

Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit nr. 139

**Þættir úr vistfræði sjávar 2007**

*Environmental conditions in Icelandic waters 2007*

Reykjavík 2008

---



## 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 gefin út ítarleg skýrsla um ástand sjávar og umhverfisþætti.

Skýrslan sem hér birtist fjallar um árið 2007, en einnig eru niðurstöðurnar settar í samhengi langtíma þróunar. Á tímum mikilla breytinga á hitaskilyrðum og sjógerð við strendur Íslands eru langtíma rannsóknir af þessu tagi afar mikilvægar. Í ljósi þeirra athugana sem nú liggja fyrir um ástand sjávar 2007, má ráða að enn ríki ástand hlýskeiðs á Íslandsmiðum og hefur lífríkið greinilega lagað sig að því. Nauðsyn ber að efla rannsóknir á lífríki og umhverfisþáttum við þessar aðstæður.

Í lokakafla ritsins er að finna safn stuttra greina um vistfræði sjávar eftir starfsmenn stofnunarinnar, m.a. kynningu á fyrstu niðurstöðum rannsóknaverkefna sem unnið er að á stofnuninni svo sem rannsóknir á vistfræði Íslandshafs.

Stuttu greinarnar eru skrifaðar undir nafni höfunda, en að öðru leyti sá sérstakur starfshópur um útgáfu skýrslunnar. Starfshópurinn skipa Ástþór Gíslason, Héðinn Valdimarsson, Kristinn Guðmundsson og Sólveig Ólafsdóttir, sem jafnframt er ritstjóri þessarar útgáfu. Magnús Danielsen aðstoðaði við teikningar á myndum sem sýna hita- og seltudreifingu og Ólafur S. Ástþórsson las yfir handritið. Er þeim öllum þökkuð 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 10. júní 2008

Jóhann Sigurjónsson



---

## Efnisyfirlit / Contents

bls. / page

<b>Formáli</b>		
	<i>Foreword</i> .....	3
<b>Efnisyfirlit</b>		
	<i>Content</i> .....	5
<b>Ágrip</b>		
	<i>Icelandic summary</i> .....	7
<b>Ágrip á ensku</b>		
	<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> .....	14
<b>3. Stuttar greinar um vistfræði sjávar</b>		
	<i>Short notes on marine ecology</i> .....	18
	Kristinn Guðmundsson ofl. Kalksvíförungaflekkur vestur af Íslandi	
	<i>Coccolithophorid bloom west of Iceland</i> .....	18
	Ólafur K. Pálsson ofl. Vistkerfi Íslandshafs	
	<i>The Iceland Sea ecosystem</i> .....	21
	Karl Gunnarsson, Svanhildur Egilsdóttir. Botnþörungar í sjó við Ísland	
	<i>Icelandic seaweeds</i> .....	25
	Ólafur S. Ástþórsson. Veðurfar og lífríki sjávar á Íslandsmiðum	
	<i>Climate and the marine ecosystem around Iceland</i> .....	29
	Guðrún Helgadóttir. Kortlagning hafsbots - mikilvægur hluti umhverfis- rannsókna á Íslandsmiðum	
	<i>Seabed mapping – an important part of environmental research in Icelandic waters</i> .....	35
<b>4. Viðauki. Umhverfisþættir í maí-júní 1952-2007</b>		
	<i>Appendix. Environmental variables in May-June 1952-2007</i> .....	39

---



## ÁGRIP

### *Icelandic summary*

Viðamesti kafli þessarar skýrslu fjallar um niðurstöður rannsókna á vistfræði sjávar við Ísland árið 2007. Í honum er gerð grein fyrir ástandi sjávar, sjávarhita og seltu sem yfirleitt eru könnuð ársfjórðungslega. Sérstök áhersla er lögð á umhverfis- og vistfræðiathuganir að vorlagi, rannsóknir í svokölluðum vorleiðöngurum sem farnir eru í seinni helmingi maí-mánaðar og standa stundum fram í byrjun júní. Þá er einnig greint frá vöktun sem framkvæmd er til að fylgjast með eiturþörungum við strendur landsins. Þá tekur við kafli um langtíma-breytingar í umhverfisþáttum og svifi, síðan nokkrar stuttar greinar um vistfræði sjávar og loks viðauki, tafla með tölugildum fyrir umhverfisþætti fyrir hvert ár, sem notuð hefur verið við ýmiss konar samanburð.

Almennt má segja að árið 2007 hafi hiti og selta í yfirborðslögum sjávar norðan og austan við landið verið um eða yfir meðallagi en hiti og selta sunnan við land héldust áfram vel yfir meðallagi. Í vorleiðangri var mikill gróður í Faxaflóa og á grynstu stöðvunum við vestanvert landið, en utar hafði vorgróður ekki náð sér á strik, eins og sést á háum styrk næringarefna. Norðan og austan landsins var mikill gróður og vorblóminn víðast hvar í hámarki, á sömu svæðum voru næringarefni nærri uppurin. Sunnan lands var fremur lítill gróður og hár styrkur næringarefna. Átumagn var, þegar á heildina er litið, yfir meðallagi.

### **Stuttar greinar um vistfræði sjávar**

Fyrsta greinin sem birt er undir nafni höfundar í þessu hefti fjallar um blóma kalksviþörungsins *Emiliana huxleyi* sem var vestur af Íslandi í júlí.

Önnur greinin skýrir frá rannsóknaverkefni um vistkerfi Íslandshafs sem framhaldið var í ár. Verkefnið hefur það meginmarkmið að afla heildstæðs skilnings á byggingu vistkerfisins í Íslandhafi með það fyrir augum að skilgreina vistfræðilega stöðu loðnustofnsins.

Þriðja greinin fjallar um rannsóknir á botnþörungum við landið sem stóðu yfir á árunum 1999 – 2007 og þeim tegundum sem fundist hafa.

Í fjórðu greininni er fjallað um veðurfar og lífríki sjávar á Íslandsmiðum en á seinustu 100 árum hafa verið áberandi hlýviðrisskeið 1925-1945, kuldaskið 1965-1971 og hlýviðrisskeið frá 1996. Á þessum tímabilum hafa einnig orðið verulegar breytingar á vistkerfi sjávar við Ísland sem líklegast tengjast veðurfars-breytingunum.

Fimmta og síðasta greinin fjallar um kortlagningu á hafsbotninum umhverfis landið með fjölgeislaþæmi sem er í r.s. Árna Friðrikssyni.

## **ENGLISH SUMMARY**

The first section of this report describes environmental monitoring in the waters around Iceland during the year 2007. The main emphasis is on research carried out during the annual spring survey. The second section describes long-term trends in environmental data, while the last section is a collection of short notes on some of the marine ecological work carried out by the Marine Research Institute.

Temperature and salinity during the year 2007 were generally above the long term average of the waters south and west of Iceland, in the waters north of the country temperature and salinity were close to the long term average. Judged by the decline in nutrients in late May the spring phytoplankton bloom had already occurred in Faxaflói and close to shore west of Iceland. The spring bloom north and east of Iceland had also culminated at the time of the investigation in May. The biomass of zooplankton was in general above the long-term average in spring 2007.

### **Short notes on marine ecology**

The first of short notes in this report describes a coccolithophorid (*Emiliana huxleyi*) bloom observed west of Iceland in July.

The second note presents a research project on the Iceland Sea Ecosystem. The main objective is to evaluate and define the ecological position of the capelin stock. Highlights from observations in 2007 are described.

The third note describes research on Icelandic seaweeds that has been ongoing between 1999 – 2007. A number of species were discovered for the first time for the Icelandic flora and further knowledge has been gained on the distribution range of many species.

The fourth note is on climate and the marine ecosystem around Iceland, but during past 100 years a particularly warm period was observed in Icelandic waters during 1925-1945, a cold period in 1965-1971 and a warm period since 1996. Marked changes in the ecosystem have also been observed during those same periods that probably are related to the temperature changes.

The last note presents the results from multibeam bathymetric mapping in Icelandic waters.





# 1. Ástand sjávar og svifsamfélög

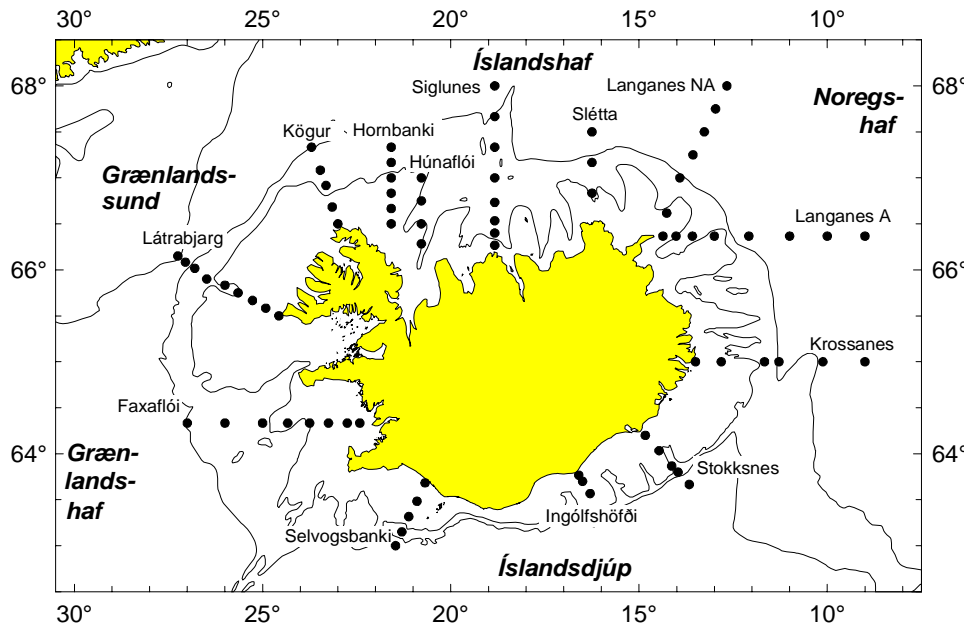
## *Environmental conditions and plankton communities*

### **Inngangur / Introduction**

Flókið samspil margra 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 2007.

Á tímabilinu frá febrúar 2007 til nóvember 2007 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 á sjö sniðum og síðan í haustleiðangri í nóvember.

og vestan við landið fóru hækandi eftir 1996 og náðu á árinu 2003 hæstu gildum hita og seltu við landið auk þess sem þá mældist mesta útbreiðsla hlýsjávar umhverfis landið í 30 ár (2. mynd). 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 meðalagi árin 2005 og 2006 er hafís og ferskvatn úr Austur-Grænlandsstraumi barst inn á Norðurmið í mismiklum mæli. Útbreiðsla hlýsjávar 2007 fyrir norðan land var álíka og 2006 en selta í Austur-Íslandsstraumi var yfir meðalagi að vori.



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.

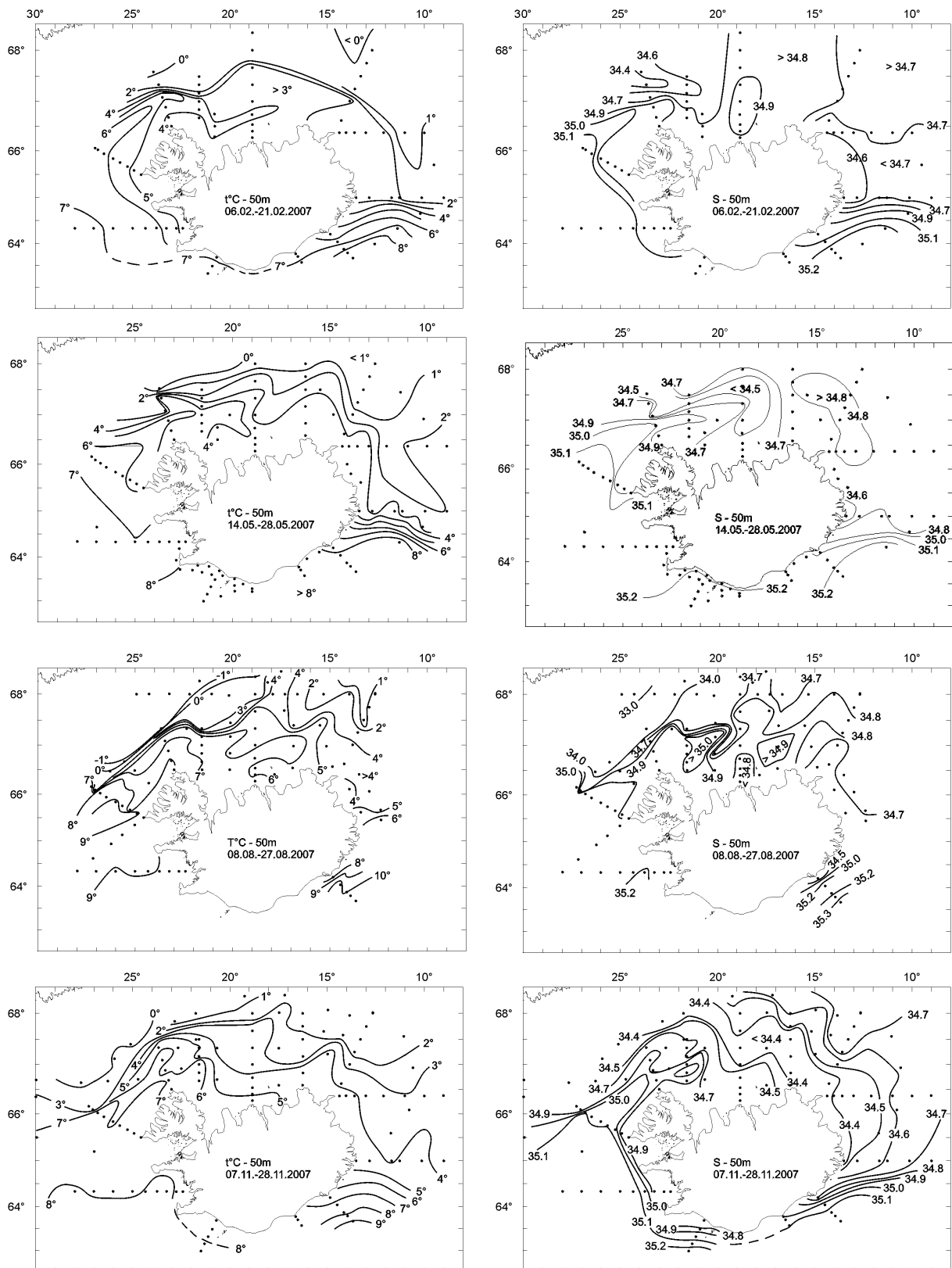
### **Hiti og selta / Temperature and salinity**

#### **Yfirborðslög / Surface layers**

Á árinu 2007 voru hiti og selta sjávar fyrir sunnan og vestan land áfram yfir meðallagi þess tíma sem mælingar hafa staðið. Hiti í efri lögum sjávar fyrir norðan land var um meðallag en seltan heldur lægri en langtímameðaltal einkum um mitt árið og fram á haust. Úti fyrir norðausturlandi var seltan yfir meðallagi megnið af árinu en hiti var um meðaltal árána 1970 til 2006. Hiti og selta í hlýsjónum sunnan

Í vetrarleiðangi í febrúar 2007 var hlýsjórinn fyrir sunnan og vestan land áfram hlýr og seltu-ríkur líkt og árin á undan. Kjarni hlýsjávarins lá innar á landgrunninu en oft áður. Atlantssjávar gætti norður fyrir Vestfirði og inn á Norðurmið. Á Norðurmiðum voru hiti og selta yfir meðallagi (~1-4°C, >34,8). Hiti og selta í Austur-Íslandsstraumi voru heldur yfir meðaltali (0-2°C, >34,7).

Í vorleiðangri (maí) var Atlantsjórinn að sunnan yfir meðallagi bæði hita og seltu (hiti 6-9°C og selta 35,0-35,2). Selta suður af landinu



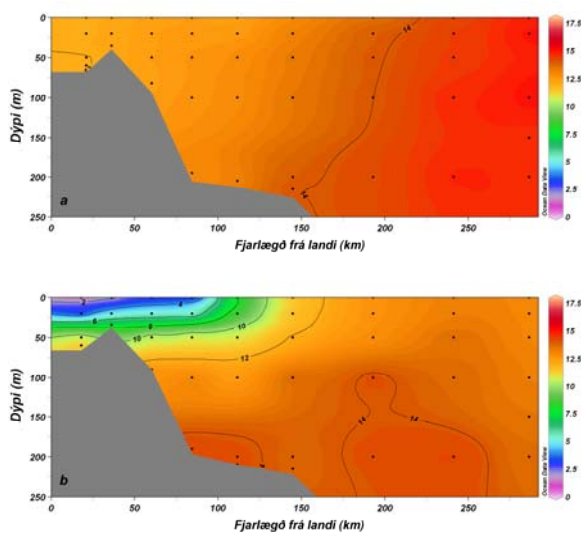
2. mynd. Vinstri dálkur sýnir sjávarhita (°C) og hægri dálkur seltu á 50 m dýpi í hafinu umhverfis Ísland, í febrúar, maí, ágúst og nóvember árið 2007.

Figure 2. Sea temperature (°C, left) and salinity (right) at 50 m depth in Icelandic waters, for February, May, August and November 2007.

var áfram há. Áhrifa hlýsjávarins gætti vel inn á norðurmið. Hiti úti fyrir norðanverðu landinu var yfir meðaltali en selta heldur undir meðaltali þessa árstíma ( $2-5^{\circ}\text{C}$  og  $34,5-34,9$ ). Í Austur-Íslandsstraumi mældust hiti og selta yfir meðallagi ( $1-2^{\circ}\text{C}$ ,  $\sim 34,8$ ).

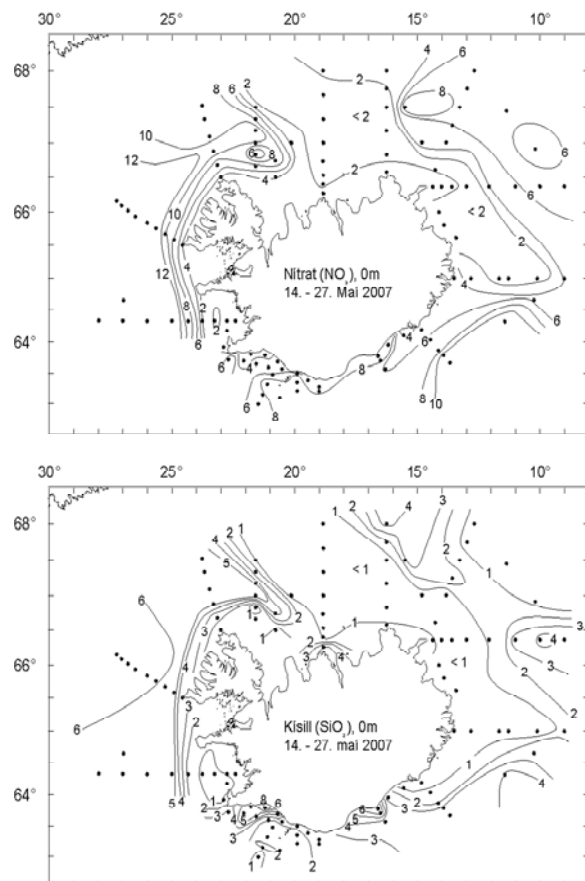
Í ágúst var mælt á sniðum vestan og norðan við landið ásamt Stokksnessniði suðaustan lands. Áfram voru hiti og selta fyrir vestan og suðaustan land há og voru hiti og selta í kjarna hlýsjávarins á Faxaflóa með því hæsta sem mælst hefur síðan um 1970 er mælingar hófust á þessum stað. Hiti og selta úti fyrir miðju Norðurlandi voru um meðallag en hlýsjór náði vel norður fyrir landgrunnskant undir tiltölulega þunnu en vel fersku lagi í yfirborði. Úti fyrir Norðausturlandi í Austur-Íslandsstraumi voru hiti- og selta hins vegar vel yfir meðallagi.

Í sjórannsókn- og loðnuleiðangri í nóvember var áfram tiltölulega hlýtt og salt sunnan og vestan við land. Bæði hiti og selta voru vel yfir meðallagi en höfðu þó lækkað frá því sem var á sama árstíma árin á undan. Fyrir Norðurlandi var hiti yfirborðslaga yfir meðaltali en selta var nálægt meðallagi og hafði hvort tveggja lækkað frá haustinu árið áður. Fyrir norðaustan landið voru hiti og selta heldur undir meðallagi. Seltan í Austur-Íslandsstraumi var um  $34,7$  og hiti var um meðallag. Einkennandi fyrir nóvember 2007 var jafnframt tiltölulega ferskur sjór næst landinu fyrir vestan og norðan land í kjölfar mikillar úrkomu á landinu á haustmánuðum.



3. mynd. Lóðrétt dreifing nitrats ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) á Faxaflóasniði a) 14. febrúar 2007 og b) 14. maí 2007.

Figure 3. Vertical profiles of nitrate ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) on the Faxaflói section a) 14. February 2007 and b) 14. May 2007.



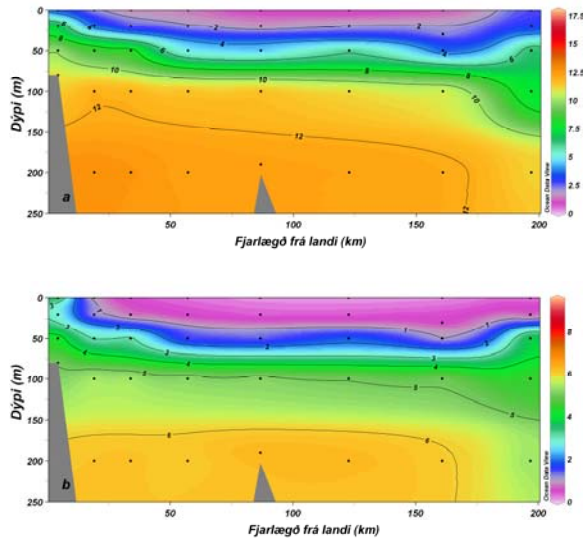
4. mynd. Styrkur næringarefna við yfirborð í hafinu umhverfis Ísland 14.—27. maí 2007, a) nitrát ( $\text{NO}_3$ ,  $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) og b) kísill ( $\text{Si}$ ,  $\mu\text{mol l}^{-1}$ ).

Figure 4. Nutrient concentrations at the surface in Icelandic waters 14.—27. May 2007 a) nitrate ( $\text{NO}_3$ ,  $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) and b) silicate ( $\text{Si}$ ,  $\mu\text{mol l}^{-1}$ ).

Almennt má segja að árið 2007 hafi hiti og selta í yfirborðslögum sjávar norðan og austan við landið verið um eða yfir meðallagi en hiti og selta sunnan við land héldust áfram vel yfir meðallagi.

### Næringarsölt / Nutrients

Styrkur næringarefna í yfirborðslögum sjávar var kannaður í maí á hafsvæðinu umhverfis Ísland og einnig var gerð mæling á Faxaflóasniði (1. mynd) í febrúar. Styrkur næringarefna í yfirborðslögum sjávar breytist reglulega með árstíma. Árlegt hámark er síðla vetrar, en styrkur uppleystra næringarefna lækkar að vori þegar svifþörungur fara að vaxa. Styrkur nitrats í efstu 250 metrunum á Faxaflóa í febrúar 2007 er sýndur á 3. mynd a. Nítratstyrkur var lægri nær landi heldur en á ystu stöðvunum og lægsta gildið við yfirborð var  $12,7 \mu\text{mol l}^{-1}$  á stöð 1. Yst á sniðinu var styrkur nitrats  $14,8 \mu\text{mol l}^{-1}$  við yfirborð. Á 3. mynd b er sýndur nítratstyrkur á sömu stöðvum í maí.



5. mynd. Lóðrétt dreifing a) nitrats ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) og b) kísils ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) á Sigluinessniði 17. – 18. maí 2007.

Figure 5. Vertical profiles of a) nitrate ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) and b) silicate ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ ) on the Sigluiness section 17. – 18. May 2007.

Lækkun hafði orðið á níttratstyrk allt niður á 50 metra dýpi á innstu fimm stöðvunum.

Dreifing nitrats og kísils við yfirborð á rannsóknasvæðinu dagana 14–27 maí 2007, sést á 4. mynd. Í Faxaflóa hafði styrkur næringarefna lækkað mjög frá mældum styrk um veturinn. Innarlega í Flóanum var vorblómi svifþörungum líklega afstaðinn, en utar hafði styrkur næringarefna ekki lækkað að ráði frá því um veturinn.

