algilt enda samspil lífvera í hafinu margslungið og inn í það spila veiðar og ýmsir sjúkdómar sem aukist geta samfara hækkandi hita.

## Stofnstærð og útbreiðslu skötusels

Skötuselurinn er ein þeirra tegunda sem sýnt hafa mikil viðbrögð við breyttum aðstæðum frá því hlýna tók upp úr 1996. Breytingar á stofnstærð og útbreiðslu skötusels hafa verið vaktar í árlegu vorralli Hafrannsóknastofnunarinnar allt frá árinu 1985. Fyrstu 14 árin var ástand stofnsins fremur bágborið miðað við það sem síðar átti eftir að verða – einungis fengust fullorðnir skötuselir í rallinu og útbreiðsla þeirra var bundin við suðurströndina (1. mynd). Nýliðun þessi ár mældist lítil sem engin og það var ekki fyrr en árið 1999 að eins árs skötusels varð vart svo nokkru næmi. Síðan þá hefur góð eða sæmileg nýliðun mælst nær árlega og alger umbreyting hefur orðið á viðkomu stofnsins (2. mynd a). Í kjölfar góðrar nýliðunar fór stofnvísitalan í rallinu hækkandi og skötuselsaflí fiskiskipa fór ört vaxandi (2. mynd b,c).

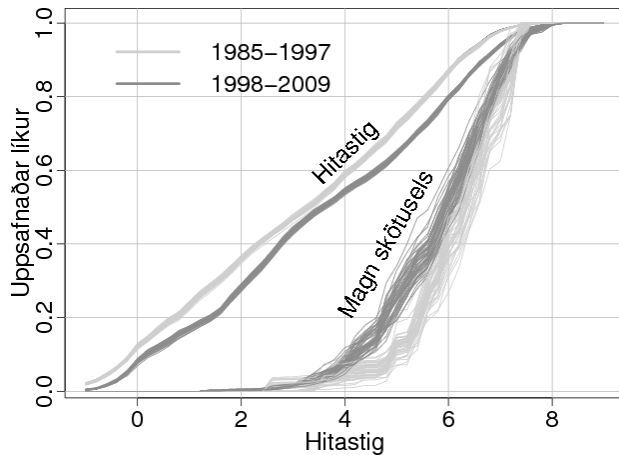
## „Opnun“ búsvæða vegna hækkandi sjávarhita

Með hlýnandi sjó hefur útbreiðslusvæði



2. mynd. a) Nýliðun skötusels skv. mælingum í vorralli (svört lína = 1árs, rauð lína = 2 ára), b) Vísitala heildarstofns skötusels í vorralli (svört lína) og skráður landaður afli fiskiskipa árin 1965-2008 (rauð lína), c) Staðlaður afli á sóknareiningu í dragnót (svört lína), botnvörpu (brotin rauð lína) og humarvörpu (heil rauð lína) árin 1991-2008, d) Sjávarhiti (svört lína) og selta (rauð lína) að vori á 100 m dýpi á stöð Sb-5 á Selvogsbankasniði árin 1971-2009.

Figure 2. a) Recruitment, shown as abundance indices for 1-yr (black line) and 2-yr old (red line) monkfish in the Icelandic Groundfish Survey, b) Total stock abundance index (biomass) in the Icelandic Groundfish Survey (black line) and total landings of monkfish in 1965-2008 (red line). c) Standardized CPUE for otter trawl (broken red line), lobster trawl (solid red line) and Danish seine (black line) at Iceland in 1991-2008 d) Temperature (black line) and salinity (red line) in spring at 100-m depth on station Sb-5 at the Selvogsbanki section southwest of Iceland in 1971-2009. The solid horizontal line indicates the average mean temperature in the period.



3. mynd. Uppsöfnuð dreifing hitastigs (°C) í vorralli og uppsöfnuð dreifing skötusels eftir hitastigi, sýnt fyrir tvö tímabil. Breytileikinn í gögnunum er fenginn með því að taka 50 slembiúrtök úr gögnunum (50 randomization runs) fyrir hvert tímabil.

Figure 3. Cumulative frequency distributions for observed temperatures and monkfish abundance (biomass) in relation to temperature (°C), based on data from the Icelandic Groundfish Survey for two periods. For both observed temperature and monkfish abundance, the variability of the cumulative frequency distributions in each period is shown as 50 randomization runs.

skötuselsins stækkað (1. mynd). Þar er einkum átt við miðin vestur af landinu frá Reykjanesi norður á Vestfjarðamið. Það er einmitt á þessum svæðum sem sterkir árgangar síðustu ára hafa alist upp og svo virðist sem þar hafi „opnast“ ný búsvæði fyrir tegundina (Jón Sólmundsson o.fl. 2010). Með öðrum orðum; svæði sem áður hentuðu skötuselnum illa urðu á skömmum tíma lífvænleg búsvæði.

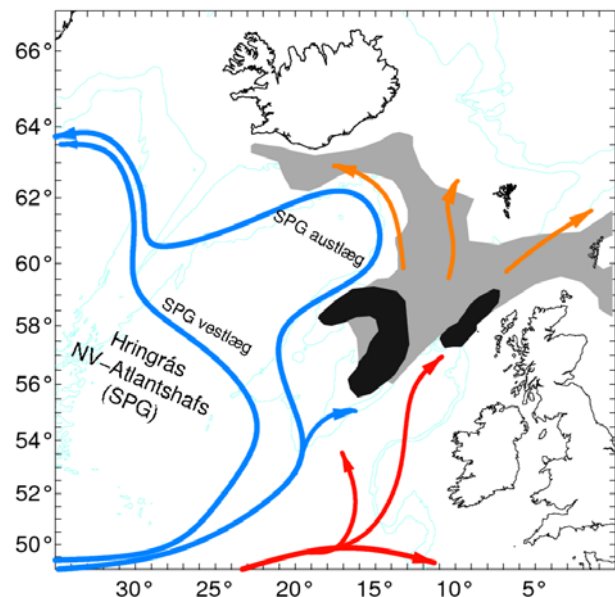
Í marsmánuði, þegar sjórinn við landið er hvað kaldastur, virðist skötuselurinn kjósa sér svæði þar sem sjávarhiti er hærri en 4-5°C (3. mynd). Mælingar á sjávarhita í mars benda til að flatarmál slíkra svæða hafi nær tvöfaldast frá árunum 1985-1990. Það skiptir líklega miklu máli að þetta hagstæða tíðarfar í hafinu sunnan og vestan Íslands hefur verið viðvarandi allt frá 1996 og engin verulega köld ár hafa rofið tímabilið (2. mynd d, sjá einnig aðrar upplýsingar um langtímabreytingar á ástandi sjávar í þessu hefti).

### Hringrás Norðvestur- Atlantshafs

Áður nefnda þróun á vistkerfi Íslandsmiða má rekja til breytinga á stóru svæði sunnan og suðvestan Íslands. Talið er að hita- og seltustig sjávar sem hingað berst séu m.a. háð svonefndri

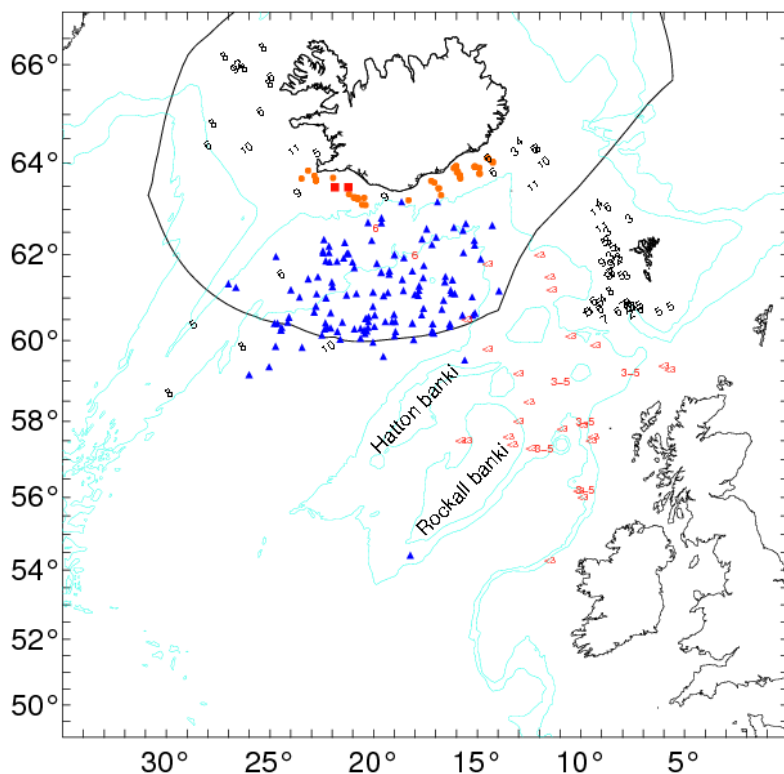
„hringrás Norðvestur Atlantshafs“ (enska: Subpolar Gyre, SPG). Þessi hringrás streymir rangsælis frá Grænlandshafi suður og vestur í Labradorhaf; þaðan suður að Nýfundnalandi og þá norðaustur í átt að Hatton-Rockall svæðinu vestan Bretlandseyja (Mortensen og Héðinn Valdimarsson 2000, Hátún o.fl. 2005). Það er þó mismunandi milli ára og tímabila hve víðfeðm hringrásin er, þ.e. hve langt hún nær í austur, og það er talið geta haft áhrif á ástand sjávar hér við land.

Áratuginn fyrir 1996 náði hringrás Norðvestur Atlantshafs langleiðina austur að Hatton-Rockall svæðinu, en frá árinu 1996 hefur hún hinsvegar verið vestlægari (Hátún o.fl. 2009a,b, sjá 4. mynd). Síðari árin hafa heittempraðar saltar sjógerðir því átt greiðari



4. mynd. Einfölduð skýringamynd af yfirborðsstraumum sunnan Íslands sem sýnir mismunandi austur mörk hringrásar Norðvestur Atlantshafs (SPG, bláar línur) og heittempraða hlýja og salta strauma að sunnan (rauðar línur), byggt á Hátún o.fl. (2005, 2009a,b). Einnig eru hrygningarsvæði skötusels á landgrunnskantinum vestan Skotlands og á Hatton-Rockall svæðinu sýnd (svört svæði) og líkleg dreifing seiða frá þeim svæðum eftir 90-120 daga frá klaki, teiknað eftir Hislop o.fl. (2001).

Figure 4. A simplified drawing of the main surface currents south of Iceland, showing the eastern rim of the Subpolar Gyre (SPG, blue arrows) and the red arrows represent the northward advection of relatively warm and saline water of subtropical origin, based on Hátún et al. (2005, 2009a,b). Also shown are monkfish spawning areas at the continental slope west of Scotland and the Hatton-Rockall plateau (black areas) and the modelled distribution of monkfish larvae originating from these areas after 90-120 days from hatching, drawn after Hislop et al. (2001).



5. mynd. Veiðistaðir skötusels á flotlínu japanskra túnfiskskipa árin 1996-2005 (bláir þríhyrningar), dreifing skötuselshrygna sem veiddust með botnveiðarfærum og komnar voru nærri hrygningu (appelsínugulir punktar), dreifing og stærð sviflægs skötuselsungviðis (<12 cm) sem skráð er í gagnagrunn Hafrannsóknastofnunarinnar (svartar skáletraðar tölur), dreifing og stærð skötuselslirfa skv. Tåning (1923) (rauðar tölur) og tveir fundarstaðir eggjaborða skötusels á Selvogsbanka (rauðir kassar).

