

Hafrannsóknir nr. 162

Þættir úr vistfræði sjávar 2011

Environmental conditions in Icelandic waters 2011

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 ástand nytjastofna og aflahorfur. Frá árinu 1994 hefur verið greint frá helstu niðurstöðum þessara rannsókna í sérstakri skýrslu, eins og hér er gert í fyrsta kaflanum, um ástand sjávar og umhverfispætti.

Skýrslan sem hér birtist fjallar um árið 2011, en að vanda eru niðurstöðurnar settar í samhengi við langtímaþróun. Í ljósi þeirra athugana sem nú liggja fyrir um ástand sjávar 2011, má ráða að enn var tiltölulega heitur og saltur sjór á Íslandsmiðum sérstaklega sunnan og vestan við landið, en nær meðallagi norðan þess og austan.

Eins og undanfarin ár, þá er að finna í lokakafli ritsins safn stuttra greina um ýmsar athuganir á vistfræði sjávar eftir starfsmenn og samstarfsmenn stofnunarinnar. Er það von aðstandenda að með stuttgreinum þessum fái lesendur innsýn í áhugaverð og mikilvæg viðfangsefni sérfræðinga stofnunarinnar á sviði vistfræði sjávar, en þessar greinar birtast undir nafni höfunda.

Sérstakur starfshópur sá um útgáfu skýrslunnar. Í ritstjórn eru Ástþór Gíslason, Kristinn Guðmundsson, Sólveig Ólafsdóttir og Héðinn Valdimarsson, sem jafnframt er ritstjóri þessarar útgáfu.

Helga Lilja Bergmann bjó skýrsluna til prentunar. 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 6. júní 2012
Jóhann Sigurjónsson

Efnisyfirlit / Contents	bls. / page
Ágrip	7
English summary	8
1. Ástand sjávar og svífsamfélög <i>Environmental conditions and plankton communities</i>	9
2. Langtímabreytingar <i>Long-term changes</i>	16
3. Stuttar greinar um vistfræði sjávar <i>Short notes on marine ecology</i>	21
Björn Björnsson, Páll Reynisson, Jón Sólmundsson, Héðinn Valdimarsson og Unnur Skúladóttir. Samspil þorsks, ýsu og rækju í Arnarfirði / Interrelationsship between cod, haddock and shrimp in Arnarfjörður NW Iceland	21
Steinunn Hilma Ólafsdóttir og Julian Mariano Burgos. Friðun kóralsvæða við Ísland og í Norður Atlantshafi / Cold water coral conservation in Iceland and the North Atlantic	30
Guðrún Helgadóttir. Leirkeilur vestur af Íslandi / Mud volcanoes west of Iceland	36
Héðinn Valdimarsson, Andreas Macrander og Hjalti Karlsson. Endurkastsstyrkur í straummælum í Steingrímsfirði / Backscatter from current meters in Steingrímsfjörður	40
4. Viðauki. Umhverfispættir í maí-júní 1952-2011/Appendix. Environmental variables in May-June 1952–2011	44

Ágrip

Fyrsti kafli skýrslunnar fjallar um niðurstöður vistfræðirannsókna í sjó við Ísland sem fóru fram árið 2011 og eru hluti af umhverfisvöktun Hafrannsóknastofnunarinnar. Gerð er grein fyrir ársfjórðungslegum rannsóknum á hita og seltu sjávar. Sérstök áhersla er lögð á umhverfis- og vistfræðiathuganir í vorleiðöngrum sem farnir eru í maímánuði á ári hverju. Þá eru gerðar mælingar á seltu og hita til að kanna ástand sjávar, samhliða mælingum á styrk næringarefna og á útbreiðslu og magni plöntu- og dýrasvífs í yfirborðslögum sjávar við landið. Að auki er í fyrsta kaflanum greint frá vöktun á eiturbörungum við strendur landsins. Í öðrum kafla skýrslunnar er lýst langtímabreytingum í hita, seltu og dýrasvífi. Í þriðja og síðasta kafla skýrslunnar eru nokkrar greinar um afmörkuð efni, sem tengjast vistfræði sjávar. Loks er í viðauka tafla með tölugildum nokkurra umhverfisþátta fyrir hvert ár, gildi sem áður hafa ásamt öðru verið skoðuð í samhengi við breytingar í lífríki á undanförmum áratugum.

Hiti og selta í yfirborðslögum sjávar við landið árið 2011 var áfram yfir meðallagi sunnan og vestan við landið, en heldur nær því norðan og austan við land. Í síðari hluta maí var voraukning svifgróðurs komin af stað í Faxaflóa og norðaustur af landinu. Vorkoma gróðurs var annars frekar sein og gróðurmagn frekar rýrt á tíma leiðangurs. Heildarmagn átu í vorleiðangri var yfir meðallagi fyrir sunnan, nærri meðallagi fyrir austan en undir meðallagi á vestur- og norðurmiðum.

Niðurstöður vöktunar á eiturbörungum við landið voru þær helstar að fjöldi svifþörunga af tegundum sem geta valdið skelfiskeitrun fór á ákveðnum tímum yfir viðmiðunarmörk alls staðar þarsem sýni voru tekin til skoðunar um sumarið.

Í smágreinum um málefni sem tengjast vistfræði sjávar fjallar fyrsta greinin um niðurstöður athugana sem gerðar voru í Arnarfirði á samspili þorsks, ýsu og rækju. Hækkandi botnhiti virtist ekki hafa áhrif á magn rækju en virðist aftur á móti hafa valdið aukinni gengd þorsks og ýsu í fjörðinn. Önnur greinin fjallar um þau svæði þar sem vitað er um kóral á hafsbotni við og suður af landinu og þær aðgerðir sem farið hefur verið út í til þess að friða kóral á Íslandsmiðum og víðar. Þá er grein er segir frá svonefndum leirkeilum á hafsbotni, sem fundist hafa á tölverðu dýpi vestur af landinu. Og síðasta smágreinin fjallar um hvernig nota má gögn frá síritandi straumsjá til þess að kanna far svifdýra.

Summary

In the first section of this report the results of environmental monitoring of the waters around Iceland in 2011 are presented. The oceanographic and biological research carried out during the annual spring survey, during latter half of May, is emphasized. Long-term trends in hydrography and zooplankton abundance are presented in the second section, while the third and 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 in upper layers in 2011 was above the long-term average south and west of Iceland, but closer to the long-term mean north and east of it. In the latter half of May, the spring growth of phytoplankton had started in Faxaflói and northeast of the country. The spring growth of phytoplankton was rather late and the phytoplankton biomass was rather low during the cruise.

In May the zooplankton biomass of the south coast was above the long-term average, while around average east of Iceland and below average west and north of it. Monitoring of harmful algae was effective from May to October, where commercial utilization of shellfish was established. A warning was announced against consumption of shellfish for some time in all the areas monitored.

The first of the short notes is about distribution and interactions of cod, haddock and shrimp in a fjord in North West Iceland, Arnarfjörður. Increasing near-bottom temperature did not seem to effect the shrimp biomass in the fjord, but on the other hand caused increased migrations of whitefish into the fjord. The second short note is on cold water corals on the seabed south of Iceland and what measures have been taken to preserve coral near Iceland and in other areas. The third short note describes mud volcanoes that were found during a multi-beam survey west of Iceland in 2009. The last note reports on how data from Acoustic Doppler Current Profilers in Steingrímsfjörður, North Iceland, can be used to follow the vertical migration patterns of plankton.

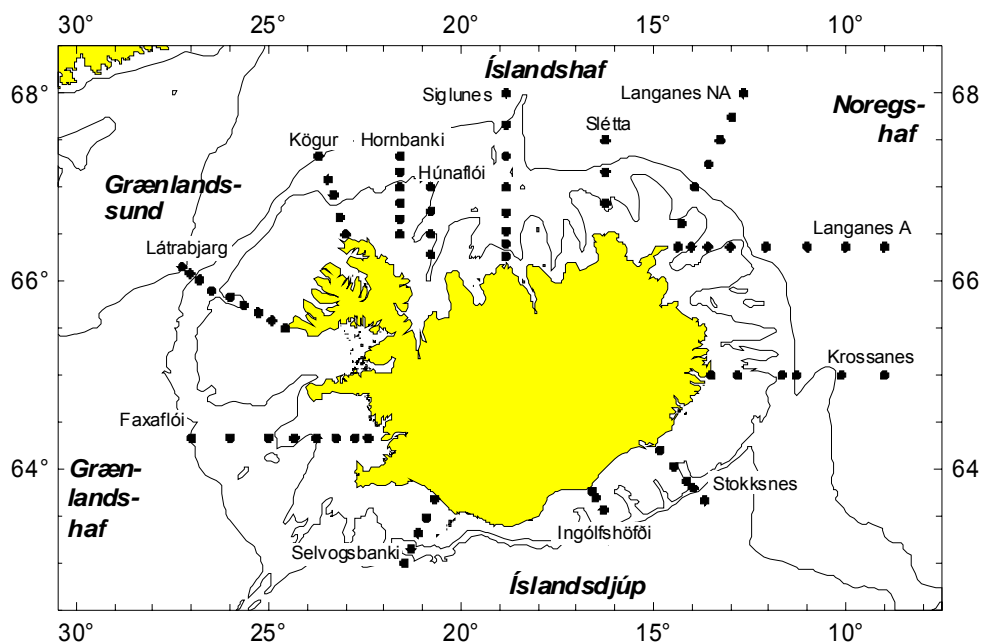
1. Ástand sjávar og svifsamfélög

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 umhverfisþátum og svifsamfélögum á Íslandsmiðum og er í þessu hefti gerð grein fyrir niðurstöðum athugana sem gerðar voru á árinu 2011.

Á tímabilinu frá febrúar 2011 til desember 2011 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 í tengslum við makrilleiðangur og síðan í haustleiðangri með loðnuathugun í nóvember og byrjun desember.



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

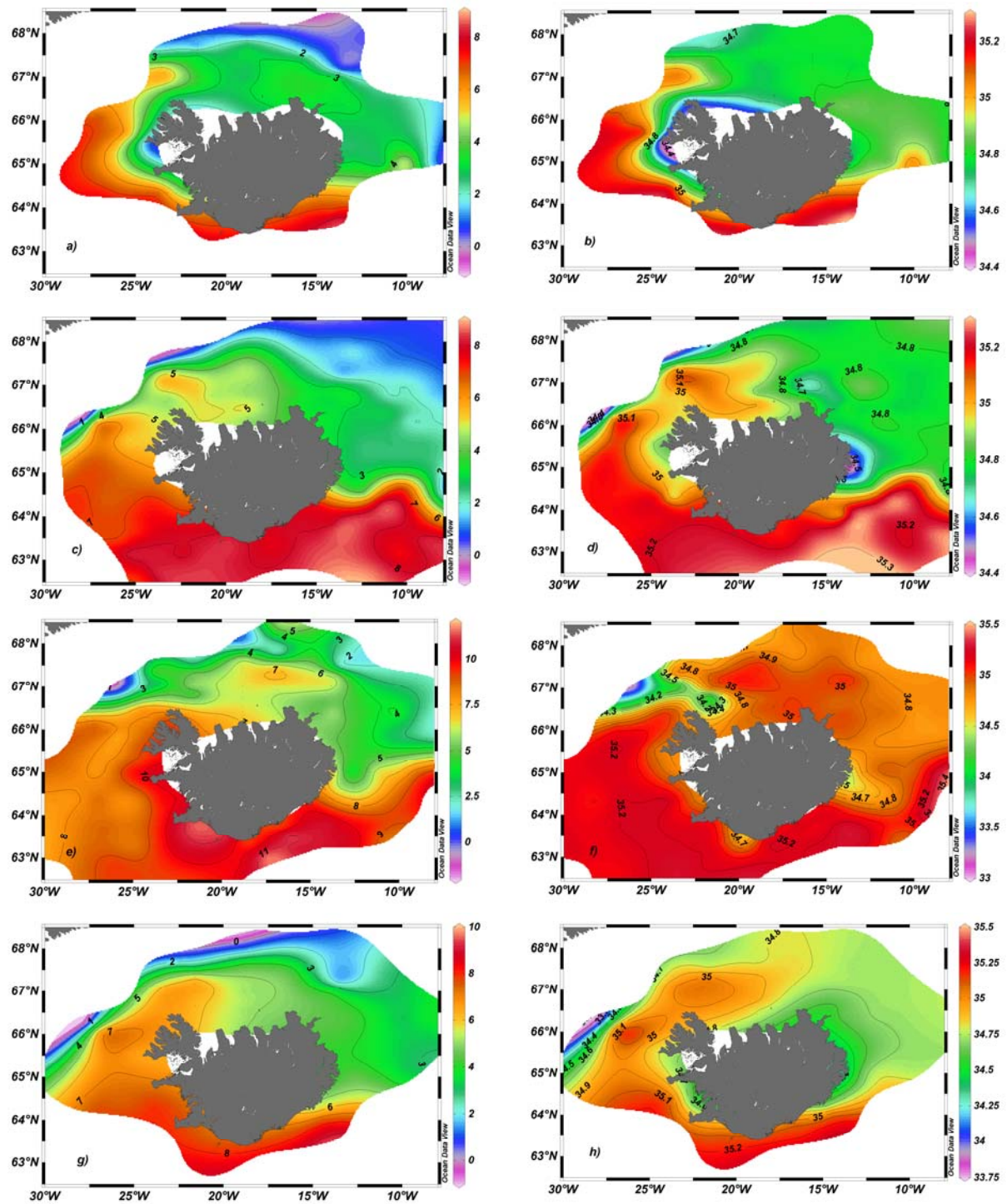
Figure 1. Standard sections used in routine hydrographic and plankton research in Icelandic waters. Depth contours are shown for 200 and 500 m.

Hiti og selta / Temperature and salinity

Á árinu 2011 voru hiti og selta sjávar fyrir sunnan og vestan land hærri yfir meðallagi þess tíma sem mælingar hafa staðið en lækkuðu heldur frá 2010 einkum seltan. Hiti í efri lögum sjávar fyrir norðan land var um eða yfir meðallagi en seltan var undir langtímameðaltali einkum frá miðju ári og fram á vetur. Úti fyrir norðausturlandi var seltan yfir meðallagi megnið af árinu en hiti nálægt meðaltali árána 1970 til 2011. Hiti og selta í hlýsjónum sunnan og vestan við landið fóru hækkandi eftir 1995 og þar til 2003 en þá mældist mesta útbreiðsla hlýsjávar umhverfis landið í 30 ár (2. mynd). Á

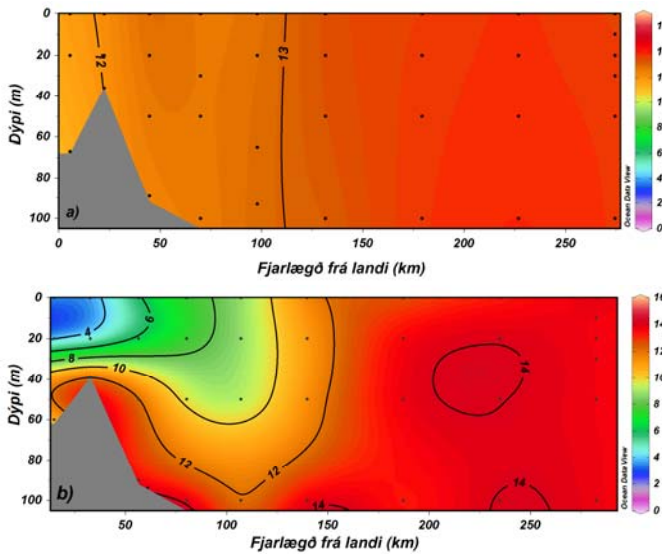
árinu 2004 voru gildin litlu lægri. Árin eftir 2005 voru hiti og selta í hlýja sjónum sunnan og vestan við land áfram vel yfir meðallagi en hiti hafði heldur lækkað frá árunum 2003 og 2004. Útbreiðsla hlýsjávar fyrir norðan land var síðan heldur minni en þó um eða yfir meðallagi árin 2005 – 2007. Árin 2008, 2009 og 2010 jókst útbreiðsla hlýsjávar fyrir norðan land einkum að sumrinu og yfirborðslög voru áberandi heitari en 2007. Árið 2011 voru hiti og selta vel yfir meðallagi fyrir sunnan og vestan land en hiti var um meðallag fyrir norðan landið þar sem seltan var heldur undir meðallagi að vori.

Í vetrarleiðangi í febrúar 2011 var hlýsjórinn fyrir sunnan og vestan land áfram vel yfir



2.mynd. Vinstri dálkur sýnir sjávarhita (°C) og hægri dálkur sýnir seltu á 50 m dýpi í hafinu umhverfis Ísland, í febrúar (a og b), maí (c og d), ágúst (e og f) og í nóvember/desember (g og h), árið 2011.

Figur 2. Sea temperature (C°, left) and salinity (right) at 50 m depth in Icelandic waters, for February (a and b), May (c and d), August (e and f) and November/December (g and h) 2011



3. mynd. Lóðrétt dreifing nitrats ($\mu\text{mol l}^{-1}$) á Faxaflóasniði a) 20. febrúar 2011 og b) 20.–21. maí 2011.