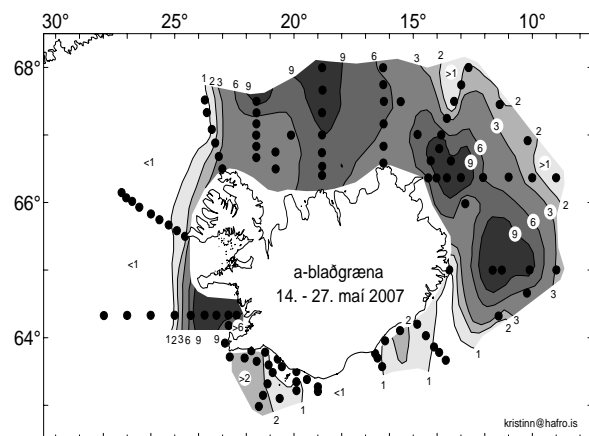
Styrkur næringarefna við yfirborð úti fyrir Vestfjörðum var lægstur á grunnsævi upp við land, en djúpt úti fyrir mældust enn vetrargildi næringarefna. Næringarefnastyrkur hafði lækkað mikið, og var níttratstyrkur minni en  $2 \mu\text{mol l}^{-1}$ , á stóru svæði yfir landgrunninu allt frá Sigluinessniði og austur um að Krossanessniði (5. mynd). Frá Krossanessniði og við suðurströndina var talsvert eftir af níttrati við yfirborð. Lítil styrkur kísils úti fyrir öllu Austurlandi og djúpt undan strönd Suðurlands bendir til þess að kísilþörungur hafi staðið fyrir stórum hluta vorblómans á þessu svæði. Háan styrk kísils við suðurströndina má rekja til ferskvatnsáhrifa. Dreifing nitrats og kísils með dýpi á Sigluinessniði í maí er sýnd á 5. mynd. Upptaka hafði orðið af báðum þessum næringarefnum niður fyrir 50 metra dýpi.

### Svifþörungur / Phytoplankton

Í vorleiðangrinum var könnuð útbreiðsla

svifþörungum umhverfis landið með mælingum á a-blaðgrænu á hefðbundnum sniðum út frá landinu (6. mynd). Á völdum stöðum voru einnig mæld framleiðniafköst þörunganna sem fall af birtumagni.

Í upphafi leiðangursins, um miðjan maí, var mikill gróður í Faxaflóa og á grynstu stöðvunum við vestanvert landið, en utar hafði vorgróður ekki náð sér á strik, eins og sést á háum styrk næringarefna. Norðan og austan landsins var mikill gróður og vorblóminn víðast hvar í hámarki. Að venju var magn gróðurs þó takmarkað á ystu stöðvum norðaustur af landinu. Sunnan lands var fremur lítil gróður, en talsvert var enn eftir af næringarefnum víðast hvar á svæðinu. Niðurstöður rannsókna á hafsvæðinu sunnan landsins, ásamt niðurstöðum um útbreiðslu blaðgrænu við yfirborð samkvæmt mælingum frá gervihnöttum NASA / MODIS (sbr. <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/level3.pl>) benda til þess að mikið beitarálag dýrasvifs hafi haldið vorblóma svifþörungum í skefjum vorið 2007.



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

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

### Dýrasvif / Zooplankton

#### Magn og dreifing átu að vor- og sumarlagi

Dýrasvif, eða áta, eins og sjómenn oftast kalla það, gegnir mikilvægu hlutverki í vistfræði sjávar, vegna þess að um það flyst frumframleiðsla svifþörunganna til efri fæðuþrepa þar með talið fiskistofnanna. Athuganir á magni og útbreiðslu átu við landið eru liður í að auka skilning okkar á tengslum umhverfis, plöntu- og dýrasvifs, og vexti og viðgangi fiskistofnanna við landið.

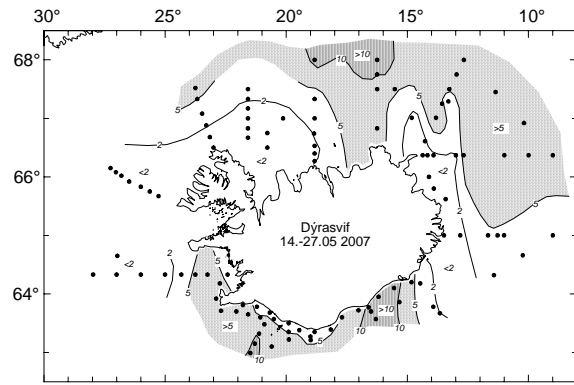
Magn og útbreiðsla átu var kannað í

vorleiðangri, sem að þessu sinni stóð frá 14. til 27. maí. Þá var fylgst með útbreiðslu átu í köntunum austur af landinu og í Austurdjúpi í leiðangri sem farinn var í tengslum við sameiginlegar síldarrannsóknir Íslendinga, Norðmanna, Færeyinga, Rússa og Evrópusambandsins í Noregshafi (18–27 maí). Á 7. mynd eru sýndar niðurstöður á útbreiðslu átu úr vorleiðangri. Á grunnmiðum við landið var mest af átu fyrir Suðurlandi og í Faxaflóa. Einkum var mikið af átu á Örefa- og Mýragrunnum. Þá fannst talsvert af átu út af Melrakkasléttu. Grunnt út af Austurlandi var hins vegar lítið af átu. Djúpt norður og norðaustur af landinu var að venju mikið af átu, einkum pólátu á norðurhluta svæðisins, en rauðátu sunnar. Niðurstöður um útbreiðslu átu úr síldarleiðangrinum, sem getið er um hér að ofan, eru í samræmi við þetta. Átumagn var nokkuð undir meðallagi út af Vestur- og Austurlandi en um eða yfir meðallagi fyrir norðan og sunnan. Þannig var átumagn við landið í vorleiðangri nálægt meðallagi þegar á heildina er lítið.

Séu niðurstöður áturannsóknanna vorið 2007 bornar saman við vorið 2006 kemur í ljós að átumagn var minna en þá víðast við landið, nema fyrir Suðurlandi.

**Vöktun á eiturbörungum / Toxic algae monitoring**

Árið 2007 var framhaldið vöktun eiturbörunga í tengslum við skelfiskrækt, skelfiskveiðar og/eða -týnslu. Verkefnið er samstarf Fiskistofu, Hafrannsóknastofnunarinnar, Umhverfisstofnunar, skelfiskveiðimanna og kræklingræktenda. Árið 2007 var vöktun á eiturbörungum í þremur fjörðum við landið. Í Hvalfirði voru sýni tekin við Hvammsvík, í Breiðafirði voru tvær stöðvar vaktadar, annars vegar við Flatey og hins vegar við Skipavík og í



7. mynd. Útbreiðsla dýrasvífs í yfirborðslögum (g þurrvigt m<sup>-2</sup>, 0-50 m) í hafinu við Ísland 14. - 27. maí. Á skyggðum svæðum er þurrvigt átu meiri en 5 g m<sup>-2</sup>, 0-50 m.

Figure 7. Zooplankton distribution (g dry weight m<sup>-2</sup> 0-50 m) in the sea around Iceland during 14.- 27. May. Shaded areas: more than 5 g dry weight m<sup>-2</sup>, 0-50 m.

Eyjafirði var ein stöð, við Hrísey. Markmiðið með vöktuninni er að reyna að draga úr líkum á því að neysla á skelfiski geti valdið eitrun í mönnum.

Fylgst var með fjölda eitradra svifþörunga vikulega frá vori og þar til gróður tímabilinu lauk eða frá apríl til október. Sjósýni voru tekin úr efstu metrum sjávar til að meta fjölda eitradra svifþörunga og háfsýni voru tekin til þess að auðvelda tegundagreiningu. Í Hvalfirði voru einnig tekin kræklingasýni til mælinga á þörungaeitri í skelfiski.

Greining á tegundum og fjölda svifþörunga voru unnar jafnóðum og sýnin bárust og tilkynningar um tilvist eiturbörunga á sýnatökustöðvunum settar jafnóðum inn á heimasíðu vöktunarinnar sem haldið er úti á vef Hafrannsóknastofnunarinnar (hafro.is/voktun). Í Hvalfirði var varað við hættu á DSP-eitrun alls 11 sinnum, einu sinni var varað við hættu á DSP-eitrun í Breiðafirði. Í Eyjafirði var varað við hættu á bæði PSP- og DSP-eitrun, alls 5 sinnum (Tafla 1).

Tafla 1. Ástand á vöktunarsvæðunum út frá talningu eiturbörunga.

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

	7. - 13. maí	14. - 20. maí	21. - 27. maí	28. maí - 3. júní	4. - 10. júní	11. - 17. júní	18. - 24. júní	25. júní - 1. júlí	2. - 8. júlí	9. - 15. júlí	16. - 22. júlí	23. - 29. júlí	30. júlí - 5. ágúst	6. - 12. ágúst	13. - 19. ágúst	20. - 26. ágúst	27. ágúst - 2. sept.	3. - 9. sept.	10. - 16. sept.	17. - 23. sept.	24. - 30. sept.	1. - 7. okt.	
Hvalfjörður										D	D		D	D	D	D	D	D		D	D		
Breiðafjörður-Flatey																							
Breiðafj. Skipavík											D												
Eyjafjörður											P	P/D	P/D	P/D	P/D								

- 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)
- P/D Varað við hættu á PSP- og DSP-eitrun í skelfiski.

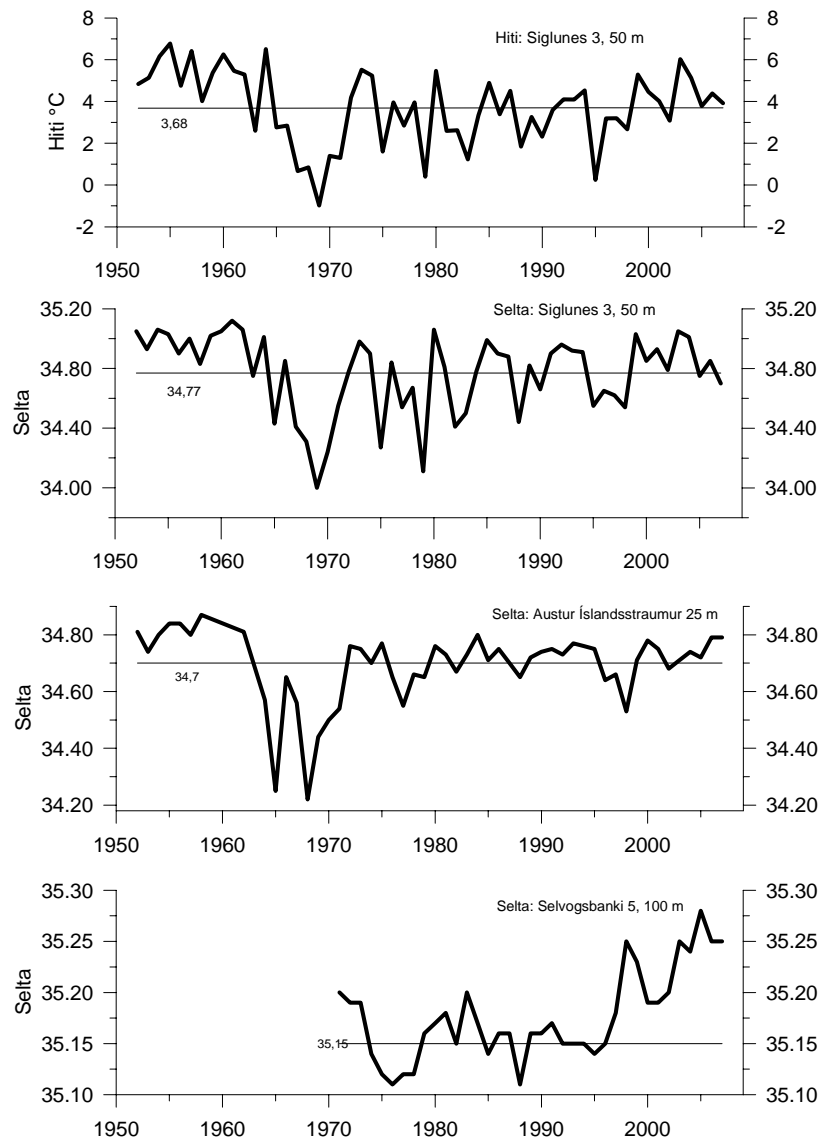
## 2. Langtímabreytingar

### Long term changes

Niðurstöður mælinga á hita og seltu sjávar (1. kafla) sýna ríkjandi ástand á hverjum tíma, en með reglubundnum mælingum og samanburði á niðurstöðum við fyrri ár má að einhverju leyti rekja breytingarnar til mismunandi hafstrauma því ákveðinn hiti og selta einkenna einskakar-sjógerðir.

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

Í hlýja sjónum á Selvogsbanka eru umhverfisaðstæður stöðugri en víðast hvar annars staðar við landið. Þó eru áraskipti í seltu þar eins og annars staðar og skiptast á tímabil með



8. mynd. Hiti og selta á 50 m dýpi á 3. stöð á Siglunesniði, 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 að hlý og köld ár. Línurnar fyrir A-Íslandsstraum má einnig nota til viðmiðunar um hlý og köld ár, en þau gildi eru í raun mörkin þar sem ísmyndun verður 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 8. 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 period, 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 warm and cold years. The value shown for East-Icelandic 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).

seltu hærri en 35,15 og lægri en 35,15 (8. mynd). Seltan var tiltölulega lág á árunum 1974 - 1978, 1985 - 1988 og svo aftur 1992 - 1995. Lægri seltu á Selvogsbanka fylgir að öllu jöfnu lágt hitastig. Árið 1996 varð vart heldur vaxandi seltu í hlýja sjónum á Selvogsbanka og árin 1997 - 1999 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 hélst selta áfram há og vorið 2005 mældist hæsta selta síðustu þrjátíu árin. Reyndar lækkaði hún nokkuð þegar leið á árið. Seltan og hitinn voru þó áfram há fyrir sunnan landið árin 2006 og 2007.

Seltusveiflurnar í hlýja sjónum suður af landinu tengjast breytingum sem verða í hringrás hafstrauma í norðanverðu Norður-Atlantshafi og í Norðurhöfum. Þannig geta áhrif lítillar 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 Northern Shelf***

Hitastig og selta hafa verið mæld árlega að vorlagi út af Siglunesi í yfir hálfra öld (8. mynd). Eftir hlýindaskeið á norðanverðu Norður-Atlantshafi tók að kólna á sjöunda áratugnum. Svonefnd hafísár 1965 - 1971 tóku við með köldum og seltulágum pólsjó í Íslandshafi. Áhrif pólsjárvarins tengdust þeim breytingum á hringrás hafstrauma í Norður-Atlantshafi sem áður var getið.

Eins og sjá má á 8. mynd hafa síðan 1971 skipst á „hlý“ ár (1972 - 1974, 1980, 1984 - 1987 og 1991 - 1994) og „köld“ ár (1975, 1977, 1979, 1981 - 1983, 1988 - 1990 og 1995) á Norðurmiðum. Þeim síðarnefndu má skipta í pólsjárvarár og svalsjárvarár eftir ríkjandi sjógerðum og lagskiptingu í sjónum. Þannig flokkast árin 1981 - 1983, 1989, 1990 og 1995 til svalsjárvarára í sjónum fyrir Norðurlandi, en þá var lagskipting tiltölulega lítil. Þetta ástand var sérstaklega áberandi árið 1995. Niðurstöður frá árunum 1996 - 1998 sýna að heldur hlýnaði á Norðurmiðum eftir 1995. Þessi ár lá þó ferskt og svalt yfirborðslag ofan á selturíkum hlýsjónum og dró það úr áhrifum hans. Seltan í þessu yfirborðslagi var lág (undir 34,7), í samræmi við seltu í Austur-Íslandsstraumi 1996

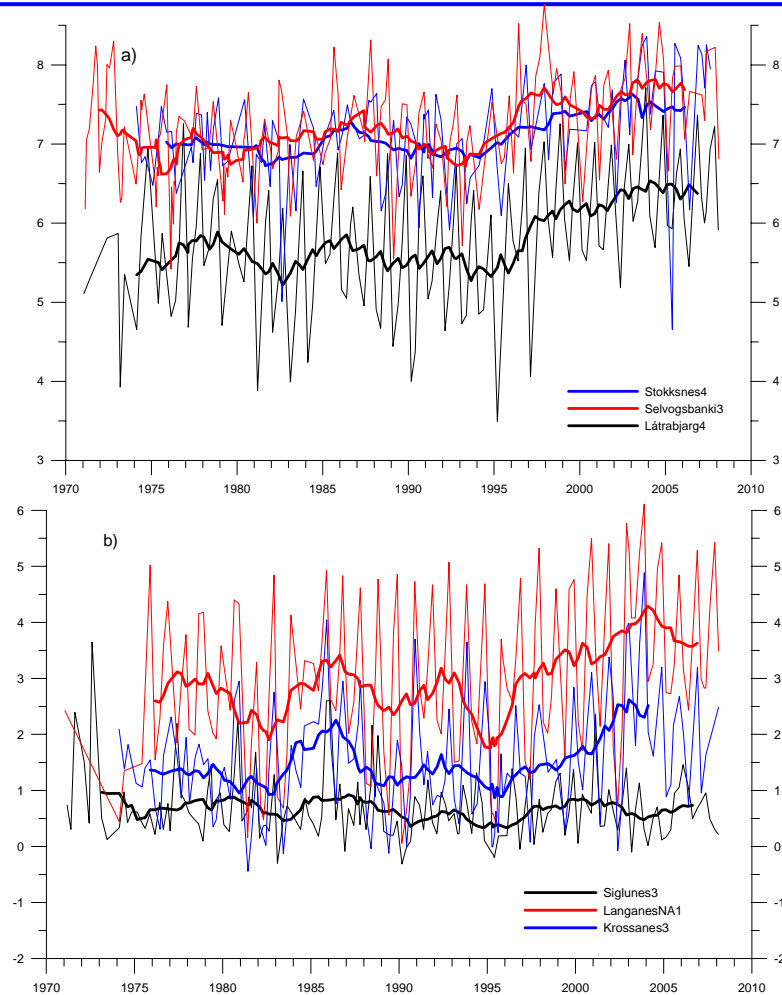
- 1998 og lægri en mælst hafði síðan á hafísárinu 1988. Árið 1999 var sjórinn fyrir norðan vel yfir meðallagi bæði hvað varðar hita og seltu. Síðan dró lítillega úr áhrifum hlýsjávar undan Norðurlandi næstu ár og voru þau í meðallagi samkvæmt mælingum árið 2002. Bæði hiti og selta, yfir landgrunninu, voru svo almennt yfir meðallagi árið 2003, einkum var útbreiðsla hlýsjávar mikil. Útbreiðslan minnkaði árið 2004 með heldur lægri hita og seltu, en gildin voru samt vel yfir meðallagi. Vorið 2005 og 2006 voru hiti og selta efri laga sjávar um meðallag. Vorið 2007 var hiti nálægt meðallagi en seltan var heldur undir því. Seltan í Austur-Íslandsstraumi náði hámarki 1999, lækkaði síðan niður fyrir meðallag vorið 2002 en hefur farið hækandi aftur 2006 og hélst svipuð vorið 2007.

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

Hiti sjávar við botn á Íslandsmiðum endurspeglar 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 9. mynd má sjá tímaraðir meðalhita úr vatnsúlunni nærri botni á nokkrum stöðvum umhverfis landið allt frá árinu 1971. Myndin sýnir bæði langtíma hitafar og ársveiflu botnhitans. Meðaltal er tekið af hitamælingum í vatnssúlunni 50 - 100 m yfir botni, lengri súlu þegar dýpi er meira.

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 lækandi með vaxandi dýpi, en þó fer hann ekki mikið niður fyrir 4°C.

Dýpi mælistöðva á 9. mynd er mismunandi og ársveiflan (grennri 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 hitaskilum suðaustanlands sem skýrir skammtímabreytingar í botnhita líkt og átti sér stað 2005 er kaldur sjór barst til austur eftir landgrunninu. Stöðvarnar sunnanlands sýna að



9. 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 samfélðra mælinga eftir dýpi (sírita).

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 9. 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 540m), Selvogsbanki 3, (bottom depth about 150m) and Látrabjarg 4 (bottom depth about 180m).

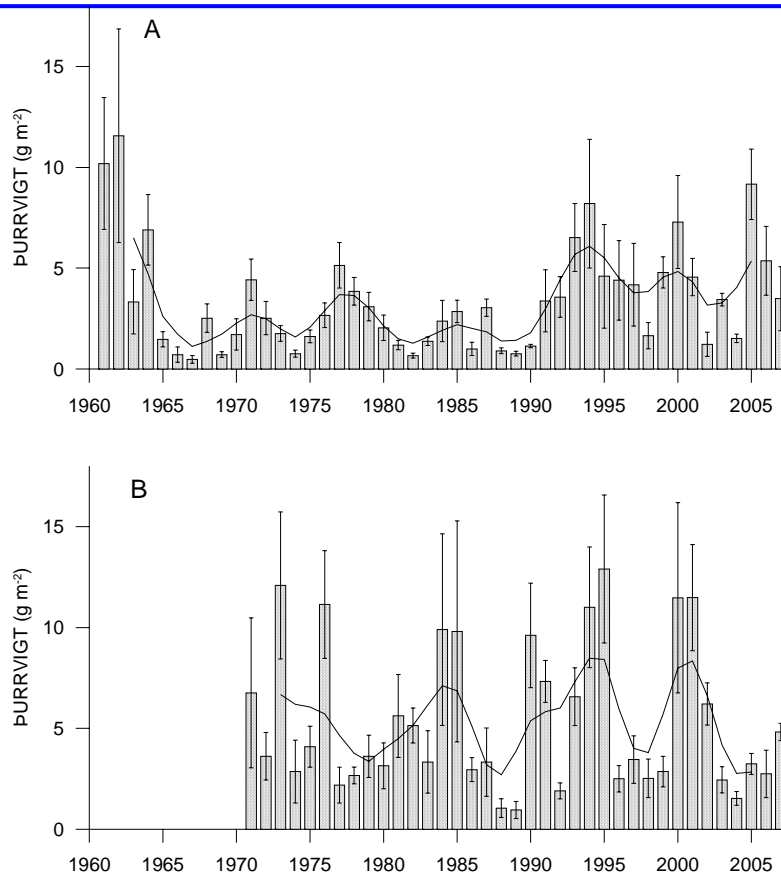
b) Near-bottom temperature at stations north and east of Iceland. Siglunes (bottom depth about 470m), LanganesNA1 (bottom depth about 190m) and Krossanes3 (bottom depth about 210m).

hiti hefur verið hár síðustu tíu árin eða svo og hlýrri sjór jafnvel meira áberandi vestanlands og héldust hlýindi við botn á þessum slóðum árið 2007. 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 9. mynd b. Merkja má ívið 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 2007. Þess ber að geta að ekki hafa farið fram sumarmælingar á Krossanessniði síðustu 2 árin, því nær langtíameðaltal styttra þar.

### Dýrasvif / Zooplankton

Í því augnamiði að fylgjast með breytingum ár frá ári hafa verið gerðar árlegar athuganir á átumagni umhverfis landið í meira en 40 ár. Rannsóknirnar tengdust upphaflega síldarleit út af Norðurlandi og ná gögnin þaðan því lengst aftur í tímann, en frá árinu 1971 hefur þessum rannsóknum verið sinnt allt í kringum land í vorleiðöngurum. Þær eru mikilvægar fyrir þekkingu okkar og skilning á breytingum á skilyrðum í hafinu við Ísland og tengslum umhverfis, lífríkis og ástands nytjastofna, jafn-





10. mynd. Breytingar á átumagni ( $\text{g}$  þurrvigt  $\text{m}^{-2}$ , 0-50 m) að vorlagi á A) Siglunessniði, og B) Selvogsbankasniði. Súlnurnar sýna meðaltöl allra stöðva á sniðinu (sbr. 1. mynd). Staðalskekkja er sýnd með lóðréttum strikum. Einnig er sýndur reiknaður ferill (5 ára keðjumeðaltöl) sem jafnar miklar óreglur einstakra ára. Lega rannsóknasniðanna er sýnd á 1. mynd.

Figure 10. Variations in zooplankton biomass ( $\text{g}$  dry weight  $\text{m}^{-2}$ , 0-50 m) in spring at A) Siglunessniði, and B) Selvogsbanki section. The columns show means for all stations at the respective sections and the vertical bars denote standard error. The curved line shows 5 year running mean. For location of the sections see Figure 1.

framt því að þær tengjast umhverfisrannsóknum á nálægum hafsvæðum.

Langtímabreytingar á átumagni á Selvogsbanka- og Siglunessniði eru sýndar á 10. 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, og er munurinn á hæstu og lægstu gildum 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 10. mynd A). Vorið 2007 var átumagn á Siglunessniði í meðallagi.