Figure 5. Approximate locations of monkfish caught on pelagic tuna-longline in August-October 1996-2005 (blue triangles), distribution of ripe female monkfish caught in benthic gears (orange dots), locations and sizes of pelagic juvenile monkfish (<12 cm) registered in the MRI database (numbers in italics), locations and sizes of postlarval monkfish drawn from Tåning (1923) (numbers in red) and two observations of monkfish egg ribbons south of Iceland (red boxes).

leið yfir Hatton-Rockall svæðið og áhrifa þeirra gætir alla leið á Íslandsmið (Hátún o.fl. 2005, 2009a,b, sjá 4. mynd). Slíkar aðstæður eru m.a. taldar vera nauðsynlegar til að kolmunni hrygni á svæðinu, og reyndar hefur verið sýnt fram á áhrif hringrásarinnar á alla lífkeðjuna frá svifþörungum til grindhvala (Hátún o.fl. 2009a).

### Má rekja aukna nýliðun til Hatton-Rockall svæðisins?

Skötuselur finnst á Hatton-Rockall svæðinu og talið er að hann hrygni þar djúpt í köntum (Hislop o.fl. 2001). Reklíkön benda til að sviflægt ungvíði skötusels geti rekið til Íslands frá Hatton-Rockall og landgrunnshlíðum vestan Skotlands (Hislop o.fl. 2001, sjá 4. mynd). Jafnframt sýna fyrri rannsóknir (Tåning 1923) og upplýsingar í gagnagrunni Hafrannsóknastofnunarinnar að sviflægt skötuselsungviði hefur fundist á nokkuð samfelldu svæði frá Hatton-Rockall norðaustur til Færeyja og alla leið á landgrunnið sunnan og vestan Ísland (5. mynd). Þessar upplýsingar benda til að skötuselur sem elst upp hér við land geti að einhverju leyti verið ættaður frá hrygningar-svæðum vestan Færeyja og Bretlandseyja.

Þær breytingar sem urðu á ástandi sjávar austan Bretlandseyja upp úr 1996 – með vestlægari útbreiðslu hringrásarinnar – hafa

líklega gert aðstæður til hrygningar á Hatton-Rockall svæðinu hagstæðari fyrir skötusel, líkt og fyrir kolmunna. Aukin hrygning á þessu svæði gæti jafnframt hafa valdið auknu seiðareki á íslenskt hafsvæði. Með þessu er þó ekki sagt að hrygning skötusels við Ísland skipti ekki máli fyrir stofninn, því hrygning á sér örugglega stað hér við suðurströndina þar sem fundist hafa skötuselir komnir að hrygningu og sviflægi eggjaborðar (5. mynd).

### Fullorðnir skötuselir uppsjávar í úthafinu sunnan Íslands

Höfundar höfðu fregnir af því að fullorðnir skötuselir hefðu fengist á flotlínu japanskra túnfiskskipa sem stunduðu veiðar djúpt suður af landinu í ágúst til nóvember á árunum 1996-2005. Þær upplýsingar komu frá starfsmönnum Hafrannsóknastofnunarinnar sem voru um borð. Í ljós kom að alls 153 skötuselir eru skráðir sem meðafli á línuna, á stóru svæði frá landgrunnskantinum suður fyrir íslensku landhelgina, allt frá Reykjaneshrygg austur að Hatton banka (5. mynd). Þetta eru mjög merkilegar niðurstöður vegna þess hve víðfeðm dreifingin er, og ekki síður vegna þess að skötuselirnir veiddust á flotlínu sem lögð var á u.þ.b. 100 m dýpi á hafsvæðum þar sem botndýpi er á bilinu 1000 til 3000 metrar.

Því miður eru engar upplýsingar til um kynþroska eða háttarni þessara fiska og því lítið hægt að segja til um hvert erindi þeirra var upp í sjó fyrir sunnan land. Ekki er heldur vitað hvort skötuselir voru jafn algengir á þessu svæði á árunum fyrir 1996. Þessar athuganir renna þó stoðum undir hugmyndir um tengsl milli skötusels við Ísland og hafsvæðanna vestan Bretlandseyja.

### Lokaorð

Þær aðstæður sem ríkt hafa í hafinu sunnan Íslands og austan Bretlandseyja frá 1996 gætu haft tvenns konar jákvæð áhrif á nýliðun skötusels við Ísland. Annarsvegar með „opnun búsvæða“ vegna hlýrri sjávar fyrir vestan land og hinsvegar með auknu framboði seiða frá hafsvæðum vestan Færeyja og Bretlandseyja. Það skal þó tekið fram að ekki er vitað hve stór hluti skötusels við Ísland er af erlendum uppruna, og þá hve stór hluti er úr hrygningu hér við suðurströndina. Líklega veldur aukið streymi hlýsjávar því að meiri líkur eru á seiðareki frá suðlægari hafsvæðum, en hafa þarf í huga að slíkar aðstæður ættu einnig að vera hagstæðar seiðum úr hrygningu hér við land vegna „opunar“ búsvæða fyrir vestan land.

Samhliða áður nefndum umhverfisbreytingum hefur fæðuframboð á landgrunninu fyrir sunnan og vestan breyst, og þær breytingar skipta væntanlega máli varðandi viðkomu skötuselsstofnsins. Skötuselur étur aðallega ýmsar tegundir fiska og krabbadýra en litlar rannsóknir hafa farið fram á fæðu skötusels hér við land. Í næstu stofnmælingum Hafrannsóknastofnunarinnar er stefnt að því að greina fæðu skötusels á flestum þeim svæðum þar sem hann veiðist. Einnig þarf að athuga hvort nota má rek- og straumalíkön og talningu dægurhringja í kvörnum skötusels til að rekja seiði til líklegra hrygningasvæða. Þannig gætu fengist upplýsingar um frá hvaða hrygningarsvæðum skötuselurinn við Ísland er upprunninn. Æskilegt væri einnig að afla meiri upplýsinga um skötusel í úthafinu sunnan Íslands, m.a. um kynþroska og fæðu, til að leita svara við því hvort vera þeirra á þessu stóra svæði tengist fæðuöflun, hrygningu eða göngum milli hrygningarsvæða og fæðuslóða.

Að lokum skal nefnt að mikilvægt er við stjórnun veiða að átta sig á áhrifum umhverfisbreytinga á fiska eins og skötusel og fleiri lífverur hafsins. Reglubundið er fylgst

með breytingum á ástandi sjávar sunnan Íslands og þær upplýsingar má nota til að spá fyrir um breytingar á lífríki svæðisins. Ef aðstæður í hafinu sunnan Íslands verða aftur svipaðar og árin fyrir 1996 má allt eins búast við nýliðunarbresti hjá skötusel, og stofninn myndi þá ekki standa undir jafn mikilli veiði og verið hefur undanfarin ár. Sú veiði hefur verið sjálfbær einfaldlega vegna þess að góð nýliðun hefur verið árviss. Ekki er heldur hægt að fullyrða að nýliðun verði áfram góð þótt ástand sjávar verði svipað áfram - þar geta margir líffræðilegir þættir haft áhrif s.s. afrán á seiðum og fæðuframboð.

### Þakkir

Við þökkum Droplaugu Ólafsdóttur og Einari Ásgeirssyni fyrir upplýsingar um túnfiskveiðar Japana suður af Íslandi og Héðni Valdimarssyni fyrir yfirlestur greinarinnar og þarfar ábendingar.

### Heimildir

- Anon., 2009. Þættir úr vistfræði sjávar 2008. *Hafrannsóknir* 145.
- Árni Friðriksson, 1949. Boreo-tended changes in the marine vertebrate fauna of Iceland during the last 25 years. *Rapports et Proces-Verbaux* 125, 30-32
- Bjarni Sæmundsson, 1934. Probable influence of changes in temperature on the marine fauna of Iceland. *Rapports et Proces-Verbaux* 86, 1-6
- Hátún, H., Sandø, A.B., Drange, H., Hansen, B. og Héðinn Valdimarsson, 2005. Influence of the Atlantic Subpolar Gyre on the Thermohaline Circulation. *Science* 309, 1841-1844
- Hátún, H., Payne, M.R., Beaugrand, G., Reid, P.C., Sandø, A.B., Drange, H., Hansen, B., Jacobsen, J.A. og Bloch, D., 2009a. Large bio-geographical shifts in the north-eastern Atlantic Ocean: From the subpolar gyre, via plankton, to blue whiting and pilot whales. *Prog Oceanogr* 80, 149-162
- Hátún, H., Payne, M.R. og Jacobsen, J.A., 2009b. The North Atlantic subpolar gyre regulates the spawning distribution of blue whiting (*Micromesistius poutassou*). *Can J Fish Aquat Sci* 66, 759-770
- Héðinn Valdimarsson, Höskuldur Björnsson og Kristinn Guðmundsson, 2005. Breytingar á ástandi sjávar á Íslandsmiðum og áhrif þeirra á lífríkið. *Hafrannsóknastofnunin, Fjölrít* 116, 23-28.
- Hislop, J.R.G., Gallego, A., Heath, M.R., Kennedy, F.M., Reeves, S.A. og Wright, P.J., 2001. A synthesis of the early life history of the anglerfish, *Lophius piscatorius* (Linnaeus, 1758) in northern

- 
- British waters. *ICES J Mar Sci* 58, 70–86
- Hjálmar Vilhjálmsson, 1997. Climatic variations and some examples of their effects on the marine ecology of Icelandic and Greenland waters, in particular during the present century. *Rit Fiskideildar*, 13, 9-29.
- Höskuldur Björnsson og Ólafur K. Pálsson, 2004. Distribution patterns and dynamics of fish stocks under recent climate change in Icelandic waters. *ICES CM/K:30*, 27 bls
- Jakob Jakobsson og Østvedt, O.J., 1999. A review of joint investigations on the distribution of herring in the Norwegian and Iceland Seas 1950–1970. *Rit Fiskideildar* 16, 209–238
- Jón Sólmundsson, Einar Jónsson og Höskuldur Björnsson, 2010. Phase transition in recruitment and distribution of monkfish (*Lophius piscatorius*) in Icelandic waters. *Marine Biology* 157, 295-305.
- Mortensen, J. og Héðinn Valdimarsson, 2000. Breytilegt árferði í Grænlandshafi. *Hafrannsóknastofnunin, Fjölrít* 77, 23-24.
- Tåning, A.V., 1923. Lophius. *Report on the Danish oceanographical expeditions 1908-1910 to the Mediterranean and adjacent seas* 2 (Biology. A. 10), 1-30
-

## NOTKUN GERVITUNGLASENDA TIL RANNSÓKNA Á FERÐUM HVALA / *APPLICATION OF SATELLITE TELEMETRY IN RESEARCH ON THE MOVEMENTS OF BALEEN WHALES*

Gísli A. Víkingsson  
Hafrannsóknastofnunin

### Ágrip

Hafrannsóknastofnunin hefur tekið þátt í tilraunum með notkun gervitunglasenda til að fylgjast með ferðum hvala síðan 1994, en þó einkum eftir aldamótin 2000. Hér er gerð grein fyrir þessum tilraunum á þremur tegundum skíðishvala á tímabilinu 2001-2010. Markmið rannsókna er fyrst og fremst að varpa ljósi á far hvala til og frá Íslandi en einnig á ferðir utan fartíma. Á tímabilinu 2001-2004 tókst að fylgjast með ferðum fimm hrefna (*Balaenoptera acutorostrata*) í mislangan tíma. Vísbendingar um fartíma að hausti fengust frá þrem þessara dýra, en tvö þeirra yfírgáfu landgrunnið ekki fyrr en eftir miðjan október. Fyrstu vísbendingar um vetrarstöðvar hrefnunnar fengust frá einu dýri sem merkt var í Faxaflóa 27. ágúst 2004. Í desember hafði hrefnan farið fram hjá Azoreyjum og Kanaríeyjum og var stutt djúpt vestur af ströndum Afríku norðvestan við Grænhöfðaejjar. Á tímabilinu 2008-2010 hafa sjö hnúfubakar (*Megaptera novaeangliae*) verið merktir með gervitunglasendi, einkum að haust- og vetrarlagi. Merkingarnar við Ísland hafa skilað athyglisverðum upplýsingum um ferðir hnúfubaks hér við land að vetrarlagi, sem virðast tengjast fæduframboði. Þá kom á óvart að þeir tveir hnúfubakar, sem unnt var að fylgjast með nægilega lengi, fóru langt suður í höf um hávetur (janúar og febrúar. Þessi fartími stangast á við viðteknar kenningar um far hnúfubaka og skíðishvala almennt.