Figure 3. Vertical profiles of nitrate ($\mu\text{mol l}^{-1}$) on the Faxaflói section a) 20. February 2011 and b) 20.–21. May 2011.

meðallagi heitur og saltur líkt og árin á undan. Hiti vestan við landið var áfram með því hæsta sem mælst hefur þessi tæplega fjörutíu ár sem mælingar hafa staðið og selta var há. Atlantsjávar gætti norður fyrir Vestfirði og inn á norðurmið. Á norðurmiðum voru hiti um og selta heldur undir meðallagi þessa árstíma ($\sim 2\text{--}4^\circ\text{C}$, $> 34,7$). Hiti og selta í Austur-Íslandsstraumi voru yfir meðaltali ($1\text{--}3^\circ\text{C}$, $> 34,7$).

Í vorleiðangri (maí) var Atlantsjórinn að sunnan yfir meðallagi bæði í hita og seltu (hiti $6\text{--}9^\circ\text{C}$ og selta $35,1\text{--}35,3$). Innflæði hlýsjávarins inn á Norðurmið gætti vel austur fyrir Eyjafjörð. Hiti úti fyrir Mið-Norðurlandi var yfir meðaltali þessa árstíma ($3\text{--}5^\circ\text{C}$ og $34,5\text{--}34,9$). Í Austur-Íslandsstraumi mældust hiti og selta yfir meðallagi. Úti fyrir Austfjörðum voru sjávarhiti og selta í efri lögum sjávar um eða yfir meðallagi.

Í ágúst 2011 voru hiti og selta fyrir vestan land há og selta höfðu þó lækkað frá hitameti fyrra árs. Hiti og selta úti fyrir Mið-Norðurlandi voru vel yfir meðallagi en hlýsjór náði vel norður fyrir landgrunnskant og vel austur fyrir Langanes líkt og heldur heitara og saltara 2010. Á litlu svæði á Hornbanka var kaldari og ferskari sjór sem tengdist að líkindum borgarís sem var á slóðinni um það leyti sem athugun fór fram. Úti fyrir Norðausturlandi í Austur-Íslandsstraumi voru hiti- og selta vel yfir

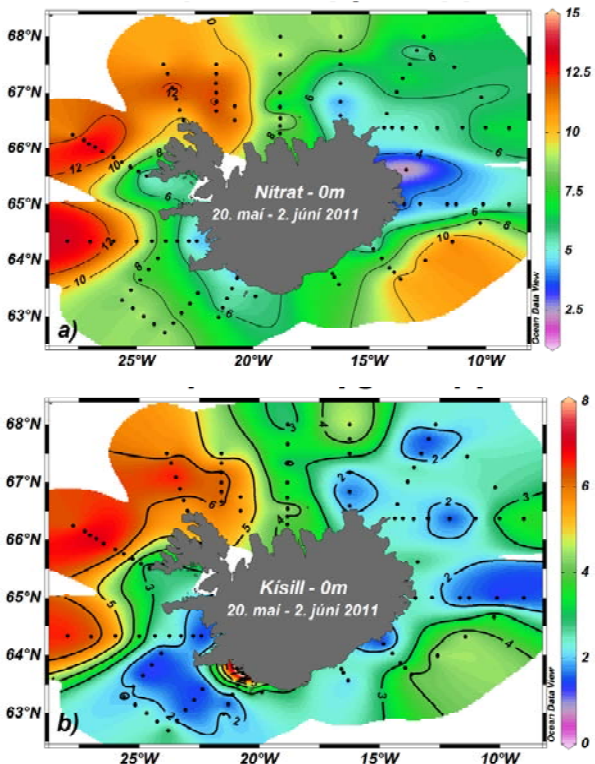
meðallagi. Austur af landinu voru hiti og selta um eða yfir langtímameðaltali.

Í sjórannsókn- og loðnuleiðangri í nóvember og desember var áfram hlýtt og salt sunnan og vestan við land. Fyrir Norðurlandi voru hiti og selta yfirborðslaga (0-50m) yfir meðallagi þessa árstíma. Fyrir norðaustan landið voru hiti og selta yfir meðallagi. Seltan í Austur-Íslandsstraumi var yfir $34,7$ og hiti var yfir meðallagi. Hiti og selta fyrir austan landið voru sömuleiðis um eða yfir meðallagi. Hiti á þessum tíma var því yfir meðallagi en selta um og yfir meðaltali þessa árstíma.

Í megindráttum má segja að árið 2011 hafi hiti og selta í yfirborðslögum sjávar umhverfis landið verið vel yfir meðallagi fyrir sunnan og vestan land en heldur nær meðallagi fyrir norðan og austan landið.

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



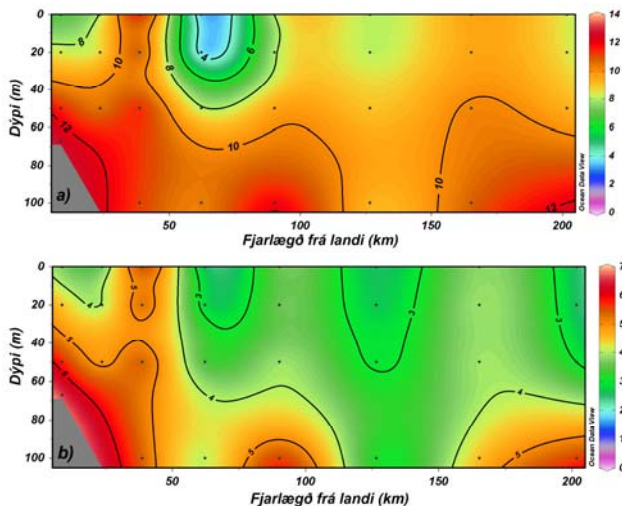
4. mynd. Styrkur næringarefna við yfirborð í hafinu umhverfis Ísland 20. maí–2. júní 2011, a) nitrat (NO_3 , $\mu\text{mol l}^{-1}$) og b) kísill (Si , $\mu\text{mol l}^{-1}$).

Figure 4. Nutrient concentrations at the surface in Icelandic waters 20. May–2. June 2011 a) nitrate (NO_3 , $\mu\text{mol l}^{-1}$) and b) silicate (Si , $\mu\text{mol l}^{-1}$).

næringarefna í yfirborðslögum sjávar breytist reglulega með árstíma. Árlegt hámark er síðla vetrar, en styrkur uppleystra næringarefna nærri yfirborði lækkar að vori þegar svifþörungur fara að vaxa.

Styrkur nítrats í efstu 100 metrunum á Faxaflóa í febrúar 2011 er sýndur á 3. mynd a. Nítratstyrkur var lægri nær landi heldur en á ystu stöðvunum og var að meðaltali $12,2 \mu\text{mol l}^{-1}$ á stöðvum 1–4 þann 20. febrúar. Yst á sniðinu var styrkurinn $13,6 \mu\text{mol l}^{-1}$ í efstu 200 metrunum á stöðvum 7 - 9. Á 3. mynd b er sýndur nítratstyrkur á sömu stöðvum í maí. Lækkun hafði einungis orðið á nítratstyrk næst landi vegna frumframleiðni.

Dreifing nítrats og kísils við yfirborð á rannsóknasvæðinu dagana 20. maí – 2. júní 2011, sést á 4. mynd. Almennt var styrkur næringarefna í yfirborðslögum enn hár og lítið hafði gengið á vetrarforða þeirra. Þetta bendir til að vorblómi svifþörungur hafi verið frekar seint á ferðinni. Styrkurinn var víðast jafn frá yfirborði og allt niður á 50 metra dýpi. Styrkur næringarefna við yfirborð í Faxaflóa var enn hár þó að einhver upptaka hafi verið vegna vaxtar svifþörungur. Vestur af landinu og undan Norðvesturlandi var styrkur næringarefna óbreyttur frá því sem búast má við að vetrarlagi. Hár styrkur næringarefna benti til að vorkoma gróðurs hafði ekki átt sér stað þar. Undan Norðausturlandi, Austurlandi og Suðurlandi hafði styrkur næringarefna lækkað frá vetrarhámarki en þar var þó enn gnótt næringarefna



5. mynd. Lóðrétt dreifing a) nítrats ($\mu\text{mol l}^{-1}$) og b) kísils ($\mu\text{mol l}^{-1}$) á Siglunessniði 25. maí 2011.

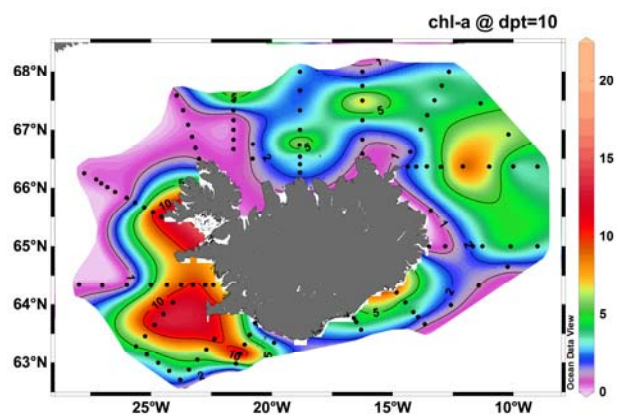
Figure 5. Vertical profiles of a) nitrate ($\mu\text{mol l}^{-1}$) and b) silicate ($\mu\text{mol l}^{-1}$) on the Siglunes section 25. May 2011.

sem getur staðið undir miklum vexti svifþörungur til viðbótar (4. mynd). Sú lækkun á styrk kísils í yfirborðslögum úti fyrir N-Austur- og Suðurlandi bendir til þess að kísilþörungur hafi staðið fyrir stórum hluta vorblómans á þessu svæði. Háan styrk kísils næst landi á Selvogsbanka má rekja til ferskvatnsáhrifa.

Dreifing nítrats og kísils með dýpi á Siglunessniði í maí er sýnd á 5. mynd. Af niðurstöðum mælinganna má greina upptöku á þessum næringarefnum niður fyrir á 50 metra dýpi. Þá sést hár styrkur næringarefna sem berst inn á Norðurmið með innflæði Atlantsjávar á stöð 3 frá landi talið sem og lágmark í styrk næringarefna á 4. stöð sem rekja má til blóma svifþörungur.

Svifþörungur / Phytoplankton

Dreifing á magni svifgróðurs á rannsóknasvæðinu í maí er sýnd á 6. mynd, samkvæmt niðurstöðum mælinga á blaðgrænu í sjósýnum frá 10 metra dýpi. Vænta má að lóðrétt blöndun í yfirborðslagi sjávar nái niður á 20 - 30 metra dýpi yfir megnið á gróðurtímabilinu frá vori til hausts, en yfir veturinn blandast sjórinn niður á talsvert meira dýpi með tilheyrandi endurnýjun næringarforðans við yfirborð, sbr. dýptardreifingu nítrats á Faxaflóasniði að vetri (3. mynd, a). Á vorin getur magn gróðurs í sjó breyst umtalsvert frá degi til dags (t.d. tvöfaldast yfir sólarhring ef vaxtaskilyrði eru hentug í afmökkuðu yfirborðslagi), en með hliðsjón af styrk næringarefnanna og augljósri lækkun frá svonefndum vetrarstyrk næringarefna, má geta sér til um hvað á undan er gengið og hvers má vænta ef skilyrði til vaxtar svifgróðurs fylgja hefðbundinni framvindu á



6. mynd. Magn a-blaðgrænu (mg m^{-3}) á 10 m dýpi í hafinu umhverfis Ísland, 20. maí - 2. júní 2011.

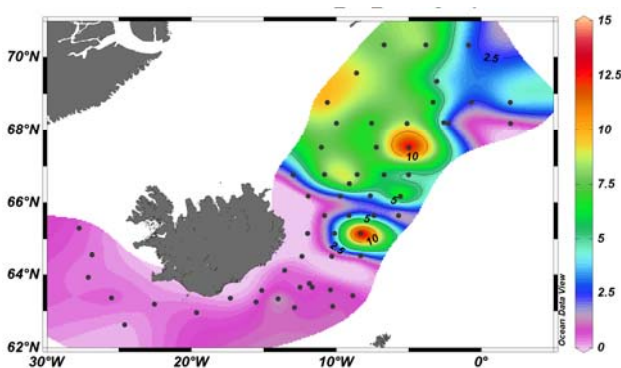
Figure 6. Distribution of chlorophyll a (mg m^{-3}) around Iceland, at 10 m depth, during 20 May – 2 June 2011.

svæðinu. Í upphafi leiðangursins hafði vorkning svifgróðurs átt sér stað í innanverðum Faxaflóa og talsvert magn gróðurs náði vestur á 5. stöð á sniði út Faxaflóa (sbr. 3. og 6. mynd). Utar á Faxaflóasniði og norður fyrir land, utan grynnstu stöðva á Látrabjargssniði, og allt austur að Siglunessniði hafði nánast engin gróðuraukning átt sér stað á þessum tíma. Vorkoma gróðurs í Atlantssjó vestur af landinu hefur því verið frekar sein árið 2011.

Frá Siglunessniði, austur fyrir land og vestur með Suðurlandi var gróður í vexti og vorkoman sums staðar komin vel af stað, eins og við Reykjanesið í lok leiðangurs (sbr. 4. og 6. mynd). Gróðurmagn samkvæmt mælingum í vorleiðangri var því fremur rýrt, en væntanlega hefur vöxturinn glæðst eftir að yfirferðinni lauk.

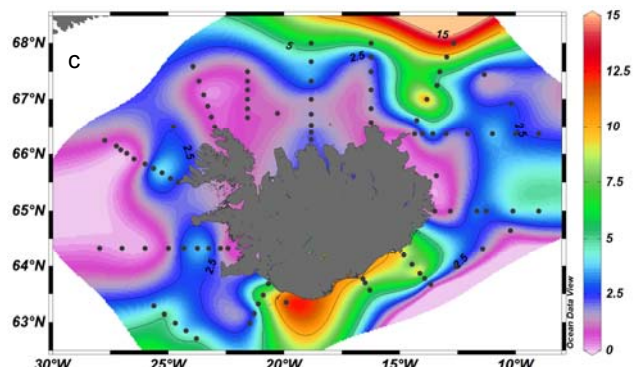
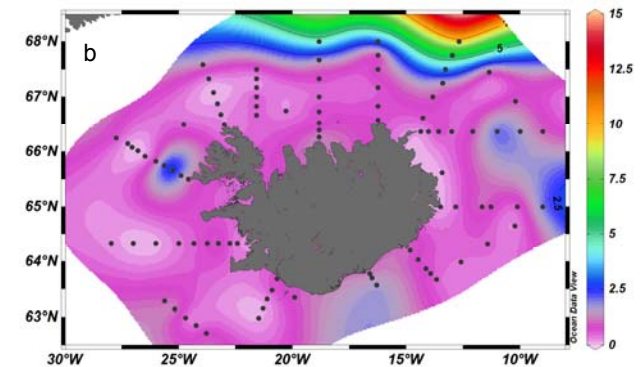
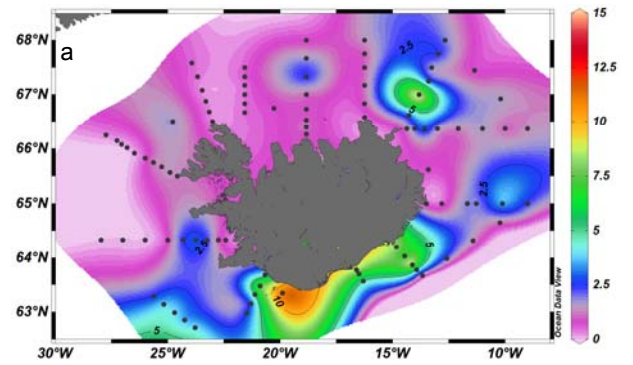
Dýrasvif / Zooplankton

Magn og útbreiðsla átu í yfirborðslögum var könnuð í þremur leiðöngrum, fyrst í kolmunna- og síldarleiðangri (27. apríl-16. maí), þá í vorleiðangri (20. maí -1. júní) og loks í makrílleiðangri (4.-30. ágúst). Í kolmunna- og síldarleiðangri var farið yfir svæðið suðvestan, sunnan og austan landsins og í Austurdjúp, en rannsóknirnar þar eru gerðar í tengslum við sameiginlegar síldarrannsóknir Íslendinga, Norðmanna, Færeyinga, Rússa og Evrópusambandsins í Noregshafi. Áta er fæða síldar- og kolmunna og því er mikilvægt að kanna magn og útbreiðslu hennar. Í vorleiðangri var kannað að venju svæðið umhverfis Ísland. Makrílleiðangurinn er hluti alþjóðlegs samstarfs um mat á útbreiðslu og göngum makríls í NA-



7. mynd. Útbreiðsla dýrasvifs í yfirborðslögum (g þurrvigt m^{-2} , 0-50 m) fyrir suðvestan, sunnan og austan landið og í Austurdjúpi 27. apríl - 16. maí 2011.

Figure 7. Zooplankton distribution (g dry weight m^{-2} , 0-50 m) southwest, south and east of Iceland during 27 April - 16 May 2011.

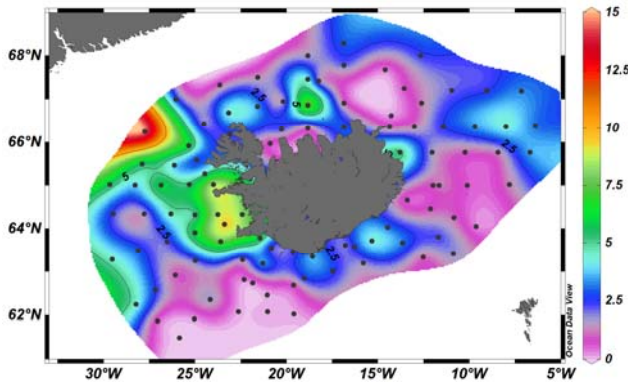


8. mynd. Útbreiðsla dýrasvifs í yfirborðslögum (g þurrvigt m^{-2} , 0-50 m) í hafinu við Ísland 20. maí - 1. júní 2011; smááta (fer í gegnum 1000 μ síu (A), stór-áta (verður eftir á 1000 μ síu (B), og heild (C).