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 10. mynd B). Sé tekið mið af keðjumeðaltölunum hafa liðið um 7-11 ár á milli háu gildanna. Vorið 2007 var átumagn á Selvogsbanka nálægt langtímameðaltali.

Ef tiltölulega há átugildi upp úr miðjum áttunda áratugnum á Siglunessniði eru undanskilin má segja að árlegar sveiflur í lífmassa átu fyrir sunnan og norðan séu nokkurn veginn í takt (sbr. keðjumeðaltölin á 10. 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*

#### **KALKSVIFÞÖRUNGAFLEKKUR VESTUR AF ÍSLANDI / COCCOLITHOPHORID BLOOM WEST OF ICELAND**

Kristinn Guðmundsson, Sólveig R. Ólafsdóttir, Agnes Eydal og Þórarinn S. Arnarson  
Hafrannsóknastofnuninni

#### Ágrip

Flekkur með kalksvifþörungnum *Emiliana huxleyi* kom fram út af Vesturlandi á gervihnattamyndum dagana 15. og 16. júlí 2007. Á ferð r/s Bjarna Sæmundssonar yfir svæðið þann 17. júlí voru tekin sýni úr síritakerfi skipsins til margvíslegra athugana.

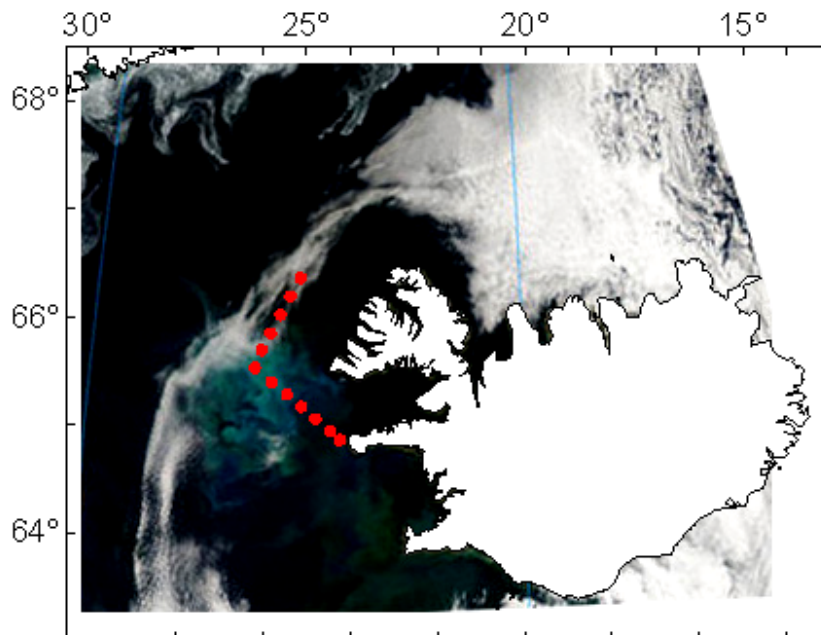
#### Abstract

A coccolithophorid bloom (*Emiliana huxleyi*) was observed west of Iceland on MODIS satellite images on 15 – 16 of July 2007. Surface samples were collected on board R/V Bjarni Sæmundsson on July 17th for various measurements.

Kalksvifþörungurinn *Emiliana huxleyi* myndar árvísst blóma í hafinu milli Íslands og Bretlands. Þörungurinn bindur kalk úr uppleystu kalsíum og bikarbónati er hann myndar kalkflögur sem þekja frumuna, en auk þess myndar hann lífrænan vef úr uppleystu kolefni með ljóstillífun eins og aðrir þörungar. Sunnan Íslands valda blómar þessa kalksvifþörungs umfangsmestu kalkbindingu í heimshöfunum á okkar tímum.

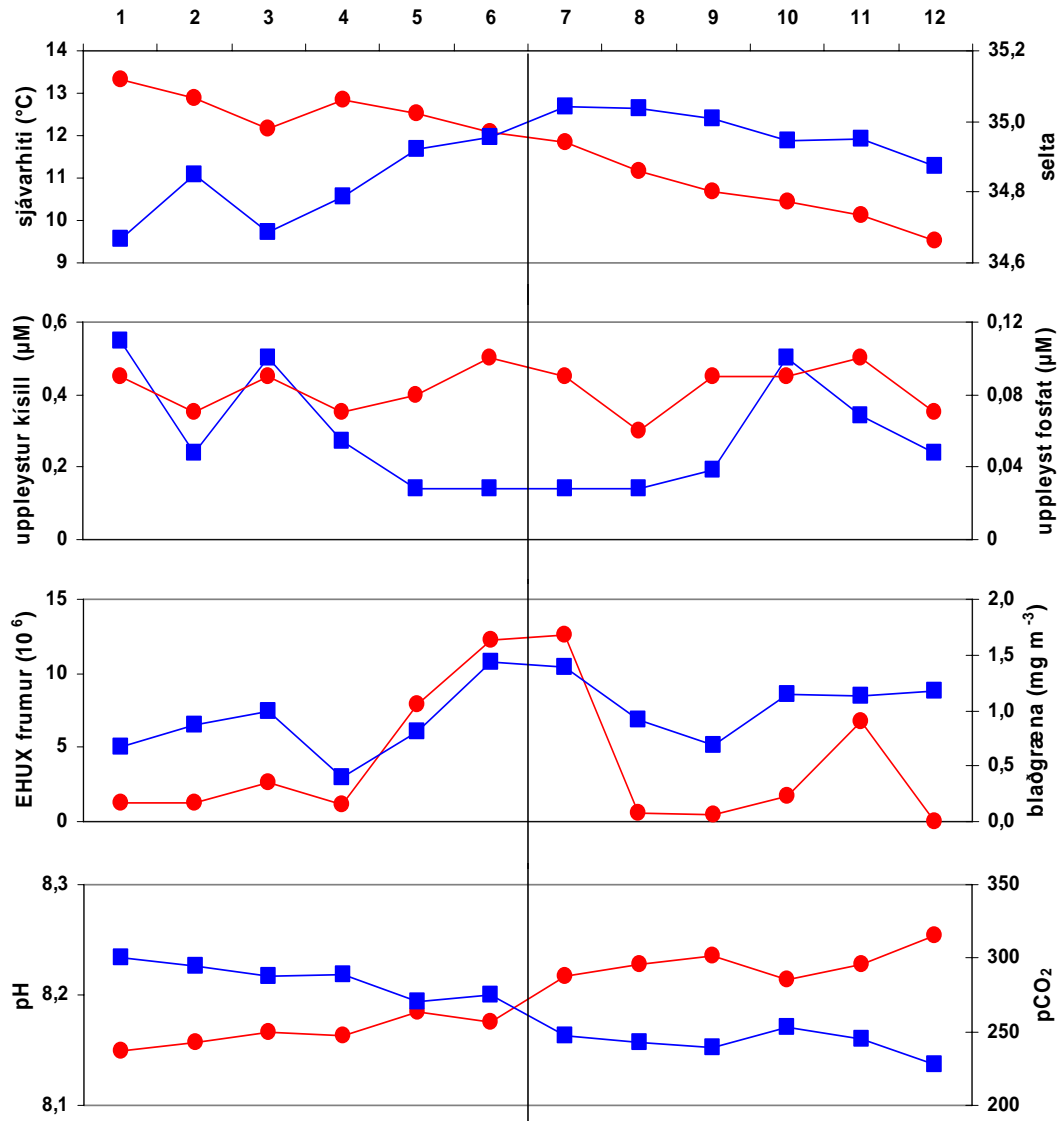
Kalkflögurnar sökkva til botns og safnast þar í setið. Áhrif þessa ferlis á magn koltvísýrings í andrúmsloftinu eru umtalsverð. Blómar tegundarinnar eru auðgreinanlegir af gervihnattamyndum vegna endurvarps ljóss frá kalkflögunum.

Á gervihnattamyndum MODIS/NASA frá 15. og 16. júlí 2007, sem birtar eru á vefsvæðinu <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/gallery/>, kom fram flekkur svípaður því þegar kalksvifþörungur eru í yfirborði sjávar í miklum mæli (1. mynd). Á ferð r/s Bjarna Sæmundssonar yfir svæðið aðfaranótt 17. júlí voru því tekin sýni úr síritakerfi skipsins til margvíslegra athugana, sem m.a. staðfestu að kalksvifþörungategundin *Emiliana huxleyi* olli flekknum. Skráning var gerð á hita, seltu og flúrljómun í sjó á 4 metra dýpi og einnig voru tekin sýni með u.þ.b. 10 sjómílna millibili til mælinga á næringarefnastyrk, hlutþrýstingi koltvísýrings, heildarstyrk uppleysts ólífræns kolefnis og blaðgrænu, sem og til talninga og greininga á svifþörungum (2. mynd). Hér er greint frá fyrstu niðurstöðum



1. mynd. Mynd tekin frá gervihnetti þann 15. júlí 2007 sýnir flekk kalksvifþörunga vestur af landinu. Rauðu merkin sýna staði þar sem sjósýnum var safnað 17. júlí. Fyrsta söfnunarstöðin á sniðinu var vestur af Snæfellsnesi. Mynd birt með leyfi MODIS Rapid Response Project at NASA / GSFC.

Figure 1. Satellite image from July 15 2007 shows bloom of coccolithophorids west of Iceland. The red dots mark the sampling locations on July 17th. The first sampling station on the section was west of Snæfellsnes. Image courtesy of MODIS Rapid Response Project at NASA / GSFC.



2. mynd. Niðurstöður mælinga úr sjósýnum frá 17. júlí 2007, raðað samkvæmt sniði á siglingu Bjarna Sæmundsonar frá Reykjavík og norður fyrir landið, sbr. 1. mynd. Rauðir punktar eiga við vinstri skalann og bláir ferningar þann hægri. Selta og hiti sjávar við yfirborð (efst), næringarefnastyrkur (næst efst), gróðurmagn (næst neðst) og sýrustig og hlutþrýstingur koldíoxíðs í ppm (neðst).

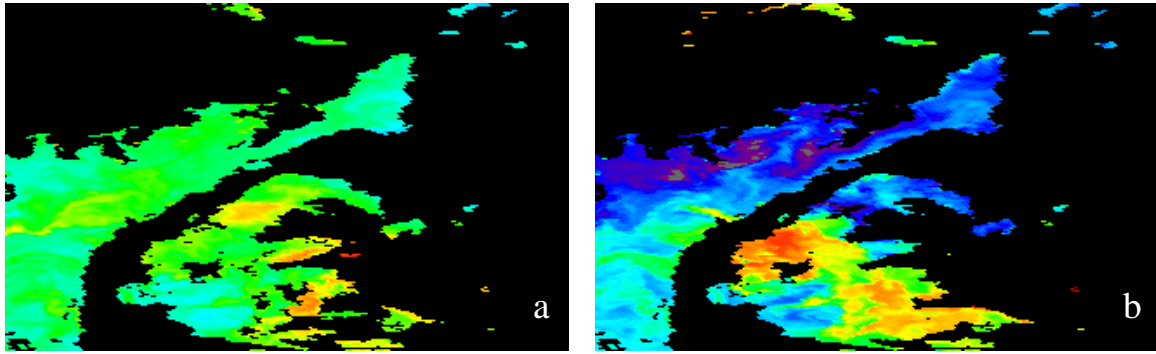
Figure 2. Results from analysis of seawater samples from July 17th 2007, sorted by sampling sequence on the track of RV Bjarni Sæmundsson (Fig. 1). Red dots refer to the left axis and blue squares to the right axis. Temperature and salinity at the surface (top panel), nutrient concentration (second panel), chlorophyll and cell numbers (third panel) and pH and partial pressure of carbon dioxide in ppm (bottom panel).

mælinganna en þar sem ekki er hægt vita fyrirfram hvar og hvenær blómar eiga sér stað er sjaldgæft að hafa gögn sem gera samanburð á fjarkönnunarmyndum og mælingum mögulegan.

Efst á 2. mynd eru sýnd hitastig og selta á söfnunarstöðunum. Þessi gögn sýna að blóminn var í hlýjum og söltum Atlantssjó. Næringarefnastyrkur var lágur eins og sést næst efst á 2. mynd sem sýnir kísil- og fosfatstyrk, en nítratstyrkur í sýnunum var svo lágur að hann var vart mælanlegur. Til að standa undir blóma af þessu tagi þarf allnokkurt magn af nítrati og fosfati en að sumarlagi hafa þessi næringarefni

að jafnaði gengið til þurrðar við yfirborð sjávar vegna undangengins blóma annarra svifþörunga. Ekki er loku fyrir það skotið að nauðsynleg næringarefni hafi borist til yfirborðsins við blöndun sjávar af meira dýpi og slíkt ferli á sér gjarnan stað á skilum milli sjógerða og á straumamótum eins og þarna eru. En *Emiliana huxleyi* getur einnig nýtt sér ammóníak sem köfnunarefnisgjafa og lífrænt bundinn fosfór, sem hvorutvegga gæti hafa verið til staðar.

Fjöldi fruma kalksvifþörungsins *Emiliana huxleyi* í blómanum var mikill, eða um og yfir 10 milljónir í lítra í kjarna flekksins (2. mynd)

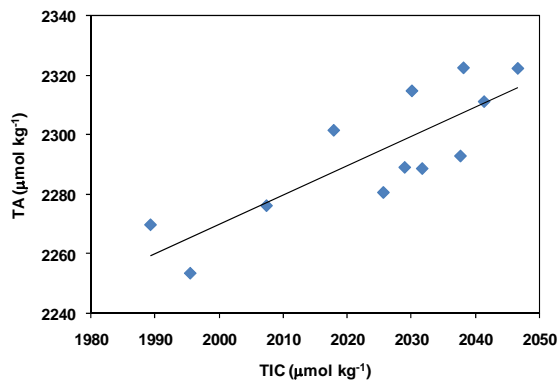


3. mynd. Gervihnattamyndir frá 15. júlí 2007, sem sýna a) útbreiðslu blaðgrænu vestur af Íslandi og b) útbreiðslu kalks í yfirborði sjávar. Ísland og Grænland sjást með svörtum lit á myndinni og önnur svört svæði eru þar sem það var skýjahula. Nánari umfjöllun er í texta greinarinnar. Myndirnar eru birtar með góðfúslegu leyfi SeaWiFS project / NASA.

Figure 3. Satellite images from July 15th 2007 show a) distribution of chlorophyll west of Iceland and b) calcium carbonate at the surface. Iceland and Greenland are shown in black and other black areas are with cloud coverage. Image courtesy of SeaWiFS project / NASA.

sem var vestast á sniðinu. Litur sjávarins getur breyst vegna kalkflagna sem þörungurinn myndar í sífellu. Nýjar flögur hrinda þeim eldri af þannig að jafnan er eitt lag, u.þ.b. tíu flögur, utan á hverri frumu. Í sjónum verða því mörgum sinnum fleiri flögur en þörungar. Magn a-blaðgrænu var samt ekki hátt í flekknum og breytileikinn aðeins að litlu leyti í takt við fjölda *Emiliana huxleyi* fruma. Það endurspeglar m.a. smæð kalksviðþörungans og jafnframt að þar sem dró úr fjöldanum í jöðrum flekksins var fjöldi annarra og stærri sviðþörungategunda meiri (2. mynd).

Á gervihnattamynd (3. mynd a) sem sýnir útbreiðslu blaðgrænu er blómi tegundarinnar lítt áberandi og dreifingin ekki í takt við endurvarp



4. mynd. Samband milli lútstyrks (TA) og heildarstyrks uppleysts kolefnis (TIC).

Figure 4. Relationship between Total Alkalinity (TA) and Total Inorganic Carbon (TIC).

ljóss frá kalkflögnum á sambærilegum myndum (3. mynd b). Hins vegar er ljóst af röð mynda sem sýna útbreiðslu endurvarps frá kalki í yfirborði sjávar að blóminn vestan Íslands var angi af umfangsmeiri blóma tegundarinnar í hafinu milli Íslands og Bretlandseyja, blóma sem náði hámarki í júní. Sömuleiðis má sjá að litabreytingar í yfirborði sjávar vegna kalkmagns í yfirborðinu vestan Íslands náðu hámarki u.þ.b. viku eftir að sýnunum var safnað.

Til að að rannsaka áhrif blómans á kolefniskerfi sjávar voru tekin sýni til mælinga á hlutþrýstingi koltvísýrings og heildarstyrk uppleysts ólífræns kolefnis en út frá þeim er unnt að reikna sýrustig og lútstyrk (alkalinitet). Gögnin sýna greinlega lækkun á heildarstyrk uppleysts kolefnis vegna upptöku þörungasviðsins, en lútstyrkurinn lækkar einnig sem er eitt af einkennum kalksviðþörungablóma (4. mynd). Við blóma annarra sviðþörungna breytist lútstyrkurinn ekki.

Mikill áhugi er á rannsóknum á kalksviðþörungablómum og þeim skilyrðum í sjónum sem stuðla að blóma þeirra. Þessi rannsókn gefur okkur gögn um fjölda *Emiliana huxleyi* sem þarf að vera fyrir hendi til að þeir greinist á gervihnattamyndum og fyrirhugað er að nota gögnin til að kvarða myndirnar frá gervihnettinum.

**VISTKERFI ÍSLANDSHAFS / THE ICELAND SEA ECOSYSTEM**

Ólafur K. Pálsson, Héðinn Valdimarsson, Sólveig R. Ólafsdóttir, Hafsteinn Guðfinnsson, Ástþór Gíslason, Hildur Pétursdóttir, Konráð Þórisson, Björn Gunnarsson og Sveinn Sveinbjörnsson.  
Hafrannsóknastofnuninni

**Ágrip**

Rannsóknir á vistkerfi Íslandshafs, þ.e. hafsvæðisins sem afmarkast af Íslandi, Austur-Grænlandi og Jan Mayen, hafa verið meðal verkefna Hafrannsóknastofnunarinnar frá árinu 2006. Helsta markmið verkefnisins er að rannsaka byggingu og gangverk þessa vistkerfis, með sérstöku tilliti til lífsferla og afkomu loðnustofnsins og þeirra breytinga sem orðið hafa á lífsögu stofnsins á undanförunum árum. Áherslur verkefnisins voru með svipuðum sniði árin 2006 og 2007.

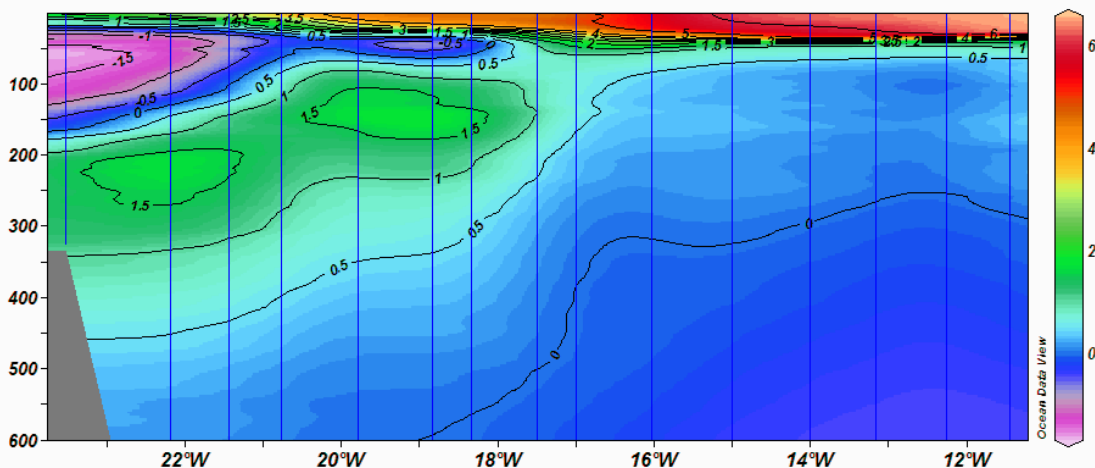
**Abstract**

*The Iceland Sea Ecosystem Project, of the Marine Research Institute, was initiated in 2006 and continued in 2007. The main objective of the project is to analyse structure and function of the Iceland Sea ecosystem, with particular emphasis on life history of the capelin stock and recent changes during the last decade.*

Á árinu 2007 var rannsóknnum á vistkerfi Íslandshafs í meginatriðum hagað með svipuðum hætti og árið 2006, með þeirri viðbót að rannsaka útbreiðslu og rek loðnulirfa. Í febrúar voru umhverfisaðstæður og dýptardreifing dýrasvífs rannsakaðar í Íslandshafi og teknar 6 stöðvar. Um miðjan apríl var rek og útbreiðsla loðnulirfa rannsakað sunnan lands og vestan og teknar 40 stöðvar. Þessu verkefni var einnig sinnt í maí, með gagnasöfnun á 86 stöðvum, og ágúst, með gagnasöfnun á 52 stöðvum. Í seinni hluta apríl voru umhverfisaðstæður rannsakaðar á tveimur sniðum í Íslandshafi og teknar 30 stöðvar. Í ágúst voru umhverfisaðstæður og útbreiðsla

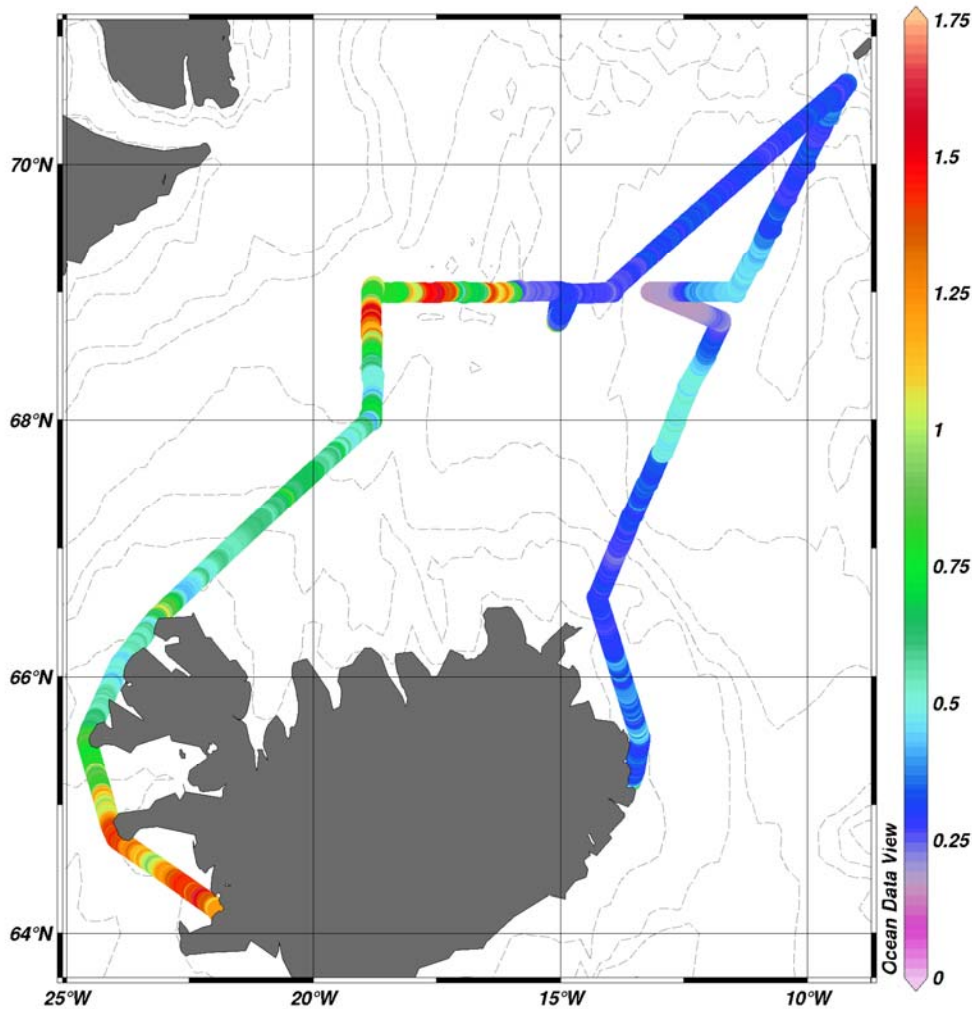
loðnu rannsakaðar á víðáttumiklu hafsvæði í Íslandshafi, norður á 70°N, og á landgrunni Austur-Grænlands. Teknar voru 132 umhverfisstöðvar og 44 togstöðvar vegna loðnu og annarra fiska, og einnig 52 stöðvar á landgrunni Íslands vegna loðnulirfa. Samfelld bergmálmæling var gerð á siglingaleið skipsins (um 3500 sjm.) til að mæla magn og útbreiðslu loðnu.