Sumarið 2009 var fylgst með ferðum steypireyðar (*Balaenoptera musculus*) í 78 daga. Dýrið var merkt í Skjálfanda og fór víða um sumarið, alls 9.600 km m.a. til Grænlands. Ferðamynstur steypireyðarinnar einkenndist af röskum sundsprettum milli þess sem hvalurinn dvaldi á afmörkuðum svæðum í 5-15 daga, líklega við fæðunám.

### Abstract

*The Marine Research Institute has participated in experiments using satellite telemetry to track movements of whales since 1994 but primarily after 2000. In this article, an account is given of these experiments on three species of baleen whales during 2001-2010. The primary objectives of the research is to study migration patterns of whales around Iceland and their movements outside the migratory periods. During 2001-2004, five common minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) were successfully*

*tracked for variable time periods. Three tracks gave indications of the timing of autumn migration, but two of the animals did not leave Icelandic water until late October. The first indications of the location of witering grounds were obtained from one animal, that was tagged in SW Iceland 27 August 2004. In early December, this animal had passed the Azores and the Canary Islands and was northwest of Cape Verde off the West African coast. During 2008-2010, seven humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) have been tagged off Iceland, primarily during autumn and winter. The tracking experiments off Iceland have revealed interesting new information on local movements of the species that seem to relate to food availability. One surprising feature of the results was a long-distance southward movements of two humpback whales during mid winter (January/February). This southward migration seems to contradict generally assumed perceptions regarding the timing of migration in humpback whales and baleen whales in general. In the summer of 2009, a single blue whale (*Balaenoptera musculus*) was tracked for 78 days. The animal was tagged in NE Iceland and travelled widely, a total of 9,600 km, including a trip to Greenland. The movement pattern was characterized by fast travel between localized patches where it spent 5-15 days supposedly feeding.*

### Inngangur

Skíðishvalir eru almennt flokkaðir sem fardýr sem ferðast milli hlýsjávarsvæða, þar sem burður og æxlun fara fram á veturna, og kaldari framleiðnari hafsvæða þar sem hvalirnir safna orkuforða á sumrin. Þekking manna á líffræði hvala er að langstærstum hluta tilkomin vegna rannsókna á fæðuslóð á sumrin og er reyndar lítið vitað um ferðir flestra tegunda utan þess tíma. Undantekningar frá þessu eru t.d. ferðir sandlægju (*Esrichiust robustus*) og norðhvals (*Balaena mysticetus*) meðfram vesturströnd Norður-Ameríku. Farleiðir og vetrarstöðvar flestra tegunda í Norður-Atlantshafi eru alls óþekktar, en hnúfubakar (*Megaptera novaeangliae*) er þar að nokkru leyti undanskilinn. Greiningar einstaklinga af ljósmyndum og erfðaeinkennum hafa leitt í ljós að vetrarstöðvar u.þ.b. helmings þeirra hnúfubaka sem halda til

við Ísland að sumarlagi eru í Karíbahafi (Martin o.fl. 1984, Katona og Beard 1990, Palsbøll o.fl. 1995, 1997, 2005). Ekki er ljóst hvar hinn helmingur „íslenskra“ hnúfubaka hefur vetursetu, en eitt þekkt ljósmyndadæmi er þó um samgang milli Íslands og Grænhöfðaeypja. (Wenzel o.fl. 2009)

Upplýsingar um far annarra hvalategunda við Ísland eru mjög fátæklegar. Af gögnum um hvalveiðar, s.s. dreifingu þeirra í tíma og rúmi ásamt afla á sóknareiningu má þó fá nokkra innsýn í ártíðabunda veru þeirra við landið (Jóhann Sigurjónsson og Gísli A. Víkingsson 1997). Samkvæmt þeim gögnum eru stórhvelin algengust hér yfir sumarmánuðina júní, júlí og ágúst sem bendir til að meginfartíminn sé í maí og september. Sandreyður (*Balaenoptera borealis*) er hér undantekning en sú tegund er algengust hér við land síðsumars og fram á haust. Þótt stórhvelin séu hér langalgengust yfir hásumarið sjást sum þeirra reglulega utan þess tíma og eru dæmi um að flestar tegundirnar hafi sést hér við land um hávetur. Þannig voru hreinuveiðar stundaðar á tímabilinu mars til nóvember þótt veiðin væri mest í maí til september (Jóhann Sigurjónsson 1982). Algengasti vetrargesturinn virðist vera hnúfubakur, en fregnir af talsverðri hnúfubakagengd að vetrarlagi bárust í auknum mæli síðustu tvo áratugi 20. aldar, einkum í tengslum við loðnuveiðar.

Með tilkomu gervitunglamerkinga hafa orðið stórstígar framfarir í rannsóknum á ferðum og öðru atferli spendýra og fugla á síðustu tveim áratugum. Beiting þessarar aðferðar á stórhveli hefur þó reynst örðug vegna þess að dýrin eru of stór til að veiða lifandi svo koma megi gervitunglasendi tryggilega fyrir í þeim. Þess vegna er sendunum oftast skotið úr fjarlægð. Slíkum skotum fylgir mikið álag á viðkvæman tæknibúnað sendisins auk þess sem treglega hefur gengið að þróa búnað sem festir merkið við hvalina lengur en í fáeina daga. Þar sem gervitunglasendar virka ekki neðansjávar, þurfa þeir að festast efst á bak hvalsins svo loftnetið nái sambandi við gervitungl þær fáu sekúndur sem það er ofansjávar hverju sinni.

Af þessum orsökum hefur þessi nýja tækni ekki skilað sambærilegum árangri í hvalarannsóknunum og hún hefur gert hvað varðar landspendýr og fugla. Talsverðar framfarir hafa þó orðið á þessu sviði undanfarinn áratug og er þess vænst að næsti áratugur verði árangursríkur í að minnka þessa gloppu í þekkingu manna á

líffræði skíðishvala. Það er ekki eingöngu mikilvægt fræðilega, heldur einnig hvað varðar verndun og nýtingu hvalastofna. Þannig hefur takmörkuð þekking á stofngerð jafnan verið stærsti einstaki óvissuþátturinn við mat á ástandi hvalastofna.

Fyrsta tilraun til merkingar á skíðishvölum við Ísland fór fram árið 1994 þegar fylgst var með ferðum einnar langreyðar í 45 daga í ágúst og september (Watkins o.fl. 1996). Frá aldamótum hefur færst aukinn kraftur í þessar rannsóknir og gervitunglasendar settir á fjórar tegundir skíðshvala auk langreyðar.

Helsta markmið rannsóknanna er að auka skilning á stofngerð og fari hvala við Ísland og leita svara við eftirfarandi rannsóknasurningum:

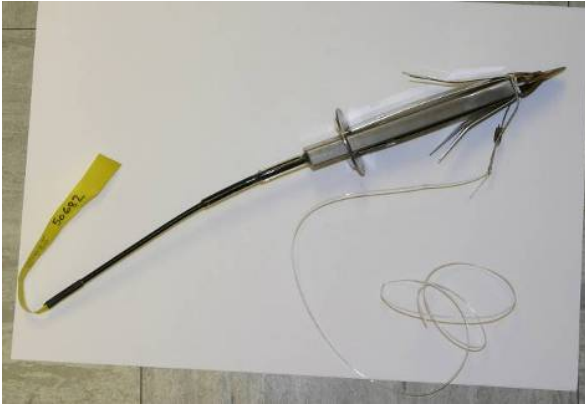
- Tímasetning fars - Hvenær koma hvalirnir á vorin og hvenær fara þeir á haustin? Auk þess að hafa almennt fræðilegt gildi er spurningin mikilvæg í tengslum við mat á afráni.
- Vetrarstöðvar – Hvar halda hvalirnir til á veturna? Hópast þeir saman á afmörkuðum æxlunarstöðvum eða eru þeir dreifðir um stærra svæði?
- Einkenni fars - Farleiðir - Hvaða leið ferðast hvalirnir til og frá íslensku hafsvæði? Hve hratt fara þeir? – Fara hvalirnir í hópum?
- Ferðir utan fartíma – Eru dýrin staðbundin hér á sumrin? Er hægt að tengja ferðir þeirra fæðuframböði? Er samgangur við hvali sem teljast til annarra stofna í Norður Atlantshafi?

## Aðferðir

Verkefni þetta er unnið í samstarfi Hafrannsóknastofnunarinnar við vísindamenn frá grænlenzku Náttúrufræðistofnuninni og Dýralæknaháskólanum í Noregi sem framleiða merkin og festibúnaðinn. Merkin innihéldu gervitunglasenda af gerðinni ST-15 (Telonics Inc.) og var skotið með sérsníðaðri loftbyssu (ARTS) (Heide-Jørgensen o.fl. 2001a, 2001b) mest úr 25m fjarlægð (1. mynd). Merkingarnar fóru fram í Faxaflóa, Eyjafirði og Skjálfaflóa, frá bátunum Einari í Nesi EA 49, Nirði KÓ 7 og Ingólfi ÍS, auk þess sem hnúfubakur var merktur í loðnuleiðangri á R/S Árna Friðrikssyni RE 200.

Til kyngreiningar á dýrunum var gerð





1. mynd. Gervitunglasendir.

Figure 1. Satellite transmitter tag.

litningagreining á húðsýnum sem tekin voru með sérútbúnum byssum eða lásboga.