Figure 8. Zooplankton distribution (g dry weight m^{-2} , 0-50 m) in the sea around Iceland during 20 May - 1 June 2011, divided into <1000 μ (A) and >1000 μ (B) size classes and total (C).

Atlantshafi, en auk Íslendinga hafa Færeyingar og Norðmenn tekið þátt í rannsóknunum. Makríll lifir á átu og því var það liður í þessum rannsóknum að kanna útbreiðslu og magn fæðudýranna, átunnar.

Í lok apríl og byrjun maí í kolmunna- og síldarleiðangri (7. mynd) var mjög lítið af átu í köntunum fyrir suðvestan, sunnan og austan landið. Djúpt norðaustur og austur af landinu fannst hins vegar talsvert af átu, aðallega



9. mynd. Útbreiðsla dýrasvífs í yfirborðslögum (g þurrvigt m^{-2} , 0-50 m) í hafinu við Ísland 4. – 30. ágúst 2011.

Figure 9. Zooplankton distribution (g dry weight m^{-2} , 0-50 m) in the sea around Iceland during 4 – 30 August 2011.

rauðátu, sem er í samræmi við rannsóknir fyrri ára.

Á 8. mynd er sýnd útbreiðsla átu í vorleiðangri. Áður en sýnin voru vegin voru þau stærðarflokkun með því að sía þau í gegnum sérstakar síur með 1000 μ möskva. Það sem fer í gegnum síurnar (<1000 μ , 8. mynd) eru aðallega smærri svifýr, eins og smáar krabbaflær, hrúðurkarlalirfur og sjávarflær, en það sem verður eftir eru einkum tiltölulega stórar krabbaflær t.d. póláta (>1000 μ , 8. mynd B), en einnig ljósáta. Smærri átutegundirnar voru algengastar suður af landinu (8. mynd A) en þær stærra djúpt norður og norðaustur af landinu (8. mynd B). Rauðáta var yfirleitt langmikilvægasta tegundin í lífmassa, en djúpt norður og norðaustur af landinu var krabbaflóin póláta, sem er stórvaxin tegund, tiltölulega algeng.

Líkt og vorið 2010 var heildarmagnið í vorleiðangri langmest á grunnmiðum suður og suðaustur af landinu og djúpt norður og norðaustur af landinu (8. mynd C). Minnst fannst hins vegar á grunnmiðum fyrir norðan og austan. Átumagnið hafði aukist verulega fyrir sunnan og suðvestan landið frá því í kolmunna- og síldarleiðangrinum í fyrri hluta maí sem áður var nefndur (sbr. 7. og 8. mynd C). Þegar á heildina er litið var átumagn í seinni helmingi maí yfir meðallagi fyrir sunnan, nálægt meðallagi fyrir austan en undir meðallagi á vestur- og norðurmiðum. Ef niðurstöður áturannsóknna í vorleiðangri vorið 2011 eru bornar saman við vorið 2010 kemur í ljós að átumagnið var svipað og þá fyrir sunnan land og vestan, minna fyrir norðan en meira en 2010 fyrir austan.

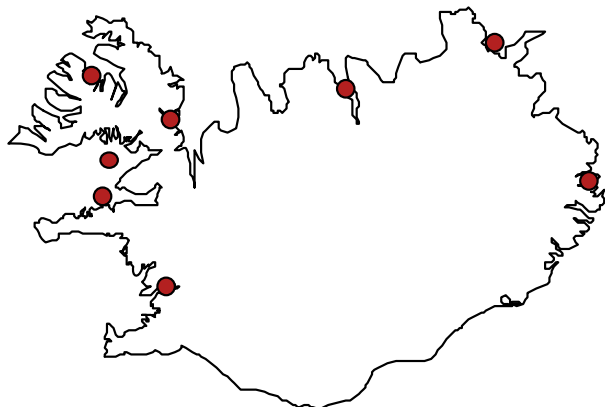
Í ágúst hafði dregið verulega út átumagni í yfirborðslögum fyrir sunnan en aukist fyrir vestan og norðan (9. Mynd). Djúpt norðaustur af landinu fannst mun minna af átu í yfirborðslögum í ágúst en maí (sbr. 8. og 9. mynd).

Vöktun eiturbörunga/Toxic algae monitoring

Vöktun eiturbörunga árið 2011 í tengslum við tynslu, veiðar og ræktun skelfisks stóð yfir allt árið við Hrísey í Eyjafirði og við Kiðey í Breiðafirði. Í Hvalfirði og Mjóafirði eystri hófst söfnun að vori í apríl og maí og stóð fram í lok ágúst. Vöktunin var með hefðbundnu sniði þ.e.a.s. svifþörungasýni voru almennt tekin á 7-10 daga fresti til greininga og talninga á eiturbörungum, en tíðni sýnatöku var aukin í tvö sýni á viku ef mikill fjöldi eiturbörunga var í svifinu eða eiturfæni mældust í skelfiski. Sýni bárust einnig frá Flatey á Breiðafirði, Steingrímsfirði, Álftafirði og Þistilfirði en sýnataka á þeim svæðum var óregluleg og var tengd veiðum, neyslu skelfisks o.fl. (10. mynd).

Vöktunin er samstarfsverkefni Matvæla- stofnunar, Hafrannsóknastofnunarinnar, skelfiskveiðimanna og kræklingræktenda.

Vöktun eiturbörunga hefur nú staðið samfelld í 7 ár í Hvalfirði, Breiðafirði og Eyjafirði. Í Hvalfirði og Mjóafirði þar sem ekki er verið að uppskera skelfisk allt árið hefst vöktunin að vori, yfirleitt í maí og lýkur að hausti. Vöktun á þörungum stóð allt árið þar sem verið var að nýta skelfisk eins og í Breiðafirði og Eyjafirði. Annars staðar var nýting skelfisks óregluleg og endurspeglast það í stopulur vöktunarsýnum.



10. mynd. Sýnatökustaðir fyrir eiturbörungavöktunina á árinu 2011, rauðu hringirnir sýna fastar vöktunarstöðvar.

Figure 10. Monitoring stations for weekly sampling of toxic algae (red dots) during the year 2011.

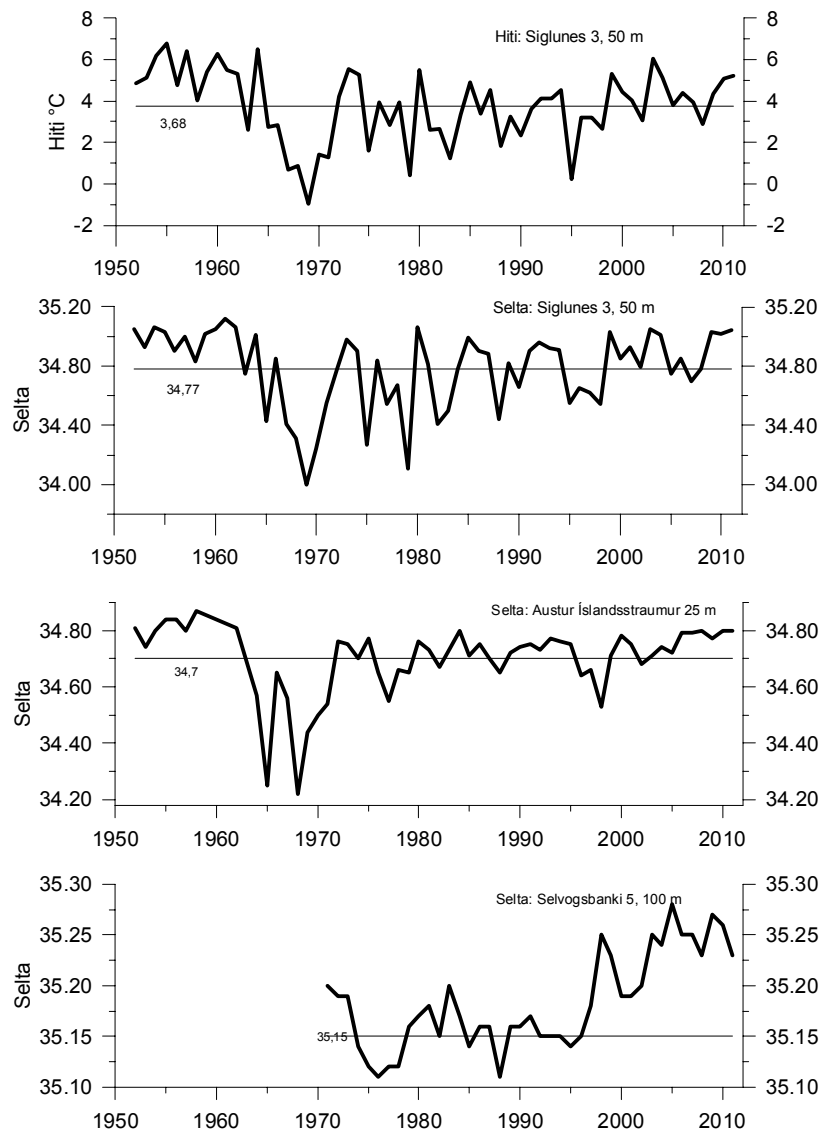
2. LANGTÍMABREYTINGAR

LONG-TERM CHANGES

Niðurstöður mælinga á hita og seltu sjávar (1. kafli) sýna ríkjandi ástand, en með endurteknum mælingum á sama stað og samanburði við niðurstöður fyrri ára má skoða breytingar frá einu ári til annars í ljósi sjógerða og orkuskipta lofts og lagar.

Hiti og selta á Selvogsbanka / Temperature and salinity at Selvogsbanki

Í hlýja sjónum utan við landgrunnsbrún sunnan Selvogsbanka eru umhverfisaðstæður stöðugri en víðast hvar annars staðar við landið.



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

Figure 11. Temperature and salinity deviations at 50 m depth at station 3 on the Siglunes section, salinity at 25 m depth in the East Icelandic current and salinity at 100 m depth at station 5 of the Selvogsbanki section. The horizontal lines indicate the means for the appropriate intervals, except when otherwise is stated. The numbers are, however, close to the means. At Selvogsbanki the value 35.15 can be used to differentiate between stronger and weaker flow of Atlantic water. The value shown for E-Iceland Current can also be used to differentiate between warm and cold years but it is actually the critical salinity point for the formation of sea ice (34.7). Please notice a different salinity scale for Selvogsbanki. The observations are from spring surveys and the location of stations are given in Figure 1 (the lowest station number is closest to the coast).

Þó eru áraskipti í seltu og hita þar eins og annars staðar og skiptast á tímabil með seltu hærri en 35,15 og lægri en 35,15 (11. mynd). Seltan þar var tiltölulega lág á árunum 1974-1978, 1985-1988 og svo aftur 1992-1995. Lágri seltu á Selvogsbanka fylgir jafnan lægra hitastig. Árið 1996 varð vart heldur vaxandi seltu í hlýja sjónum á Selvogsbanka og árin 1997-99 jókst seltan enn frekar og var jafnvel hærri en mælst hafði síðan fyrir hafísárin á sjöunda áratugnum (>35,20). Árið 1998 náði seltan hámarki (35,25), síðan lækkaði hún nokkuð en hækkaði aftur 2002 og 2003 í það sama og hún var 1998. Árið 2004 hélst selta áfram há og vorið 2005 mældist hæsta selta síðustu þrjátíu árin. Reyndar lækkaði hún nokkuð þegar leið á árið. Selta og hiti voru þó áfram há fyrir sunnan landið árin 2006 til 2008. Vorið 2009 mældist þarna næst hæsta selta síðustu 40 árin, litlu lægri vorið 2010 en lækkaði síðan lítillega vorið 2011.

Seltusveiflurnar í hlýja sjónum suður af landinu tengjast orkuskiptum hafs og lofts á stærri skala og breytingum sem verða í hringrás hafstrauma í Norður-Atlantshafi og í Norðurhöfum. Breytingar í hlýsjónum sunnan við landið skila sér oft í áhrifum á ástand sjávar fyrir norðan land á lengri tíma.

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

Hitastig og selta hafa verið mæld árlega að vori út af Siglunesi í yfir hálfra öld (11. mynd). Eftir hlýindaskeið á norðanverðu Norður-Atlantshafi tók að kólna um miðjan sjöunda áratugin. Við tóku hafísár 1965-71 með köldum og seltulágum pólsjó í Íslandshafi.

Eins og sjá má á 11. mynd hafa síðan 1971 skipst á „hlý“ ár (1972-74, 1980, 1984-87 og 1991-94) og „köld“ ár (1975, 1977, 1979, 1981-83, 1988-90 og 1995) á Norðurmiðum. Þeim síðarnefndu má skipta í pólsjárarár og svalsjárarár eftir ríkjandi sjógerðum og lagskiptingu í sjónum. Þannig flokkast árin 1981-83, 1989, 1990 og 1995 til svalsjárarára í sjónum fyrir Norðurlandi, en þá var lagskipting tiltölulega lítil. Þetta ástand var sérstaklega áberandi árið 1995. Niðurstöður frá árunum 1996-98 sýna að heldur hlýnaði á Norðurmiðum eftir 1995. Þessi ár lá þó stundum ferskt og svalt yfirborðslag ofan á selturíkum hlýsjónum og dró það úr áhrifum hans. Seltan í þessu yfirborðslagi var lág (undir 34,7), í samræmi við

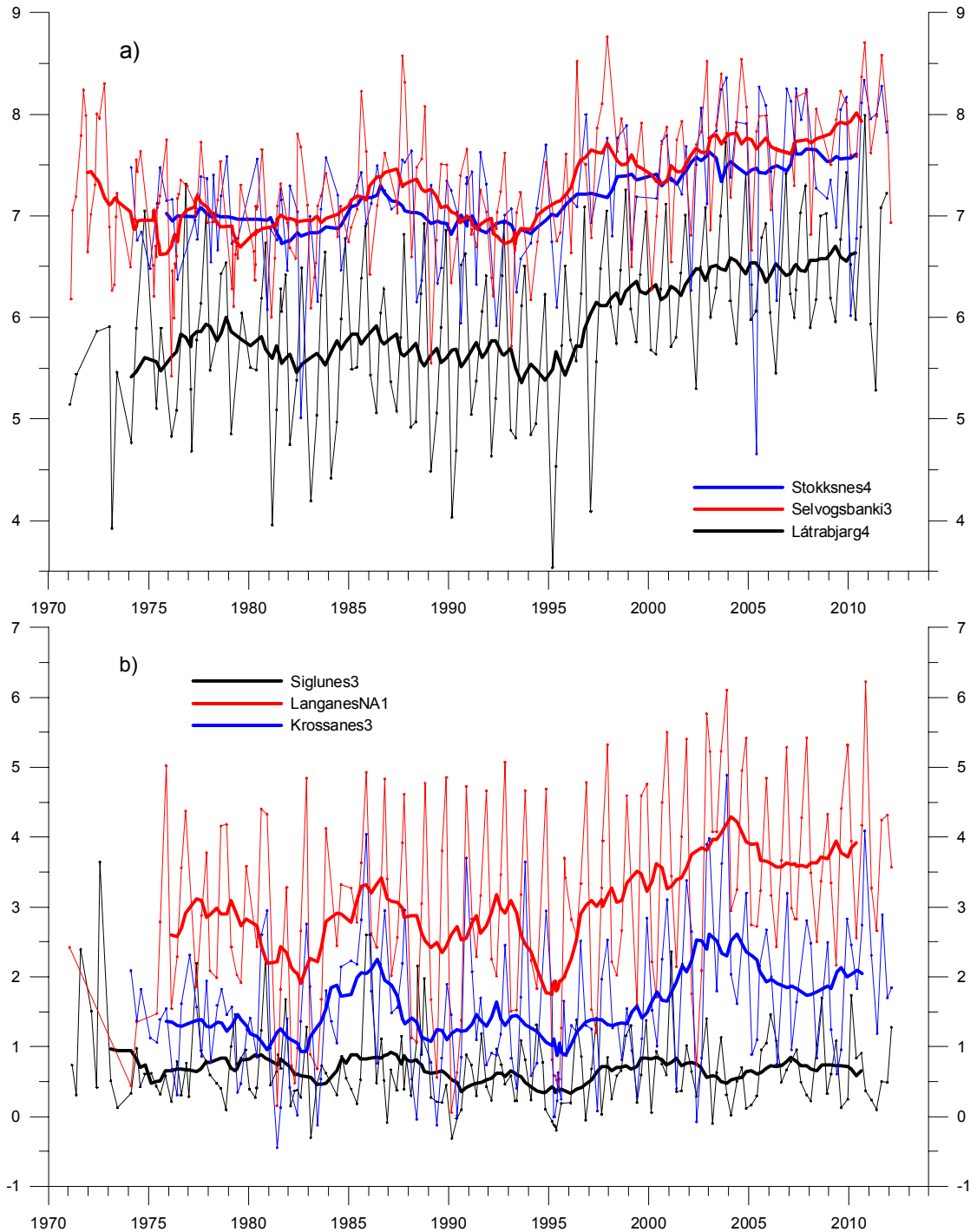
seltu í Austur-Íslandsstraumi 1996-98 og sem var lægri en mælst hafði síðan á hafísárinu 1988. Árið 1999 var sjórinn fyrir norðan vel yfir meðalagi bæði hvað varðar hita og seltu. Síðan dró lítillega úr áhrifum hlýsjávar undan Norðurlandi næstu ár og voru þau í meðallagi samkvæmt mælingum árið 2002. Bæði hiti og selta, yfir landgrunninu, voru svo almennt vel yfir meðallagi árið 2003, einkum var útbreiðsla hlýsjávar mikil. Útbreiðslan minnkaði lítillega árið 2004 með heldur lægri hita og seltu, en gildin voru samt vel yfir meðallagi. Vorin 2005 til 2007 voru hiti og selta efri laga sjávar um meðallag. Vorið 2008 var selta nálægt meðallagi en hiti nokkuð undir því. Vorin 2009 til 2011 voru hiti og selta vel yfir meðallagi. Það hefur einkennt áratuginn 2000 til 2010 að hiti og selta efri laga að vori hafa verið yfir eða um meðallag og að vetrarhiti og selta hafa verið vel yfir meðallagi að frátöldu árinu 2002.