Rannsóknir síðustu tveggja ára gefa skýrari og fyllri mynd en áður lá fyrir af helstu þáttum í vistkerfi Íslandshafs, enda þótt úrvinnslu gagna sé ekki lokið. Þetta á m.a. við um útbreiðslu sjógerða og innflæði Atlantsjavar sunnan Jan Mayen og innflæði millisjavar af atlantískum uppruna milli Jan Mayen og Austur Grænlands (“return water”). Millisjórinn mældist lítt í júlí 2006, en þá var hafís yfir vestanverðu svæðinu, en var hins vegar mjög afgerandi í ágúst 2007 (1. mynd). Í þessum sjó fannst nokkuð af tveggja ára loðnu sem virtist fylgja skilum í námunda við landgrunnskant Austur Grænlands og getur útbreiðsla hans því mögulega tengst atferli og útbreiðslu loðnu er sunnar kemur í Íslandshaf. Í svonefndum GSP leiðöngrum (“Greenland Sea Project”) í Íslandshafi 1987-1991 kom fram nokkur breytileiki á útbreiðslu þessa millisjavar miðað við hámarksseltu í vatnssúlunni. Miðað við mælingar í ágúst 2007



1. mynd. Hiti á lóðréttu sniði eftir 69°N í ágúst 2007. Efst til vinstri má sjá Austur-Grænlandsstraum með hita undir 0°C. Undir og utan við hann sést millisjór sem er Atlantssjór sem kólnar og sekkur vestan Svalbarða og streymir síðan til suðurs og inn í Íslandshaf.

Figure 1. Temperature on a vertical section at 69°N in August 2007. In the top left corner the East-Greenland Current is seen with temperature below 0°C. Adjacent and below it is the intermediate water formed from cooled Atlantic water that sinks west of Spitsbergen and flows then south and in to the Iceland Sea.



mynd. Útbreiðsla blaðgrænu ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) í yfirborði sjávar í leiðangri í Íslandshaf 17. - 24. apríl 2007. Mælingarnar voru gerðar með sískráningar-tækjum á leið skipsins um rannsóknasvæðið.

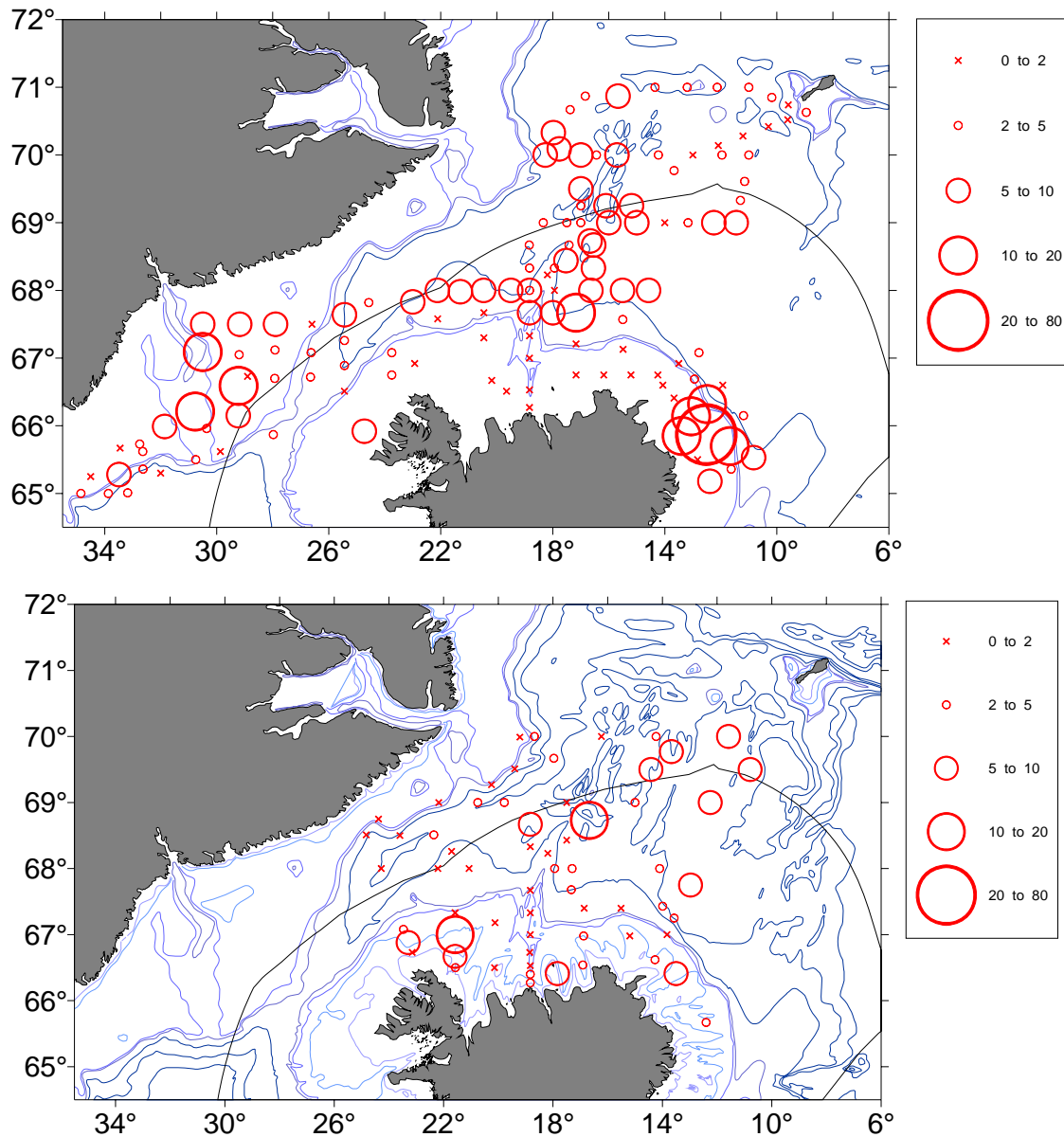
Figure 2. Distribution of chlorophyll a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) from underway measurements at the surface in the Iceland Sea from 17 – 24 April 2007.

hefur hámarksselta í millisjónum hækkað frá því um 1990 og er líklegt að sú hækkun endurspegli hlýrri og saltari sjó (millisjó) sem borist hefur norður Noregshaf á síðustu árum og um Grænlandshaf inn í Íslandshaf milli Jan Mayen og Austur Grænlands.

Samspil næringarefna og gróðurmagns (blaðgræna) er mjög náið í Íslandshafi, bæði eftir hafsvæðum og í tíma. Rannsóknir benda til þess að vorhámark gróðurs eigi sér stað í kringum mánaðarmótin apríl - maí. Þannig sýna niðurstöður í seinni hluta maí að vorhámark er þá yfirstaðið. Niðurstöður leiðangurs upp úr miðjum apríl 2007 sýna á hinn bóginn að vorvöxtur svifþörungna er hafinn en hefur ekki náð vorhámarki. Mest gróðurmagn er á þeim tíma vestan við Kolbeinseyjarhrygg (2. mynd). Að sumarlagi hefur gróðurfar og magn næringarefna verið svipað bæði árin og er lýst sem dæmigerðu sumarástandi. Þörungamagn

(blaðgræna) hefur verið lítið, enda vorhámark löngu umliðið, og næringarefni í lágmarki. Dýrasvifið hefur einnig lagt sitt af mörkum til að halda gróðri í skefjum (beit). Einkum var þetta áberandi í ágúst 2007. Í sumarleiðangri 2007 kom í ljós að magn svifþörungna var heldur meira á sunnanverðum Kolbeinseyjarhrygg en á svæðunum í kring, einkum í mörkum lagskiptingar á 20 - 40 m dýpi. Þetta bendir til aðfærslu næringarefna inn á svæðið og meiri möguleikum á vexti svifþörungna og átu á svæðinu.

Rannsóknir á átu hafa annars vegar beinst að árstíðabreytingum í dýptarútbreiðslu á afmörkuðu sniði og hinsvegar að heildarútbreiðslu í Íslandshafi og nálægum hafsvæðum að sumarlagi. Að sumarlagi hefur dýrasvif (lífmassi) verið í talsverðu magni víða í Íslandshafi bæði árin, enda þótt talsverður svæðisbundinn breytileiki sé til staðar (3. mynd). Rauðáta og



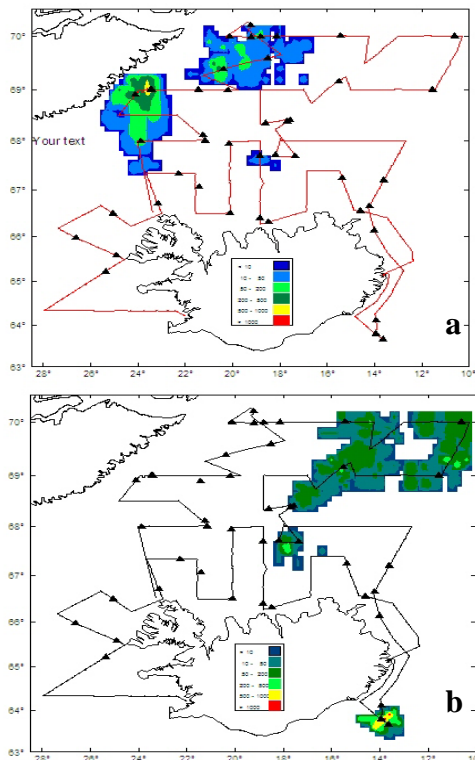
3. mynd. Útbreiðsla dýrasvífs í yfirborðslögum (g þurrvigt  $m^{-2}$ , 0-50 m) í Íslandshafi. Efri mynd sýnir júlí 2006 og neðri myndin ágúst 2007.

Figure 3. Zooplankton distribution (g dry weight  $m^{-2}$  0-50 m) in the Iceland Sea. The top panel shows July 2006 and the lower panel August 2007.

póláta voru yfirleitt algengustu tegundirnar, og krabbaflóin *Metridia longa*. Einnig fannst mikið af stærri svífdýrategundum, svo sem ljósátum og marflóm, og jókst hlutfall þeirra eftir því sem norðar dró. Í heild má telja líklegt að gnægð fóðurs sé að finna í Íslandshafi að sumarlagi fyrir uppsjávarfiska, en mælingar á magainnihaldi loðnu og kolmunna benda til þess. Þó ber að hafa í huga að fiskmagn er lítið á þessum slóðum um þessar mundir og því má ætla að afrán sé lítið.

Á fyrri árum loðnurannsókna í Íslandshafi var útbreiðsla loðnu oft mjög víðáttumikil og náði yfir Íslandshaf allt norður og austur fyrir Jan Mayen og eins langt vestur og komist varð

vegna hafíss. Þannig var ástandið flest ár níunda áratugar síðustu aldar (Hjálmar Vilhjálmsson 1994). Hliðstæð útbreiðsla loðnu sást einstaka ár á tíunda áratugnum. Í sumarleiðöngrum 2006 og 2007 var allt annað ástand ríkjandi með tilliti til útbreiðslu loðnu og annarra fiska. Í júlí 2006 má segja að fiskur, loðna eða aðrar tegundir, hafi ekki fundist í hinu eiginlega Íslandshafi, þ.e. norðan 68°N. Þó fékkst smávegis af 0- og I-grúppu loðnu skammt norðan 68°N og einnig fáein þorskseiði. Eldri loðna fékkst aðeins á takmörkuðu svæði suður undir Kulusuk á Grænlenka landgrunninu. Í ágúst 2007 var ástandið talsvert annað (4. mynd). Þá fékkst kolmunni á allstóru svæði í norðaustanverðu



4. mynd. Útbreiðsla a) loðnu og b) kolmunna í ágúst 2007. Leiðarlínur eru sýndar sem og togstöðvar.

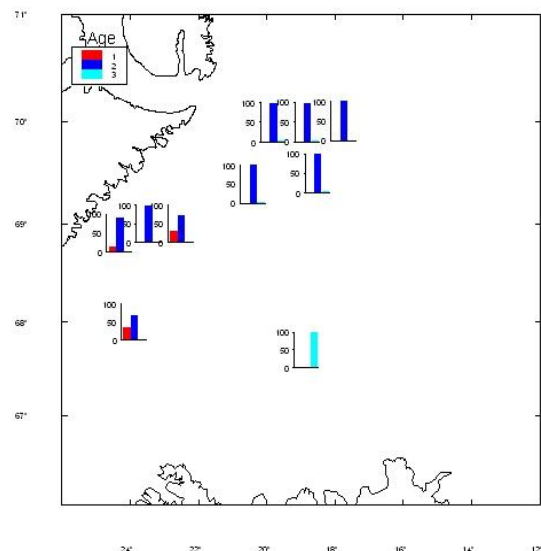
Figure 4. Distribution of a) capelin and b) blue whiting in August 2007. The cruise track is shown and the position of trawl stations.

Íslandshafi og síld á litlu svæði norður á  $70^{\circ}\text{N}$ , en báðar tegundirnar í litlu magni. Þorsk- og ýsuseiði fengust nyrst á  $68^{\circ}25'\text{N}$ , þorskseiðin í mun meira magni en áður hefur sést á þessum slóðum. Loðnuseiði fengust á allstóru svæði djúpt norður af landinu allt norður fyrir  $68^{\circ}\text{N}$ , sem þó er ekki óvenjulegt. Eins árs og tveggja ára loðna fékkst á hinn bóginn nánast eingöngu við Austur-Grænland á allstóru svæði meðfram landgrunnsbrún djúpkantsins að vesturmörkum rannsóknasvæðisins allt suður á  $68^{\circ}\text{N}$ , en magnið var þó lítið (4. mynd). Á nyrsta hluta þessa svæðis var eingöngu tveggja ára loðna en blanda af eins árs (u.þ.b. 30%) og tveggja ára loðnu (70%) á syðri hlutanum (5. mynd). Þetta svæði var ekki unnt að kanna í júlí 2006, og verður því ekkert fullyrst um fiskgengd á því þá. Hvað sem því líður má telja mikilvert að staðsetja loðnu á þessu svæði og renna frekari stöðum undir tilgátuna um breytt útbreiðslumynstur fullorðinnar loðnu á síðustu árum, líklega í kjölfar hlýnunar sjávar. Rétt er þó að hafa í huga að loðnustofninn er líklega í mikilli lægð um þessar mundir og breytt útbreiðsla stofnsins gæti, að einhverju marki, verið afleiðing af því.

Þá er útbreiðsla kolmunna á fremur stóru svæði í norðaustur Íslandshafi athyglisverð og

kann að vera til marks um að þessi tegund sé að ryðja sér til rúms á nýju hafsvæði, og eigi e.t.v. sinn þátt í breyttu útbreiðslumynstri loðnu, en loðna fannst í mögum nokkurra kolmunna í miðju Íslandshafi á  $70^{\circ}\text{N}$  í ágúst 2007. Útbreiðsla annarra tegunda, svo sem þorsk- og ýsuseiða, er ekki jafn afgerandi í þessu samhengi, en vert að gefa henni gaum á komandi árum.

Í ljósi fyrirliggjandi niðurstöðu, og sam-  
anburðar við fyrri ár, virðist óhætt að álykta að nokkur breyting hafi orðið á vistkerfi Íslandshafs á undanförunum árum. Hér er einkum vísað til aukins innstreymis millisjávar af atlantískum uppruna, og hlýnunar því samfara, sem og breyttrar útbreiðslu og magns loðnu og annarra fiska (kolmunna). Viðamiklum gögnum hefur verið safnað á undanförunum tveimur árum sem fastlega má ætla að dugi til að svara ýmsum mikilvægum spurningum um byggingu og gangverk vistkerfisins. Mörgum mikilvægum spurningum er þó ósvarað, svo sem varðandi vorkomu gróðurs, rek og útbreiðslu loðnulirfa og, ekki síst, útbreiðslu og vistfræði loðnustofnsins. Í þessu ljósi er mikilvægt að talsverð gagnasöfnun fari fram á næstu árum. Meginmarkmið þeirra rannsókna er að öðlast heildaryfirsýn yfir útbreiðslu og búsvæði loðnustofnsins og bæta þar með verulega þekkingu á vistfræðilegri stöðu stofnsins.



5. mynd. Aldursdreifing loðnu í ágúst 2007.

Figure 5. Age composition of capelin in August 2007.

## Heimild

Hjálmar Vilhjálmsson, 1994. The Icelandic Capelin Stock. *Rit Fiskideildar* 13, 281 bls.



---

**BOTNPÖRUNGAR Í SJÓ VIÐ ÍSLAND / ICELANDIC SEAWEEDS**

Karl Gunnarsson, Svanhildur Egilsdóttir  
Hafrannsóknastofnuninni

**Ágrip**

Á árunum 1999 til 2007 voru gerðar rannsóknir á botnþörungum við landið og safnað sýnum á 145 stöðvum frá efstu fjöromörkum allt niður á að 35 m dýpi. Allmargar tegundir fundust sem ekki höfðu áður fundist hér við land og aukin þekking fékkst um útbreiðslu tegundanna.

**Abstract**

*In the years 1999 - 2007 seaweeds were sampled at 145 sites around the coast of Iceland, both in the littoral zone and the sublittoral zone down to 35 m. A number of species were discovered for the first time for the Icelandic flora and further knowledge was gained on the distribution range of many species.*

**Inngangur**

Saga kerfisbundinna rannsókna á botnþörungaflóru Íslands hófst á 19. öld með rannsóknum Svíans Strömfelt (1887). Hann rannsakaði þörunga við Suðvesturland og á Austfjörðum. Um aldamótin 1900 gerði Helgi Jónsson (1901, 1903a,b, 1910) all viðamiklar rannsóknir á þörungaflóru og gróðri allt í kringum landið. Niðurstöður þeirra rannsókna birti Helgi meðal annars í safnritinu *The Botany of Iceland* (Helgi Jónsson 1912). Síðan varð langt hlé á rannsóknum á sjóþörungum hér við land eða allt þar til 1963 að Sigurður Jónsson hóf á þeim rannsóknir. Fyrst beindist athygli hans að landnámi botnþörunga í fjörunni og í neðansjávarhlíðum í Surtsey og að þörungaflóru Vestmannaeyja (Sigurður Jónsson o.fl. 1987). Sumarið 1971 fór Sigurður síðan ásamt hópi vísindamanna hringinn í kringum Ísland þar sem meginmarkmiðið var að kanna tegundasamsetningu og útbreiðslu botnþörunga (Caram og Sigurður Jónsson 1972). Síðan þá hafa nokkrar athuganir verið gerðar á sjóþörungum við landið. Flestar þeirra hafa beinst að einstökum tegundum (sjá t.d. Karl Gunnarsson 1991) eða afmörkuðum hópum (sjá t.d. Karl Gunnarsson 1985) eða að almennri lýsingu á gróðurfari afmarkaðra fjörusvæða (sjá t.d. Munda 1994).

Þekking á því hvaða tegundir botnþörunga vaxa við landið hefur smám saman aukist. Árið 1912 birti Helgi Jónsson lista yfir 212 tegundir sem þá var talið víst að yxu við ströndina. Endurskoðaður listi var birtur árið 1972 (Caram og Sigurður Jónsson 1972) en þar voru skráðar 250 tegundir. Árið 2002 var birt ný endur-

skoðun á þörungaflórunni þar sem fjallað var um tegundir sem bæst höfðu á listann á síðustu áratugum og nöfn þörunganna leiðrétt með tilliti til endurskoðunar á tegundaskilgreiningum sem átt höfðu sér stað (Karl Gunnarsson og Sigurður Jónsson 2002).

Á undanförunum áratug hefur verið unnið að úttekt á þörungaflóru í norðanverðu Norður-Atlantshafi sem er samstarfsverkefni vísindamanna frá Bretlandseyjum, Danmörku, Noregi og Íslandi. Hópurinn hefur unnið saman við rannsóknir á þörungaflórunni í Færeyjum (Nielsen og Karl Gunnarsson 2001) og Vestur-Noregi (Lein o.fl. 1999). Nýlegar samantektir liggja einnig fyrir um þörungaflóru Hjaltlandseyja (Tittley o.fl. 2002). Hópurinn hefur síðan á undanförunum árum unnið að úttekt á þörungaflóru Íslands. Vísindamenn frá Háskólanum í Bergen, frá Botanisk Institut í Kaupmannahöfn og British Museum í London tóku þátt í rannsóknunum hér á landi í samvinnu við greinarhöfunda.

Markmið með þessari rannsókn er að afla aukinnar þekkingar á þörungaflóru Íslands, auka þekkingu á útbreiðslu botnþörunga og hugsanlegum breytingum á henni sem og að skrá líf-fræðilegan fjölbreytileika.

**Aðferðir**

Gagnasöfnun fór fram í ágúst 1999 við Suðvesturland, í júlí 2005 á Vesturlandi, júní 2006 á Norðurlandi og júní 2007 á Austfjörðum. Sýnatökustöðvar voru valdar með það í huga að safnað væri við sem fjölbreyttastar aðstæður og að dreifing stöðva væri nokkuð jöfn eftir strandlengjunni. Sýnum var safnað með höndum í fjöru og við köfun neðansjávar allt niður á 35 m dýpi. Þörungar voru greindir til tegunda meðan þeir voru ferskir eftir því sem hægt var. Í einstaka tilfellum náðist ekki að greina sýnin fersk og voru þau þá varðveitt í formalíni til greiningar síðar. Stærri eintök voru sett upp á arkir til varðveislu og smásjárýni útbúin fyrir smærri tegundir. Eintökin voru síðan skráð í Oracle gagnagrunn Hafrannsóknastofnunarinnar og verða varðveitt á Náttúrufræðistofnun Íslands.



1. mynd. Rauðþörungurinn *Porphyra linearis* fannst í fyrsta sinn hér við land í Garði á Reykjanesi, árið 2007.

Figure 1. *Porphyra linearis* a winter annual recorded for the first time in Iceland in 2007.

## Niðurstöður og umræða

### Tegundir

Það kom glögglega í ljós í rannsókninni að tegundafjöldi botnþörungna í sjó er mestur við Suður- og Suðvesturland. Tegundum fækkar síðan þegar farið er réttisælis í kringum landið. Það stafar af því að sjór er að jafnaði hlýjastur úti fyrir Suðurlandi en kólnar smám saman réttisælis umhverfis landið og er kaldastur við Austurland. Margar tegundir með suðlæga útbreiðslu hafa norðurmörk útbreiðslu sinnar á Íslandi en hins vegar eru tiltölulega fáar norðlægar tegundir sem hafa suðurmörk útbreiðslunnar við landið. Þetta er í samræmi við fyrri athuganir, þar sem þörungaflóra mismunandi landshluta var borin saman (Strömfelt 1887, Helgi Jónsson 1912).

Í þessari rannsókn hafa fundist allmargar tegundir sem ekki var vitað um áður að yxu við landið. Sumar þeirra hafa líklega borist til landsins fyrir skömmu eins og t.d. *Bonnemaisonia hamifera* sem talin er hafa flust nýlega úr Kyrrahafi í Atlantshaf og hefur síðan smám saman verið að auka útbreiðslu sína í Norður Atlantshafi (Maggs og Stegenga 1999). Allmargar af þeim tegundum sem fundust eru smáar og vaxa jafnvel inni í öðrum tegundum þörungna eða dýra eins og t.d. grænþörungarnir *Acrochaete heteroclada* sem vex í fjörugrös

(*Chondrus crispus*) og *Pseudentoclonium dynamenae* sem lifir á milli laga í útveggjum hveldýra. Ekki er ólíklegt að þessar og fleiri smávaxnar tegundir sem fundust fyrst í þessari rannsókn, hafi vaxið hér um aldir en farið fram hjá fyrri athugendum vegna þess hversu smáar þær eru.

Staðfestar voru getgátur um tilvist nokkurra tegunda sem grunur lék á að væri að finna hér við land. Dæmi um það eru tegundirnar *Polysiphonia brodiaei* og *Porphyra linearis* (1. mynd). Í ritgerð sinni um rauðþörungna í sjó við Ísland getur Helgi Jónsson (1901) þess að til sé eintak af *Polysiphonia brodiaei* í grasasafninu í Kaupmannahöfn. Á örkina sem það er fest á, er skrifað *ex islandia*, sem merkir að eintakið komi frá Íslandi, án þess að nánar sé tilgreint um hver safnaði þörungnum, né hvar eða hvenær honum var safnað. Helgi telur vafasamt að eintakinu hafi verið safnað hér við land, enda tókst honum ekki að finna tegundina í ferðum sínum um landið. Í söfnun okkar fundust plöntur af þessari tegund á Hópsnesi við Grindavík, en ekki annars staðar við landið. Tegundin hefur, að því er virðist, mjög takmarkaða útbreiðslu og því er ekki ólíklegt að Helga hafi yfirsést hún.