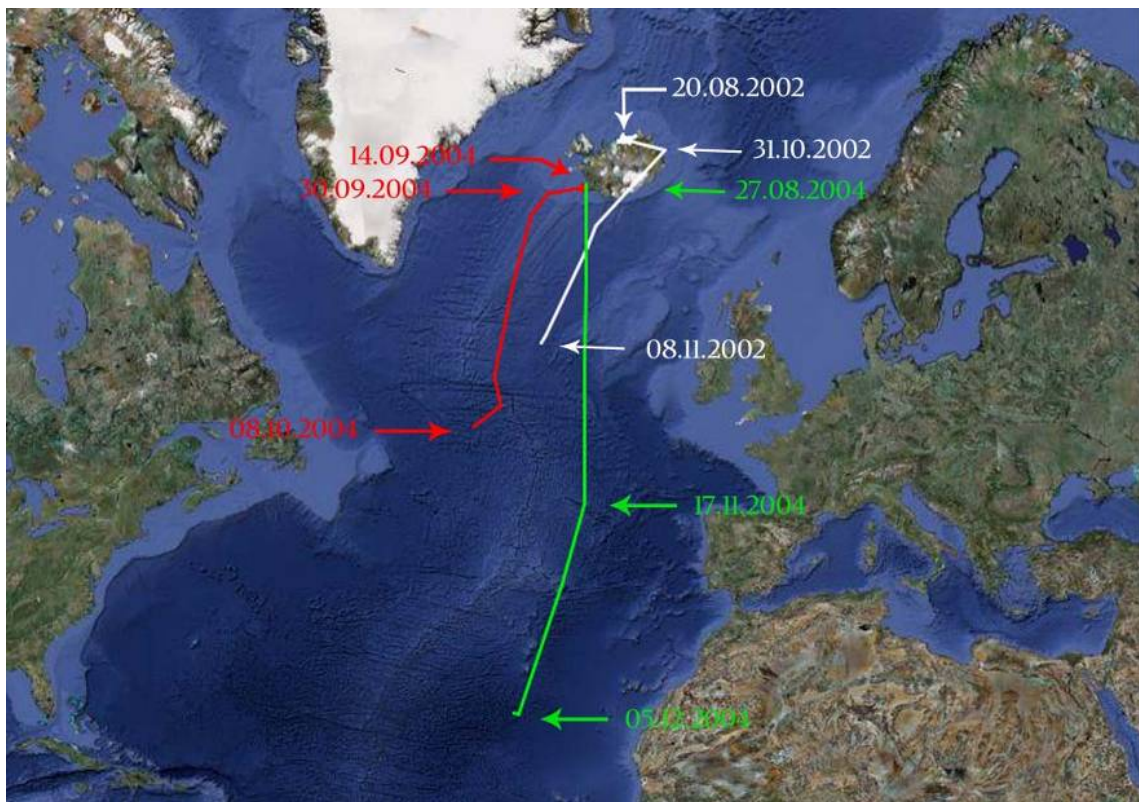
### Niðurstöður og umræða

Ekki hefur verið unnið að fullu úr þeim gögnum sem fengist hafa í þessum rannsóknum. Fyrirliggjandi frumúrvinnsla, sem hér er gerð grein fyrir, gefur þó all skýra mynd af ferðum einstakra hvala.

### Hrefna (*Balaenoptera acutorostrata*)

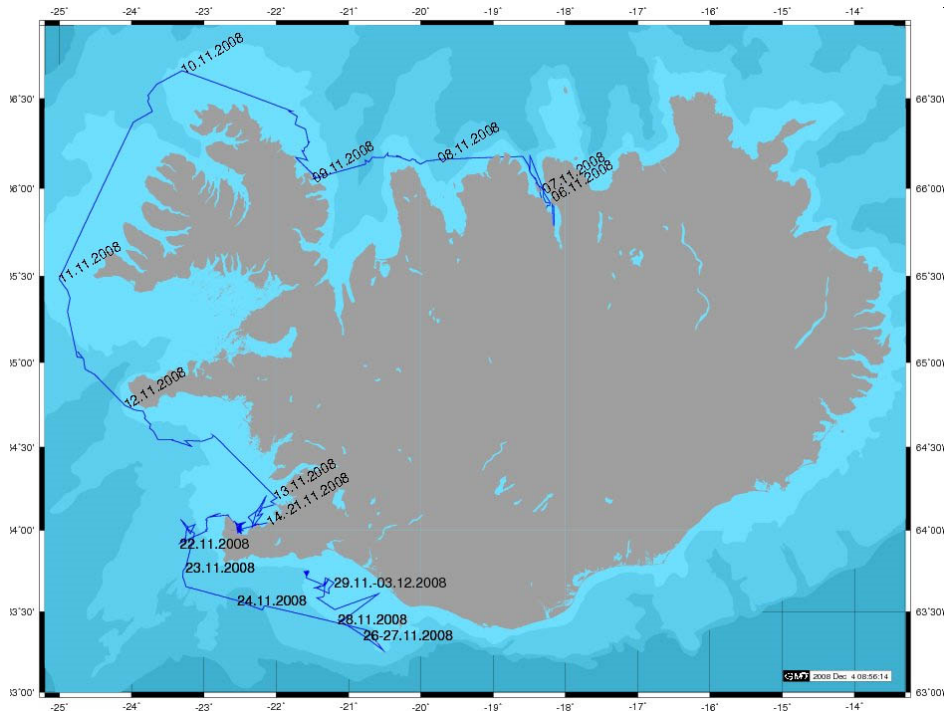
Í ágúst árið 2001 tókst að merkja tvær hrefnur í Skjálfaflóa og fengust nothæfar merkjasendingar frá annarri í tvær vikur en hinn í rúma tvo mánuði eða til 18. október. Báðar héldu þær sig tiltölulega grunnt úti fyrir Norðurlandi frá Skagafirði og austur fyrir Langanes svo lengi sem sendingar bárust. Í ágúst 2002 var merkjum skotið í tvær hrefnur í Skjálfaflóa og fengust nothæf gögn frá annarri þeirra í 88 daga. Hún hélt sig fyrir Norðurlandi fram yfir 20 október en fór þá austur fyrir land og þaðan hratt suðvestur. Síðasta merkið barst frá þessari hrefnu hinn 8. nóvember um 500 sjómílar suður af landinu (2. mynd). Óvarlegt er að draga miklar ályktanir af þeim tveim hrefnum sem unnt reyndist að fylgja eftir langt fram á haustið. Engu að síður er athyglisvert þær voru báðar enn fyrir norðan land fram yfir miðjan október, þ.e. vel fram yfir það sem almennt hefur verið talinn aða fartíminn.

Í ágúst og september 2004 var skotið sjö merkjum í hrefnur í Faxaflóa og fengust



2. mynd. Ferðir þriggja hrefna sem merktar voru með gervitunglasendi síðsumars og um haust við Ísland 2002-2004.

Figure 2. Movements of three common minke whales tagged with satellite tags during late summer and autumn off Iceland 2002-2004.



3. mynd. Ferðir hnúfubaks sem merktur var í Eyjafirði 6. nóvember 2008.

Figure 3. Movements of a humpback whale tagged 6 November 2008.

mikilsverðar upplýsingar um far frá þeim tveim dýrum sem lengst sendu (2. mynd). Önnur þeirra yfirgaf Faxaflóa þann 22. september og synti hrefnan hratt vestur að landgrunnsbrún þar sem hún hélt sig í 3-4 daga. Þaðan hélt hún mjög ákveðið til suðurs meðfram Reykjanes hrygg. Síðast heyrðist í hrefnunni þann 8. október og var hún þá stödd á 50°N og 34°V, um 360 sm austnordáustan við Flæmska Hattinn. Meðalhraði hrefnunnar á suðurleiðinni var allt að 10 km/klst.

Þann 17. nóvember bárust fyrstu upplýsingarnar frá hrefnu sem merkt hafði verið í Faxaflóa 27. ágúst. Hrefnan var þá stödd yfir Mið-Atlantshafshryggnum djúpt (um 500 sm) vestur af Spáni. Þann 23. nóvember var hrefnan komin um 700km sunnar og hélt sig á hafsvæðinu við Azoreyjar og 5. desember var hún stödd í Kanarístraumnum, um 1000 km norðvestan við Grænhöfðaeyjar. Hrefnan var þá um 3700 km frá merkingarstaðnum í Faxaflóa.

Þessar sendingar eru fyrstu vísbendingar um farleiðir og vetrarstöðvar íslensku hrefnunnar enda hefur aldrei áður tekist að fylgjast með ferðum hrefna svo langt fram á veturinn. Hafa þó í huga að ekkert lát var á suðurferð hrefnanna þegar síðast bárust sendingar frá þeim. Ekki er ljóst hvaða leið hrefnan fór á Azoreyjasvæðið, en ekki er útilokað að hún hafi fylgt sömu upphafsstefnu og hinar tvær, þ.e. suðvestur samsíða Reykjanes hrygg en síðan sveigt til austurs eftir Mið-Atlantshafshryggnum

til Azoreyjasvæðisins.

Ekki náðust húðsýni til kyngreininga á ofangreindum hrefnum.

### *Hnúfubakur (Megaptera novaeangliae)* 2008

Dagana 6. og 7. nóvember 2008 voru tveir hnúfubakstarfar merktir í Eyjafirði (3. mynd). Annar þeirra hélt sig í Eyjafirðinum þar til gögn hættu að berast (2. desember) fyrir utan stutta ferð í Öxarfjörð 14. nóvember.

Hinn hnúfubakurinn var í Eyjafirði fyrsta sólarhringinn eftir merkingu, en yfirgaf fjörðinn aðfaranótt 8. nóvember og hélt vestur með Norðurlandinu, fyrir Vestfirði og var kominn í Faxaflóa 13. nóvember (3. mynd). Þessu næst hélt hvalurinn sig í vikutíma á litlu svæði rétt fyrir utan höfnina í Keflavík. Síldveiðibátar könnuðu svæði þetta og fundu þar smásíld. Á tímabilinu 24. nóvember til 3. desember var hnúfubakurinn fyrir sunnan Reykjanesið, í Grindavíkurdjúpi, á Selvogsbanka og við Surtsey, en ekki bárust frekari merki frá þessum hnúfubak.

### 2009

Þann 1. febrúar 2009 var hnúfubakur merktur á Hvalbaksgrunni í loðnurannsóknarleiðangri á R/S Árna Friðrikssyni. Hvalurinn yfirgaf langdrunnið tveim dögum síðar og hélt í suðvestur, en síðast barst merki frá dýrinu 13. febrúar á Charlie Gibbs misgengissvæðinu á

Norður Atlantshafshryggnum (4. mynd). Farleiðin virðist mjög svipuð þeirri hjá hrefnunni sem merkt var í Skjálfanda haustið 2002.

Þann 1. júlí 2009 var merktur hnúfubakur í Skjálfandaflóa. Daginn eftir merkingu hélt hvalurinn norður í Íslandshaf allt norður á  $67^{\circ} 10'N$ , en sneri fljótlega aftur til suðurs og hélt sig í Öxarfirði 6-12. júlí (5. mynd). Síðast barst merki frá hvalnum þann 13. júlí og var hann þá nálægt merkingarstað í Skjálfandaflóa.

Þann 21. október 2009 voru tveir hnúfubakar í Eyjafirði merktir með gervitunglasendi. Húðsýni náðist úr öðru dýrinu sem reyndist vera kvenkyns. Kýr þessi hélt fljótlega norður í Íslandshaf og þaðan synti hún til suðvesturs (6. mynd). Hvalurinn eyddi fjórum sólarhringum á litlu svæði um 100 km NV af Horni, en hélt svo að mynni Ísafjarðardjúps (2. nóvember). Þá lá leið dýrsins suður í Faxaflóa, til Reykjavíkur en síðan á Suðurnesin. Á tímabilinu 11. nóvember til 3. desember var hnúfubakurinn á litlu svæði í Stakksfirði rétt utan við hafnirnar í Keflavík, Njarðvík og Vogum. Aðfararnótt 4. desember fór hnúfubakurinn vestur og suður fyrir Reykjanes þar sem hann hélt til næstu fimm vikunnar. Mestan hluta þess tíma var hvalurinn mjög nálægt landi milli Þorlákshafnar og Eyrarbakka. Mikið líf var í sjónum á því svæði, en að sögn Kristins H. Skarphéðinssonar fuglafræðings á Náttúrufræðistofnun hafa ekki



5. mynd Ferðir hnúfubaks sem merktur var í Skjálfandaflóa 1. júlí 2009. Síðasta staðsetningamerki 13. júl. 2009.