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

Botnhiti / *Bottom temperature*

Hiti sjávar við botn á Íslandsmiðum endurspeglar oft hitadreifingu í efri lögum sjávar. Botnhitinn er að jafnaði lægri fyrir norðan og austan landið fyrir áhrif kaldsjávar úr norðri, en hærri fyrir sunnan og vestan land vegna áhrifa hlýsjávar úr suðri. Á 12. mynd má sjá tímaraðir meðalhita úr vatnsúlunni nærri botni á nokkrum mælistöðvum umhverfis landið allt frá árinu 1971. Myndin sýnir bæði langtíma hitafar og ársveiflu botnhitans. Meðaltal er tekið af hitamælingum í vatnssúlunni 50 til 100 m yfir botni, 100 metrum ef botndýpi er meira en 300 m.

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



12. 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 punkt-mælinga (sjótaka). Gildi frá árunum eftir 1990 eru meðaltal samfelldra mælinga eftir dýpi (síríta). a) Botnhiti á stöðvum sunnan og vestan við landið. Stokksnes4 (botndýpi um 540 m), Selvogsbanka3 (botndýpi um 150 m) og Látrabjarg4 (botndýpi um 180 m). Línan sem sýnir meðaltal á Selvogsbanka er styttri vegna þess að mælingar í ágúst 2006–2008 vantar. 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 12. Time series of near-bottom temperature at selected stations on the Icelandic shelf (see figure 1). Mean of 50 - 100m depth interval above bottom (thin line) and approximately 3 years running mean (thick line). Values from before 1990 are from interpolated water-sampler data. Values from after 1990 are from CTD data. a) Near-bottom temperature at stations south and west of Iceland. Stokksnes 4 (bottom depth about 540 m), Selvogsbanki 3, (bottom depth about 150 m) and Látrabjarg 4 (bottom depth about 180 m). Line showing the average for Selvogsbanki is shorter because measurements in August 2006–2008 are lacking. b) Near-bottom temperature at stations north and east of Iceland. Siglunes (bottom depth about 470 m), LanganesNA1 (bottom depth about 190 m) and Krossanes3 (bottom depth about 210 m).

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

Dýpi mælistöðva á 12. mynd er mismunandi og ársveiflan (grenni línan) því mismikil. Þykka línan sýnir hlaupandi meðaltal og þannig breytingar á hitafari við botn. Stöð 4 á Stokksnessniði (Stokksnes 4) er við landgrunnsbrún nærri hitaskilunum suðaustanlands sem skýrir skammtímabreytingar í botnhita líkt og átti sér stað 2005 er kaldur sjór barst til austur eftir landgrunninu. Stöðvarnar sunnanlands sýna að hiti hefur verið hár meira en rúman síðasta áratug og hlýrri sjór jafnvel meira áberandi vestanlands og héldust hlýindi við botn á þessum slóðum í stórum dráttum áfram 2011. Vorið á Látragrunni þó kaldara en undanfarin ár. Sumarmælingar (í ágúst) á Selvogsbanka og á Stokksnesi hafa verið óreglulegar síðustu ár.

Fyrir norðan og austan land eru hitabreytingar við botn tiltölulega litlar á stöð 3 á Siglunessniði (Siglunes 3) þar sem botndýpi er meira en á hinum stöðvunum sem sýndar eru á 12. mynd b. Merkja má hærri botnhita á landgrunninu norðaustan og austanlands á stöð 1 á Langanesi NA og stöð 3 á Krossanesi á síðustu árum og sérstaklega 2010. En botnhiti á þessum stöðum lækkaði nokkuð árið 2011. Þess ber að geta að ekki hafa farið reglulega fram sumarmælingar á Krossanessniði 2006 til 2008. Fyrir norðan land hefur síðasti áratugur einkennst af því að vetrarhiti við botn hefur að jafnaði verið ívið hærri en áratugina þar á undan.

Dýrasvif / Zooplankton

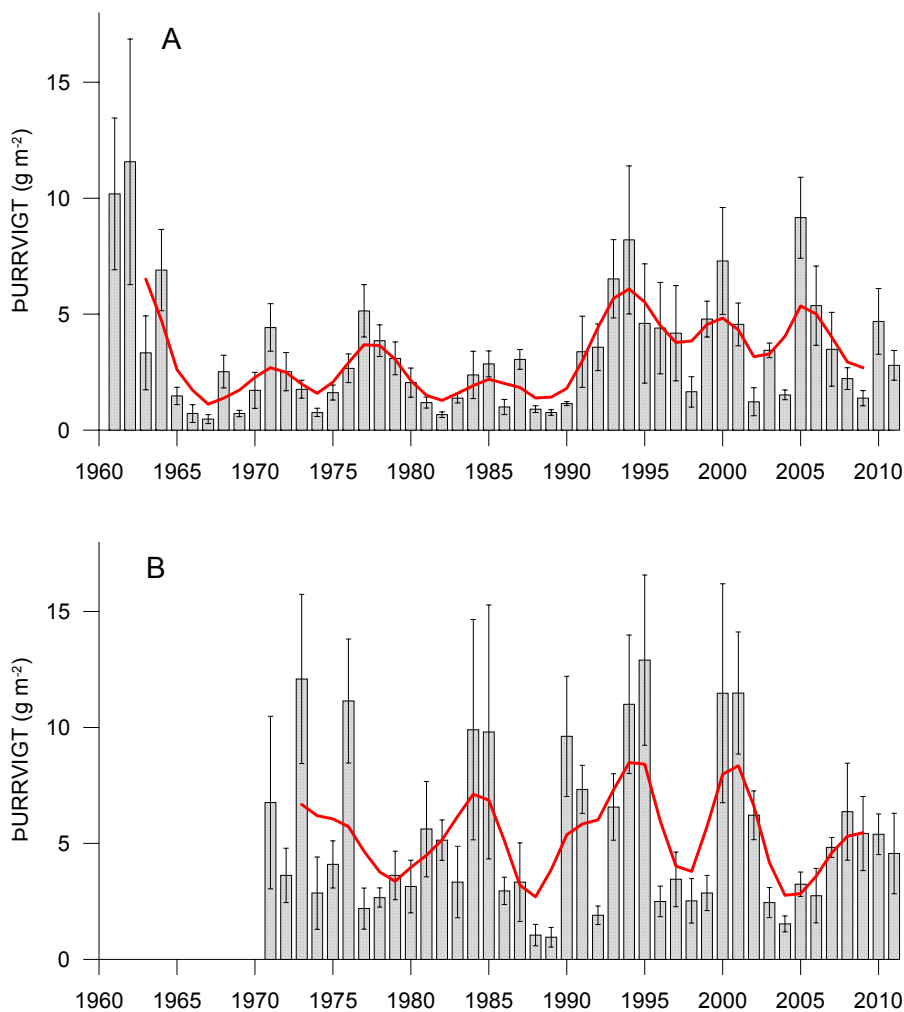
Til að fylgjast með breytingum ár frá ári hafa verið gerðar árlegar athuganir á átumagni við landið í meira en 50 ár. Í upphafi voru þær eingöngu stundaðar út af Norðurlandi í sambandi við síldarleit og á þeim slóðum ná því gögnin lengst aftur í tímann (1960), en frá árinu 1971 hefur rannsóknunum verið sinnt allt í kringum land í vorleiðöngrum. Til að gögnin verði samanburðarhæf hefur þeim verið safnað á nokkurn veginn sama árstíma ár hvert (maí-júní) og með svipuðum aðferðum. Breytileikinn í átumergð frá ári til árs að vori gefur vísbendingu um mismunandi heildarframleiðslu átu yfir sumarið, en bæði vorvöxtur og heildarframleiðsla dýrasvifsins eru talin ráðast af atriðum eins og umhverfisskilyrðum og fæðuframboði.

Langtímabreytingar á átumagni á Selvogsbanka- og Siglunessniðum eru sýndar á 13. mynd. Gildin sem sýnd eru á myndinni eru meðaltalsgildi fyrir allar stöðvar á viðkomandi sniðum. Einnig eru sýnd 5 ára keðjumeðaltöl. Fram kemur að miklar sveiflur hafa verið í átumagni á báðum sniðum þar sem skiptast á há og lág gildi, og er munurinn á þeim hæstu og lægstu allt að 20-faldur fyrir norðan land en 10-faldur fyrir sunnan

Á Siglunessniði var mjög mikið af átu þegar rannsóknirnar hófust í upphafi sjöunda áratugarins, en síðan hafa skipst á há og lág gildi, og hafa liðið um 6-10 ár á milli hæstu gilda (sbr. keðjumeðaltölin á 13. mynd A). Vorið 2011 var átumagn á Siglunessniði undir langtímameðaltali.

Á Selvogsbanka var tiltölulega mikið af átu í byrjun áttunda áratugarins, en eins og fyrir norðan hafa síðan skipst á tímabil með háum og lágum gildum (sbr. keðjumeðaltölin á 13. mynd B). Sé tekið mið af keðjumeðaltölunum hafa liðið um 7-11 ár á milli háu gildanna. Áta var síðast í hámarki á Selvogsbanka vorið 2008, en síðan hefur átumagn farið lækkandi á sniðinu og var nálægt meðallagi vorið 2011.

Ef undanskilin eru tiltölulega há átugildi á Siglunessniði upp úr miðjum áttunda áratug síðustu aldar og um miðjan fyrsta áratug þessarar aldar, má segja að árlegar sveiflur í lífmassa átu fyrir sunnan og norðan séu nokkurn veginn í takt (sbr. keðjumeðaltölin á 13. mynd). Rannsóknir Hafrannsóknastofnunarinnar hafa sýnt að þessar sveiflur eru í samræmi við



13. mynd. Breytingar í átumagni (g þurrvig t m $^{-2}$, 0-50 m) að vorlagi á A) Siglunessniði árin 1961-2011 og B) Selvogsbankasniði árin 1971-2011. Súlurnar sýna meðaltöl allra stöðva á sniðinu. Staðalskekkja er sýnd með lóðréttum strikum. Einnig er sýndur reiknaður ferill (5 ára keðjumeðaltöl, rauða línan) sem jafnar óreglur einstakra ára. Lega rannsóknasniðanna er sýnd á 1. mynd.

Figure 13. Variations in zooplankton biomass (g dry weight m $^{-2}$, 0-50 m) in spring at A) Siglunes section 1961-2011, and B) Selvogsbanki section 1971-2011. The columns show means for all stations at the respective sections and the vertical bars denote standard error. The curved red lines show 5 year running mean. For location of the sections see Figure 1.

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

SAMSPIL ÞORSKS, ÝSU OG RÆKJU Í ARNARFIRÐI/ INTERRELATIONSHIP BETWEEN COD, HADDOCK AND SHRIMP IN ARNARFJÖRÐUR NW ICELAND

Björn Björnsson, Páll Reynisson, Jón Sólmundsson, Héðinn Valdimarsson og Unnur Skúladóttir
Hafrannsóknastofnunin

Ágrip

Til að kanna árstímabundnar breytingar á magni og útbreiðslu þorsks (*Gadus morhua*), ýsu (*Melanogrammus aeglefinus*) og rækju (*Pandalus borealis*) í Arnarfirði voru á árunum 2005 og 2006 gerðar bergmálmælingar 3-4 sinnum á ári og mælingar með rækjuvörpu í 22 stöðluðum togum 3 sinnum á ári. Þorskur og ýsa gengu inn Arnarfjörð seinni part sumars og rækjan hörfaði undan og þjappaðist saman innst í firðinum. Í togum með miklu magni þorskfiska var lítið af rækju en í togum með mikilli rækju var lítið af þorskfiskum. Vetrarkæling kann að hafa hrakið fiskinn utar í fjörðinn og að hluta til út úr honum og þannig gefið rækjunni færi á að dreifa sér. Til að kanna áhrif árlegra breytinga á botnhita og magni þorsks og ýsu á rækjustofninn í Arnarfirði var unnið úr gögnum sem safnað var í árlegri haustkönnun með rækjuvörpu á tímabilinu 1988-2011. Niðurstöðurnar benda til að hækkandi botnhiti hafi ekki haft bein áhrif á stærð rækjustofnsins en hafi hins vegar leitt til aukins fjölda þorsks og ýsu í firðinum. Ýsa virtist ekki hafa áhrif á magn rækju en þorskur hafði hins vegar marktæk áhrif á stærð rækjustofnsins sem komu fram árið eftir að mikið af þorski mældist í firðinum. Aukin útbreiðsla bæði þorsks og ýsu virtist minnka útbreiðslusvæði rækju í firðinum.

Inngangur

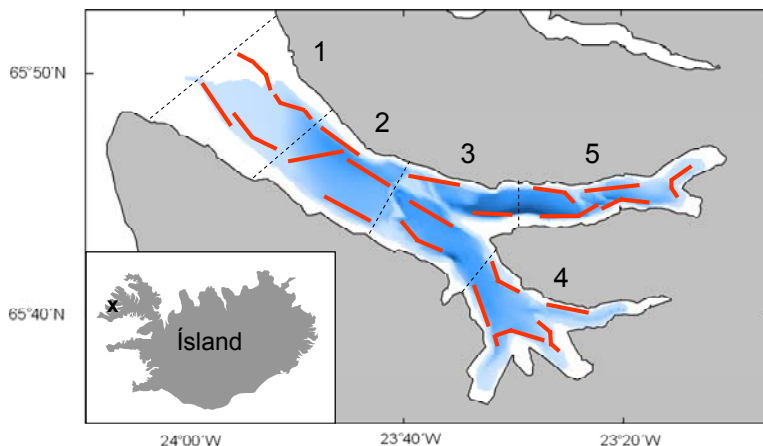
Á árabílinu 1997 til 2004 varð hrun í flestum innfjarðarækjustofnum við Ísland. Veidar við Eldey stöðvuðust árið 1998, í Skjálfanda og Húnaflóa árið 2000, í Öxarfirði árið 2003 og í Ísafjarðardjúpi árið 2004 en þá var aðeins eftir rækja í veiðanlegum mæli í Arnarfirði. Svo virtist sem aukin gegnd þorskfiska á rækju-svæðin væri aðalástæðan fyrir hruninu (Unnur Skúladóttir o.fl. 2001). Í Arnarfirði voru einnig blikur á lofti því að útbreiðslusvæði rækjunnar hafði dregist saman og mikið magn af smáþorski fannst í firðinum utan við rækju-flekkinn haustið 2004. Að ósk rækjusjómannanna á Bíldudal var ákveðið að Hafrannsóknastofnunin

Abstract

*To study seasonal changes in abundance of cod (*Gadus morhua*), haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) and shrimp (*Pandalus borealis*) acoustic surveys were carried out 3-4 times per year and trawl surveys using standard shrimp trawl 3 times per year in the years 2005 and 2006. Cod and haddock migrated into the inner part of Arnarfjörður in late summer causing the shrimp to retreat into the innermost part of the fjord forming a dense patch. In tows with large catches of cod and haddock there were no or small catches of shrimp and vice versa. Winter cooling in the inner part of the fjord may have caused the fish to migrate towards the mouth of the fjord and thus given the shrimp stock opportunity to spread out. To study the impact of annual changes in bottom temperature and abundance of cod and haddock on the shrimp stock in Arnarfjörður, data from the annual autumn shrimp survey was analysed for the period 1988-2011. The results indicate that increased bottom temperature did not influence the size of the shrimp stock but instead resulted in increased number of cod and haddock in the fjord. Haddock did not seem to influence the abundance of shrimp, whereas the abundance of cod appeared to have a significant negative effect on the size of the shrimp stock one year after large numbers of cod were found in the fjord. Increased distribution of both cod and haddock appeared to reduce the distributional area of shrimp in Arnarfjörður.*

kannaði hvort nokkur leið væri fær til að stöðva þessa þróun í Arnarfirði.