Strömfelt (1887) og Helgi Jónsson (1901) söfnuðu og greindu *Porphyra linearis* (sem *P. umbilicalis* f. *linearis*) við Reyðarfjörð og í Vestmannaeyjum. Við nánari athugun á eintökum þeirra sem geymd eru í Stokkhólmi og í Kaupmannahöfn kom í ljós að um var að ræða mjóvaxið afbrigði af *P. umbilicalis* (J. Brodie pers. uppl.). Strömfelt og Helgi gerðu sínar athuganir að sumarlagi en seinni tíma athuganir hafa sýnt að *P. linearis* er tegund sem eingöngu vex á veturna. Við eftirgrennslan á brimasömum stöðum um miðjan vetur fundum við tegundina í Garði á Reykjanesi og voru stærstu eintökin rúmlega 20 cm löng og einungis 1,5 cm á breidd (1. mynd).

### Útbreiðsla

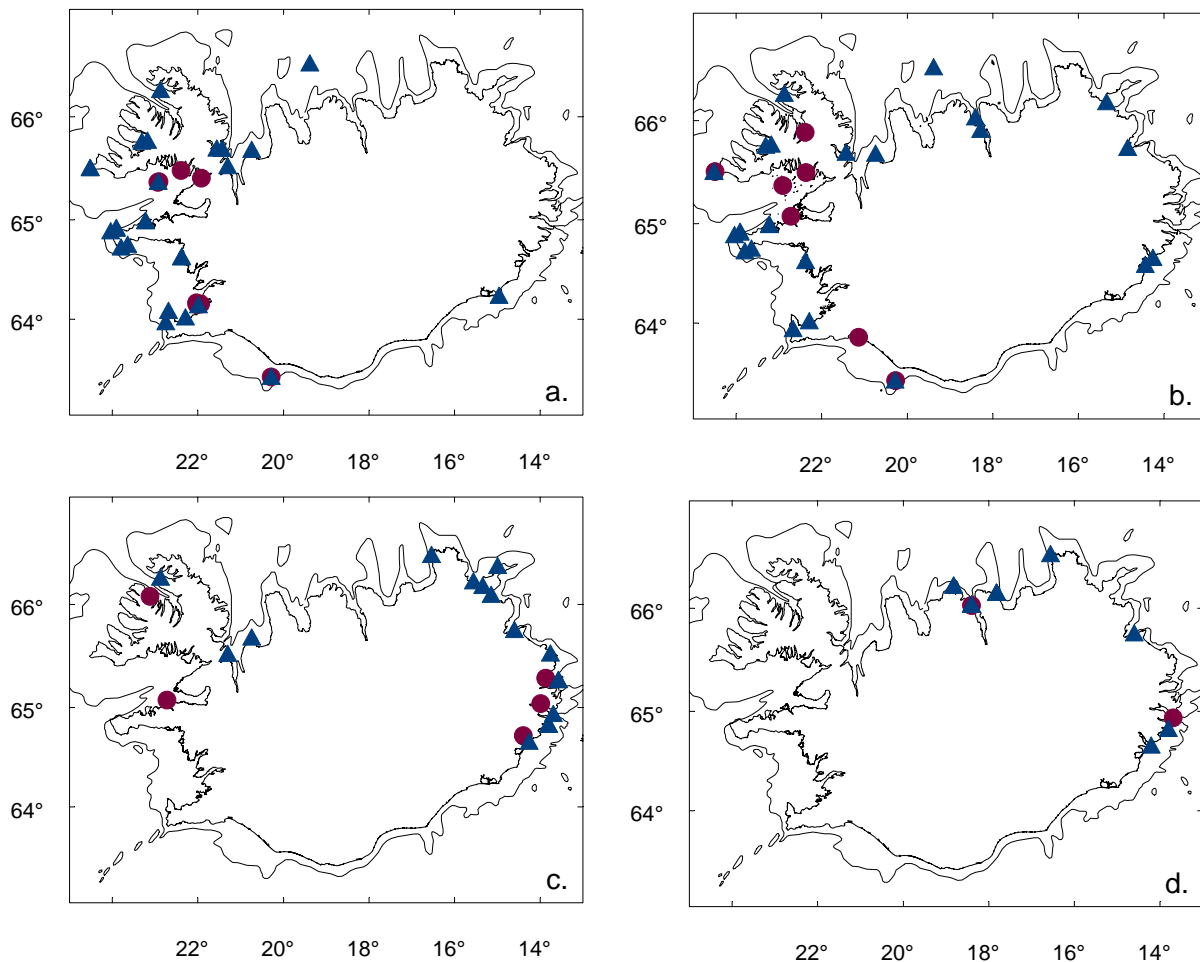
Í rannsókninni hefur þekking okkar á útbreiðslu einstakra tegunda aukist verulega. Þekkt útbreiðslusvæði flestra tegunda eru nú stærri en áður var talið. Erfitt er að segja til um það hvort raunverulegar breytingar hafi orðið á útbreiðslu tegundanna t.d. vegna hlýnunar sjávar eða hvort breytingar á útbreiðslumörkunum séu til komnar vegna aukinna rannsókna og fjölgunar söfnunarstöðva. Breytingar á þekktu útbreiðslumynstri eru bæði þannig að útbreiðslumörk suðlægra tegunda

færaast norðar og austar, í átt að kaldari sjó og suðurmörk norðlægra tegunda í átt að hlýrri sjó. Skulu hér nefnd nokkur dæmi.

Tegundirnar sjóarkræða (*Mastocarpus stellatus*), steinskúfur (*Cladophora rupestris*) (2. mynd a) og þangskegg (*Polysiphonia lanosa*) (2. mynd b) hafa suðlæga útbreiðslu, þ.e. þær eru algengar í löndunum skammt sunnan við Ísland en finnast ekki í kaldari sjó norðan við landið. Þær höfðu áður fundist við Suður- og Vesturland og vestanvert Norðurland en fundust nú einnig við Austfirði.

Rauðþörungurinn *Schizymenia dubyi* hafði áður aðeins fundist við sunnan- og vestanvert landið en í þessari rannsókn fannst hann einnig við Norðurland.

Á hinn bóginn jókst þekkt útbreiðsla nokkurra norðlægra tegunda sem áður höfðu aðallega fundist í kalda sjónum við Austurland, í átt að hlýrri sjó rangsælis í kringum landið. Dæmi um slíkar tegundir eru brúnþörungarnir *Coilodesme bulligera* og *Omphalophyllum ulvaceum* (2. mynd c og d).



**2. mynd.** a. Grænþörungurinn steinskúfur (*Cladophora rupestris*) var áður talinn hafa norðurmörk útbreiðslu sinnar við sunnanverða Vestfirði en hefur nú fundist við Norður- og Austurland. b. Rauðþörungurinn þangskegg (*Polysiphonia lanosa*), var áður talinn hafa norðurmörk útbreiðslu sinnar á Vestfjörðum en hefur nú fundist víða við Norður- og Austurland. c. Brúnþörungurinn *Coilodesme bulligera*, var áður talinn fremur sjáldgæfur og hafði fundist við Vestfirði og á Austurlandi. Nú hefur hann fundist mjög víða í fjórum á Norður- og Austurlandi. d. Brúnþörungurinn *Omphalophyllum ulvaceum*, hafði áður aðeins fundist í Eyjafirði og Reyðarfirði en hefur nú fundist víða við Norður- og Austurland. Rauðir deplar sýna þekkta útbreiðslu tegundarinnar fyrir árið 1999. Bláir þríhyrningar sýna vaxtarstaði tegundarinnar sem hafa uppgötvast eftir 1999.

Figure 2. a. *Cladophora rupestris* (Chlorophyceae) and b. *Polysiphonia lanosa* (Rhodophyceae) are species with their distribution extending from the south to Iceland. During the present study their known distribution has been extended to northern and eastern Iceland. c. *Coilodesme bulligera* (Phaeophyceae) and d. *Omphalophyllum ulvaceum* (Phaeophyceae), are arctic species that before the present study had only rarely been found in Iceland and mostly at the eastern coast but are now also known to grow in a number of places in the north. Red dots show records from before 1999. Blue triangles are records from after 1999 when the present project started.

## Lokaorð

Söfnun þörunga í þessu verkefni lýkur sumarið 2008. Þegar söfnun er lokið verður talsverð vinna eftir við að ljúka greiningum tegunda. Ljóst er að í nokkrum tilfellum þarf að staðfesta tegundagreiningar með því að rækta tegundirnar við staðlaðar aðstæður. Þannig fást fram einkenni eins og æxlunarfæri eða sérhæfðar frumur sem nauðsynleg eru til öruggrar greiningar. Það á sérstaklega við um smáar tegundir grænþörunga. Í öðrum tilfellum er þörf endurskoðunar á skilgreiningu tegunda þar sem erfðafræðiaðferðir hafa sýnt að afmörkun og skyldleiki tegunda er á annan hátt en áður var talið. Dæmi um slíkt er rauðþörungaættkvíslin *Porphyra*.

Það kom í ljós við þessa rannsókn að það er þörf á að rannsaka ítarlegar tegundasamsetningu og útbreiðslu nokkurra þörungahópa sem tiltölulega lítið hafa verið rannsakaðir áður hér á norðurlóðum. Það á t.d. við um grænþörungaættkvíslina *Enteromorpha (Ulva)*, brúnþörunga af ætt Ectocarpacea, og rauðþörunga af ættkvísl *Acrochaetium*. Þau verkefni væru eðlilegt framhald þessarar rannsóknar.

Þegar tegundagreiningum er lokið verða niðurstöður rannsóknarinnar bornar saman við fyrri rannsóknir til að meta hvaða breytingar hafa orðið á útbreiðslu tegundanna og hvort þær megi rekja til breytinga sem hafa orðið á ástandi sjávar við strendur landsins.

Um þessar mundir eru unnið að því að hanna vefviðmót sem mun gera mönnum kleift að sækja upplýsingar um þörungana beint úr gagnagrunni verkefnisins. Á vefnum verða jafnframt ýmsar aðrar upplýsingar um botnþörunga í sjó við Ísland.

## Þakkir

Við viljum þakka samstarfsfólki okkar; Evu Arnardóttur, Reykjavík, Tryggva Sveinssyni, Akureyri, Ruth Nielsen og Grethe Bruntse, Danmörku, Juliet Brodie og Ian Tittley, Englandi og Tor Eilif Lein frá Björgvin í Noregi fyrir samstarfið og frábæra samveru í söfnunarleiðngum. Einnig þökkum við Kristínu Valsdóttur fyrir aðstoð við frágang sýna og Jóni Sólmundssyni fyrir yfirlestur greinarinnar og gagnlegar ábendingar.

## Heimildir:

- Caram, B. og Sigurður Jónsson 1972. Nouvelle inventaire des algues marines de l'Islande. *Acta Botanica Islandica* 1, 5-31.
- Helgi Jónsson 1901. The marine algal vegetation of Iceland. 1. Rhodophyceae. *Bot. Tidsskr.* 24, 127-155.
- Helgi Jónsson 1903. The marine algae of Iceland. 2. Phaeophyceae. *Bot. Tidsskr.* 25, 141-195.
- Helgi Jónsson 1903. The marine algae of Iceland. 3. Chlorophyceae. 4. Cyanophyceae. *Bot. Tidsskr.* 25, 337-385.
- Helgi Jónsson 1910. Om algevegetationen ved Islands kyster. *Bot. Tidsskr.* 30, 223-328.
- Helgi Jónsson 1912. The marine algal vegetation of Iceland. Botany of Iceland I(1), 1-186.
- Karl Gunnarsson 1991. Populations de *Laminaria hyperborea* et *Laminaria digitata* (Phéophycée) dans la baie de Breiðfjörður, Islande. *Rit Fiskideildar* 12, 1-148.
- Karl Gunnarsson 1985. The genus *Vaucheria* (Xanthophyceae) in Iceland. I. Marine and brackish water species from West Iceland. *Acta Bot. Isl.* 8, 21-27.
- Karl Gunnarsson og Sigurður Jónsson 2002. Benthic marine algae of Iceland: revised checklist. *Cryptogamie, Algologie* 23, 131-158.
- Lein, T.E., Bruntse, G., Karl Gunnarsson og Nielsen, R. 1999. New records of benthic marine algae for Norway, with notes on some rare species in the Florø district, Western Norway. *Sarsia* 84, 39-53.
- Maggs, C.A. og Stenegnga, H., 1999. Red algal exotics on the North Sea coasts. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 52, 243-258.
- Munda, I.M. 1994. The benthic algal vegetation of the Mjóifjörður, Eastern Iceland. *Nederlands Journal of Aquatic Ecology* 28, 35-49.
- Nielsen, R. og Karl Gunnarsson 2001. Seaweeds of the Faroe Islands. An annotated checklist. *Fróðskaparrit* 49, 45-95.
- Sigurður Jónsson, Karl Gunnarsson og Jean-Paul Briane 1987. Évolution de la nouvelle flore marine de l'île volcanique de Surtsey, Islande. *Rit Fiskideildar* 10(1), 1-30.
- Strömfelt, H., 1887. Om algevegetationen ved Islands kuster. Göt. Kgl. Vetensk. og Vittenh. Sammhalls Handl. Göt. borg 1887, 1-89.
- Tittley, I., Nielsen, R. og Karl Gunnarsson, 2005. Relationships of algal floras in North Atlantic Islands (Iceland, the Faroes, the Shetlands, the Orkneys). *BIOFAR proceedings 2005. Fróðskaparrit Supplementum* 41, 33-52.

## VEÐURFAR OG LÍFRÍKI SJÁVAR Á ÍSLANDSMIÐUM / CLIMATE AND THE MARINE ECOSYSTEM AROUND ICELAND

Ólafur S. Ástþórsson  
Hafrannsóknastofnuninni

### Ágrip

Á seinustu 100 árum hafa verið áberandi hlýviðrisskeið 1925-1945, kuldaskið 1965-1971 og hlýviðrisskeið frá 1996. Á þessum tímabilum hafa einnig orðið verulegar breytingar á vistkerfi sjávar við Ísland sem líklegast tengjast veðurfarsbreytingunum.

### Abstract

During the past 100 years a particularly warm period was observed in Icelandic waters during 1925-1945, a cold period in 1965-1971 and a warm period since 1996. During the same periods marked changes in the ecosystem have also been observed and which probably are related to the temperature changes.

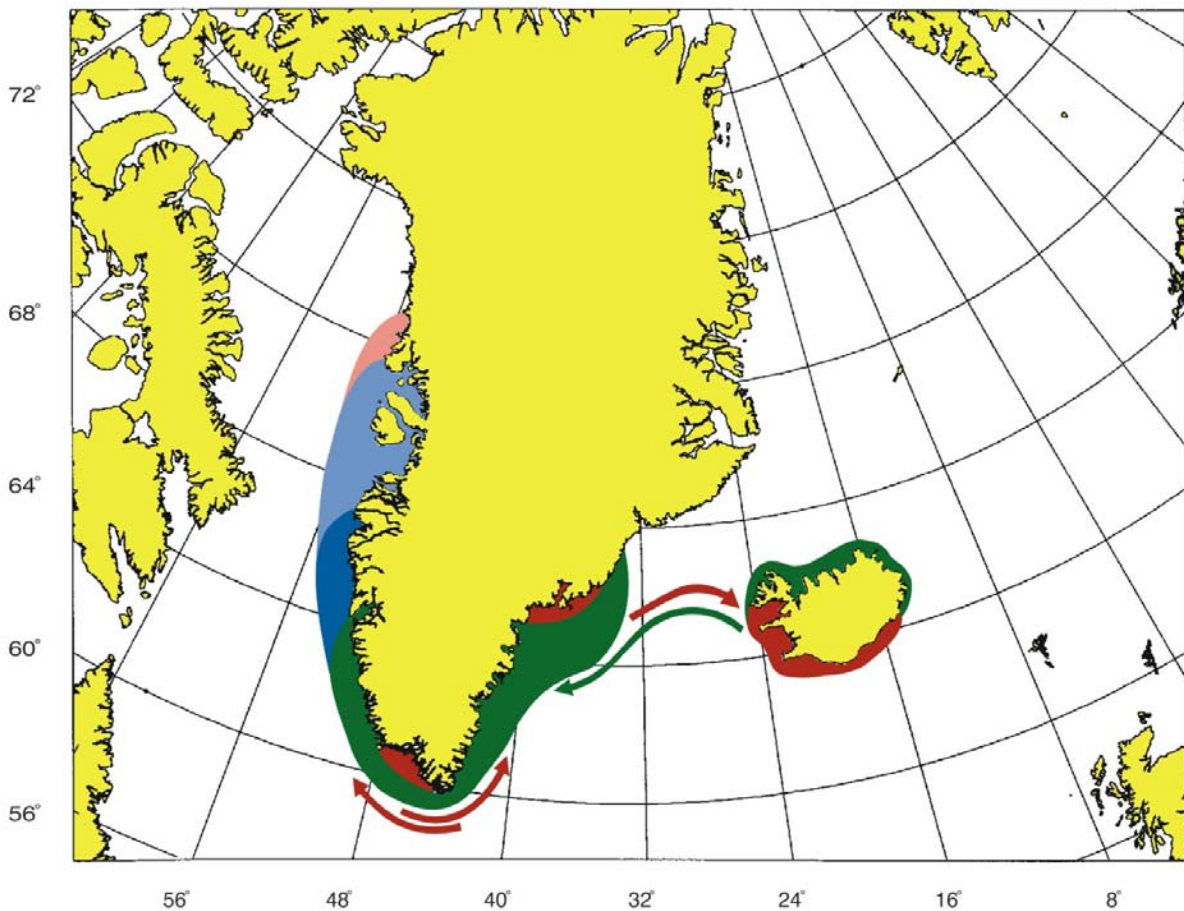
### Inngangur

Ísland er staðsett á skilum heitra og kaldra loft- og hafstrauma og því geta átt sér stað mikil umskipti í veðurfari hér við land frá ári til árs. Á allra seinustu árum hefur veðurfar á jörðinni einnig farið hlýnandi og líklegast tengist það

starfsemi mannsins. Sá veruleiki er nú almennt viðurkenndur af vísindamönnum og einnig af flestum pólitískum yfirvöldum.

Í þessum pistli er stiklað á stóru um helstu breytingar sem orðið hafa á veðurfari í hafinu við Ísland seinustu 130 ár eða svo og nefnd dæmi um hvernig þær hafa haft áhrif á flest þrep fæðukeðjunnar í sjónum.

Efnið sem hér um ræðir er bæði víðtækt og flókið og langt í frá að fyrir hendi sé nægur skilningur á samspili veðurfars og vistkerfis sjávar. Mörg dæmi sýna hins vegar að þessi tengsl eru fyrir hendi og vegna þeirra afleiðinga sem veðurfarsbreytingar kunna að hafa fyrir nýtingu auðlinda sjávar og búsetu á Íslandi er mikilvægt með frekari rannsóknum að auka skilning á þessu sviði.



1. mynd. Stækkun hrygningarsvæðis þorsks við Ísland (grænn litur) í kjölfar hlýnda upp úr 1920. Einnig er sýnd aukin útbreiðsla þorsks við Grænland á fyrstu áratugum 20. aldar. (Hjálmar Vilhjálmsson, 1997.)

Figure 1. Extension of spawning grounds of cod at Iceland (green) following the climatic improvement of the 1920s. Also shown is the increased distribution of cod at Greenland during the first decades of the 20th century. (Hjálmar Vilhjálmsson, 1997.)

## Hafstraumar og sjógerðir við Ísland og veðurfar undanfarin 130 ár

Hafsvæðið við Ísland einkennist af tveimur megin sjógerðum sem eiga sér mjög ólíkan uppruna og hafa ólíka eiginleika. Úr suðri berst hlýr og saltur Atlantssjórinn upp að landinu og er hann grein úr Golfstraumnum. Djúpt norðvestur af landinu flæðir ískaldur og ferskur Austur Grænlandsstraumurinn til suðurs. Blöndun og kæling þessara megin sjógerða í mismunandi hlutföllum myndar síðan nær allar aðrar sjógerðir við Ísland. Við og utan landgrunnsbrúnarinnar fyrir norðan og norðaustan land flæðir Austur Íslands-straumurinn til suðausturs og er sjógerð hans (svokallaður "svalsjór") mynduð af blöndun eða umbreytingu Atlantssjávarins og Pólsjávarins. Á Norðurmiðum er breytilegur styrkur megin straumanna er talinn ráða mestu um skilyrði í sjónum við Ísland á hverjum tíma (Ólafur S. Ástþórsson o.fl., 2007).

Ástand sjávar hefur verið sveiflukennt seinustu 130 árin. Draga má helstu breytingarnar saman eftirfarandi hátt (Unnsteinn Stefánsson, 1999 og nýlegar skýrslur Hafrannsóknastofnunarinnar, Þættir úr vistfræði sjávar):

1. Mjög kalt var við Ísland frá um 1875 til um 1915 en eftir það fór að hlýna.
2. Á árunum 1925-1964 var hlýviðrisskeið og sérstaklega var hlýtt á tímabilinu 1925-1945.
3. Á árunum 1965-1971 tók við kalt tímabil með litlu innstreymi Atlantssjávar á Norðurmið og mikilli útbreiðslu Pólsjávar. Stundum er þetta tímabil nefnt „hafísárin“.
4. Tímabilið 1972-1995 skiptust á 1-4 ára tímabil hlýrra og kaldra skilyrða.
5. Árið 1996 hófst hlýindaskeið sem staðið hefur nær óslitið síðan en ekki er á þessari stundu unnt að spá fyrir um hve lengi það muni vara.

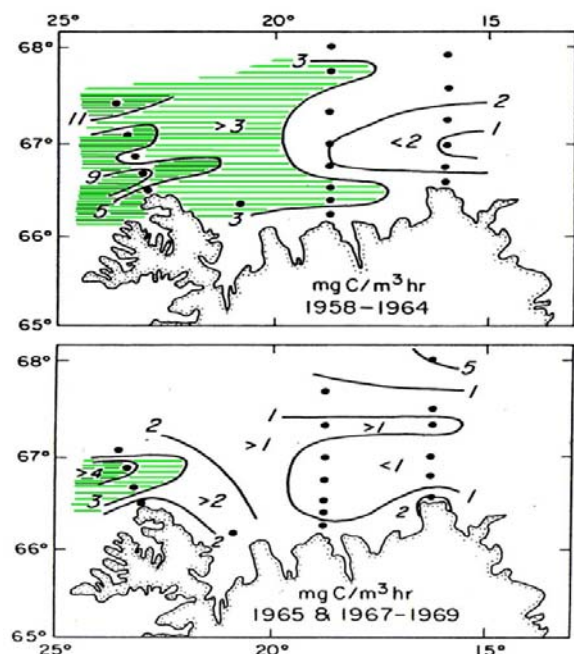
Við frekari umfjöllun hér að neðan um áhrif veðurfars á lífríkið í hafinu við Ísland verður lögð áhersla á hlýindatímabilið 1925-1945, köldu árin 1965-1971 og hlýindaskeiðið frá 1996.

### Hlýju árin 1925-1945

Frumherjar íslenskra fiskirannsóknna, þeir Bjarni Sæmundsson (1934) og Árni Friðriksson (1948), greindu frá þeim margvíslegu breytingum sem hlýindaskeiðið sem hófst upp úr 1925 hafði á fiskistofna á Íslandsmiðum. Í stuttu máli voru þær sem hér segir:

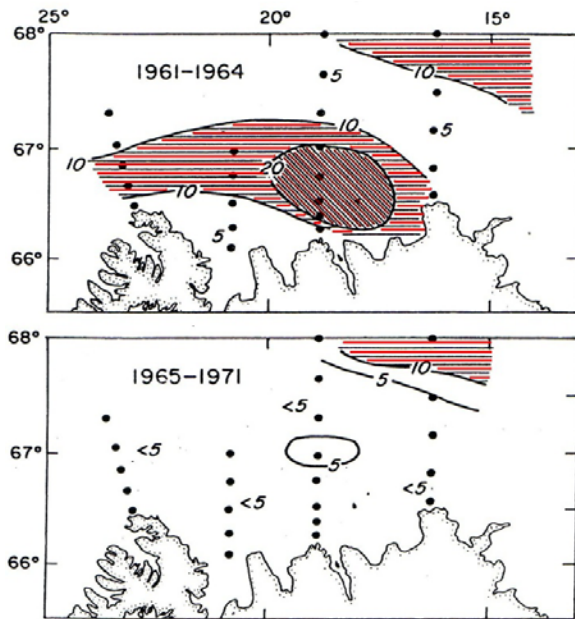
1. Útbreiðslu-/hrygningarsvæði 7 algengra fisktegunda, þ.e. þorsks (*Gadus morhua*) (1. mynd), síldar (*Clupea harengus*), loðnu (*Mallotus villosus*), sandhverfu (*Psetta maxima*), langlúru (*Glyptocephalus cynoglossus*), stóra gulllax (*Argentina silus*) og hákarls (*Somniosus microcephalus*), breyttist og/eða stækkaði.
2. Nokkrir suðrænir flækingar fundust við landið í meira mæli en áður, t.d. makrill (*Scomber scombrus*), túnfiskur (*Thunnus thynnus*), brynstirtla (*Trachurus trachurus*), litla bromsa (*Phycis blennus*) og fleiri tegundir.
3. Fimm nýjar fisktegundir fundust á Íslandsmiðum, þ.e. sverðfiskur (*Xiphias gladius*), lýr (*Pollachius pollachius*), augnasíld (*Allosa fallax*), flekkjaglitnir (*Callionymus maculatus*) og þrændarskata (*Raja (Dipturus) nidarosiensis*).