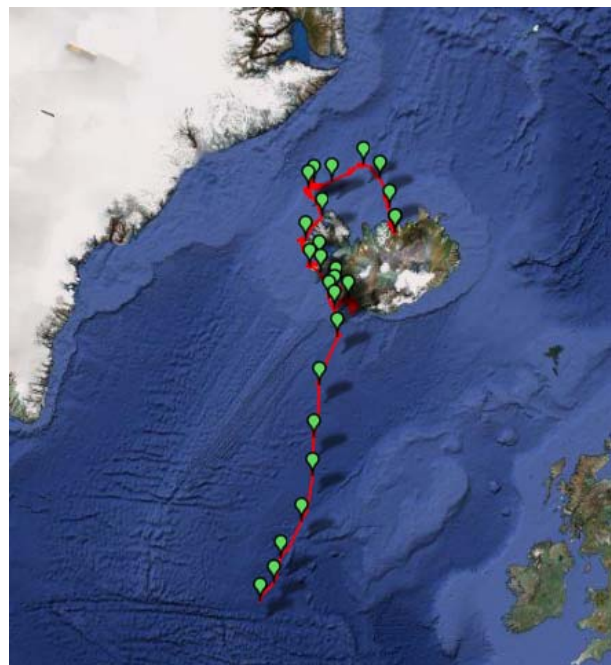
*Figure 5. Movements of a humpback whale tagged in Skjálfandi bay 1 July 2009. Last signal received 13 July 2009.*



4. mynd. Ferðir hnúfubaks sem merktur var í loðnuleiðangri 1. febrúar 2009. Síðasta staðsetningamerki 13. feb. 2009.

*Figure 4. Movements of a humpback whale tagged during a capelin survey, 1 February 2009. Last signal received 13 February 2009.*

sést þar fleiri sjófuglar í 30 ára sögu reglulegra talninga á svæðinu. Auk fuglanna sáust þar a.m.k. 3 hnúfubakar og tugir hnýðinga. Að sögn heimamanna var mikið um síld á Eyrabakkabug á þessum tíma og rak þar dauða síld á fjörur í janúar. Ekki fannst þó mælanlegt magn síldar eða annars uppsjávarfisks á Selvogsbanka í



6. mynd. Ferðir hnúfubaks sem merktur var í Eyjafirði 21. október 2009. Síðasta staðsetningamerki 20. jan. 2010.

*Figure 6. Movements of a humpback whale tagged in Eyjafjörður 21 October 2009. Last signal received 20 January 2010.*

leiðöngurum RS. Árna Friðrikssonar og Bjarna Sæmundssonar í janúar 2010. Fæðan sem dró að sér þessa mergð sjófugla og hvala virðist því hafa verið bundin við svæðið alveg upp við landið. Þann 11. janúar synti hvalurinn vestur í Grindavíkurdjúpi og þaðan rösklega suður í höf á næstu dögum. Síðasta sendingin barst frá hnúfubaknum þann 20. janúar, en þá var hann staddur við norðausturjaðar Charlie Gibbs misgengissvæðisins á Norður Atlantshafshryggnum, um 1000 km vestur af Írlandi. Meðalsundhraði hvalsins eftir að hann yfirgaf Selvogsbanka var rúmlega 4 sjómílar á klst. Alls hafði þá hvalurinn lagt að baki a.m.k. 6320 km frá því að hann var merktur í Eyjafirði 21. október 2009. Ljósmyndagreining hefur leitt í ljós að þessi hnúfubakur var á Skjálfandaflóa sumarið 2006.

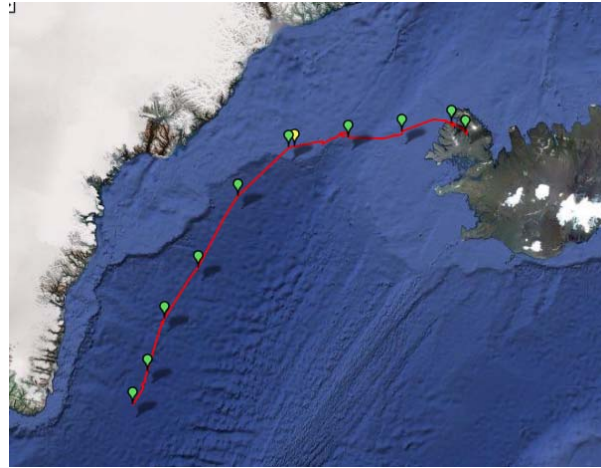
Athyglisvert er hve fyrri hluti ferðalagsins líkist ferðalagi hnúfubakstarfsins sem merktur var á svipuðum árstíma árið áður (3. mynd).

Upplýsingar um staðsetningu hins hvalsins (ókyngreindur) sem merktur var sama dag og á sama stað voru mun færri og slitróttari. Þó er ljóst að hann fylgdi ekki sama ferðamynstri og var enn staddur í Skagafirði þegar síðast heyrðist til hans þann 12. desember.

## 2010

Þann 28. janúar 2010 voru merktir tveir hnúfubakar skammt innan við Æðey í Ísafjarðardjúpi (7. mynd). Upplýsingar bárust um ferðir annars þeirra, kvendýrs sem synti út úr Ísafjarðardjúpi daginn eftir merkingu. Þaðan hélt hvalurinn ákveðið til vesturs og inn í grænenska lögsögu. 2. febrúar var hnúfubakurinn staddur um 460 km vestur af Snæfellsnesi, um 170 km frá strönd Grænlands. Þaðan hélt kýrin til suðurs úti fyrir ströndum Grænlands. Síðast bárust merki frá hvalnum að morgni 6. febrúar og var hún þá stödd um 280 km austur af Hvarfi.

Þessar frumniðurstöður merkinga á hnúfubak stangast nokkuð á við almennt viðteknar skoðanir um far tegundarinnar og skíðishvala almennt um fartíma að vori og hausti. Þótt vitað hafi verið um tilvist hnúfubaka hér við land að vetrarlagi á síðustu áratugum, hefur ekki áður verið sýnt fram á far þeirra suður á bóginn um hávetur. Tveir hvalanna voru komnir suður í mitt Norður-Atlantshaf þegar samband við þá rofnaði og einn virtist á mjög ákveðinni suðurleið, þótt ekki hafi reynst unnt að fylgjast með honum eins langt suður.



7. mynd Ferðir hnúfubaks sem merktur var í Ísafjarðardjúpi 28. janúar 2010. Síðasta staðsetningarmerki 6. feb. 2010

Figure 7. Movements of a humpback whale tagged in Ísafjarðardjúpi 28 January 2010. Last signal received 6 February 2010.

Rannsóknir þessar fengu nokkuð óvænt hagnýta þýðingu þar sem upplýsingarnar nýttust í rauntíma bæði til hvalaskoðunar og síldveiða.

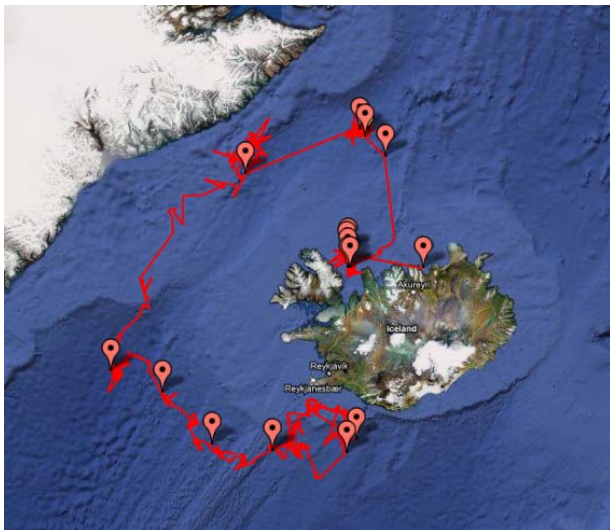
## Steypireyður (*Balaenoptera musculus*)

Þann 23. júní 2009 var skotið gervitunglamerki í steypireyðarkú í Skjálfandaflóa (8. mynd). Hvalurinn hélt sig í flóanum og á Skjálfandadjúpi fyrstu vikuna, en færði sig þá yfir í Húnaflóa. Steypireyðurin hélt til á Húnaflóasvæðinu og við Strandir til 13. júlí þegar hún synti hratt til norðurs, vestan Kolbeinseyjarhryggjar allt norður á  $68^{\circ}30'N$ ,  $20^{\circ}30'V$ . Þar virðist dýrið hafa fundið æti við ísröndina því það hélt sig á litlu svæði í 10 daga áður en stefnan var tekin suðvestur á bóginn að austurströnd Grænlands. Þaðan hélt steypireyðurin suður eftir grænenska landgrunninu allt suður á  $64^{\circ}N$  í Grænlandshafi þar sem hún var stödd 6. ágúst. Síðan hélt hvalurinn rólega vestur yfir Reykjneshrygg og var um 130 km SSV af Reykjanestá að morgni 18. ágúst. Næstu þrjár vikurnar hélt steypireyðurin sig að mestu nálægt landgrunnsbrúninni sunnan við Reykjanesið, en síðasta merkjasending barst 8. september, og var hvalurinn þá skammt sunnan Vestmannaeyja. Á þeim 78 dögum sem fylgst var með steypireyðinni syndi hún a.m.k. 9 600 km. Ferðamynstur steypireyðarinnar einkenndist af röskum sundsprettum milli þess sem hvalurinn dvaldi á afmörkuðum svæðum í 5-15 daga, líklega við fæðunám en steypireyður er talin éta eingöngu ljósátu.

Segja má að notkun gervitunglasenda til að fylgjast með ferðum hvala sé enn á tilraunastigi. Þrátt fyrir takmarkað umfang, hafa tilraunir þessar nú þegar skilað áhugaverðum og óvæntum niðurstöðum þótt augljóslega sé hér einungis um að ræða fyrstu hænufetin á þessari braut. Með frekari tækniframförum á næstu árum er þess vænst að þekking manna á ferðum hvala við Ísland, og samgang þeirra við hvali annars staðar í Norður Atlantshafi, aukist til mikilla muna með aðstoð þessarar tækni.

## Þakkir

Fjölmargir samstarfsmenn hafa komið að þessum rannsóknum í meira eða minna mæli. Tryggvi Sveinsson framkvæmdi flestar merkingarnar, en einnig komu að gagnasöfnun Hlynur Ármannsson, Hjalti Karlsson, Tómas Árnason, Mads Peter Heide-Jørgensen Lars Kleivane, Mikkel Villum Jensen, Anton Galan og Karl Þór Baldvinsson. Jón Ingvar Jónsson teiknaði kort. Öllum þessum mönnum færi ég bestu þakkir fyrir þeirra framlag. Rannsóknirnar voru að hluta til styrktar af tækjasjóði RANNÍS.



8. Mynd. Ferðir steypireyðar sem merkt var í Skjálfanda 23. júní 2009. Síðasta staðsetningamerki 8. sept. 2009

Figure 8. Movements of a blue whale tagged in Skjálfanda bay 23 June 2009. Last signal received 8 September 2009.