Eftir nokkra fundi og bollalaggingar var ákveðið að gera tilraun með að koma upp fjórum fóðrunarstöðvum á svæði nærri miðjum firði þar sem reglubundið yrði fóðrað til að reyna að stöðva göngur þorsksins inn fjörðinn og þannig draga úr afráni á rækju. Á tímabilinu apríl 2005 til nóvember 2006 var fóðrað með alls um 262 tonnum af fóðri, mest loðnu og síld (Björn Björnsson 2011). Á sama tíma var útbreiðsla fiska og rækju í firðinum vöktuð og kannað hvað fiskarnir voru að éta (Björn



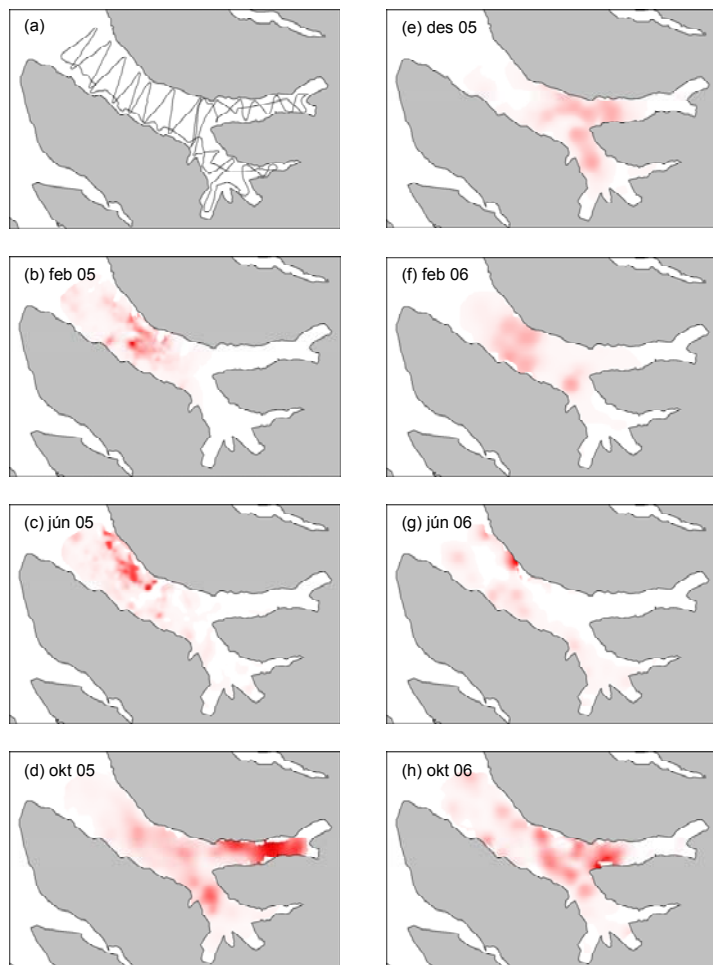
1. mynd. Kort af Arnarfirði sem sýnir vaxandi dýpi, 20-110 m, með dökknandi bláum lit. Svæðaskiptingin er sýnd með brotnum línunum og stöðluð rækjutog með rauðum línunum.

Fig. 1. A map of Arnarfjörður showing increasing depth, 20-110 m, with darkening blue colour. The five areas are indicated with broken lines and the standard shrimp tows with red colour.

Björnsson o.fl. 2011).

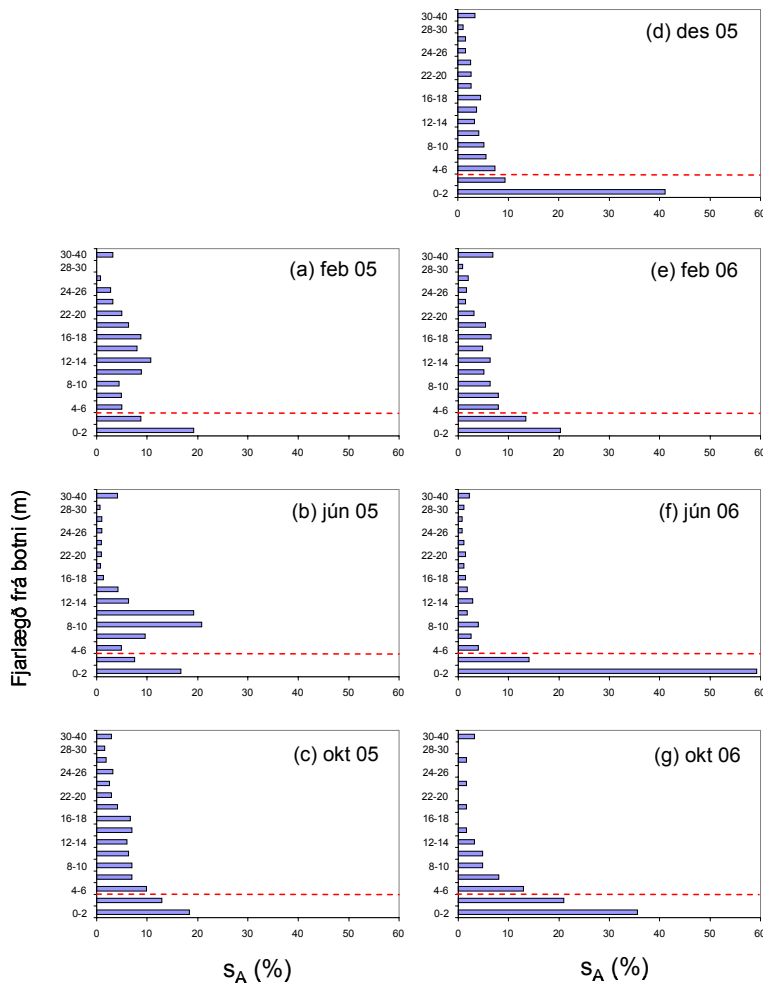
Með merkingum í og utan við þorskhjarðir sem mynduðust vegna fódunarinnar var hægt að áætla hve mikið af þorski hafi verið annars vegar í hjörðunum og hins vegar utan við hjarðirnar. Niðurstaðan var sú að þegar mest

var af fiski í hjörðunum hafi verið þar um 100 tonn en alls í firðinum um 2000 tonn (Björnsson 2011). Þorskurinn sem safnaðist í hjarðirnar var að mestu leyti tiltölulega stór fiskur, meira en 1 kg. Þannig er ljóst að fódurinn hafði mjög takmörkuð áhrif á smá-



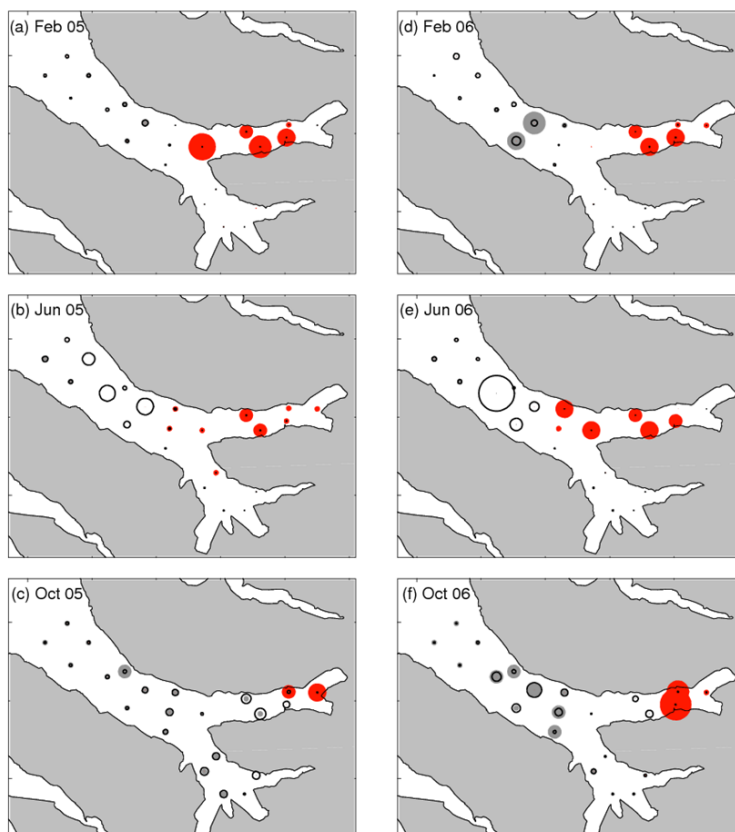
2. mynd. Bergmálsmælingar á bolfiski í Arnarfirði 2005-2006, (a) leiðarlínur og péttleiki lóðninga í (b) febrúar 2005, (c) júní 2005, (d) október 2005, (e) desember 2005, (f) febrúar 2006, (g) júní 2006 og (h) október 2006. Péttleiki vex með styrk rauða litsins.

Fig. 2. Acoustic surveys in Arnarfjörður 2005-2006, (a) survey track and gadoid density plots for (b) February 2005, (c) June 2005, (d) October 2005, (e) December 2005, (f) February 2006, (g) June 2006 and (h) October 2006.



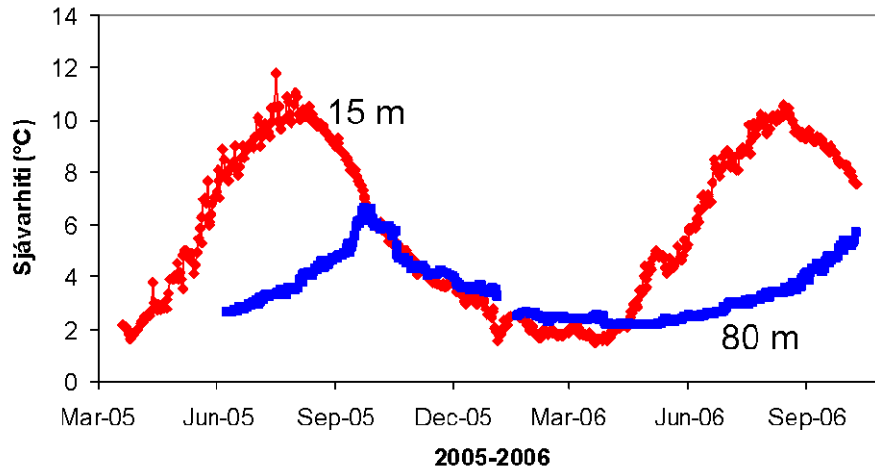
3. mynd. Bolfisklóðningar í Arnarfirði 2005-2006 (aðallega þorskur og ýsa). Dreifing lóðninga (S_A) með lóðréttri fjarlægð frá botni í (a) febrúar 2005, (b) júní 2005, (c) október 2005, (d) desember 2005, (e) febrúar 2006, (f) júní 2006 og (g) október 2006. Brotna rauða línan sýnir hæð á vörpunni.

Fig. 3. Acoustic measurements in Arnarfjörður 2005-2006. Distribution of average nautical area scattering coefficient (S_A) mainly representing cod and haddock in (a) February 2005, (b) June 2005, (c) October 2005, (d) December 2005, (e) February 2006, (f) June 2006 and (g) October 2006.



4. mynd. Afli á sóknareiningu (kg/klst) sýndur sem hringur fyrir rækju (●), þorsk (○) og ýsu (●) á hinum 22 stöðluðu togum með rækjuvörpu í Arnarfirði í (a) febrúar 2005, (b) júní 2005, (c) október 2005, (d) febrúar 2006, (e) júní 2006 og (f) október 2006. Flatarmál hringi í hlutfalli við afla á sóknareiningu, stærsti hringurinn 5000 kg/klst.

Fig. 4. Catch per unit effort (CPUE, kg/h) of shrimp (●), cod (○) and haddock (●) at 22 trawl survey stations in Arnarfjörður in (a) February 2005, (b) June 2005, (c) October 2005, (d) February 2006, (e) June 2006 and (f) October 2006. The area of circles is directly proportional to CPUE, the largest circle 5000 kg/h.



5. mynd. Daglegur sjávarhiti í Arnarfirði á árunum 2005-2006 á stöð sem staðsett var í norðaustur hluta svæðis 2 (sjá 1. mynd) annars vegar á 15 m og hins vegar 80 m dýpi.

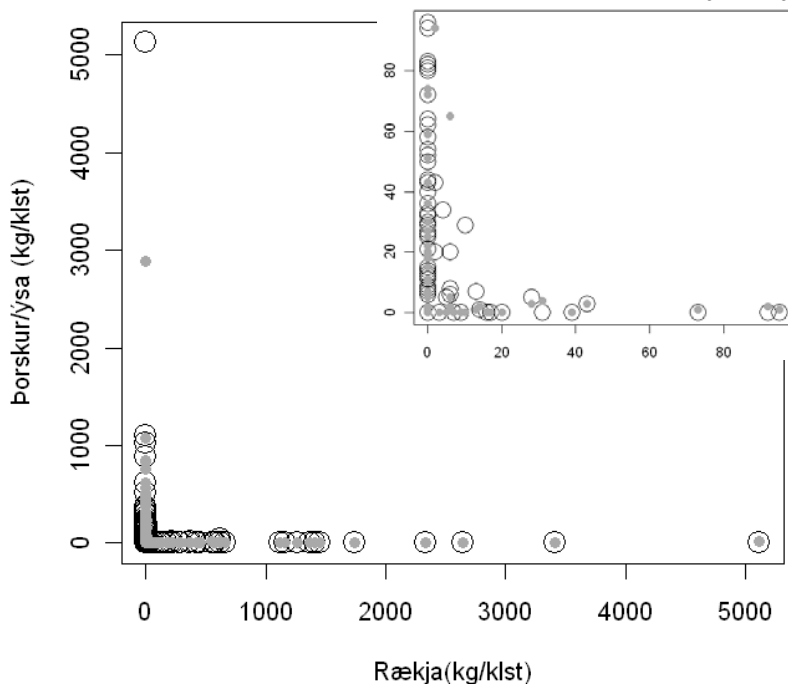
Fig. 5. Daily seawater temperature in Arnarfjörður 2005-2006 at a station in the north east corner of area 2 (see Fig. 1) at 15 m and 80 m depth.

fiskinn sem þó var skæðasti afræninginn á rækju.

Markmiðið með þessari grein er að segja frá samspili þorsks, ýsu og rækju í Arnarfirði í tengslum við umhverfi og er vöktunin sem fór fram í firðinum á tímabilinu 2005-06 lögð til grundvallar. Til að kanna þetta samspil frekar voru einnig bornar saman árlegar breytingar á magni þorsks, ýsu og rækju svo og botnhita í firðinum á tímabilinu 1988-2011 (Björn Björnsson o.fl., óbirt handrit).

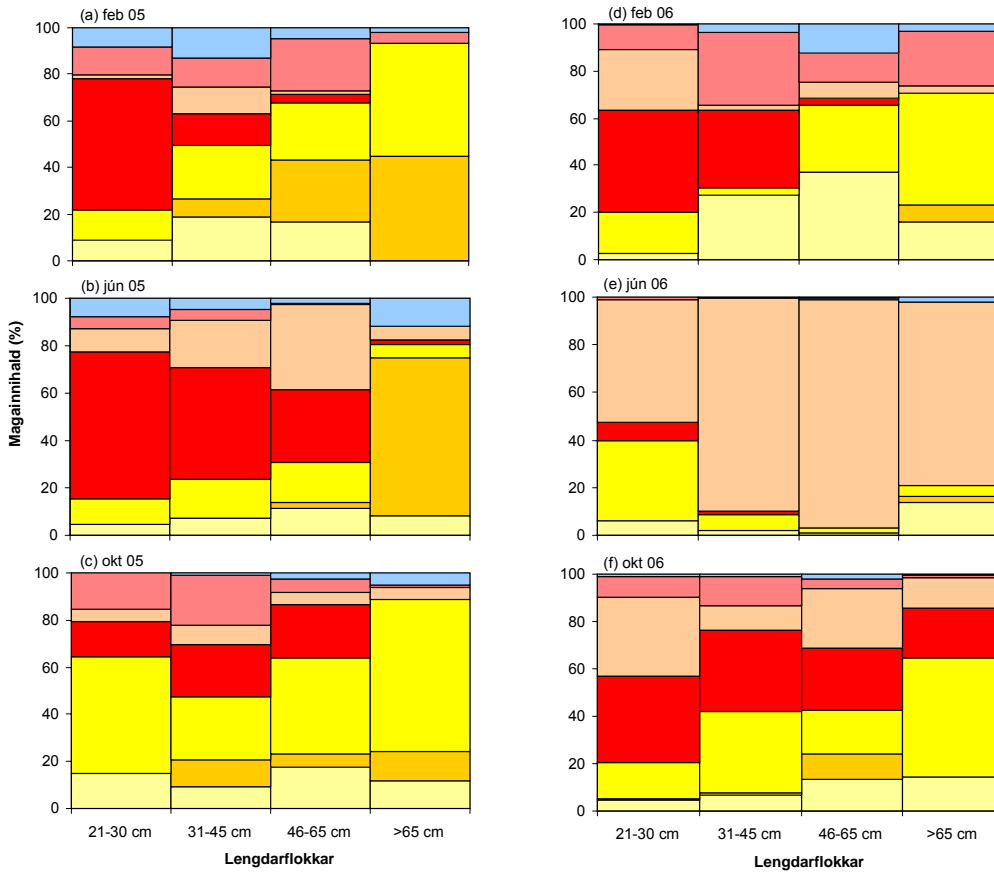
Aðferðir

Við könnun á árstíðabundnum breytingum á útbreiðslu og fæðuvali fiska og rækju árin 2005-2006 voru notaðar bergmálmælingar 3-4 sinnum á ári, 22 stöðluð tog með rækjuvörpu tekin 3 sinnum á ári (1. mynd) og magasýni skoðuð til að kanna fæðuval (Björn Björnsson o.fl. 2011). Við bergmálmælingarnar var siglt um allan fjörðinn á 30 tonna stálbát (2. mynd a) og tók hver mæling 2 daga. Við athugun á árlegum breytingum á magni þorskfiska og rækju voru notuð 22 stöðluð tog með rækjuvörpu sem tekin voru á hverju hausti á tímabilinu 1988-2011 (Björn Björnsson o.fl., óbirt handrit).