Einnig má geta þess að hlýnunin upp úr 1920 hafði í för með sér miklar breytingar í útbreiðslu og fjölda þorsks við Grænland (1. mynd). Fram undir 1920 var dreifður þorskur í litlu magni á grunnslóð við suðurodda Grænlands en upp úr 1920 varð vart við hann á stærra svæði og í auknum mæli (Hjálmar Vilhjálmsson, 1997).



2. mynd. Frumframleiðni að vori fyrir norðan Ísland, annars vegar fyrir hafísárin (1958-1964) og hins vegar á hafísárunum (1965 og 1967-1969). (Þórðardóttir 1977).

Figure 2. Primary production in spring north of Iceland prior to the "ice years" (1958-1964) and during the "ice years" (1965 og 1967-1969). (Þórðardóttir 1977).



3. mynd. Lífmassi átu að vori fyrir norðan Ísland, annars vegar fyrir hafísárin (1961-1964) og hins vegar á hafísárunum (1965-1971). Úr Ólafur S. Ástþórsson o.fl. (1983).

Figure 3. Zooplankton biomass in spring north of Iceland prior to the "ice years" (1961-1964) and during the "ice years" (1965-1971). From Ólafur S. Ástþórsson o.fl. (1983).

### Köldu árin 1965-1971

Kuldaskiðið á árunum 1965-1971 hafði víðtæk áhrif á lífríkið fyrir norðan land. Þannig minnkaði frumframleiðni verulega frá því sem áður var (2. mynd) og átustofnar hrundu (3. mynd). Breytt umhverfis- og fæðuskilyrði fyrir norðan land eru síðan talin hafa stuðlað að breytingum á göngum norsk-íslensku síldarinnar. Á sama tíma átti sér einnig stað veruleg ofveiði á síldarstofninum og í sameiningu eru breytt umhverfisskilyrði og ofveiði talin hafa leitt til hruns stofnsins undir lok sjötta áratugarins (Jakob Jakobsson, 1978). Svend Å. Malmberg (1986) benti á að þorskur sem ólst upp við Ísland á hafísárunum virtist vaxa hægar en sá sem ólst upp á árunum þar á eftir. Þá er athyglisvert að eftir hrun átustofnanna fyrir norðan land í lok sjötta áratugarins var það ekki fyrr en á tíunda áratugnum sem svipað átumagn mældist fyrir norðan land og var þar fyrir hrunið (Ólafur S. Ástþórsson og Ástþór Gíslason, 1995).

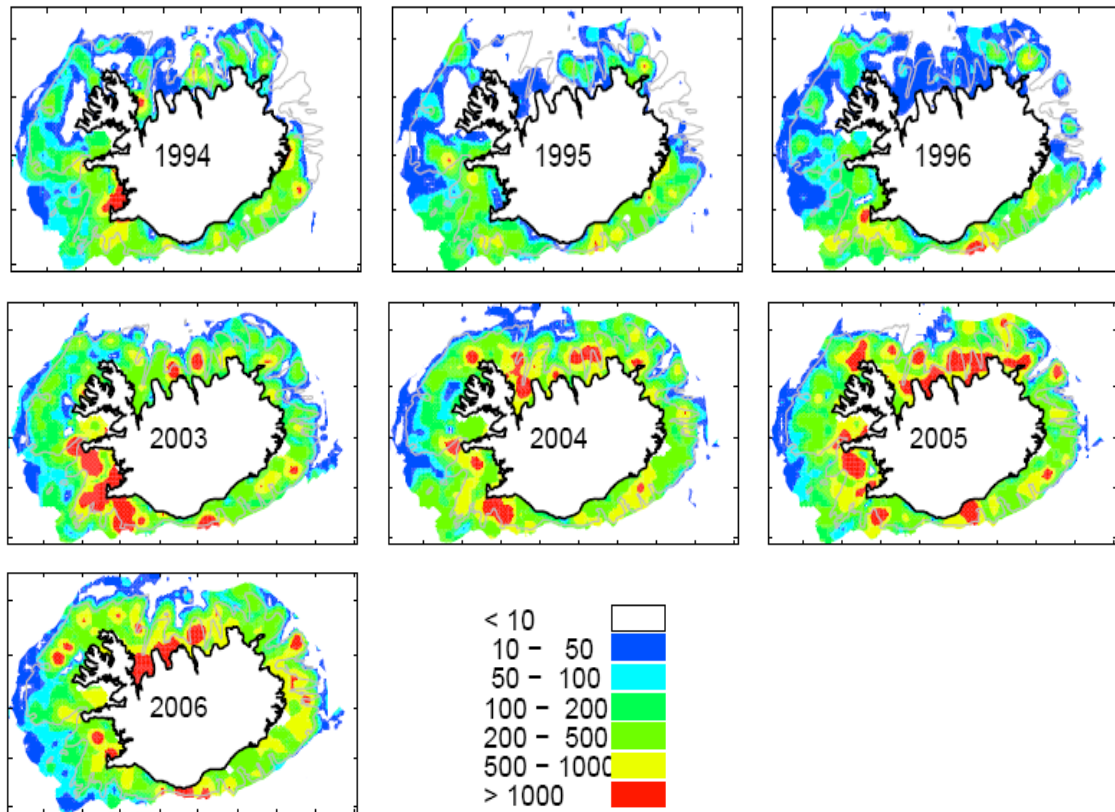
Langtíma umhverfisrannsóknir Hafrannsóknastofnunarinnar að vorlagi fyrir norðan Ísland á árunum fyrir ísárin, á hafísárunum og á árunum þar á eftir leiddu í ljós hina miklu þýðingu innflæðis Atlantssjávar inn á norðurmið fyrir framvindu bæði plöntu- og dýrasvifs-

stofna og þar með fæðuframboð fiskistofna sem þar halda sig. Í stuttu máli má segja að atburðarásin í þeim efnum sé eftirfarandi. Aukið innflæði Atlantssjávar stuðlar að meira framboði næringarefna og uppblöndun sem síðan eykur og viðheldur frumframleiðni. Aukin frumframleiðni leiðir til aukins fæðuframboðs fyrir dýrasvif. Innflæði Atlantssjávar inn á norðurmið flytur jafnframt með sér dýrasvif frá suðlægari slóðum þannig að meira er um dýrasvif fyrir norðan land í hlýjum árum en köldum. Loks stuðlar hærrí hiti í Atlantssjónum almennt að meiri framleiðni dýrasvifs (hraðari vexti og þroskun) í samanburði við það sem er í Pólsjónum. Í sameiningu þýðir þetta aukna framleiðni og fæðuframboð á öllum þrepum vistkerfisins fyrir norðan land þegar Atlantssjórnin er þar ríkjandi.

### Hlýju árin frá og með 1996

Eins og að ofan segir hefur verið nær samfellt hlýindatímabil á Íslandsmiðum frá árinu 1996 og fram til dagsins í dag. Á sama tíma hafa orðið verulegar breytingar í útbreiðslu marga fisktegunda í sjónum við landið. Hvað varðar algenga nytjastofna sem hafa víðáttumikla útbreiðslu má nefna að a.m.k. 8 tegundir hafa breytt útbreiðslu sinni verulega. Þar er m.a. um að ræða loðnu (*Mallotus villosus*), ýsu (*Melanogrammus aeglefinus*), kolmunna (*Micromesistius poutassou*), ufsa (*Pollachius virens*), síld (*Clupea harengus*), úthafskarfa (*Sebastes mentella*), skötusel (*Lophius piscatorius*) og þykkvalúru (*Microstomus kitt*) (Héðinn Valdimarsson o.fl., 2005; Ólafur S. Ástþórsson o.fl., 2007). Af þessum tegundum er loðnan eina norræna tegundin og í hlýindum undan farinna ára hefur hún hopað frá landinu og heldur sig nú í meira mæli lengra norður í höfum og til vesturs yfir grænlenka landgrunninu. Hinar tegundirnar eru allar suðrænar og að undanskildum úthafskarfa hafa þær á undanföllum árum verið að veiðast í auknu magni fyrir norðan land (t.d. ýsa (4. mynd), skötuselur, kolmunni). Með aukinni útbreiðslu hlýsjávar virðist sumargotssíldin hafa dreift sér víðar um miðin og nú heldur hún sig nánast allt umhverfis landið (Ásta Guðmundsdóttir og Þorsteinn Sigurðsson, 2004). Í Grænlandshafi virðist úthafskarfi hafa hopað til suðurs og vesturs samfara hlýnun á undanföllum árum (Anon, 2006).

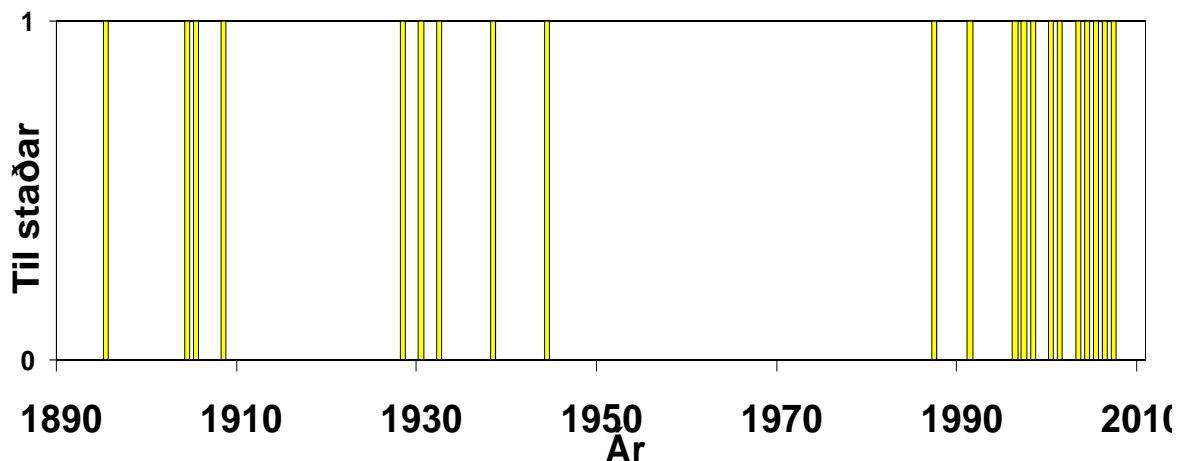
Nokkrir minni eða sjaldgæfari fiskstofnar sem fram til þessa hafa aðallega fundist við



4. mynd. Magn og útbreiðsla ýsu í stofnmælingu botnfiska í mars 1994, 1995, 1996, 2003, 2004, 2005, 2006. Gögn frá Hafrannsóknastofnuninni.  
Figure 4. Abundance and distribution of haddock during ground fish survey in March 1994, 1995, 1996, 2003, 2004, 2005, 2006. Data from MRI.

suðurströndina hafa á undanföllum árum veiðst í auknum mæli fyrir norðan land (t.d. lýsa (*Merlangius merlangus*), spærlingur (*Trisopterus esmarki*), litla brosma (*Phycis blennoides*), fjólumóri (*Antimora rostrata*) og stóra sænál (*Entelurus aequoreus*). Ennfremur hafa að a.m.k. 4 suðrænir flækningar fundist oftár hér við

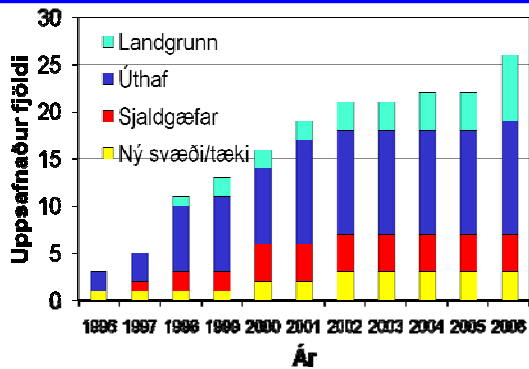
land á undanföllum 10 árum en á árunum þar á undan (makríll (*Scomber scombrus*), augnasíld (*Allosa fallax*), steinsuga (*Petromyzon marinus*) og hornfiskur (*Belone belone*). Skráningar á ferðum makríls hér við land s.l. 100 ár benda til tengsla við hlýviðrisskeiðin í hafinu (5. mynd). Reyndar getur makríll varla talist til flækinga



5. mynd. Makríll fannst fyrst undan suðurströndinni 1895 og síðan hefur hann fundist við landið af og til. Heimsóknir makríls eru bundnar við 3 megin tímabil, þ.e. í upphafi 20. aldar, á árunum 1930-1940 og síðan á undan föllum árum. Síðari tímabilin svara til hlýndaskeiða í Norður Atlantshafi. (Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson, 2006)

Figure 5. Atlantic mackerel was first recorded in Icelandic waters in 1895 and since then it has been recorded in the area every now and again. The records are mainly confined to three periods, i.e. the beginning of the 20th. century, the period 1930-1940 and during recent years. The two last periods coincide with warm water periods in the North Atlantic Ocean. (Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson, 2006)





6. mynd. Uppsafnaður fjöldi nýrra fisktegunda sem veiðst hafa á Íslandsmiðum á árunum 1996-2006. Þær hafa verið flokkaðar í 4 hópa á grundvelli útbreiðslu, vistfræði og eins hvort fundurinn er talinn tengjast veiðum á nýjum slóðum eða með nýjum veiðarfærum. Landgrunn (7 tegundir), úthaf (12), sjaldgæfar (4) og ný svæði/veiðar (3). Byggt á Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson (2006) og Jónbjörn Pálsson (2007).

Figure 6. Cumulative record of new fish species in Icelandic waters during 1996-2006. The fish species are grouped into 4 groups on the basis of distribution, ecology and if the record is considered to be related to the use of new gear or fishing on new grounds. Shelf species (7), oceanic (12), rare or sporadic (4) and new gear/grounds (3). Based on Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson (2006) og Jónbjörn Pálsson (2007).

við landið seinustu árin því íslensk skip hafa verið að veiða hann í töluverðu magni innan íslenskrar lögsögu austur af landinu (t.d. rúmlega 30 þús. tonn árið 2007).

Á undanförunum áratugum hefur verið fylgst mjög vel með nýjum og sjaldgæfum fisktegundum við Íslandsstrendur og fundir og fundarstaðir skráðir kerfisbundið. Þær rannsóknir hafa leitt í ljós 26 nýjar fisktegundir við landið á árunum 1996-2006 (sjá Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson, 2006; Jónbjörn Pálsson, 2007). Þær eru: Deplagleypir (*Pseudoscopelus altepinis*), bláháfur (*Prionace glauca*), svartdjöfull (*Melanicetus johnsonii*), tröllageirsíli (*Macrolepis affinis*), kjáni (*Chaunax suttkusi*), kryppuangi (*Platyroctes apus*), rákungur (*Sarda sarda*), svartskoltur (*Brotulotaenia crassa*), svartmeiti (*Neonesthes capensis*), luktarlaxsíld (*Diaphus effulgens*), spéfiskur (*Dolichopteryx longipes*), flundra (*Platichthys flesus*), vígatanni (*Evermannella balbo*), trölli (*Lamprogrammus shcherbachevi*), djúpmjóri (*Lycodes terraenovae*), silfursporður (*Grammicolepis branchiusculus*), randarangi (*Barbantus curvifrons*), násurtla (*Haplopryne mollis*), blaðhaus (*Poromitra megalops*), oddhali (*Chorephaenoides carapinus*), pálsfiskur (*Zenopsis conchifera*), pétursfiskur (*Zeus faber*), málsíld (*Alosa alosa*), græni marhnútur (*Taurulus bubalis*), hringaháfur (*Galeus melastomus*) og eyjasurtla (*Linophryne maderensis*). Á 6. mynd hafa þessar nýju teg-

undir verið flokkaðar í 4 hópa á grundvelli útbreiðslu, vistfræði og eins hvort fundurinn er talinn tengjast veiðum með nýjum veiðarfærum eða á nýjum slóðum. Nýlegar vísindagreinar hafa fjallað um aukna norðlæga útbreiðslu sumra af ofanefndum fisktegundum (t.d. Swaby og Potts, 1999; Quero o.fl., 1998; Stebbing o.fl., 2002). Nýlegir fundir við Ísland virðast vera áframhald á norðlægrri göngu þeirra eða tilfærslu.

Meðal nýrra tegunda sem teljast til annarra sjávardýrahópa en fiska og fundist hafa í hafinu við Ísland á allra seinustu árum er ein krabbategund, klettakrabbí (*Cancer irroratus*) (Hrafnkell Eiríksson, munnl. uppl.) og ein rækjutegund, sandrækja (*Crangon crangon*) (Björn Gunnarsson og Þór H. Ásgeirsson, 2006). Þá fundust nýlega í sjónum við Ísland í annað sinn tvær krabbategundir, tannkrabbí (*Cancer bellianus*) og töskukrabbí (*Cancer pagurus*), sem áður höfðu fundist við landið fyrir um 40 árum (Hrafnkell Eiríksson, munnl. uppl.).

Skipulegar talningar til mats á stofnstærðum hvala, sem farið hafa fram með reglulegu millibili síðan 1987, hafa m.a. sýnt að frá 1995 hefur orðið umtalsverð aukning í fjölda langreyða (*Balaenoptera physalus*) í Irmingerhafi (Gísli Víkingsson og Héðinn Valdimarsson, 2006). Líklegt er talið að fjölgunina megi rekja til umhverfisbreytinga (hækkunar í hita og seltu) þó að ekki sé ljóst hvort um sé að ræða bein áhrif umhverfis eða í gegnum fæðukeðjuna, þ.e. vegna breytinga á fæðuskilyrðum fyrir langreyði. Að lokum má geta þess að í tengslum við fund á suðrænni höfrungategund, rákahöfrungi (*Stenella coeruleoalba*), hér við land á undanförunum árum hefur verið bent á veðurfarsbreytingar eða hlýnun sjávar sem hugsanlega skýringu. Rákahöfrungur fannst fyrst rekinn í Örafasveit árið 1984 og síðan hefur hann fundist nokkrum sinnum: árið 1998 í Mosfellssveit (4 dýr), 2004 á Kjalarnesi og Héraðsandi, 2005 við Stokkseyri og í Patreksfirði (Gísli A. Víkingsson, 2004; Ólafur S. Ástþórsson o.fl., 2007). Þessir fundir eru taldir of víða til þess að geta verið úr sömu göngu eða sama hópi flækinga og því er hugsanlegt að rákahöfrungur sé nú að sækja í auknum mæli norður á bóginn.

### Lokaorð

Að mörgu leyti virðast breytingar þær sem orðið hafa á lífríki sjávar hér við land á síðustu

10 árum svipaðar þeim sem urðu á hlýju árunum frá 1925-1945. Munurinn er hins vegar sá að nú er aukning svokallaðra gróðurhúsalofttegunda af mannavöldum talin veigamikil orsök verðurfarsbreytinganna og jafnvel þó að sú aukning stöðvist á allra næstu árum mun halda áfram að hlýna vegna tímaháðra sambanda og afturvirkni í veðurfarskerfunum. Hugsanlegt er því að nú sé ekki um að ræða skammvinnu hlýmdatímabil eins og á fyrri hluta síðustu aldar heldur upphaf meiriháttar breytinga á umhverfi og lífríki sjávar. Áhugavert verður að skrá og fylgjast með því hvernig vistkerfi Íslandsmiða bregst við áframhaldandi breytingum í veðurfari á næstu árum og áratugum.

### Heimildir

- Anon, 2006. Nytjastofnar sjávar 2005/2006, Aflahorfur fiskveiðirárið 2006/2007. *Hafrannsóknastofnunin Fjölrit* 126, 190 bls.
- Anton Galan og Hrafnkell Eiríksson, 2008. Töskukrabbí og tannkrabbí finnast við Ísland. *Náttúrufræðingurinn* 76, í prentun.
- Árni Friðriksson, 1948. Boreo-tended changes in the marine vertebrate fauna of Iceland during the last 25 years. *Rapport et Proces-verbaux Réunion Conseil International Exploration de la Mer* 125, 30-32.
- Ásta Guðmundsdóttir og Þorsteinn Sigurðsson, 2004. Veiðar og útbreiðsla íslensku sumargotssíldarinnar að haust- og vetrarlagi árin 1978-2003. *Hafrannsóknastofnunin Fjölrit* 104, 42 bls.
- Bjarni Sæmundsson, 1934. Probable influence of changes in temperature on the marine fauna of Iceland. *Rapport et Proces-verbaux Réunion Conseil International Exploration de la Mer* 86, 1-6.
- Björn Gunnarsson og Þór H. Ásgeirsson, 2006. Sandrækja finnst við Ísland. *Náttúrufræðingurinn* 74, 39-42.
- Gísli A. Víkingsson, 2004. Rákahöfrungur. Í: Páll Hersteinsson (ritstj.), *Íslensk spendýr*. Vaka Helgafell, Reykjavík. Bls. 164-165.
- Gísli Víkingsson og Héðinn Valdimarsson, 2006. Hvalir og umhverfisþættir. *Hafrannsóknastofnunin Fjölrit* 125, 30-33.
- Héðinn Valdimarsson, Höskuldur Björnsson og Kristinn Guðmundsson, 2005. Breytingar á ástandi sjávar á Íslandsmiðum og áhrif þeirra á lífríkið. *Hafrannsóknastofnunin Fjölrit* 11, 23-28.
- 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* 15, 9-29.
- Jakob Jakobsson, 1978. The north Icelandic herring fishery and environmental conditions 1960-1968. ICES Symposium on the biological basis of pelagic fish stock management. Erindi nr. 30 (handrit), 101 bls.
- Jónbjörn Pálsson, 2007. Sjaldgæfir fiskar á Íslandsmiðum 2006. *Ægir* 100, 12-14.
- Ólafur S. Ástþórsson og Ástþór Gíslason, 1995. Long term changes in zooplankton biomass in Icelandic waters in spring. *ICES Journal of Marine Science* 52, 657-688.
- Ólafur S. Ástþórsson og Jónbjörn Pálsson, 2006. New fish records and records of rare southern fish species in Icelandic waters in the warm period 1996-2005. *International Council for the Exploration of the Sea, CM 2006/C20*, 22 bls.
- Ólafur S. Ástþórsson, Ástþór Gíslason og Steingrímur Jónsson, 2007. Climate variability and the Icelandic marine ecosystem. *Deep-Sea Research II* 54, 2456-2477.
- Ólafur S. Ástþórsson, Ingvar Hallgrímsson og Guðmundur S. Jónsson, 1983. Variations in zooplankton densities in Icelandic waters in spring during the years 1961-1982. *Rit Fiskideildar* 7, 73-113.
- Quero, J. C., DuBuit, M. H. og Vayne, J. J. 1998. Les observations de poissons tropicaux et le réchauffement de eaux dans l'Atlantique européen. *Oceanologia Acta* 21, 341-451.
- Stebbing, A. R. D., Turk, S. M. T., Wheller, A. og Clarke, K. R. 2002. Immigration of southern fish species to south-west England linked to warming of the North Atlantic (1960-2001). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 82, 177-180.
- Swaby, S. E. og Potts, W. G. 1999. The sailfish dory, a first British record. *Journal of Fish Biology* 54, 1338-1340.
- Svend Å Malmberg, 1986. The biological impact of the East Greenland Current on the North Icelandic waters. Í: S. Skreslet (ritstj.), *The role of freshwater outflow in the coastal marine ecosystems*. NATO ASI Series, vol. G7. Springer, Berlin, bls. 389-404.
- Unnsteinn Stefánsson, 1999. Hafið. Háskólaútgáfan, Reykjavík. 480 bls.
- Þórunn Þórðardóttir, 1977. Primary production in north Icelandic waters in relation to recent climatic changes. Í: M.J. Dunbar (ritstj.), *Polar Oceans*, Proceedings of the Polar Oceans Conference, McGill University, Montreal, May 1974. Arctic Institute of America, Canada, bls. 655-665.