## Heimildir

- Gísli A. Víkingsson og Heide-Jørgensen, M.P. 2005. A note on the movements of minke whales tracked by satellite in Icelandic waters in 2001 - 2004. IWC SC/57/O9.
- Heide-Jørgensen, M.P., Nordøy, E.S., Øien, N., Folkow, L.P., Kleivane, L., Blix, A.S., Jensen, M.V. and Laidre, K. 2001a. Satellite tracking of minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) off the coast of northern Norway. *Journal of Cetacean Research and Management* 3(2); 175-178.
- Heide-Jørgensen, M.P., Kleivane, L., Øien, N., Laidre, K.L. and Jensen, M.V. 2001b. A new technique for deploying satellite transmitters on baleen whales: Tracking a blue whale (*Balaenoptera musculus*) in the North Atlantic. *Mar. Mamm. Sci.* 17(4): 949-954.
- Jóhann Sigurjónsson, J. 1982. Icelandic minke whaling 1914-1980. Report of the International Whaling Commission 32: 287-295.
- Jóhann Sigurjónsson, Gísli A. Víkingsson 1997. Seasonal abundance of and estimated food consumption by cetaceans in Icelandic and adjacent waters. *Journal of the Northwest. Atl. Fish. Sci.*, 22: 271-287
- Katona S.K. & J.A. Beard 1990. Population size, migrations and feeding aggregations of the humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the western North Atlantic Ocean. *Rep. int. Whal. Commn.* (Special Issue 12): 295-305.
- Larsen A.H., Jóhann Sigurjónsson, N. Oien, Gísli A. Víkingsson & P. Palsbøll 1996. Population genetic analysis of nuclear and mitochondrial loci in skin biopsies collected from central and northeastern North Atlantic humpback whales, population identity and migratory destinations. *Proc. R. Soc. Lond. B* 264: 95-98.
- Martin A.R., S.K. Katona, D. Matilla, D. Hembree & T.D. Waters 1984. Migration of humpback whales between the Caribbean and Iceland. *J. Mammal.* 65: 330-333.
- Palsbøll P., P.J. Clapham, D.K. Mattila, F. Larsen, R. Sears, H.R. Siegismund, Jóhann Sigurjónsson, O. Vasquez & P. Arctander 1995. Distribution of mtDNA haplotypes in North Atlantic humpback whales: the influence of behaviour on population structure. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 116:1-10.
- Palsbøll P.J., J. Allen, M. Berube, P.J. Clapham, T.P. Feddersen, P. Hammond, R.R. Hudson, H. Jørgensen, S. Katona, A.H. Larsen, F. Larsen, J. Lien, D.K. Mattila, Jóhann Sigurjónsson, R. Sears, T. Smith, T. Spomer, P.T. Stevick & N. Øien 1997. Genetic tagging of humpback whales. *Nature* 388: 676-679.
- Palsbøll P.J., J. Allen, T.H. Andersen, M. Berube, P.J. Clapham, T.P. Feddersen, N. Friday, P. Hammond, H. Jørgensen, S. Katona, A.H. Larsen, F. Larsen, J. Lien, D.K. Mattila, F.B. Nygaard, J. Robbins,

---

R.Sponer, R. Sears, Jóhann Sigurjónsson, T. Smith, P.T. Stevick, Gísli A. Víkingsson & N. Øien 2001. Stock structure and composition of the North Atlantic humpback whale, *Megaptera novaeangliae*. Skýrsla (SC/53/NAH11) til vísindanefndar IWC. 29 bls.

Watkins W.A., Jóhann Sigurjónsson, D. Wartzok, R.R. Maiefski, P.W. Howey & M. A. Daher 1996. Fin whale tracked by satellite off Iceland. *Mar. Mamm. Sci.* 12: 564-569.

Wenzel F. W.1 Judith Allen, Simon Berrow, Cornelis J. Hazevoet, Beatrice Jann, Rosemary E. Seton,2 Lisa Steiner,6 Peter Stevick, Pedro López Suárez, and Padraig WhooleyJudith Allen, Simon Berrow, Cornelis J. Hazevoet, Beatrice Jann, Rosemary E. Seton, Lisa Steiner, Peter Stevick, Pedro López Suárez, and Padraig Whooley 2009. Current Knowledge on the Distribution and Relative Abundance of Humpback Whales (*Megaptera novaeangliae*) off the Cape Verde Islands, Eastern North Atlantic. *Aquatic Mammals* 2009, 35 (4), 502-510.

---

## FRAMANDI TEGUNDIR BOTNPÖRUNGA Í SJÓ VIÐ ÍSLAND /ALIEN SEAWEED SPECIES IN ICELANDIC WATERS

Karl Gunnarsson og Svanhildur Egilsdóttir  
Hafrannsóknastofnunin

### Ágrip

Á síðustu árum og áratugum hefur flutningur tegunda milli heimshafana aukist verulega vegna aukinna siglinga og lestunar og losunar kjölfestu-sjávar. Ýmsar lífverur geta lifað af slíkan flutning, meðal annars þörungar. Hér á landi hafa fundist tvær tegundir sem eru komnar úr Kyrrahafi og breiddust út í Norður-Atlantshafi á 20. öldinni. Þetta eru grænþörungurinn *Codium fragile* og rauðþörungurinn *Bonnemaisonia hamifera* (tetragróliður). Báðar þessar tegundir vaxa við Suðvestur- og Vesturland. Vitað er að *Codium fragile* hefur aukið útbreiðslu sína í Norður-Atlantshafi á undanförunum árum. Líklegt er að fleiri af þeim framandi tegundum í Norður-Atlantshafi sem hafa dreift sér norður með ströndum Evrópu á undanförunum árum muni finnast hér við land í framtíðinni.

### Abstract

*During the last decades the transport of marine species over natural geographic boundaries by human intervention has increased enormously. The main ways of transport are considered to be with ballast water, as external fouling of ships and with transport of aquaculture animals, especially shellfish, between oceans. Two introduced seaweed species of Pacific origin have been registered in south-western and western Iceland. The green seaweed *Codium fragile* and the red *Bonnemaisonia hamifera* (Trailliella-phase). Both these species were first found in the southern North Sea and in the English Channel at the end of the 19th century and have since spread to the Atlantic shores of Europe and across to the Atlantic coast of North America. It is likely that more introduced seaweed species of Pacific origin will be found in the future at the coasts of Iceland.*

### Inngangur

Tegundir sem flytjast af manna völdum inn á ný svæði, fjarri náttúrulegum heimkynnum sínum og taka sér þar bólfestu hafa verið nefndar „framandi tegundir“ (enska: alien species). Á landi eru mörg þekkt dæmi um slíkar tegundir. Mjög margar af nytjategundum okkar eru samkvæmt þessari skilgreiningu framandi tegundir. Nytjategundir hafa menn flutt með sér milli

svæða um árþúsundir. Í sjó er líklegt að flutningar tegunda milli fjarlæggra svæða hafi byrjað þegar menn hófu að sigla um langan veg til að kanna ný lönd eins og t.d. á tímum víkinganna. Þannig hafa tegundir borist með kjölfestu sem oftast var grjót sem tínt var úr næstu fjöru eða að þær uxu utan á skips-skrokkum og bárust þannig milli landa. Vísbendingar eru t.d. um að sagþang (*Fucus serratus*) hafi hugsanlega borist til Íslands með landnámsmönnum frá Noregi í byrjun Íslandsbyggðar (Coyer o.fl. 2006).

Á undanförunum árum hafa lífverur flust milli fjarlæggra búsvæða í æ ríkari mæli. Auknar samgöngur á sjó og flutningar á vörum milli svæða með tilheyrandi lestun og losun á kjölfestu-sjó hefur gert það að verkum að fréttir af nýjum, framandi landnemunum fjölga stöðugt. Aðrar mikilvægar flutningsleiðir eru taldar vera þegar lífverur vaxa utan á skips-skrokkum, losna af á nýjum stað og vaxa upp. Einnig er talið að flutningur eldislífvera milli heimsálfa, sértaklega flutningur á skelfiski, hafi fært með sér margar framandi tegundir fyrir slysi (Hewitt 2007).

Talið er að í flestum tilfellum sem tegundir flytjast milli fjarlæggra svæða drepist þær, þar sem ekki eru vaxtarskilyrði fyrir þær í nýjum heimkynnum, þær finni ekki pláss eða eru étnar. Í sumum tilfellum ná þær þó að vaxa og dafna í nýju umhverfi. Ef umhverfisaðstæður eru tegundinni hagstæðar og hún hefur betur í samkeppni við þær tegundir sem fyrir eru getur hún fjölgað sér og orðið áberandi. Ef nýja tegundin er stór og frek á pláss getur hún breytt því lífríki sem fyrir er með afgerandi hætti og jafnvel rýrt möguleika innlendra tegunda til vaxtar. Nokkur dæmi er um slíkt meðal plantna í sjó og er nærtækt dæmi þangtegundin *Sargassum muticum* úr Kyrrahafi sem fannst fyrst í Norður-Atlantshafi 1973, í Suður-Englandi og hefur síðan breiðst út við strendur Vestur-Evrópu. Hún vex nú frá Ítalíu til Noregs. Tegundin þolir vel að þorna um fjöru, hún þolir sterkt sólarljós, breytilega seltu og hitastig. Það gerir henni kleift að vaxa við mjög breytileg skilyrði frá efstu fjöru-mörkum niður í þarabeltið neðan fjörunnar. Þar sem *S. muticum* hefur náð fötfestu í þangfjörum

hefur dregið úr vexti annarra þangtegunda og sumar þeirra horfið af ákveðnum svæðum (Critchley 1986; Thomsen *o.fl.* 2006).

Botnþörungar í sjó, brún-, græn- og rauðþörungar, eru nú taldir um 260 hér við land (Karl Gunnarsson og Sigurður Jónsson 2003). Öðru hverju finnast nýjar tegundir sem ekki hafa sést hér áður. Flestar þeirra eru smáar og hafa margar þeirra líklega vaxið hér við land um langan tíma en ekki fundist vegna þess hversu sjaldgæfar eða smáar þær eru. Hins vegar hafa einnig fundist hér stærri tegundir sem ólíklegt er að hafi farið fram hjá mönnum í fyrri athugunum og telja má víst að séu nýlega sestar að við landið. Í flestum tilfellum eru þetta tegundir sem hafa norðurmörk útbreiðslu sinnar skammt sunnan við landið og í kjölfar breytinga á ástandi sjávar hefur útbreiðslusvæði þeirra færst norðar. Tvær af þeim tegundum sem fundist hafa hér við land á síðustu áratugum eru taldar komnar í Atlantshaf úr Kyrrahafi nálægt aldamótunum 1900. Þær eru grænþörungurinn *Codium fragile* og rauðþörungurinn *Bonnemaisonia hamifera* Hariot. Þær flokkast því undir framandi tegundir. Hér fyrir neðan verður gerð grein fyrir þessum tegundum og útbreiðslu þeirra við landið.

### *Codium fragile* (Sur.) Hariot

Grænþörungurinn *Codium fragile* (2. mynd) fannst fyrst hér við land árið 1974 í Hvalfirði (Sigurður Jónsson, Karl Gunnarsson 1975, Sigurður Jónsson og Karl Gunnarsson 1976). Hann fannst síðar í fjörupollum efst í fjörinni við Keilisnes á Vatnsleysuströnd (Karl Gunnarsson og Sigurður Jónsson 2002). Nú ný-



1. mynd. Útbreiðsla *Codium fragile* (grænir deplar) og *Bonnemaisonia hamifera* (rauðir deplar) við Ísland.