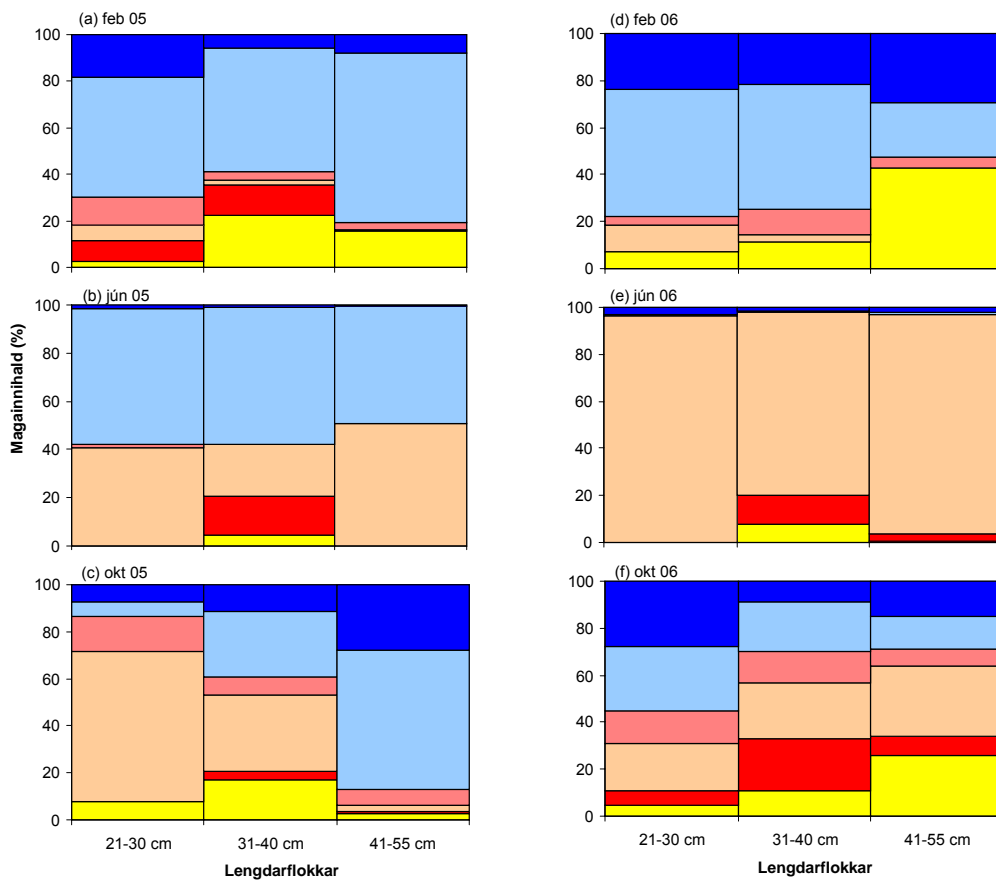
6. mynd. "Af eða á" samband milli afla á sóknareiningu annars vegar hjá þorski og rækju (○) og hins vegar ýsu og rækju (●) í einstökum togum í Arnarfirði 2005-2006. Innfella myndin sýnir afla undir 100 kg á togtíma í meiri upplausn.

Fig. 6. On-off relationship between catch per unit effort (CPUE) of cod and shrimp (○) and haddock and shrimp (●) in individual hauls in trawl surveys in Arnarfjörður 2005-2006. A more refined scale for the smallest catches is shown in the inset figure.



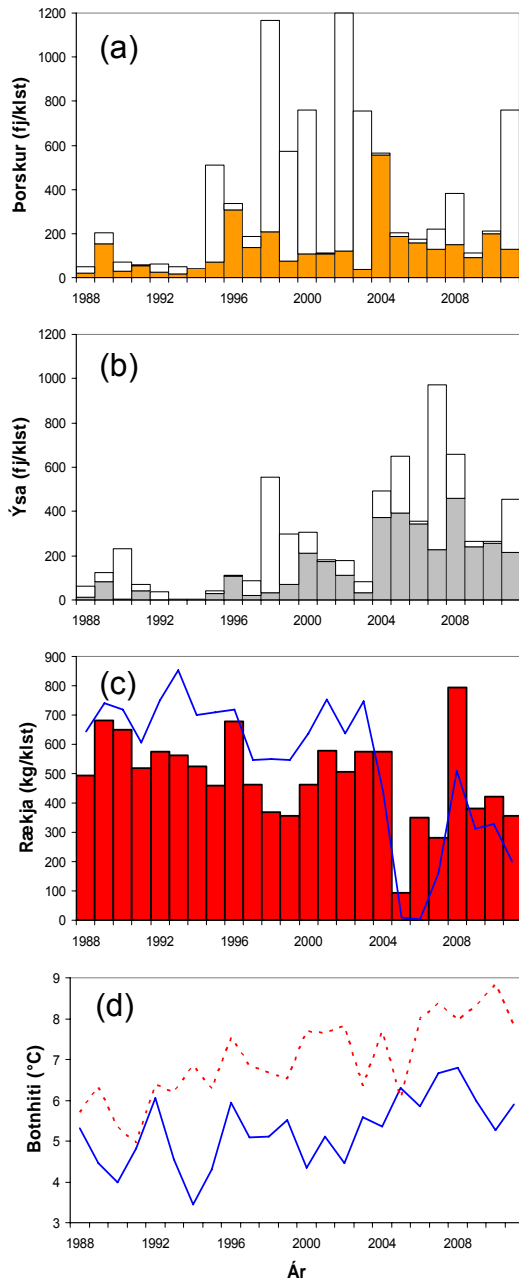
7. mynd. Fæða þorsks (% af þyngd) fjögurra lengdarhópa í botnvörpukönnun in Arnarfirði í (a) febrúar 2005, (b) júní 2005, (c) október 2005, (d) febrúar 2006, (e) júní 2006 og (f) október 2006: mjónar (■), þorskfiskar (■), ljósáta (■), önnur krabbadýr (■) og önnur bráð (■).

Fig. 7. Diet of cod (% of weight) of four length-classes in trawl surveys in Arnarfjörður in (a) February 2005, (b) June 2005, (c) October 2005, (d) February 2006, (e) June 2006 and (f) October 2006: lumpenids (■), gadoids (■), other fish species (■), shrimp (■), euphausiids (■), other crustaceans (■) and other prey (■).



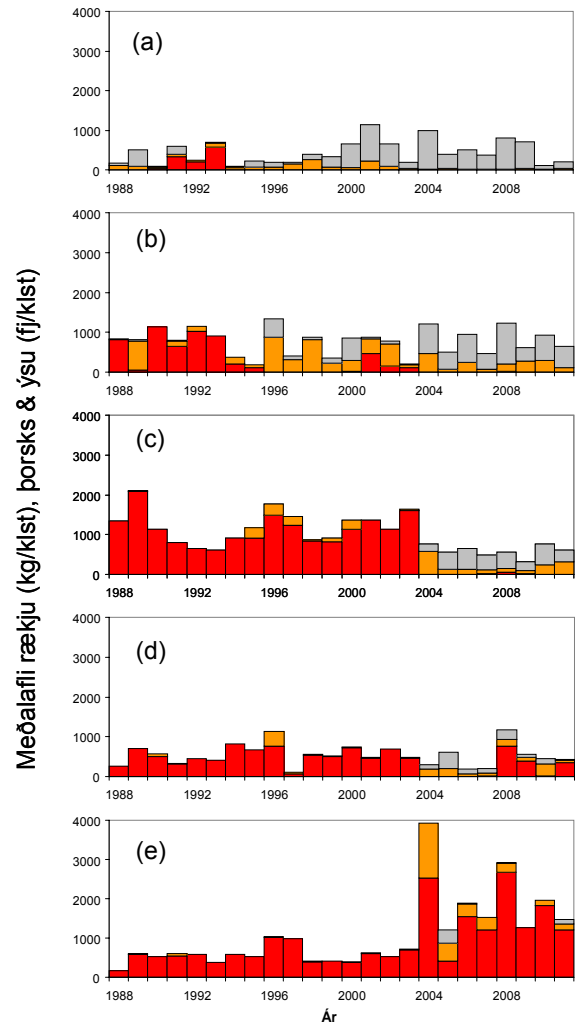
8. mynd. Fæða ýsu (% af þyngd) þriggja lengdarhópa í botnvörpukönnun in Arnarfirði í (a) febrúar 2005, (b) júní 2005, (c) október 2005, (d) febrúar 2006, (e) júní 2006 og (f) október 2006: fiskar (■), rækja (■), ljósáta (■), önnur krabbadýr (■), burstaomar (■) og önnur bráð (■).

Fig. 8. Diet of haddock (% of weight) of three length-classes in trawl surveys in Arnarfjörður in (a) February 2005, (b) June 2005, (c) October 2005, (d) February 2006, (e) June 2006 and (f) October 2006: fish (■), shrimp (■), euphausiids (■), other crustaceans (■), polychaetes (■) and other prey (■).



9. mynd. Meðalafli á sóknareiningu á þorski, ýsu og rækju í haustkönnun með rækjuvörpu í Arnarfirði 1988-2011; einnig er sýndur heildarrækjuafli í firðinum og botnhiti. (a) þorskur 5-15 cm □, >15 cm ■; (b) ýsa 5-19 cm □, >19 cm ■; (c) rækja ■, heildar-afli (tonn á ári) —; (d) meðal botnhiti í haustkönnun á svæði 1 --- og svæði 2-5 —. Árið 2002 var þorsk-seiðafjöldinn 1919 fiskar á klst.

Fig. 9. Mean catch per unit effort of gadoids (fish/h) and shrimp (kg/h) in autumn trawl-surveys in Arnarfjörður 1988-2011; also total shrimp catches in the fjord and bottom temperature. (a) cod 5-15 cm □, >15 cm ■; (b) haddock 5-19 cm □, >19 cm ■; (c) shrimp ■, total shrimp catches (t/y) —; (d) mean bottom temperature in trawl surveys in area 1 --- and 2-5 —. In the year 2002 the mean CPUE was 1919 juvenile cod/h.

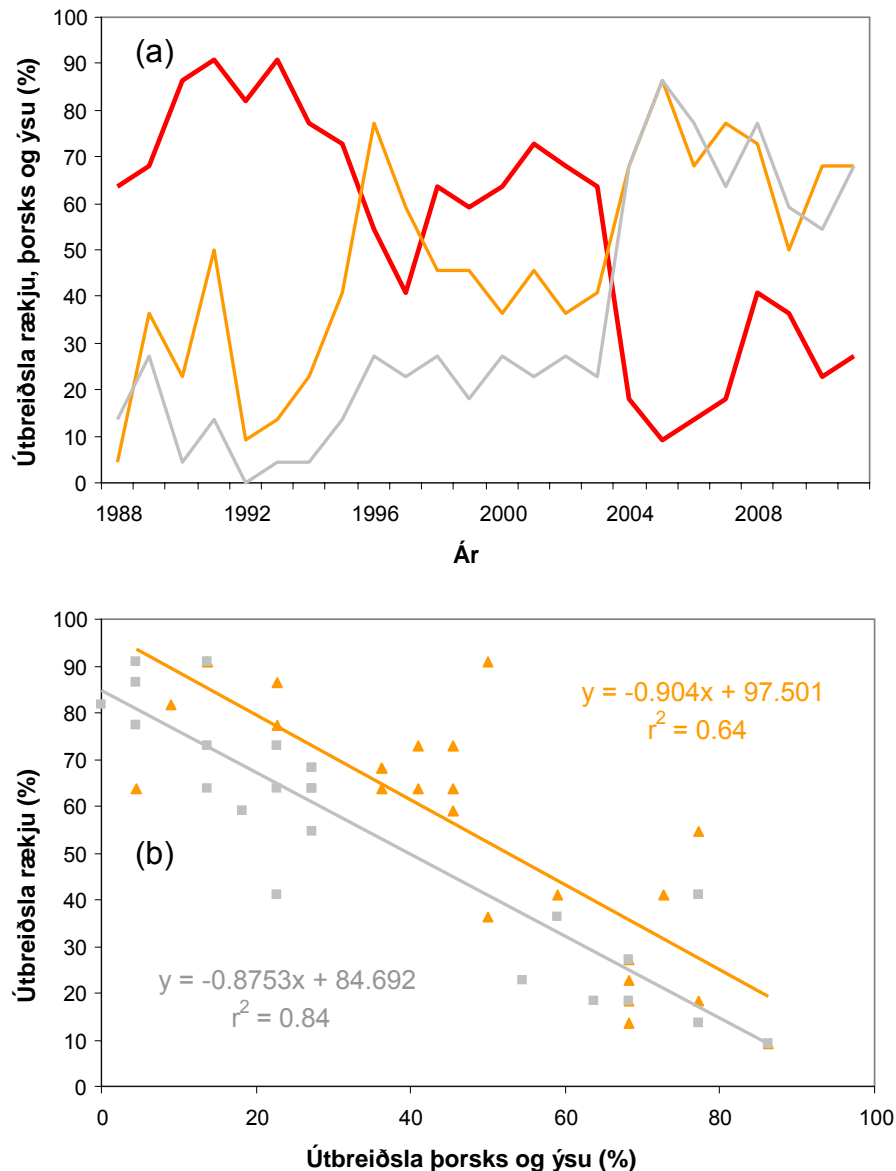


10. mynd. Meðalafli á sóknareiningu hjá rækju (kg/klst) ■, þorski ■ og ýsu (fj. eins árs og eldri fiska á klst) ■ í haustkönnun með rækjuvörpu í Arnarfirði 1988-2011. (a) svæði 1, (b) svæði 2, (c) svæði 3, (d) svæði 4 og (e) svæði 5 (sjá 1. mynd).

Fig. 10. Mean catch per unit effort of shrimp (kg/h) ■, cod ■ and haddock (post-juvenile fish/h) ■ in autumn trawl-surveys in Arnarfjörður 1988-2011. (a) area 1, (b) area 2, (c) area 3, (d) area 4 and (e) area 5 (see Fig. 1).

Niðurstöður

Árstímabreytingar árin 2005-2006. Bolfisk-lóðningar voru að mestu utan við miðjan fjörð í febrúar og júní en mesti þéttleikinn í október innan við miðjan fjörð (2. mynd b-d). Í desember 2005 var fiskur byrjaður að þoka sér út fjörðinn og hélt sig utarlega þar til um haustið 2006 (2. mynd e-h). Töluverðar lóðningar voru ofan við rækjuvörpuna, hlutfallslega mismikið eftir tímabilum, minnst í júní 2006 (3. mynd f). Í rækjutogum var afli þorsks og ýsu á sókna-



11. mynd. Stærð útbreiðslusvæðis rækju, þorsks og ýsu í haustkönnun með rækjuvörpu í Arnarfirði 1988-2011 (reiknað sem hundraðshluti toga sem eru með meiri afla á sóknareiningu en sem nemur 20% af meðalafli á sóknareiningu). (a) Breytingar á hlutfallslegri stærð útbreiðslusvæðis rækju —, þorsks — og ýsu — með tíma, (b) samband milli stærðar útbreiðslusvæðis rækju og þorsks ▲ — og milli rækju og ýsu ■ —, hver punktur táknar eitt ár.

Fig. 11. Relative size of the distributional areas of shrimp and gadoids in autumn trawl-surveys in Arnarfjörður 1988-2011 (calculated as percentage of tows with higher catch per unit effort than 20% of mean CPUE). (a) Changes in relative size of the distributional area of shrimp —, cod — and haddock — with time, (b) regressions of relative size of the distributional areas between shrimp and cod ▲ — and between shrimp and haddock ■ —, each dot representing one year.

reiningu í stórum dráttum í samræmi við útbreiðslu á bolfisklóðningum í firðinum (4. mynd). Bæði árin 2005 og 2006 var göngumynstrið svipað. Þorskur og ýsa héldu sig utarlega í firði í febrúar og júní en voru komin innar í fjörðinn í október. Í febrúar 2005 var útbreiðslusvæði rækjunnar að mestu bundið við Borgarfjörð (svæði 5), í júní hafði það þanist út fyrir Borgarfjörð en í október hafði það

skroppið saman að nýju innst í Borgarfirði (4. mynd c). Sjávarhitinn á 15 m dýpi náði hámarki í ágúst, 10-12°C, en á 80 m dýpi, þar sem rækju og fisk er helst að finna, náði hitinn ekki hámarki fyrr en í október, 7°C (5. mynd). Þegar mikið fékkst af rækju í vörpunu var yfirleitt lítið af fiski og þegar mikið var af fiski var lítið af rækju (6. mynd). Rækja var mun algengari fæða hjá þorski (7. mynd) en ýsu (8. mynd).

1. tafla. Samband milli (a) afla á sóknareiningu hjá rækju, þorski og ýsu auk meðalbotnhita í haustkönnun með rækjuvörpu í Arnarfirði 1988-2011 fyrir mismunandi tilhlíðrun í tíma og (b) prósent toga sem eru með >20% af meðalafli á sóknareiningu hjá rækju, þorski og ýsu auk botnhita.