## KORTLAGNING HAFSBOTNS - MIKILVÆGUR HLUTI UMHVERFISRANNSÓKNA Á ÍSLANDSMIÐUM / SEABED MAPPING – AN IMPORTANT PART OF ENVIRONMENTAL RESEARCH IN ICELANDIC WATERS

Guðrún Helgadóttir  
Hafrannsóknastofnuninni

### Ágrip

Greint er frá fjölgeisladyptarmælingum Hafrannsóknastofnunarinnar umhverfis Ísland undanfarin ár. Nefnd eru nokkur dæmi um fyrirbæri og áhugverð svæði sem slík kortlagning leiðir í ljós og hvernig mælingarnar nýtast í öðrum rannsóknaverkefnum stofnunarinnar.

### Abstract

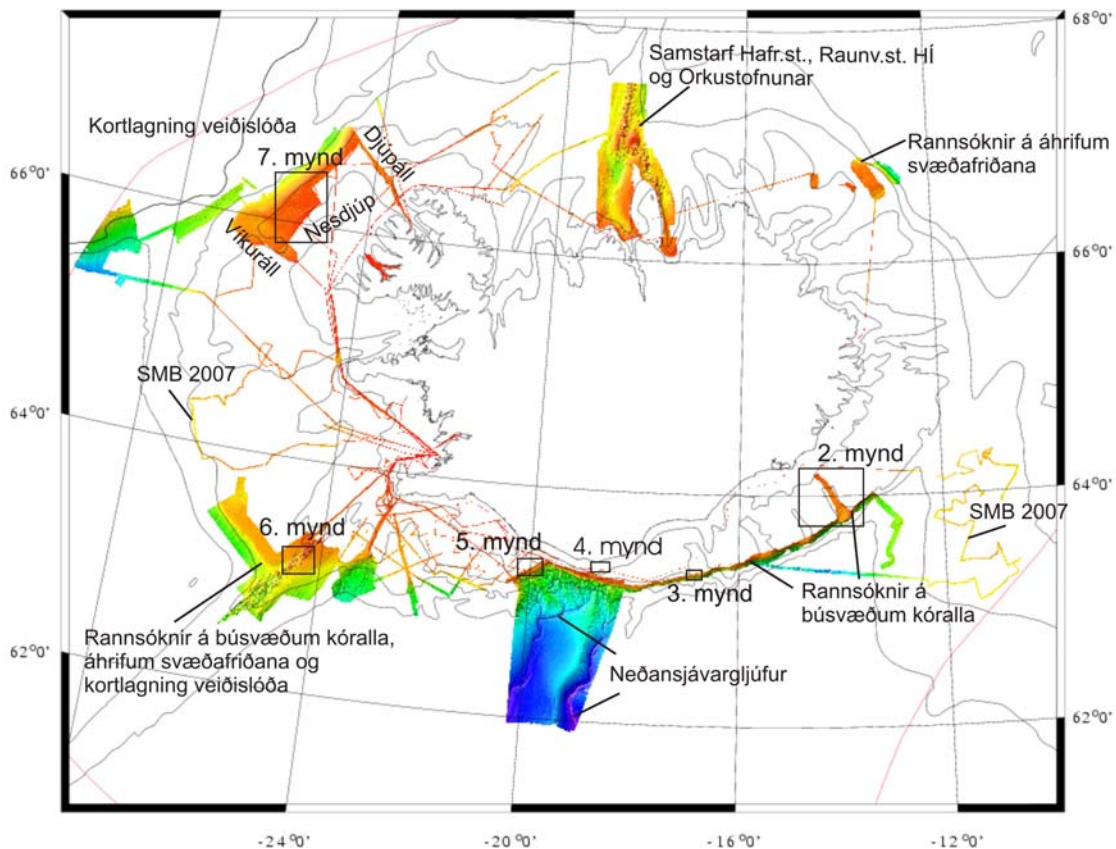
The Marine Research Institute's multibeam bathymetric mapping around Iceland the last few years is presented. Given are some examples of seabed features and interesting areas as the result of the seabed mapping and their usefulness in some of the Institute's research projects.

### Inngangur

Kortlagning hafsbotns með fjölgeisladyptarmælingum er verkefni sem hófst árið 2000 þegar rannsóknaskipið Árne Friðriksson kom til landsins en skipið er búið fjölgeislamæli af gerðinni Simrad EM 300. Markmið verkefnisins

er að kortleggja hafsbotninn umhverfis Ísland með fjölgeislamælingum og styðja um leið við þau rannsóknaverkefni Hafrannsóknastofnunarinnar sem hafa hag af nákvæmum upplýsingum um botnlögun og botngerð. Forgangsröðun mælingasvæða tekur mið af þessum rannsóknaverkefnum. Þannig hafa fjölgeislamælingar verið gerðar á völdum stöðum í tengslum við rannsóknir á viðkvæmum svæðum (s.s. búsvæðum kóralla), friðuðum veiðisvæðum og mikilvægum veiðislóðum. Um leið hafa fengist mikilvægar upplýsingar um jarðfræði hafsbotnsins.

Yfirlitskortið á 1. mynd sýnir þau svæði sem hafa verið kortlögð innan marka 200 sjómílna lögsögunnar á vegum Hafrannsóknastofnunarinnar, alls liðlega 50.000 km<sup>2</sup> en



1. mynd. Yfirlitskort sem sýnir svæðin sem hafa verið kortlögð á vegum Hafrannsóknastofnunarinnar með fjölgeislamælingum innan íslensku landhelginnar. Liðlega 50.000 km<sup>2</sup> hafa verið mældir. Helstu rannsóknaverkefni eru tilgreind. Á myndinni eru merkt svæði sem myndir 2 - 7 hér á eftir lýsa.

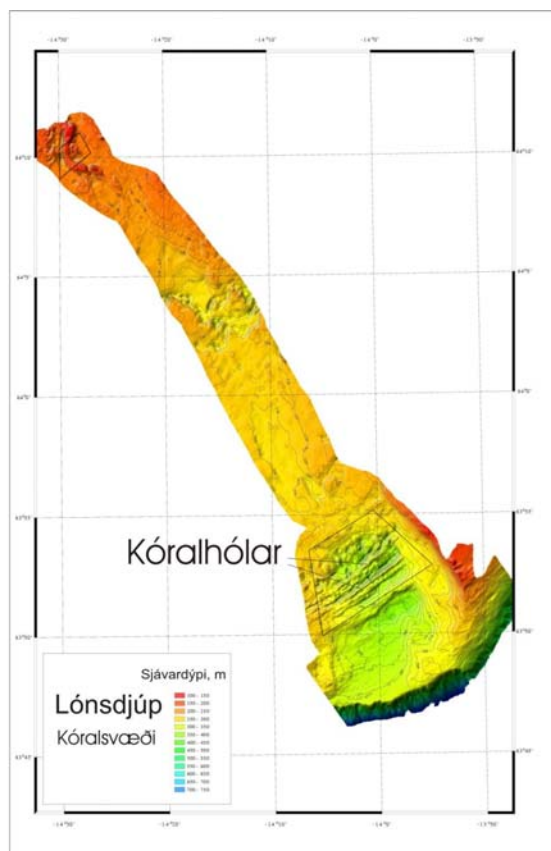
Figure 1. Overview of the areas around Iceland inside the 200 nm limits mapped with multibeam echosounder by the Marine Research Institute. The main research projects are outlined. The mapped areas cover ca. 50.000 km<sup>2</sup>. The location of figures 2 - 7 mentioned below are shown.

heildarflatarmál efnahagslögsögunnar er 754.000 km<sup>2</sup>. Þess ber þó að geta að þegar mælt er með fjölgeisla-mæli aukast afköst með auknu sjávardýpi. Það tók aðeins um 18 daga að mæla 12.000 km<sup>2</sup> svæði fyrir sunnan land (sjávardýpi 200-2.100 m) en um 27 daga að mæla helmingi minna svæði eða 5.800 km<sup>2</sup> á Vestfjarðarmiðum þar sem sjávardýpi er 100-750 metrar. Fjölgeisla-mæling á stórum hluta íslenska landgrunnins, þar sem sjávardýpi er minna en 100 metrar, er þess vegna afar tímafrek. Mælingartími ræðst einnig af veðurlagi, breytileika í sjógerðum og hugsanlegri hafis-myndun.

Hér er stuttlega fjallað um nokkur áhuga-verð svæði og fyrirbæri sem hafa komið fram við kortlagningu hafsbotsins með fjölgeisla-mælingum á síðustu árum.

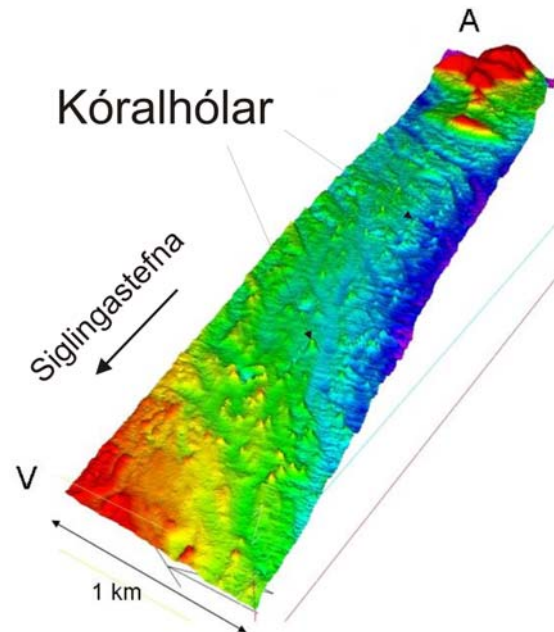
### Kóralsvæði, sandöldur og holur á hafsbotni fyrir sunnan land

Í leiðangri á kóralsvæði úti fyrir Suðausturlandi árið 2004 kom í ljós að unnt er að greina líkleg kóralsvæði í ákveðnu landslagi



2. mynd. Lónsdjúp. Inn á myndina eru merkt þekkt kóralsvæði. Kóralsvæði á þverhryggjum í utanverðu djúpinu sjást geinlega í fjölgeisla-mælingunum.

Figure 2. Lónsdjúp. Known coral areas are outlined. Coral mounds on transverse ridges in the outer part of Lónsdjúpi can be seen in the multibeam data.



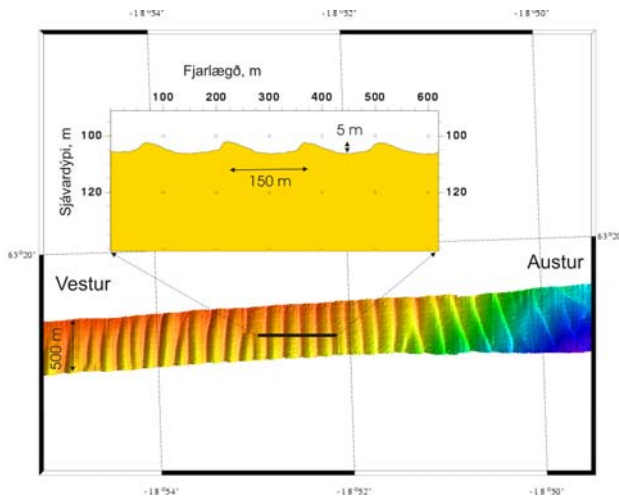
3. mynd. Kóralsvæði í mynni Skeiðarárdjúps að vestanverðu. Myndin sýnir heildarbreidd mælingarsvæðis á einni siglingalínu en sjávardýpi er 230-260 m. Kóralhólarnir ná allt að 10 m hæð yfir umhverfi sitt.

Figure 3. Coral area in western part of the mouth of Skeiðarárdjúpi. The picture shows the total coverage of one sailing line where the water depth is 230-260 m. The coral mounds reach up to 10 m above the surrounding area.

með fjölgeisla-mælingum. Hluti svæðanna var í kjölfarið rannsakaður nánar með fjarstýrðum búnaði (m.a. myndatökum) til að kanna ástand kórallanna (Sigmar A. Steingrímsson 2004).

Nákvæm dýptarkort voru nauðsynlegur grunnur fyrir þessa rannsóknir. Ekki náðist að kanna ástand kóralla í Lónsdjúpi með myndatökum en gögn úr fjölgeisla-mælingum sýna kóralhóla á þverhryggjum í jökusorfinni skál í ytri hluta djúpsins (2. mynd). Þetta virðist jafnframt vera með stærri kóralsvæðum sem vitað er um við Ísland. Kortlagningin sýnir einnig vel hvernig hluti af landgrunnssjæðrinum er rofinn í burt og eftir stendur skörp brúin.

Í verkefninu Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum árið 2007 (Togaralli) var fjölgeisla-mælir hafður í gangi á siglingu Árna Friðrikssonar til þess að kanna botnlögun og botngerð á toglóð. Mælingarnar voru í heild vel heppnaðar og verða þeim gerð nánari skil á öðrum vettvangi. Margt annað áhugavert kom í ljós á þessari siglingu, til dæmis vel afmarkað kóralsvæði í vestanverðu Skeiðarárdjúpi (3. mynd). Hólarnir eru allt að 10 m háir og væri áhugavert að kanna þá nánar til að ganga úr skugga um hvort um er að ræða lifandi kóralla.

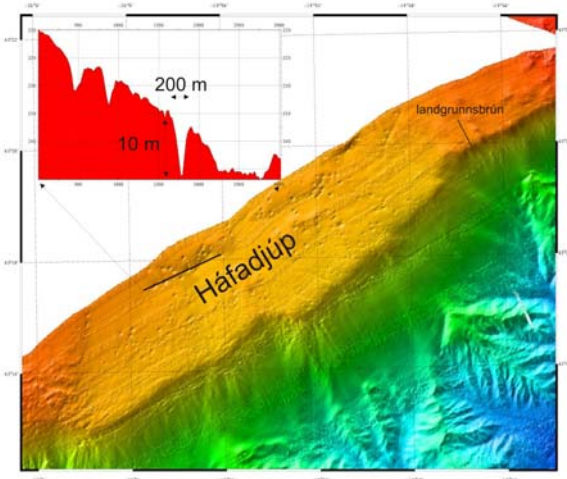


4. mynd. Sandöldur á Kötlugrunni. Þær eru allt að 5 m háar og öldulengd að meðaltali um 150 m. Innfellda myndin sýnir þversnið af sandöldunum og lögunin visar til þess að þær hafi myndast með straumi úr austri.

Figure 4. Sand waves in Kötlugrunn. Height is up to 5 m and the wavelength is around 150 m on the average. A vertical profile across the sandwaves is shown in the inserted picture. The shape of the waves implies that they were made from easterly currents.

Í sama leiðangri var siglt var yfir stórar sandöldur á Kötlugrunni (4. mynd). Hæð þeirra er um 5 m og öldulengd að meðaltali um 150 m.

Fyrirbæri, sem koma mjög víða í ljós í fjölgeislamælingum, eru holur (*pockmarks*) á hafsbotninum. Þær finnast gjarnan í álum og djúpum á landgrunninu og einnig í botnseti inn á fjörðum. Í Háfadjúpi eru þessar holur allt að 10 m djúpar og geta orðið 200 m í þvermál (5. mynd). Almennt er talið að þessi fyrirbæri hafi myndast við einhvers konar útstreymi vökva eða gass, sem getur verið af ýmsum toga (Hovland and Judd 1988).



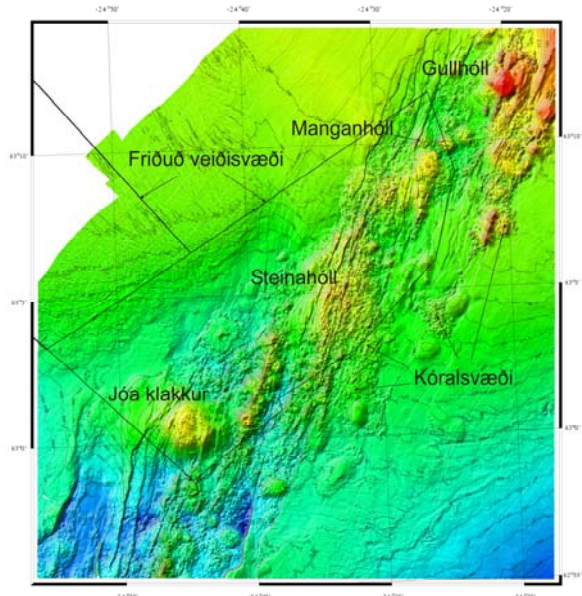
5. mynd. Holur í Háfadjúpi. Innfellda myndin sýnir þversnið af nokkrum holum. Holurnar eru allt að 10 m djúpar og 200 m í þvermál. Sjávardýpi á myndunarstað holanna er 200-280 m.

Figure 5. Pockmarks in Háfadjúp. A vertical profil across the pockmarks is shown in the inserted picture. Depth of the pockmarks is up to 10 m and the diameter is up to 200 m. Waterdepth in the pockmark area is 200-280 m.

### Andstæður í landslagi á hafsbotni: Reykjaneshryggur og Vestfjarðarmið

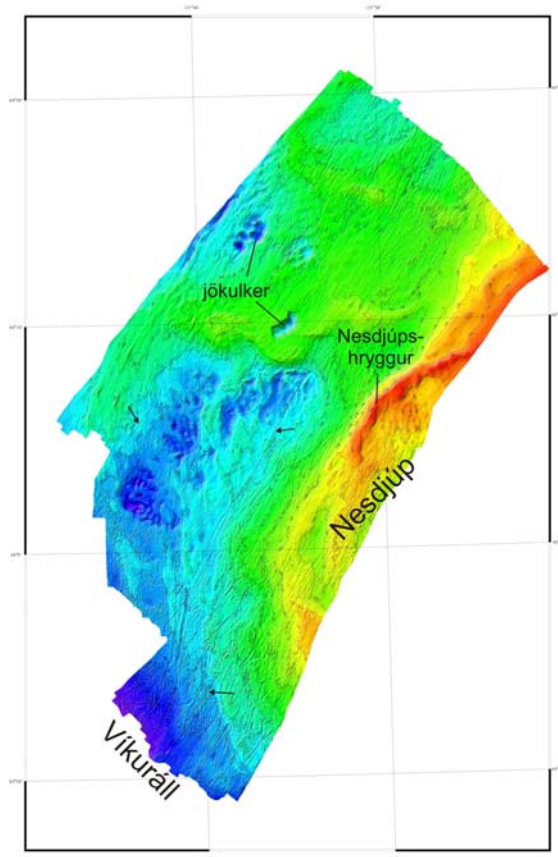
Á síðustu árum hafa verið kortlögð allstór samfelld svæði á Reykjaneshrygg og á Vestfjarðarmiðum í tengslum við önnur rannsóknaverkefni á stofnuninni. Eins og við er að búast er fátt líkt með þessum svæðum enda er Reykjaneshryggurinn virkur eldfjallahryggur. Á 6. mynd sjást útlínur friðaða hólsins „Mehlsack“ sem er á sjálfum háhryggnum með tilheyrandi gígum, sprungusveimum, misgengjum og hraunum. Þekkt kóralsvæði eru á hraunsvæðum.

Á Vestfjarðarmiðum tengist botnlögun og botngerð hins vegar að miklu leyti því umhverfi sem var ráðandi við lok ísaldar þegar jöklar teygðu sig út á landgrunnið. Tungur meginjökulsins hafa grafið ála og djúp í landgrunnið, s.s. Víkurál, Djúpál og Nesdjúp og skilið eftir sig ýmiss önnur ummerki (jökulgarða, jökulker) sem koma vel fram í fjölgeislamælingunum (7. mynd). Einnig ber mikið á skurðum eftir ísjaka, sumum hverjum margra kílómetra löngum.



6. mynd. Friðað veiðisvæði, „Mehlsack“ á Reykjaneshrygg. Kóralsvæði eru á úfnum hraunum. Sjávardýpi á myndinni er 100-580 m.

Figure 6. Conserved area, „Mehlsack“ on Reykjaneshryggur. Coral areas are on uneven lavas. Waterdepth is 100-580 m.



7. mynd. Vestfjarðamið. Menjar og áhrif ísaldarjökla eru einkennandi, m.a. jökulgarðar (s.s. Nesdjúps-hryggur) og jökulker. Örvar vísa á skurði eftir ísjaka. Sjávardýpi á myndinni er 100-200 m.

Figure 7. Vestfjarðamið. Glacial landforms characterize the area, such as moraines (as Nesdjúps-hryggur) and kettle holes. Arrows point at ice plough marks. Waterdepth is 100-200 m.

## Niðurlag

Hér hefur verið stiklað á stóru og greint frá nokkrum dæmum um niðurstöður fjölgeislamælinga. Áætlanir gera ráð fyrir að halda áfram mælingu á veiðislóð á Vestfjarðarmiðum á þessu ári og í framhaldi af því verður áhersla lögð á að hefja gerð botngerðarkorta en fram til þessa hefur vantað hentugan hugbúnað til slíkra hluta. Einnig ber að geta þess að nú er verið að setja lágtíðnidýptarmæli um borð í Árna Friðriksson. Slíkt tæki mælir jarðlögin undir hafsbotninum og auðveldar alla túlkun gagna með tilliti til umhverfisaðstæðna.

Segja má að fjölgeislamælingar séu í raun landkönnun nútímans á hafsbotninum. Þær eru nauðsynlegar fyrir ýmsar rannsóknir á Haf-rannsóknastofnuninni en um leið eru þær mikilvægar til að auka almennt þekkingu á umhverfi Íslands. Víða eru eldri rannsóknir endurmetnar með tilkomu fjölgeislamælinga eins og dæmi eru um við Noreg (Ottesen, D. et al. 2005, 2008).

Fjölgeislamæligögn og kort eru aðgengileg á heimasíðu stofnunarinnar [www.hafro.is](http://www.hafro.is) undir verkefninu „Kortlagning hafsbots“.

## Heimildir

- M. Hovland and A. G. Judd 1988: Sebed Pockmarks and Seepages. Impact on Geology, Biology and the Marine Environment. Graham & Trotman. London/Dordrecht/Boston. 293 p.
- Ottesen, D., Stokes, C. R., Rise, L., Olsen, L. 2008: Ice-sheet dynamics and ice streaming along the coastal parts of northern Norway. *Quaternary Science Reviews*, in press, acc. January 2008.
- Ottesen, D., Dowdeswell, J.A., Rise, L. 2005: Submarine landforms and the reconstruction of fast-flowing ice streams within a large Quaternary ice sheet: The 2500-km-long Norwegian-Svalbard margin (57°-80°N). *GSA Bulletin*, July/August 2005, v. 117, p. 1033-1050.
- Sigmar A. Steingrímsson 2004: Rannsóknir á lífríki og ástandi kóralsvæða við Ísland. Skýrsla um starfsemi Hafrannsóknastofnunarinnar 2004.

**4. VIÐAUKI. UMHVERFISÞÆTTIR Í MAÍ-JÚNÍ 1952-2007****APPENDIX. ENVIRONMENTAL VARIABLES IN MAY-JUNE 1952-2007**

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 á Siglunessniði (\*\*). 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 Siglunessniði sýndur sem dagur ársins (Julian dagur).

*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	-0,0549	3,5	0,977

\* 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.



# Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit

## Marine Research Institute. Reports

**Þessi listi ásamt öllum texta fjölritanna er nú aðgengilegur á netinu:**  
*This list with full text of all the reports is now available on the Internet:*

<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/fjoler.htm>

1. **Kjartan Thors, Þórdís Ólafsdóttir:** Skýrsla um leit að byggingarefnum í sjó við Austfirði sumarið 1975. Reykjavík 1975. 62 s. (Ófáanlegt - Out of print).
2. **Kjartan Thors:** Skýrsla um rannsóknir hafsbotnsins í sunnanverðum Faxaflóa sumarið 1975. Reykjavík 1977. 24 s.
3. **Karl Gunnarsson, Konráð Þórisson:** Áhrif skolpmengunar á fjöruþörungum í nágrenni Reykjavíkur. Reykjavík 1977. 19 s. (Ófáanlegt - Out of print).
4. **Einar Jónsson:** Meingunarrannsóknir í Skerjafirði. Áhrif frárennslis á botndýralíf. Reykjavík 1976. 26 s. (Ófáanlegt - Out of print).
5. **Karl Gunnarsson, Konráð Þórisson:** Stórþari á Breiðafirði. Reykjavík 1979. 53 s.
6. **Karl Gunnarsson:** Rannsóknir á hrossaþara (*Laminaria digitata*) á Breiðafirði. 1. Hrossaþari við Fagurey. Reykjavík 1980. 17 s. (Ófáanlegt - Out of print).
7. **Einar Jónsson:** Líffræðiathuganir á beitusmökk haustið 1979. Áfangaskýrsla. Reykjavík 1980. 22 s. (Ófáanlegt - Out of print).
8. **Kjartan Thors:** Botngerð á nokkrum hrygningarstöðvum síldarinnar. Reykjavík 1981. 25 s. (Ófáanlegt - Out of print).
9. **Stefán S. Kristmannsson:** Hitastig, selta og vatns- og seltubúskapur í Hvalfirði 1947-1978. Reykjavík 1983. 27 s.
10. **Jón Ólafsson:** Þungmálmur í kræklingi við Suðvestur-land. Reykjavík 1983. 50 s.
11. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1987. Aflahorfur 1988. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1987. Fishing Prospects 1988.* Reykjavík 1987. 68 s. (Ófáanlegt - Out of print).
12. Haf- og fiskirannsóknir 1988-1992. Reykjavík 1988. 17 s. (Ófáanlegt - Out of print).
13. **Ólafur K. Pálsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum. Reykjavík 1988. 76 s. (Ófáanlegt - Out of print).
14. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1988. Aflahorfur 1989. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1988. Fishing Prospects 1989.* Reykjavík 1988. 126 s.
15. Ástand humar- og rækjustofna 1988. Aflahorfur 1989. Reykjavík 1988. 16 s.
16. **Kjartan Thors, Jóhann Helgason:** Jarðlög við Vestmannaeyjar. Áfangaskýrsla um jarðlagagreiningu og könnun neðansjávareldvarpa með endurvörpsmælingum. Reykjavík 1988. 41 s.
17. **Stefán S. Kristmannsson:** Sjávarhitamælingar við strendur Íslands 1987-1988. Reykjavík 1989. 102 s.
18. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem:** *Western Iceland Sea. Greenland Sea Project. CTD Data Report. Joint Danish-Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1987.* Reykjavík 1989. 181 s.
19. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1989. Aflahorfur 1990. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1989. Fishing Prospects 1990.* Reykjavík 1989. 128 s. (Ófáanlegt - Out of print).
20. **Sigfús A. Schopka, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1989. Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1989. 54 s.
21. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1990. Aflahorfur 1991. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1990. Fishing prospects 1991.* Reykjavík 1990. 145 s.
22. **Gunnar Jónsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1990. Reykjavík 1990. 53 s. (Ófáanlegt - Out of print).
23. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1988.* Reykjavík 1991. 84 s. (Ófáanlegt - Out of print).
24. **Stefán S. Kristmannsson:** Sjávarhitamælingar við strendur Íslands 1989-1990. Reykjavík 1991. 105 s. (Ófáanlegt - Out of print).
25. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1991. Aflahorfur fiskveiðiárið 1991/92. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1991. Prospects for the Quota Year 1991/92.* Reykjavík 1991. 153 s. (Ófáanlegt - Out of print).
26. **Páll Reynisson, Hjálmar Vilhjálmsson:** Mælingar á stærð loðnustofnsins 1978-1991. Aðferðir og niðurstöður. Reykjavík 1991. 108 s.
27. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1989.* Reykjavík 1991. Reykjavík 1991. 93 s.
28. **Gunnar Stefánsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1991. Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1991. 60 s.
29. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1992. Aflahorfur fiskveiðiárið 1992/93. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1992. Prospects for the Quota Year 1992/93.* Reykjavík 1992. 147 s. (Ófáanlegt - Out of print).

30. **Van Aken, Hendrik, Jóhannes Briem, Erik Buch, Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Sven Ober:** *Western Iceland Sea. GSP Moored Current Meter Data Greenland - Jan Mayen and Denmark Strait September 1988 - September 1989.* Reykjavík 1992. 177 s.
31. **Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1992. Reykjavík 1993. 71 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
32. **Guðrún Marteinsdóttir, Gunnar Jónsson, Ólafur V. Einarsson:** Útbreiðsla grálúðu við Vestur- og Norðvesturland 1992. Reykjavík 1993. 42 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
33. **Ingvar Hallgrímsson:** Rækjuleit á djúpslóð við Ísland. Reykjavík 1993. 63 s.
34. Nyttjastofnar sjávar 1992/93. Aflahorfur fiskveiðiárið 1993/94. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1992/93. Prospects for the Quota Year 1993/94.* Reykjavík 1993. 140 s.
35. **Ólafur K. Pálsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1993. Reykjavík 1994. 89 s.
36. **Jónbjörn Pálsson, Guðrún Marteinsdóttir, Gunnar Jónsson:** Könnun á útbreiðslu grálúðu fyrir Austfjörðum 1993. Reykjavík 1994. 37 s.
37. Nyttjastofnar sjávar 1993/94. Aflahorfur fiskveiðiárið 1994/95. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1993/94. Prospects for the Quota Year 1994/95.* Reykjavík 1994. 150 s.
38. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1990.* Reykjavík 1994. 99 s.
39. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1991.* Reykjavík 1994. 94 s.
40. Þættir úr vistfræði sjávar 1994. Reykjavík 1994. 50 s.
41. **John Mortensen, Jóhannes Briem, Erik Buch, Svend-Aage Malmberg:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - Moored Current Meter Data Greenland - Jan Mayen, Denmark Strait and Kolbeinsey Ridge September 1990 to September 1991.* Reykjavík 1995. 73 s.
42. **Einar Jónsson, Björn Æ. Steinarsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1994. - Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1995. 107 s.
43. Nyttjastofnar sjávar 1994/95. Aflahorfur fiskveiðiárið 1995/96. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1994/95 - Prospects for the Quota Year 1995/96.* Reykjavík 1995. 163 s.
44. Þættir úr vistfræði sjávar 1995. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1995.* Reykjavík 1995. 34 s.
45. **Sigfús A. Schopka, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Höskuldur Björnsson, Ólafur K. Pálsson:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1995. Rannsóknaskýrsla. *Icelandic Groundfish Survey 1995. Survey Report.* Reykjavík 1996. 46 s.
46. Nyttjastofnar sjávar 1995/96. Aflahorfur fiskveiðiárið 1996/97. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1995/96. Prospects for the Quota Year 1996/97.* Reykjavík 1996. 175 s.
47. **Björn Æ. Steinarsson, Gunnar Jónsson, Hörður Andrésón, Jónbjörn Pálsson:** Könnun á flatfiski í Faxaflóa með dragnót sumarið 1995 - Rannsóknaskýrsla. *Flatfish Survey in Faxaflói with Danish Seine in Summer 1995 - Survey Report.* Reykjavík 1996. 38 s.
48. **Steingrímur Jónsson:** *Ecology of Eyjafjörður Project. Physical Parameters Measured in Eyjafjörður in the Period April 1992 - August 1993.* Reykjavík 1996. 144 s.
49. **Guðni Þorsteinsson:** Tilraunir með þorsgildrur við Ísland. Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1996. 28 s.
50. **Jón Ólafsson, Magnús Danielsen, Sólveig Ólafsdóttir, Þórarinn Arnarson:** Næringarefni í sjó undan Ánanaustum í nóvember 1995. Unnið fyrir Gatnamalástjórnann í Reykjavík. Reykjavík 1996. 50 s.
51. **Þórunn Þórðardóttir, Agnes Eydal:** *Phytoplankton at the Ocean Quahog Harvesting Areas Off the Southwest Coast of Iceland 1994.* Svifþörungur á kúfiskmiðum út af norðvesturströnd Íslands 1994. Reykjavík 1996. 28 s.
52. **Gunnar Jónsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Höskuldur Björnsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1996. Rannsóknaskýrsla. *Icelandic Groundfish Survey 1996. Survey Report.* Reykjavík 1997. 46 s.
53. Þættir úr vistfræði sjávar 1996. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1996.* Reykjavík 1997. 29 s.
54. **Vilhjálmur Þorsteinsson, Ásta Guðmundsdóttir, Guðrún Marteinsdóttir, Guðni Þorsteinsson og Ólafur K. Pálsson:** Stofnmæling hrygningarþorsks með þorskanetum 1996. *Gill-net Survey to Establish Indices of Abundance for the Spawning Stock of Icelandic Cod in 1996.* Reykjavík 1997. 22 s.
55. Hafrannsóknastofnunin: Rannsókn- og starfsáætlun árin 1997-2001. Reykjavík 1997. 59 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
56. Nyttjastofnar sjávar 1996/97. Aflahorfur fiskveiðiárið 1997/98. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1996/97. Prospects for the Quota Year 1997/98.* Reykjavík 1997. 167 s.
57. Fjölstofnarannsóknir 1992-1995. Reykjavík 1997. 410 s.
58. **Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson (editors):** *BORMICON. A Boreal Migration and Consumption Model.* Reykjavík 1997. 223 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
59. **Halldór Narfi Stefánsson, Hersir Sigurgeirsson, Höskuldur Björnsson:** *BORMICON. User's Manual.* Reykjavík 1997. 61 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
60. **Halldór Narfi Stefánsson, Hersir Sigurgeirsson, Höskuldur Björnsson:** *BORMICON. Programmer's Manual.* Reykjavík 1997. 215 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
61. **Þorsteinn Sigurðsson, Einar Hjörleifsson, Höskuldur Björnsson, Ólafur Karvel Pálsson:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum haustið 1996. Reykjavík 1997. 34 s.
62. **Guðrún Helgadóttir:** *Paleoclimate (0 to >14 ka) of W and NW Iceland: An Iceland/USA Contribution to P.A.L.E. Cruise Report B9-97, R/V Bjarni Sæmundsson RE 30, 17th-30th July 1997.* Reykjavík 1997. 29 s.
63. **Halldóra Skarphéðinsdóttir, Karl Gunnarsson:** Lífríki sjávar í Breiðafirði: Yfirlit rannsókna. *A review of literature on marine biology in Breiðafjörður.* Reykjavík 1997. 57 s.
64. **Valdimar Ingi Gunnarsson og Anette Jarl Jörgensen:** Þorskrannsóknir við Ísland með tilliti til hafbeitar. Reykjavík 1998. 55 s.
65. **Jakob Magnússon, Vilhelmina Vilhelmsdóttir, Klara B. Jakobsdóttir:** Djúpslóð á Reykjaneshrygg: Könnunar-

- leiðangrar 1993 og 1997. *Deep Water Area of the Reykjanes Ridge: Research Surveys in 1993 and 1997*. Reykjavík 1998. 50 s.
66. **Vilhjálmur Þorsteinsson, Ásta Guðmundsdóttir, Guðrún Marteinsdóttir:** Stofnmæling hrygningarþorsks með þorskanetum 1997. *Gill-net Survey of Spawning Cod in Icelandic Waters in 1997. Survey Report*. Reykjavík 1998. 19 s.
  67. Nyttjastofnar sjávar 1997/98. Aflahorfur fiskveiðiárið 1998/99. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1997/98. Prospects for the Quota year 1998/99*. Reykjavík 1998. 168 s.
  68. **Einar Jónsson, Hafsteinn Guðfinnsson:** Ýsurannsóknir á grunnslóð fyrir Suðurlandi 1989-1995. Reykjavík 1998. 75 s.
  69. **Jónbjörn Pálsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Hjörleifsson, Gunnar Jónsson, Hörður Andrésson, Kristján Kristinsson:** Könnun á flatfiski í Faxaflóa með dragnót sumrin 1996 og 1997 - Rannsóknaskýrsla. *Flatfish Survey in Faxaflói with Danish Seine in Summers 1996 and 1997 - Survey Report*. Reykjavík 1998. 38 s.
  70. **Kristinn Guðmundsson, Agnes Eydal:** Svifþörungur sem geta valdið skelfiskeitrun. Niðurstöður tegundagreininga og umhverfisathugana. *Phytoplankton, a Potential Risk for Shellfish Poisoning. Species Identification and Environmental Conditions*. Reykjavík 1998. 33 s.
  71. **Ásta Guðmundsdóttir, Vilhjálmur Þorsteinsson, Guðrún Marteinsdóttir:** Stofnmæling hrygningarþorsks með þorskanetum 1998. *Gill-net survey of spawning cod in Icelandic waters in 1998*. Reykjavík 1998. 19 s.
  72. Nyttjastofnar sjávar 1998/1999. Aflahorfur fiskveiðiárið 1999/2000. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1998/1999. Prospects for the Quota year 1999/2000*. Reykjavík 1999. 172 s. (Ófánlegt - Out of print.)
  73. Þættir úr vistfræði sjávar 1997 og 1998. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1997 and 1998*. Reykjavík 1999. 48 s.
  74. **Matthías Oddgeirsson, Agnar Steinarsson og Björn Björnsson:** Mat á arðsemi sandhverfueidis á Íslandi. Grindavík 2000. 21 s.
  75. Nyttjastofnar sjávar 1999/2000. Aflahorfur fiskveiðiárið 2000/2001. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1999/2000. Prospects for the Quota year 2000/2001*. Reykjavík 2000. 176 s.
  76. **Jakob Magnússon, Jútta V. Magnússon, Klara B. Jakobsdóttir:** Djúpfiskarannsóknir. Framlag Íslands til rannsóknaverkefnisins EC FAIR PROJECT CT 95-0655 1996-1999. *Deep-Sea Fishes. Icelandic Contributions to the Deep Water Research Project. EC FAIR PROJECT CT 95-0655 1996-1999*. Reykjavík 2000. 164 s. (Ófánlegt - Out of print.)
  77. Þættir úr vistfræði sjávar 1999. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1999*. Reykjavík 2000. 31 s.
  78. *dst<sup>2</sup> Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Progress Report for 1 January to 31 December 2000*. Reykjavík 2001. 341 s. (Ófánlegt. - Out of print.)
  79. *Tagging Methods for Stock Assessment and Research in Fisheries*. Co-ordinator: Vilhjálmur Þorsteinsson. Reykjavík 2001. 179 s.
  80. Nyttjastofnar sjávar 2000/2001. Aflahorfur fiskveiðiárið 2001/2002. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2000/2001. Prospects for the Quota year 2001/2002*. Reykjavík 2001. 186 s.
  81. **Jón Ólafsson, Sólveig R. Ólafsdóttir:** Ástand sjávar á losunarsvæði skolps undan Ánanaustum í febrúar 2000. Reykjavík 2001. 49 s.
  82. **Hafsteinn G. Guðfinnsson, Karl Gunnarsson:** Sjór og sjávarnyttjar í Héraðsflóa. Reykjavík 2001. 20 s.
  83. Þættir úr vistfræði sjávar 2000. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2000*. Reykjavík 2001. 37 s.
  84. **Guðrún G. Þórarinsdóttir, Hafsteinn G. Guðfinnsson, Karl Gunnarsson:** Sjávarnyttjar í Hvalfirði. Reykjavík 2001. 14 s.
  85. Rannsóknir á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október 2000. *Current measurements, environmental factors and biology of Reyðarfjörður in the period late July to the beginning of October 2000*. Hafsteinn Guðfinnsson (verkefnisstjóri). Reykjavík 2001. 135 s.
  86. **Jón Ólafsson, Magnús Danielsen, Sólveig R. Ólafsdóttir, Jóhannes Briem:** Ferskvatnsáhrif í sjó við Norðausturland að vorlagi. Reykjavík 2002. 42 s.
  87. *dst<sup>2</sup> Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Progress Report for 1 January to 31 December 2001* Reykjavík 2002. 300 s.
  88. Nyttjastofnar sjávar 2001/2002. Aflahorfur fiskveiðiárið 2002/2003. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2001/2002. Prospects for the Quota year 2002/2003*. Reykjavík 2002. 198 s.
  89. **Kristinn Guðmundsson, Ástþór Gíslason, Jón Ólafsson, Konráð Þórisson, Rannveig Björnsdóttir, Sigmar A. Steingrímsson, Sólveig R. Ólafsdóttir, Óivind Kaasa:** Ecology of Eyjafjörður project. Chemical and biological parameters measured in Eyjafjörður in the period April 1992-August 1993. Reykjavík 2002. 129 s.
  90. **Ólafur K. Pálsson, Guðmundur Karlsson, Ari Arason, Gísli R. Gíslason, Guðmundur Jóhannesson, Sigurjón Aðalsteinsson:** Mælingar á brottkasti þorsks og ýsu árið 2001. Reykjavík 2002. 17 s.
  91. **Jenný Brynjarsdóttir:** Statistical Analysis of Cod Catch Data from Icelandic Groundfish Surveys. M.Sc. Thesis. Reykjavík 2002. xvi, 81 s.
  92. Umhverfisaðstæður, svifþörungur og kræklingur í Mjóafirði. Ritstjóri: Karl Gunnarsson. Reykjavík 2003. 81 s.
  93. **Guðrún Marteinsdóttir** (o.fl.): *METACOD: The role of sub-stock structure in the maintenance of cod metapopulations*. METACOD: Stofngerð þorsks, hlutverk undirstofna í viðkomu þorskstofna við Ísland og Skotland. Reykjavík 2003. vii, 110 s.
  94. **Ólafur K. Pálsson, Guðmundur Karlsson, Ari Arason, Gísli R. Gíslason, Guðmundur Jóhannesson og Sigurjón Aðalsteinsson:** Mælingar á brottkasti botnfiska 2002. Reykjavík 2003. 29 s.
  95. **Kristján Kristinsson:** Lúðan (*Hippoglossus hippoglossus*) við Ísland og hugmyndir um aðgerðir til verndunar hennar. Reykjavík 2003. 33 s.
  96. Þættir úr vistfræði sjávar 2001 og 2002. *Environmental conditions in Icelandic water 2001 and 2002*. Reykjavík 2003. 37 s.
  97. Nyttjastofnar sjávar 2002/2003. Aflahorfur fiskveiðiárið 2003/2004. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2002/2003. Prospects for the Quota year 2003/2004*. Reykjavík 2003. 186 s.

98. *ds<sup>2</sup> Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Progress Report for 1 January to 31 December 2002.* Reykjavík 2003. 346 s.
99. **Agnès Eydal:** Áhrif næringarefna á tegundasamsetningu og fjölda svifþörungna í Hvalfirði. Reykjavík 2003. 44 s.
100. **Valdimar Ingi Gunnarsson** (o.fl.): Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir fõngun og áframeldi þorsks á árinu 2002. Reykjavík 2004. 26 s.
101. Þættir úr vistfræði sjávar 2003. *Environmental conditions in Icelandic waters 2003.* Reykjavík 2004. 43 s.
102. Nytjastofnar sjávar 2003/2004. Aflahorfur fiskveiðiárið 2004/2005. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2003/2004. Prospects for the Quota Year 2004/2005.* Reykjavík 2004. 175 s.
103. **Ólafur K. Pálsson** o.fl.: Mælingar á brottkasti 2003 og Meðafli í kolmunnaveiðum 2003. Reykjavík 2004. 37 s.
104. **Ásta Guðmundsdóttir, Þorsteinn Sigurðsson:** Veiðar og útbreiðsla íslensku sumargotssíldarinnar að haust- og vetrarlagi 1978-2003. Reykjavík 2004. 42 s.
105. **Einar Jónsson, Hafsteinn Guðfinnsson:** Ýsa á grunnslóð fyrir Suðurlandi 1994-1998. Reykjavík 2004. 44 s.
106. **Kristinn Guðmundsson, Þórunn Þórðardóttir, Gunnar Pétursson:** *Computation of daily primary production in Icelandic waters; a comparison of two different approaches.* Reykjavík 2004. 23 s.
107. **Kristinn Guðmundsson, Kristín J. Valsdóttir:** Frumframleiðnimælingar á Hafrannsóknastofnuninni árin 1958-1999: Umfang, aðferðir og úrvinnsla. Reykjavík 2004. 56 s.
108. **John Mortensen:** *Satellite altimetry and circulation in the Denmark Strait and adjacent seas.* Reykjavík 2004. 84 s.
109. **Svend-Aage Malmberg:** *The Iceland Basin. Topography and oceanographic features.* Reykjavík 2004. 41 s.
110. **Sigmar Arnar Steingrímsson, Sólmundur Tr. Einarsson:** Kóralsvæði á Íslandsmiðum: Mat á ástandi og tillaga um aðgerðir til verndar þeim. Reykjavík 2004. 39 s.
111. **Björn Björnsson, Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.):** Þorskeldi á Íslandi. Reykjavík 2004. 182 s.
112. **Jónbjörn Pálsson, Kristján Kristinsson:** Flatfiskar í humarleidangri 1995-2003. Reykjavík 2005. 90 s.
113. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir fõngun og áframeldi þorsks á árinu 2003. Reykjavík 2005. 58 s.
114. **Kristján Kristinsson, Björn Ævarr Steinarsson og Sigfús Schopka:** Skyndilokanir á þorskveiðar í botnvörpu á Vestfjarðamiðum. Reykjavík 2005. 29 s.
115. **Erlingur Hauksson** (ritstj.). Sníkjuormar og fæða fisks, skarfs og sels. Reykjavík 2005. 45 s.
116. Þættir úr vistfræði sjávar 2004. *Environmental conditions in Icelandic waters 2004.* Reykjavík 2005. 46 s.
117. **Ólafur K. Pálsson** o.fl.: Mælingar á brottkasti 2004 og Meðafli í kolmunnaveiðum 2004. Reykjavík 2005. 37 s.
118. *ds<sup>2</sup> Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Final report: 1 January 2000 to 31 August 2004. Volume 1.* Reykjavík 2005. 324 s.
119. *ds<sup>2</sup> Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Final report: 1 January 2000 to 31 August 2004. Volume 2.* Reykjavík 2005. 194 s.
120. **James Begley:** *Gadget User Guide.* Reykjavík 2005. 90 s.
121. Nytjastofnar sjávar 2004/2005. Aflahorfur fiskveiðiárið 2005/2006. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2004/2005. Prospects for the Quota Year 2005/2006.* Reykjavík 2005. 182 s.
122. **Sólveig Ólafsdóttir:** Styrkur næringarefna í hafinu umhverfis Ísland. Nutrient concentrations in Icelandic waters. Reykjavík 2006. 24 s.
123. **Sigfús A. Schopka, Jón Sólmundsson, Vilhjálmur Þorsteinsson:** Áhrif svæðafriðunar á vöxt og viðgang þorsks. Niðurstöður úr þorskmerkingum út af norðanverðum Vestfjörðum og Húnaflóa sumurin 1994 og 1995. **Guðmundur J. Óskarsson:** Samanburður á íslensku sumargotssíldinni sem veiddist fyrir austan og vestan land árin 1997-2003. Reykjavík 2006. 42. s.
124. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir fõngun og áframeldi þorsks á árinu 2004. Reykjavík 2006. 72 s.
125. Þættir úr vistfræði sjávar 2005. *Environmental conditions in Icelandic waters 2005.* Reykjavík 2006. 34 s.
126. Nytjastofnar sjávar 2005/2006. Aflahorfur fiskveiðiárið 2006/2007. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2005/2006. Prospects for the Quota Year 2006/2007.* Reykjavík 2006. 190 s.
127. **Ólafur K. Pálsson** o.fl. Mælingar á brottkasti botnfiska og meðafli í kolmunnaveiðum 2005. Reykjavík 2006. 27 s.
128. **Agnès Eydal o.fl.:** Vöktun eiturbörunga í tengslum við nýtingu skelfisks árið 2005. Reykjavík 2007. 19 s.
129. Nytjastofnar sjávar 2006/2007. Aflahorfur fiskveiðiárið 2007/2008. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2006/2007. Prospects for the Quota Year 2007/2008.* Reykjavík 2007. 180 s.
130. Þættir úr vistfræði sjávar 2006. *Environmental conditions in Icelandic waters 2006.* Reykjavík 2007. 39 s.
131. **Höskuldur Björnsson ofl:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum (SMB) 1985-2006 og stofnmæling botnfiska að haustlagi (SMH) 1996-2006. Reykjavík 2007. 220 s. (*With English summary*)
132. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir fõngun og áframeldi þorsks á árinu 2005. Reykjavík 2007. 42 s.
133. **Sigfús A. Schopka:** Friðun svæða og skyndilokanir á Íslandsmiðum – Sögulegt yfirlit. Reykjavík 2007.86 s.

134. **Ólafur K. Pálsson o.fl.**: Mælingar á brottkasti botnfiska 2006. Reykjavík 2007. 17 s.
  135. **Gunnar Karlsson**: Aflí og sjósókn Íslendinga frá 17 öld til 20. aldar. Reykjavík 2007. 64 s.
  136. **Valdimar Ingi Gunnarsson**: Reynsla af sjókvíaeldi á Íslandi. Reykjavík 2008. 46 s.
  137. **Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl.** : Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir fõngun og áframeldi þorsks á árinu 2006. Reykjavík 2008. 40 s.
  138. Nýttjastofnar sjávar 2007/2008. Aflahorfur fiskveiðiárið 2008/2009. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2007/2008. Prospects for the Quota Year 2008/2009.* Reykjavík 2008. 180 s.
  139. Þættir úr vistfræði sjávar 2007. *Environmental conditions in Icelandic waters 2007.* Reykjavík 2008. 40 s.
-