Figure 1. Distribution of *Codium fragile* (green dots) and *Bonnemaisonia hamifera* (red dots) on the west coast of Iceland.

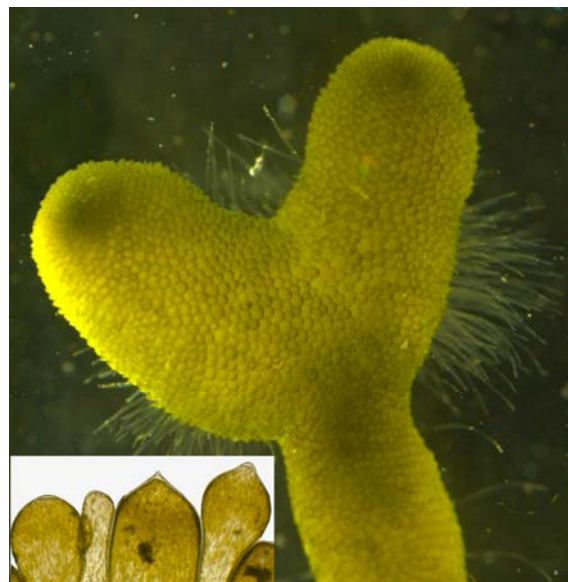


2. mynd. Fullvaxin *Codium fragile* úr polli efst í fjöru á Keilisnesi 2. júlí 2009.

Figure 2. *Codium fragile* from a rockpool at Keilisnes, July 2, 2009.

lega hefur hann einnig fundist í Ósabotnum við Hafnir á Reykjaneskaga.

*Codium fragile* er stór þörungur, hann er grænn eða dökkgrænn að lit, með svampkenndri áferð (2. mynd). *Codium fragile* vex upp af festu sem lifir frá ári til árs. Greinar þörungsins eru sívalar og greinast óreglulega eða kvíslgreinast. Mergur greinanna er gerður úr mörgum, greinóttum þráðum sem greinast út að yfirborði og þar eru sívalir, aflangir belgir eða skjóður (enska: utricles) sem liggja yst við yfirborð þörungsins og mynda bök (3. mynd).



3. mynd. *Codium fragile* af Keilisnesi 2. júlí 2009. Smásjámyndir af yfirborði þörungsins. Frumskjóðurnar liggja við yfirborð þörungsins og mynda bök (a). Broddar sjást á endum sumra þeirra (b).

Figure 3. *Codium fragile* from Keilisnes June 2, 2009. Mucronate utricles (b) form a cortex at the surface of the plants.





4. mynd. Greinar *Codium fragile* úr pollu á Keilisnesi 30. apríl 2009. Hnúðarnir á greinunum eru líklegir undanfarar hliðargreina.

Figure 4. Branches of *Codium fragile* from Keilisnes April 30, 2009. Irregular outgrowth are probably initiations of side branches.

Þörungurinn er af svokallaðri „siphonoid“-gerð. Engir eiginlegir frumuveggir eru í þráðunum og því má líta þannig á að hver þörungur sé gerður úr einni risastórri frumu sem er greinótt og hefur marga kjarna.

Tegundin *Codium fragile* er mjög breytileg í útliti og innri gerð. Fjölmörgum undirtegundum hefur verið lýst og erfitt er að greina milli þeirra út frá útlitseinkennum. Í Norður-Atlantshafi hefur þremur undirtegundum verið lýst (Silva 1955, 1957): *C. fragile* undirteg. *tomentosoides* (van Goor) P.C. Silva, *C. fragile* undirteg. *scandinavium* P.C. Silva og *C. fragile* undirteg. *atlanticum* (A.D. Cotton) P.C. Silva, og var jafnframt talið að hugsanlega hefðu þær borist úr Kyrrahafi í Atlantshaf á mismunandi tímum. Við seinni rannsóknir á erfðabreytileika undirtegundanna og samanburði við stofna í Kyrrahafi er nú talið að aðeins sé um að ræða tvær undirtegundir í Norður-Atlantshafi þ.e. *fragile* (samheiti undirtegundanna *tomentosoides* og *scandinavium*) og *atlanticum*. Aðeins önnur þeirra, *fragile*, er talin hafa borist úr Kyrrahafi og síðan breitt úr sér um strendur landa við Norður-Atlantshaf, meðal annars Íslands. Ekkert er hins vegar talið benda til að undirtegundin *atlanticum* sé aðflutt í Norður-Atlantshaf. Hún hefur eingöngu fundist við Bretlandseyjar og Írland (Brodie *o.fl.* 2007).

Hér við land hefur *C. fragile* fundist í fjörupollum, efst í fjöru og neðan við fjöruna niður á 1,5 m dýpi. Stærsta eintakið sem mælt hefur verið hér á landi var 15 cm hátt en við bestu aðstæður annars staðar getur þörungurinn orðið

allt að 90 cm langur.

*Codium fragile* vex upp á vorin en upprétta plantan hverfur aftur á haustin. Yfir veturinn má finna festuþræði sem orðið hafa eftir á botninum þar sem plantan óx um sumarið. Líklegt er að plantan vaxi upp af þessum þráðum á vorin, en dreifi sér einnig með greinabrotum sem setjast á botn og vaxa upp í nýja einstaklinga.

Lítið er vitað um lifshætti *Codium fragile* hér við land en árið 2009 var farið nokkrum sinnum til að fylgjast með vexti og útbreiðslu tegundarinnar í pollum á Keilisnesi. Einkennandi fyrir þá polla sem *Codium fragile* hefur fundist í er að þeir eru ofarlega í fjörunni og því er þar mjög lítill ágangur sjávar, þeir eru frekar grunnir og botninn er þakinn skeljasandi. Fyrsta ferð á Keilisnes var farin í lok apríl, þá var *C. fragile* einungis að finna í einum pollu og aðeins nokkrar plöntur. Plönturnar voru dökkgrænar með áberandi hnúðum (4. mynd). Líklegt er að hnúðar þessir séu fyrstu vísar að greinum. Næsta ferð var farin í byrjun júní, þá var *C. fragile* að finna í 4 pollum. Plönturnar uxu bæði sem stórir brúskar og sem litlar plöntur, sem virtust vera lausar í pollunum. Plönturnar voru þá dökkgrænar neðst en endar greinanna voru ljósgænir, trúlega nýjar greinar. Í byrjun júlí var farið aftur á Keilisnes. Lítil breyting hafði orðið frá því í júní nema hvað mikið var af ásætum á *C. fragile* og mjög mikið af öðrum grænþörungum í pollunum. Síðasta ferðin var svo farin í byrjun september, þá fannst *C. fragile* í enn fleiri pollum. Nú voru greinarendar víða orðnir gráir eða glærir og virtust plönturnar vera að drepast.

Í öllum þessum ferðum var eintökum safnað, þau skoðuð bæði í víðsjá og smásjá. Eintökin voru mynduð og að lokum voru öll eintökin pressuð á pappír. Við smásjárskoðun var leitað að æxlunarfærum en engin fundust.

Rannsóknir erlendis hafa sýnt að hitastig þarf að ná a.m.k. 12 °C til að þörungurinn myndi æxlunarfæri (Churchill og Moeller 1972). Oft nær sjórinn þeim hita síðla sumars, inni á fjörðum suðvestan og vestanlands. Ef tegundin hegðar sér með svipuðum hætti hér við land og við austurstönd Norður-Ameríku er ekki ólíklegt að tegundin geti æxlást hér á góðum sumrum.

*Codium fragile* undirteg. *fragile* finnst nú við Atlantshafsströnd Evrópu frá Suður-Portúgal til Norður-Noregs og einnig finnst hún við Atlantshafsströnd Norður-Ameríku, frá Virginíu fylki í Bandaríkjunum til Nýfundnaland í Kanada.



5. mynd. *Bonnemaisonia hamifera* úr Hvalfirði 20. júlí 2004. Grunnþráðurinn er festur við undirlagið með rætlingum (ör) og upp af honum vaxa greinóttir þræðir.

Figure 5. *Bonnemaisonia hamifera* (Trailliella-phase) from Hvalfjörður July 20, 2004. Prostrate filaments attach to the substrate by rhizoids (arrow) and gives rise to upright branched filaments.

### *Bonnemaisonia hamifera* Hariot

*Bonnemaisonia hamifera* er fyrst getið, hér við land, í fjöru utarlega í Dýrafirði, þar sem tetragróliður tegundarinnar (*Trailliella*-stig) óx sem ásæta á skúfþangi (*Fucus distichus*) og á *Odonthalia dentata* (Munda 1978). Árið 2004 fannst tegundin (aftur aðeins tetragróliðurinn) á um 5 m dýpi út af Katanesi í Hvalfirði þar sem hún óx á kalkþörungnum *Lithothamnion glaciale* (pers. upplýsingar Viviana Peña) (1. mynd).

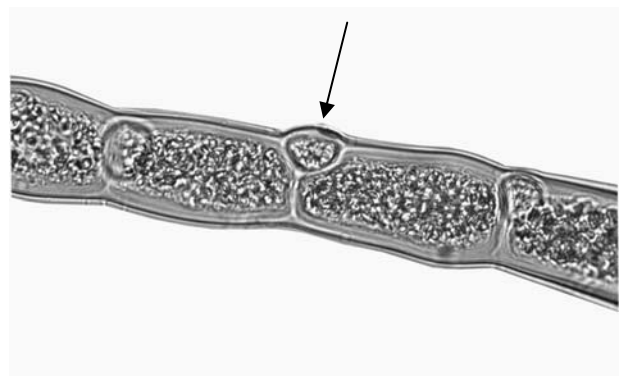
Hér á landi hefur einungis tetragróliður *B. hamifera* fundist. Hann er þéttur rauður skúfur, um 1 til 2 cm á hæð. Þræðir skúfsins eru óreglulega greinóttir, gerðir úr einföldum frumröðum. Grunnþráður er festur við undirlagið með einfruma eða fjölfruma, greinóttum rætlingum sem vaxa niður úr grunnþræðinum (5. mynd). Frumurnar í grunnþræðinum eru 30 til 40  $\mu\text{m}$  í þvermál. Þræðir sem vaxa upp af grunnþræðinum eru lítið eitt grennri og þar eru frumurnar 15 til 30  $\mu\text{m}$  í þvermál. Frumurnar eru 1,3 til 2,5 sinnum lengri en þær eru breiðar. Litberar eru margir í hverri frumu, skífulaga og veggstæðir. Uppréttu þræðirnir eru óreglulega greinóttir og greinarnar frekar gisnar. Á mótum frumanna í þræðunum er lítil, en áberandi kirtilfruma sem stendur til hliðar við öxl þræðarins (6. mynd). Kirtilfruman er glær, með einsleitt frumuinnihald. Í kirtilfrumunum myndast bróm-sambönd sem geta verið skaðleg lífverum og

virkar því plöntunni til varnar gegn þörungættum.

Engin tetragró hafa fundist á tegundinni hér við land. En sunnar á útbreiðslusvæði tegundarinnar hefur tegundin tvo ættliði sem eru ólíkir útlits. Tetragóliðinn sem er tvílitna og myndar einlitna gró við rýrisskiptingu. Eftir að gróin spíra, vex upp einlitna kynliður sem er gerólikur tetragróliðnum. Þegar hann er fullþroska myndar hann kynfrumur sem eftir frjóvgun spíra á kynplöntunni og mynda svokallaðar karpógróliði sem mynda tvílitna karpógró sem vaxa aftur í tetragrólið. Kynliðirnir eru allt að 40 cm háir, óreglulega greinóttir þörungar sem vaxa á botni. Greinarnar eru 1 til 2 mm í þvermál. Sumar hliðargreinarnar eru krókbognar og krækjast utan um næstu greinar og gera þörunginn að þéttum vendi.