Table 1. Bivariate correlations between (a) catch per unit effort (CPUE) of shrimp, cod and haddock as well as bottom temperature in trawl surveys in Arnarfjörður 1988-2011 for different time lags; (b) percentage of tows with >20% of mean CPUE for shrimp, cod and haddock as well as bottom temperature.

	n	r	Marktækt
<i>(a) Magn tegundar</i>			
Rækja og þorskur	24	-0,164	ekki
Rækja og ýsa	24	-0,291	ekki
Rækja og botnhiti	24	-0,251	ekki
Rækja og þorskur 1 ári fyrr	23	-0,553	**
Rækja og ýsa 1 ári fyrr	23	-0,324	ekki
Rækja og botnhiti 1 ári fyrr	23	-0,214	ekki
Rækja og þorskur 2 árum fyrr	22	-0,233	ekki
Rækja og ýsa 2 árum fyrr	22	-0,210	ekki
Rækja og botnhiti 2 árum fyrr	22	-0,366	ekki
Þorskur og botnhiti	24	0,438	*
Ýsa og botnhiti	24	0,586	**
Þorskur og ýsa	24	0,794	***
<i>(b) Útbreiðsla tegundar</i>			
Rækja og þorskur	24	-0,803	***
Rækja og ýsa	24	-0,916	***
Rækja og botnhiti	24	-0,653	***
Þorskur og botnhiti	24	0,605	***
Ýsa og botnhiti	24	0,674	***
Þorskur og ýsa	24	0,821	***

Með aukinni stærð þorsks minnkaði hlutfall rækju í fæðunni en hlutfall fiskbráðar jókst í staðinn (7. mynd). Burstaormar og ljósáta voru algengasta fæða ýsunnar (8. mynd). Í júní 2006, þegar magainnihaldið var mest, reyndist ljósáta lang algengasta fæða bæði þorsks og ýsu.

Tímasería 1988-2011. Afli á sóknareiningu hjá þorski (9. mynd a) og ýsu (9. mynd b) var mjög breytilegur milli ára en fór þó heldur vaxandi þegar leið á tímabilið. Afli á sóknareiningu hjá rækju var heldur stöðugri en tók þó mikla dýfu árið 2005 en náði sér upp árið 2008 (9. mynd c). Botnhitinn var hærri á ysta svæðinu í firðinum en á hinum fjórum innri og jafnframt dýpri

svæðum (9. mynd d). Botnhitinn í firðinum hefur hækkað um u.þ.b. 2°C á þessum 24 árum. Á ysta svæðinu var rækja aðeins í þrjú ár og á næst ysta svæðinu í sjö ár í upphafi tímabilsins (10. mynd a, b). Á svæði 3 var mikið af rækju allt til ársins 2003 en eftir það hefur ekki verið rækja þar á haustin (10. mynd c). Á svæði 4 (á Suðurfjörðunum) var rækjan einnig horfin 2004 og sást þar ekki næstu fjögur árin (10. mynd d). Árið 2004 varð hins vegar mikil aukning á rækju á svæði 5, Borgarfirðinum (10. mynd e) sem sýnir mikla tilfærslu á rækju milli svæða. Í upphafi athugunartímabilsins náði útbreiðslu-svæði rækjunnar um mestallan Arnarfjörð en minnkaði þegar á leið og var orðið mjög lítið í

lok tímabilsins á meðan útbreiðslusvæði þorsks og ýsu fór vaxandi (11. mynd a). Þannig má skýra stóran hluta af breytileikanum á stærð útbreiðslusvæðis rækjunnar með breytileika á stærð útbreiðslusvæðis þorsks og ýsu (11. mynd b). Miðað við meðalafla á sóknareiningu reyndist ekki marktækt samband milli rækju og þorsks eða ýsu á sama ári eða milli rækju og ýsu einu ári fyrir (1. tafla). Hins vegar var neikvætt samband milli rækju og þorsks einu ári fyrir. Ekki var marktækt samband milli rækju og botnhita, en hins vegar jákvætt samband milli þorsks og botnhita, ýsu og botnhita og þorsks og ýsu (1. tafla).

Umræða

Niðurstöður árstímaathugunar á árunum 2005-2006 benda til að þorskur og ýsa hafi gengið inn eftir Arnarfirði seinni part sumars bæði árin og að rækjan hafi hörfað undan þessum tegundum inn í fjarðarbotn (svæði 5). Rækjan var mun mikilvægari fæða hjá þorski en ýsu, en hlutdeild rækjunnar minnkaði þó með aukinni stærð þorsksins og var yfirleitt mjög lítil hjá þorski stærri en 65 cm. Í togum með miklum rækjuafli var lítið af þorski og ýsu og í togum með miklu af þorski og ýsu var lítið af rækju. Má skýra þetta með því að rækjan forðist svæði með miklum fiski. Einnig er hugsanlegt að fiskarnir sækist ekki sérstaklega eftir að vera þar sem rækjan er þéttust vegna þess að torfumyndun er ein aðferð til að verjast afráni. Vetrarkæling í Arnarfirði kann að hafa hrakið þorsk og ýsu utar í fjörðinn og að hluta til út úr firði. Þegar fiskurinn færði sig utar í fjörðinn virðist rækjan hafa notað tækifærið og dreift sér á mun stærra svæði í firðinum.

Niðurstöður haustkannana með rækjuvörpu á tímabilinu 1988-2011 benda ekki til að hækkandi botnhiti á tímabilinu hafi haft áhrif á magn rækju í Arnarfirði. Hins vegar benda niðurstöðurnar til að hækkandi hiti hafi stuðlað að auknu fiskmagni í Arnarfirði. Ýsa virtist ekki hafa marktæk áhrif á magn rækju en hins vegar hafði aukið magn þorsks marktæk neikvæð áhrif á rækjumagnið ári síðar. Aukin útbreiðsla hjá bæði þorski og ýsu virðast hafa minnkað útbreiðslusvæði rækjunnar. Þannig virðist aukin fiskgengd hafa haft mikil áhrif á rækjustofninn í Arnarfirði, bæði stærð hans og ekki síður útbreiðslu.

Þakkir

Höfundar þakka Konráð Þórisssyni fyrir yfirllestur og góðar ábendingar.

Heimildir

- Björn Björnsson 2011. Ranching of wild cod in 'herds' formed with anthropogenic feeding. *Aquaculture* 312: 43-51.
- Björn Björnsson, Jón Sólmundsson & Unnur Skúladóttir (óbirt handrit). How annual changes in abundance of two species of gadoids affect inshore northern shrimp (*Pandalus borealis*). Handrit í ritryningu hjá *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*
- Björn Björnsson, Páll Reynisson, Jón Sólmundsson & Héðinn Valdimarsson 2011. Seasonal changes in migratory and predatory activity of two species of gadoid preying on inshore northern shrimp *Pandalus borealis*. *Journal of Fish Biology* 78: 1110-1131.
- Unnur Skúladóttir, Guðmundur Skúli Bragason, Stefán H. Brynjólfsson & Hreiðar Þór Valtýsson 2001. Hrun rækjustofna á grunnslóð. *Ægir* 94, 34-39.

FRIDUN KÓRALSVÆÐA VIÐ ÍSLAND OG Í NORÐUR ATLANTSHAFI / COLD WATER CORAL CONSERVATION IN ICELAND AND THE NORTH ATLANTIC

Steinunn Hilma Ólafsdóttir og Julian Mariano Burgos

Hafrannsóknastofnuninni

Ágrip

Undanfarna áratugi hefur mikil áhersla verið lögð á kortlagningu á útbreiðslu og ástandi kaldsjávarkóralsvæða í Norður Atlantshafi. Botnveiðar eru taldar vera helsta orsök eyðingar kórals og miðast verndun kóralsvæða við að banna slíkar veiðar á þeim svæðum. Norðmenn voru fyrstir til að koma á svæðafriðunum til verndar kóral í Norður Atlantshafi. Í kjölfarið hafa fleiri þjóðir friðað svæði eða vinna að slíkum friðunum. Friðun kóralsvæða er talin mikilvæg hér við land, enda ljóst að mikið af þeim svæðum sem kunnugt er um á íslenska landgrunninu eru töluvert röskuð eða horfin. Kortlagning og rannsóknir hafa farið fram undanfarin ár á þessum svæðum sem hafa leitt til tillagna um friðun nokkurra þeirra. Sjávarútvegs- og landbúnaðar ráðuneytið kom á reglugerð 2005 sem bannar allar veiðar nema veiðar á uppsjávarfiski með flotvörpu og hringnót á afmörkuðum svæðum til verndunar kórals. Í lok árs 2011 var komið á sambærilegri reglugerð fyrir fleiri svæði. Þessi svæði liggja í og við landgrunnskantinn suður og suðaustur af landinu, frá Reynisdjúpi austur í Rósagarðinn. Samtals nær friðun kóralsvæða 480 km² hér við land.

Inngangur

Ísland er aðili að ýmsum alþjóðasamningum og samþykktum sem miða að bættri umgengi um náttúruauðlindir og náttúruna, meðal annars í hafinu. Dæmi um slíkt eru samningurinn um líffræðilega fjölbreytni (Río samningurinn) en aðildarríki hans hafa samþykkt Jakarumboðið um líffræðilega fjölbreytni í hafinu. Ísland er einning aðili að OSPAR samningnum þar sem viðauki V í þeim samningi tekur á verndun og varðveislu vistkerfa og líffræðilegrar fjölbreytni hafsins. Ýmis fleiri samtök og nefndir koma að þessum málum eins og Alþjóðaráð Sameinuðu þjóðanna sem hefur með ályktun sinni (UNGA 61/105) hvatt þjóðir til að til að ganga vel um auðlindir hafsins og stuðla að sjálfbærum fiskveiðum sem og að vernda viðkvæm vistkerfi hafsins (VME, Vulnerable Marine Ecosystem) utan lögsögu ríkja. Hér er meðal annars átt við verndun neðansjávarfjalla, neðansjávarstrýta og kaldsjávarkórala fyrir fiskveiðum. Fiskveiðinefndir eins og Norðaustur Atlantshafs

Abstract

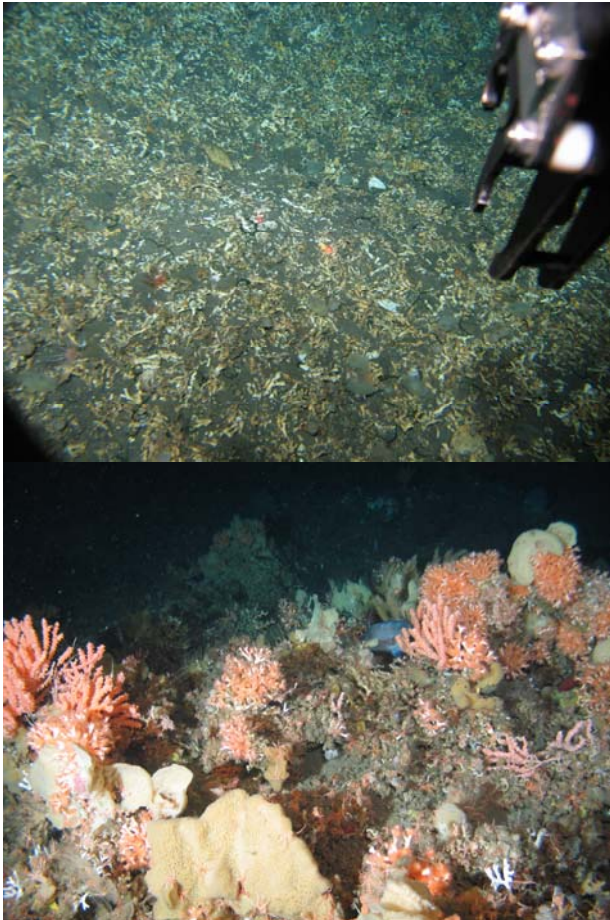
Conservation of cold water coral has been a hot topic in the North Atlantic countries during the past years. Many countries have focused on exploring the distribution and condition of cold water coral species and evaluated their need for protection. Several studies have shown significant damage to these coral areas caused by bottom trawls and other fishing gear. As a result, Marine Protective Areas or Coral Conservation areas have been established as a conservation measures. Norway was the first to implement a protection area for coral in 1999 and to this date they have protected a total of 2.425 km². Other nations have followed and have established protection areas or are in the process of doing it. In Iceland, cold water coral habitat are currently being explored and mapped. Corals are mainly found at the south and southeast continental slope. In 2005, the Ministry of Fisheries and Agriculture established the first protected areas for coral and additional areas were protected in 2011. To this date a total of 480 km² have been protected. Most of the coral areas explored in Iceland have shown some degree of anthropogenic damage.

fiskveiðinefndin (NEAFC) og Norðvestur Atlanshafs fiskveiðistofnunin (NAFO) koma að þessum málum í úthafi norður Atlantshafs.

Verndun kórals hefur verið ofarlega á lista þessara samtaka og nefnda og verndun þeirra mætir almennt miklum skilningi. Kóraltegundin *Lophelia pertusa* er ein útbreiddasta tegund kórala í köldum sjó og getur verið uppistaða stórra 'rifa' (þó ekki sé um eiginleg rif að ræða, þar sem kaldsjávarkóralar eru ekki áberandi á grynningum, þá er almennt talað um stærri kóralmyndanir í köldum sjó sem rif). *Lophelia pertusa* er því mjög mikilvæg fyrir vistkerfi þar sem kaldsjávarkóralrif þrífast og mynda grundvöll fyrir mikinn líffræðilegan fjölbreytileika og einstök búsvæði (Hovland 2008). Undanfarna áratugi hefur mikil áhersla verið lögð á að kortleggja útbreiðslu og skrá ástand kaldsjávarkóralsvæða og sýnt hefur verið fram á að botnveiðar eru helsta orsök eyðingar þessara svæða í Norður Atlantshafi (Fosså *et al.* 2002, Freiwald *et al.* 2004, Grehan *et al.* 2004). Verndun eftir-

standandi kóralsvæða miðast við að banna veiðar með botnlægum veiðarfærum.

Norðmenn voru fyrstir til að friða kóralsvæði í Norður Atlantshafi. Árið 1999 lokuðu þeir tæplega 1.000 ferkílómetra svæði á hafsbotni við Sula rífið fyrir togveiðum, einungis nokkrum mánuðum eftir að almenningi hafði verið sýndar einstakar neðansjávarmyndir af kóralsvæðum á hafsbotni úti fyrir Noregi. Friðun svæðanna var samþykkt nánast snurðulaust, sem vafalítið má þakka því hve greinilega eyðilegging af völdum veiðarfæra sást á myndefninu (Armstrong & van den Hove 2008). Ári síðar voru Iverryggen og Selligrunnen, tvö önnur kóralsvæði við Noreg, friðuð og árið 2003 var enn bætt við þremur svæðum, Røst rífið, sem er stærsta kóralríf í heimi, Tisler rífið og Fjellknauserne. Loks voru afmörkuð og friðuð þrjú kóralsvæði árið 2009, Træna rífið,



1. mynd. Kaldsjávarkóralsvæði a) eyðilagt af botnveiðarfærum b) tiltölulega óraskað svæði sem nú er friðað í Hornafjarðardjúpi

Figure 1. Cold water coral area a) destroyed by fishing gear b) live coral area in Hornafjarðardjúpi, protected in 2005

Breisunddjupet og svæði norðvestur af Sørøya í Finnörku (www.lophelia.org/norway, <http://www.fisheries.no>). Alls hafa norðmenn því friðað 2.425 km² svæði. Þess utan var árið 2004 friðað um 1.380 km² svæði á Darwin Mounds undan norðvestur strönd Skotlands, sem er undir breskri lögsögu, en innan þess eru mörg smá *Lophelia pertusa* rif (De Santo & Jones 2007). Kanadísk stjórnvöld hafa einnig markað línu umhverfis og friðað eina þekkta svæðið þar sem *Lophelia pertusa* hefur myndað rif við vestanvert Norður Atlantshaf (<http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/e0010585>). Einnig hafa þau friðað um 424 km² svæði með mikinn þéttleika af hornkóral af tegundunum *Paragorgia arborea* og *Primnoa resedaeformis* suðvestur af Nova Scotia. Kóralsvæði við Grand Bank suður af Nýfundnalandi hefur verið friðað tímabundið fyrir botnveiðum fyrir tilstilli NAFO (NAFO 2007).

Evrópusambandið leggur einnig áherslu á að þjóðir innan samtakanna tilgreini svæði sem þykja sérstök og þarfnast verndunar (Special Area of Conservation SAC í EU Habitat Directive). Kóralsvæði við Mingulay rif, sem er út af vesturströnd Skotlands, hefur þegar verið útnefnt sem slíkt svæði (<http://www.scotland.gov.uk/News/Releases/2011/08/19160842>). Einnig má geta þess að NEAFC hefur sett fram tímabundið bann botnveiða á nokkrum svæðum þar sem kóral, eða önnur viðkvæm búsvæði, eru til staðar á Rockall-Hatton svæðinu (http://www.neafc.org/system/files/Rec_8_Hatton_extension-rev.pdf).