Forsendur fyrir því að kynliðir vaxi upp er að tetragró þroskist. Tilraunir hafa sýnt að tetragró myndast aðeins ef sjávarhiti er hærra en 11 °C og dagslengdin er styttri en 12 tímar þ.e. einungis ef hitastig er yfir 10 °C eftir haustjafndægur (Breeman o.fl. 1988). Hér við land kemur einstaka ár fyrir að hitastig haldist yfir 11 °C fram yfir miðjan september en slíkt er sennilega ekki nægilegt til að *B. hamifera* þroski tetragró að fullu og að kynliðir vaxi upp. Líklegt er að dreifing tegundarinnar og viðhald sé fyrst og fremst með þeim hætti að þræðarbrott og greinar sem brotna af vaxa upp í nýja einstaklinga, eftir að hafa fest sig við botninn.

Tetragróliður *Bonnemaisonia hamifera* fannst fyrst í Suður-Englandi árið 1890. Þremur árum síðar fannst kynliðurinn í Cornwall



6. mynd. *Bonnemaisonia hamifera* úr Hvalfirði 20. júlí 2004. Litlar kirtilfrumur (ör) sjást á mótum stærri frumanna í þræðunum.

Figure 6. A branch of *Bonnemaisonia hamifera* (Trailliella-phase) collected in Hvalfjörður July 20, 2004. Small gland cells (arrow) can be seen at the crosswalls.

(Farnham 1980). Talið er að tegundin hafi borist úr Kyrrahafi skömmu áður. Helst er talið að hún hafi borist með skelfiski frá Japan (Breeman *o.fl.* 1988). Síðan þá hefur tegundin breiðst út um alla Atlantshafsströnd Evrópu frá Asoríeyjum norður til Norður-Noregs. Hún hefur einnig fundist í Færeyjum og við Atlantshafsströnd Kanada og Bandaríkjana.

### Lokaorð

Nýlega hafa verið opnaðir vefir með upplýsingum um framandi tegundir sem hafa hreiðrað um sig í Evrópu (<http://www.nobanis.org> og <http://www.europealiens.org>). Þar má sjá að allmargar tegundir sjóþörungna hafa á undanförunum áratugum borist langt að, til stranda Norður-Evrópu og dreift sér þar. Af þeim tegundum eru nokkrar sem hægt er að hugsa sér að gætu borist til Íslands og fest sig þar í sessi. Þær tegundir sem eru til þess líklegastar eru *Sargassum muticum* og *Heterosiphonia japonica*. Þær hafa fundist við skilyrði í Noregi sem svipar til aðstæðna hér við land. Líklegt er að nýjar tegundir bætist í þennan hóp í framtíðinni.

### Heimildir

- Brodie, J., C.A. Maggs og Jones, D.M. (ritstj.) 2007. *Green seaweeds of Britain and Ireland*. British Phycological Society, 242 s.
- Breeman, A.M., Meulenhoff, E.J.S. og Guiry, M.D. 1988. Life history regulation and phenology of the red alga *Bonnemaisonia hamifera*. *Helgoländer Meeresunters.* 42, 535-551.
- Churchill, A.C. og Moeller, H.W. 1972. Seasonal patterns of reproduction in New York. Populations of *Codium fragile* (Sur.) Hariot subsp. *tomentosoides* (Van Goor) Silva. *Journal of Phycology* 8, 147-152.
- Coyer, J.A., Hoarou, G., Skage, M., Stam, W.T. og Olsen, J.L. 2006. Origin of *Fucus serratus* (Heterokontophyta: Fucaceae) populations in Iceland and the Faroes: a microsatellite-based assessment. *European Journal of Phycology* 41, 235-246.
- Critchley, A.T., Farnham, W.F. og Morrell, S.L. 1986. An account of the attempted control of an introduced marine alga *Sargassum muticum* in southern England. *Biological Conservation* 22, 27-34.
- Hewitt, C.L., Marnie L., Campbell M.L. og Schaffelke, B. 2007. Introductions of seaweeds: accidental transfer pathways and mechanisms. *Botanica Marina* 50, 326-337.
- Karl Gunnarsson og Sigurður Jónsson 2002. Benthic marine algae of Iceland: revised checklist. *Cryptogamie, Algologie*, 23(2), 131-158.
- Munda, I.M. 1978. Survey of the benthic algal vegetation of the Dýrafjörður, northwest Iceland. *Nova Hedwigia* 29, 281-403.
- Provan, J., Booth, D., Todd, N.P., Beatty, G.E. og Maggs, C.A. 2008. Tracking biological invasions in space and time: elucidating the invasive history of the green alga *Codium fragile* using old DNA. *Diversity & Distributions* 14, 343-354.
- Sigurður Jónsson og Karl Gunnarsson 1975. La présence de *Codium fragile* (Sur.) Hariot en Island et son extension dans l'Atlantique nord. *Nova Hedwigia* XXVI, 725-732.
- Sigurður Jónsson og Karl Gunnarsson 1976. Nýjung í sæflóru Íslands. *Náttúrufræðingurinn* 45, 151-153.
- Silva, P. 1955. The dichotomous species of *Codium* in Britain. *Journal of the Marine Biological Association U.K.* 34, 565-577.
- Silva, P. 1957. *Codium* in Scandinavian waters. *Svensk Bot. Tidskr.* 51(1), 117-134.
- Thomsen, M.S., Wernberg, T., Stæhr, P.A. og Pedersen, M.F. 2006. Spatio-temporal distribution patterns of the invasive macroalga *Sargassum muticum* within a Danish *Sargassum*-bed. *Helgoland Marine Research* 60, 50-58.

**4. VIÐAUKI. UMHVERFISÞÆTTIR Í MAÍ-JÚNÍ 1952-2009****APPENDIX. ENVIRONMENTAL VARIABLES IN MAY-JUNE 1952-2009**

Frávik hita og seltu frá meðaltali árána 1961-1980 (3,288°C og 34,727). Vegin meðaltöl frá 0-200 m dýpi á stöðvum 1-5 á Siglunesi (\*). Taflan sýnir einnig meðalátumagn (þurrvigt, g m<sup>-2</sup>) í efstu 50 m á Siglunesniði (\*\*). Aftasti dálkurinn sýnir reiknaða ferskvatnsþykkt (m) á 2. og 3. stöð á Látrabjargssniði, en hún er mælikvarði á styrk strandstraums fyrir Vesturlandi (\*\*\*). Þá er söfnunardagur á stöð 3 á Siglunesniði sýndur sem númer dags frá upphafi árs.

*Temperature and salinity deviations from the 1961-1980 average (3,288°C and 34,727). Weighted mean from 0-200 m depth at stations 1–5 on the Siglunes section (\*). The table also shows the average zooplankton biomass (g dry weight m<sup>-2</sup>) in 0-50 m on the Siglunes section (\*\*). The last column shows the calculated freshwater thickness (m) at stations 2 and 3 on the Látrabjarg section (\*\*\*). The sampling day on station 3 at the Siglunes section is also shown (Julian day).*

ÁR	Söfnunardagur	Hitafrávik *	Seltufrávik *	Átumagn**	Ferskvatn***
1952	167	0,921	0,277		
1953	160	1,154	0,117		
1954	162	1,916	0,255		
1955	167	1,902	0,260		
1956	174	1,566	0,073		0,491
1957	163	1,424	0,224		
1958	155	0,256	0,098		0,237
1959	173	1,882	0,263		0,515
1960	163	2,050	0,320		
1961	164	1,698	0,345	10,2	0,738
1962	154	1,007	0,310	11,5	
1963	166	-0,081	0,079	3,3	
1964	160	1,916	0,245	6,9	0,880
1965	157	0,084	-0,237	1,5	0,254
1966	156	-0,195	0,145	0,7	
1967	152	-2,122	-0,173	0,5	0,235
1968	170	-0,730	-0,223	2,5	
1969	157	-1,558	-0,356	0,7	
1970	161	-0,992	-0,232	1,7	0,549
1971	145	-1,757	-0,133	4,4	0,875
1972	157	0,683	0,077	2,5	0,836
1973	161	1,124	0,134	1,8	1,501
1974	149	1,137	0,158	0,8	1,230
1975	149	-1,100	-0,129	1,6	0,365
1976	157	0,295	0,041	2,7	1,395
1977	148	-0,109	-0,123	5,1	0,632
1978	152	0,755	0,033	3,9	0,549
1979	154	-1,496	-0,236	3,1	0,177
1980	150	1,438	0,266	2,0	0,667
1981	148	-1,083	0,084	1,2	0,613
1982	158	-0,616	-0,101	0,7	0,393
1983	155	-1,280	-0,071	1,4	0,620
1984	150	-0,200	0,091	2,4	1,279
1985	154	1,075	0,234	2,9	1,131
1986	150	-0,045	0,184	1,0	0,914
1987	154	1,041	0,106	3,0	0,532
1988	143	-0,725	-0,135	0,9	0,647
1989	151	-0,470	0,125	0,8	0,858
1990	148	-1,049	-0,027	1,1	0,895
1991	142	0,144	0,214	3,4	0,735
1992	139	0,241	0,183	3,6	1,387
1993	143	0,215	0,188	6,5	1,778
1994	144	0,557	0,174	8,2	0,442
1995	143	-2,697	-0,111	4,6	0,477
1996	148	0,550	0,018	4,4	0,977
1997	147	-0,063	-0,018	4,2	0,507
1998	152	-0,306	-0,105	1,7	0,816
1999	145	0,700	0,238	4,8	0,549
2000	143	0,821	0,147	7,3	1,636

ÁR	Söfnunardagur	Hitafrávik *	Seltufrávik *	Átumagn**	Ferskvatn***
2001	143	0,048	0,187	4,6	0,637
2002	141	-1,255	0,001	1,2	0,295
2003	141	2,133	0,272	3,4	1,606
2004	145	0,839	0,211	1,5	0,963
2005	145	0,639	0,076	9,2	1,036
2006	135	0,069	0,079	5,4	1,276
2007	139	0,151	-0,055	3,5	0,977
2008	140	0,049	0,108	2,2	0,363
2009	138	-0.108	0,2272	1,4	0,734

\* Jón Ólafsson 1999. *Rit Fiskideildar* 16: 41-57.

\*\* Til ársins 2001 voru sýnin rúmmálmæld um borð og þurrvigt ákvörðuð með því að nota umreiknistuðul (Matthews, J. B. L. og Heimdal, B. R. 1980. Pelagic productivity and food chains in fjord systems. Í Freeland, H. J., Farmer, D. M. og Levings, C. D. (ritsj.), *Fjord Oceanography*. Plenum Press, New Yoork, s. 377-398). Frá og með 2002 voru sýnin fryst um borð, og þurrkuð og vegin í landi (Postel, L., Fock, H., Hagen, W. 2000. Biomass and abundance. Í Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H. R., Huntley, M. (ritsj.), *ICES Zooplankton Methodology Manual*, Academic Press, New York, s. 83-192).

\*\*\* Jón Ólafsson, 1985. ICES C.M. 1985/G:59.