Rannsóknir og verndun á kóral við Ísland

Íslensk stjórnvöld hafa markað þá stefnu að kóralsvæði skuli vernduð. Rannsóknir á kóralsvæðum við Ísland hófust árið 2003 og vitneskja um útbreiðslu þeirra er meðal annars byggð á viðtölum við sjómenn. Samkvæmt þeim hefur kóral vaxið á afmörkuðum svæðum, einkum við kanta og horn djúpa við Suður- og Suðaustur landgrunnskantinn. Útbreiðsla hans er talin ná frá Ísland-Færeyjahrygg vestur eftir landgrunnskantinum að Reykjanes-hrygg. Telja sjómenn að stór hluti áður þekktra svæða séu horfin í dag (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson 2004). Þetta hefur víða verið staðfest með neðansjávarmyndefni sem tekið var í tengslum við rannsóknir á útbreiðslu og ástandi kóralsvæða hér við land. Kóral er einkum að finna á 200-600 m dýpi en upplýsingar um kóral á meira dýpi hér við land

Tafla 1. Friðunarhólf til verndar kóral úti fyrir Suður- og Suðausturlandi. Allar veiðar nema veiðar á uppsjávarfiski með flotvörpu og hringnót bannaðar á eftirgreindum svæðum:

Table 1. Closed areas for protection of coral off South- and Southeast coast of Iceland. Closed for all fishing except with mid-water trawl and purse seine:

Svæði	Reglugerð	Stærð (km ²)
Reynisdjúp	Rgl.nr. 1140, 14.des. 2005	9,5
Hornafjarðardjúp hólf 1	Rgl.nr. 1140, 14.des. 2005	7,9
Hornafjarðardjúp hólf 2	Rgl.nr. 1140, 14.des. 2005	32,2
Skaftárdjúp hólf 1	Rgl.nr. 1140, 14.des. 2005	7,4
Skaftárdjúp hólf 2	Rgl.nr. 1140, 14.des. 2005	22,3
Skeiðarárdjúp	Rgl.nr. 1095/2011	62,2
Lónsdjúp	Rgl.nr. 1095/2011	76,2
Kantur út af Lónsdjúpi	Rgl.nr. 1095/2011	80,9
Kantur út af Papagrunni	Rgl.nr. 1095/2011	17,2
Rósagarður	Rgl.nr. 1095/2011	164,2
Samtals		480,0

eru fáar og engin stór kóralsvæði eru þekkt neðan landgrunnskantsins. Samkvæmt niðurstöðum frá MAR-ECO verkefninu, sem stóð fyrir fjölbættum rannsóknum á Mið-Atlantshafshryggnum, er tegundina að finna víða á Mið-Reykjaneshryggnum, en einungis fundust smá sambýli, minni en 0,5 m í þvermál (Vecchioione *et al.* 2010).

Í kjölfar fyrstu rannsókna á kóralsvæðum við Ísland skipaði sjávarútvegsráðherra nefnd er tók saman skýrsluna “*Friðun viðkvæmra hafsvæða við Ísland*”. Skýrslan var birt árið 2005 og þar

er lagt til að loka þeim svæðum þar sem staðfest er að þar er enn að finna lifandi kóral sbr: “*Sú leið sem talin er duga til verndar kóralsvæðum er algert veiðibann innan þeirra og í öruggri fjarlægð frá þeim*” s 32.

Sjávarútvegs- og landbúnaðarráðuneytið hefur gefið út tvær reglugerðarfríðanir til verndar kóral hér við land. Þar eru allar veiðar bannaðar, nema á uppsjávarfiski með flotvörpu og hringnót (Rgl.nr.1140, 14. des. 2005 og Rgl.nr. 1095/2011, tafla 1, 2. mynd). Grundvöllur þessara fríðana eru niðurstöður rannsókna



2. mynd. Kóralsvæði friðuð skv. Rgl. 1140 14.des. 2005 (græn) og Rgl. 1095/2011 (rauð). 1. Reynisdjúp, 2. Skaftárdjúp, 3. Skeiðarárdjúp, 4. Hornafjarðardjúp, 5. Lónsdjúp, 6. Kantur út af Lónsdjúpi-Papagrunni, 7. Papagrunn, 8. Rósagarður.

Figure 2. Closed coral areas according to regulation 1140 14.dec.2005 (green) and regulation 1095/2011 (red). 1. Reynisdjúp, 2. Skaftárdjúp, 3. Skeiðarárdjúp, 4. Hornafjarðardjúp, 5. Lónsdjúp, 6. Slope off Lónsdjúp and Papagrunn, 7. Slope off Papagrunn, 8. Rósagarður

Tafla 2. Svæði sem rannsökuð voru 2004 með neðansjávarmyndavélum. Farið var á 8 staði og 18 kafanir gerðar. Kórall fannst á flestum stöðum en ástand hans var misjafnt.

Table 2. Areas explored in 2004 with underwater cameras. Eighteen dives were made in 8 areas. Coral was found in most areas.

Svæði	Dýpi (m)	Dauður kórall	Lifandi kórall	Athugasemdir
Þríburar*	304-320	Já	Nei	Einungis kóralmulningur
Við Jóa Klakk*	340-345	Nei	Nei	Kórall fannst ekki
Reynisdjúp	345-400	Já	Já	Vex í bröttum kanti
Skaftárdjúp	254-348	Já	Já	Mikið raskað kóralsvæði
Skeiðarárdjúp	265-292	Já	Nei	Niðurbrotin kóralrif
Öræfagrunn	250-283	Já	Nei	Niðurbrotin kóralrif
Berufjörður	55-61	Nei	Nei	Ekki kóralsvæði
Hornafjarðardjúp –kantur	445-518	Nei	Já	Kóralsvæði

*Á Reykjaneshrygg, innan friðaðs hólfis á Mehlsack.

sem skipulagðar voru út frá upplýsingum frá sjómönnum og öðrum vísbendingum.

Rannsóknaleiðangrar 2004-2010

Árið 2004 voru fyrstu kóralsvæðin rannsökuð með neðansjávarmyndavélum (tafla 2). Rannsóknin sýndi meðal annars að 16 kóralrif höfðu verið eyðilögð við Öræfagrunn. Í Skaftárdjúpi fannst heillegur kórall á 6 af 29 rifum. Í Skeiðarárdjúpi var nær allur kórall eyðilagður. Í Reynisdjúpi var lifandi kórall við brúnir á skriðusvæði og í kantinum út af Hornafjarðardjúpi var lítið raskað kóralsvæði.

Í kjölfar leiðangursins voru fyrstu kóralsvæðin friðuð. Við endanlega ákvörðun á stærð og legu þessara svæða var komið til móts við óskir útgerðarfélaga og var tveimur þeirra, í

Skaftárdjúpi og út af Hornafjarðardjúpi, hvoru fyrir sig skipt upp í tvö hólf. Þannig var renna opnuð gegnum þau til að leyfa togskipum að veiða á milli þeirra (Rgl.nr.1140, 14. des. 2005, tafla1, 2. mynd).

Næstu leiðangrar voru farnir 2009 og 2010 þar sem fleiri svæði voru mynduð og ástand þeirra metið (tafla 3). Kórall fannst á öllum svæðunum sem rannsökuð voru 2009 og flestum svæðum 2010. Kórall á Reykjaneshryggnum var að mestu innan Mehlsack friðaða svæðisins. Skaftárdjúp var rannsakað á öðrum stað en í leiðangrinum 2004, en þar fannst ekki kórall og heldur ekki í kantinum út af Kötlugrunni. Kórall var hins vegar vestanvert í Skeiðarárdjúpi og í kantinum út af Horna-

Tafla 3. Svæði sem rannsökuð voru 2009 og 2010 með neðansjávarmyndavélum. Farið var á 4 staði og 26 kafanir gerðar 2009 og 2010 var farið á 9 staði og 56 kafanir gerðar. Kórall fannst á flestum stöðum, en ástand hans var misjafnt.

Table 3. Areas explored in 2009 and 2010 with underwater cameras. Twenty-six dives were made in 4 areas 2009. Fifty-six dives were made in 9 areas in 2010. Coral was found at most areas.

Svæði	Dýpi (m)	Dauður kórall	Lifandi kórall	Athugasemdir	Ár
Reykjaneshryggur	72-560	Já	Já	Dreifðar kóralgreinar	2010
Skaftárdjúp	149-180	Nei	Nei	Kórall fannst ekki	2010
Kötlugrunn – kantur	339-465	Nei	Nei	Kórall fannst ekki	2010
Skeiðarárdjúp	237-262	Já	Já	Raskað kóralsvæði	2010
Skeiðarárdjúp	216-259	Já	Já	Kóralhólar	2009
Hornafjarðardjúp – kantur	362-523		Já	Kóralsvæði	2010
Stokksnesgrunn – kantur	437-460	Já	Já	Raskað kóralsvæði	2010
Lónsdjúp	158-294	Já	Já	Kóralsvæði	2009, 2010
Lónsdjúp – kantur	444-530	Já	Já	Kóralsvæði	2009, 2010
Papagrunn – kantur austar	320-670	Já	Já*	Ekki til á mynd	2009
Papagrunn – kantur vestar	380-620	Nei	Já	Mikið kóralsvæði	2010

*lifandi kórall í þríhrynusýnum

fjarðardjúpi. Út af Stokksnesgrunni var raskað kóralsvæði.

Í suðurhluta Lónsdjúps er dæld og þvert yfir hana ganga hryggir eða garðar. Þetta hefur lengi verið þekkt kóralsvæði sem menn forðast að nýta til togveiða. Í köntum og ofan á þessum hryggjum er að finna miklar kóralsmyndanir. Kórall vex einnig á tiltölulega sléttum botni skammt utan við þessa dæld og hefur þar víða náð að mynda rif. Í kantinum úti fyrir Lónsdjúpi var mikill lifandi kóral á 450-500 m dýpi. Í kantinum út af Papagrunni er þéttasta kóralsvæði sem við höfum myndað við Ísland.

Hafrannsóknastofnunin taldi mikilvægt að fylgja fyrri forsendum (sjá "*Friðun viðkvæmra hafsvæða við Ísland*") og vernda þau svæði þar sem lifandi kóral var að finna. Auk þess lagði stofnunin til að þrjú lítil svæði í Rósagarði yrðu einnig friðuð. Þau eru á miklu dýpi og langt frá landi og því eru ekki áform um að rannaka þau nánar að svo stöddu. Hins vegar lágu fyrir ábendingar um þau frá sjómönnum.

Eftir ábendingar og tillögur frá Félagi Skipstjórnarmanna (FS) voru sum svæðin stækkuð en önnur minnkuð frá upphaflegum tillögum. Skipstjórnarmenn lögðu einnig til að eitt stórt svæði yrði friðuð vestan í Rósagarðinum fremur en þau þrjú svæði sem upphaflega var lagt til (2. mynd, tafla 1). Í desember síðast liðnum tóku þessar tillögur gildi með reglugerðarfriðun nr. 1095/2011.

Samantekt

Mikil vakning hefur orðið undanfarna áratugi meðal vísidamanna og almennings á mikilvægi ólíkra búsvæða í hafinu. Rannsóknir á kaldsjávarkóralsvæðum í Norður Atlantshafi hafa átt sinn þátt í að vekja athygli á þessu, einkum þar sem mikið af myndefni sem hefur verið safnað frá slíkum svæðum hefur komið fyrir sjónir almennings. Kóralsvæði eru afar viðkvæm og auðvelt að eyðileggja þau með veiðafærum og ekki síst tekur endurreisn þeirra langan tíma því vöxtur kórala er afar hægur. Mikilvægt er að hafa í huga að fyrsta yfirferð með botnveiðarfæri sem dregið er yfir slíkt svæði getur nægt til að rústa samfélaginu og valda eyðileggingu sem tekur langan tíma að færa í samt horf. Ýmis lönd hafa brugðist við þessu með verndunarákvæðum og lokunum svæða. Norðmenn hafa verið stefnumótandi með frumkvæði sínu að vernda slík svæði og í kjölfarið hafa fleiri þjóðir brugðist við og lokað svæðum eða eru að vinna að tillögum um

verndun. Útbreiðsla kóralla við Ísland er kunn í og við landgrunnskantinn úti fyrir Suður- og Suðausturlandi en mikið hefur verið raskað af kóral þar. Til verndar þeim svæðum þar sem enn er að finna lifandi kóral hefur nú um 10 svæðum verið lokað fyrir botnveiðum, valin svæði sem eru samnlagt 480 km² að flatarmáli.

Þakkir

Bestur þakkir fá Kristinn Guðmundsson og Stefán Áki Ragnarsson fyrir yfirlestur og góðar ábendingar.

Heimildir

- Armstrong, C. W. & van den Hove, S. 2008. "The formation of policy for protection of cold-water coral off the coast of Norway." *Marine Policy* 32(1): 66-73.
- De Santo, E. & Jones, P.J.S. 2007. The Darwin Mounds: from undiscovered coral to the development of an offshore marine protected area. In: George RY, Cairns SD (eds.), *Conservation and adaptive management of seamount and deep-sea coral ecosystems*. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science s.147-156.
- Fosså, J.H., Mortensen, P.B. & Furevik, D.M. 2002. The deep-water coral *Lophelia pertusa* in Norwegian waters: distribution and fishery impacts. *Hydrobiologia* 471: 1–12.
- Freiwald, A., Fosså, J.H., Grehan, A., Koslow, T. & Roberts, J.M. 2004. *Cold-water coral reefs; out of sight, no longer out of mind*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK. 84pp
- Grehan, A., Unnithan, V., Wheeler, A., Monteys, X., Beck, T., Wilson, M., Guinan, J., Foubert, A., Klages, M. & Thiede, J. 2004. *Evidence of major fisheries impact on cold-water corals in the deep waters off the Porcupine Bank, west coast of Ireland: are interim management measures required?* Proceedings ICES Annual Science Conference 22-25 September, Vigo, Spain.
- Hovland, M. 2008. *Deep-water coral reefs: Unique Biodiversity hotspots*. Chichester, UK: Praxis Publishing (Springer). s. 278.
- Sigmar A. Steingrímsson & Sólmundur T. Einarsson 2004. Kóralsvæði á Íslandsmiðum: Mat á ástandi og tillaga um aðgerðir til verndar þeim. *Hafrannsóknastofnunin, Fjölrit* nr. 110, 39 s.

Vecchione, M., Bergstad, O.A., Byrkjedal, I., Falken-
kenhaug, T., Gebruk, A.V., Godø, O.R.,
Gislason, A., Hein, M., Høines, Å., Menezes,
G.M.M., Piatkowski, U., Priede, I.G., Skov,
H., Søiland, H., Sutton, T. & Wenneck, T. de
L. 2010. Biodiversity Patterns and Processes
on the Mid-Atlantic Ridge. *In*: Alasdair D.
McIntyre (ed.). *Life in the World's Oceans*,
Blackwell Publishing Ltd.

Tilvitnanir í skýrslur sem finna má á vefnum:

Friðun viðkvæmra hafsvæða við Ísland. Niðurstöður
og tillögur nefndar sem sjávarútvegsráðherra skipaði
í október 2004. [http://www.sjavarutvegsraduneyti.is/
media/Skyrslur/fridunskyrsla_2005.pdf](http://www.sjavarutvegsraduneyti.is/media/Skyrslur/fridunskyrsla_2005.pdf)
dags. 01.03.2012

Skjal um tímabundna friðun á Rockall-Hatton
svæðinu
[http://www.neafc.org/system/files/
Rec_8_Hatton_extension-rev.pdf](http://www.neafc.org/system/files/Rec_8_Hatton_extension-rev.pdf)
dags. 01.03.2012

Upplýsingar um friðuð svæði við Kanada
<http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/e0010585>
dags. 01.03.2012

NAFO 2007. Report of the Fisheries Commission:
Closures of vulnerable marine ecosystems.
(Accessed at: [http://www.nafo.int/fisheries/frames/
reports.html](http://www.nafo.int/fisheries/frames/reports.html)) /
<http://www.nafo.int/about/annrep/ar07/fc-index.html>

Tilnefning Mingulay til EU Habitat Directive sem
SAC
[http://www.snh.gov.uk/protecting-scotlands-nature/
protected-areas/site-consultations/east-mingulay/
http://www.scotland.gov.uk/News/
Releases/2011/08/19160842](http://www.snh.gov.uk/protecting-scotlands-nature/protected-areas/site-consultations/east-mingulay/)
dags. 06.03.2012

Upplýsingar um friðuð svæði við Noreg
[http://www.fisheries.no/ecosystems-and-stocks/
Marine-protected-areas/
coral_reefs_in_Norwegian_waters/
Þekkingarvefur um *Lophelia pertusa*
\[www.lophelia.org/norway\]\(http://www.lophelia.org/norway\)
dags. 01.03.2012](http://www.fisheries.no/ecosystems-and-stocks/Marine-protected-areas/coral_reefs_in_Norwegian_waters/)

LEIRKEILUR VESTUR AF ÍSLANDI/MUD VOLCANOES WEST OF ICELAND

Guðrún Helgadóttir

Hafrannsóknastofnuninni

Ágrip

Greint er frá fjölgeislaþælingum Hafrannsóknastofnunarinnar vestur af Íslandi árið 2009. Líklegt er að þar hafi fundist svokallaðar leirkeilur eða eðjufjöll (e. mud volcanoes) í fyrsta sinn hér við land. Þessi fyrirbæri geta verið bæði stakar keilur og samhangandi og mynda þá ílanga hryggi. Einnig fannst stakt 450 m hátt, reglulega lagað fjall með flötum gíg á toppinum í norðurhluta rannsóknasvæðisins. Ekki er ljóst hvort þetta er leirkeila af stærri gerðinni eða venjuleg eldstöð. Almennt sýna þessar athuganir hve rannsóknir á hafsbotninum umhverfis Ísland eru stutt á veg komnar.

Inngangur

Nákvæmar dýptarmælingar á hafsbotninum leiða oft í ljós ný og óþekkt fyrirbæri. Dæmi um slíkan fund eru svonefndar leirkeilur sem komu í ljós á hafsbotninum djúpt vestur af landinu í fjölgeislaleiðangri rs. Árna Friðrikssonar sumarið 2009. Fyrirbærin fundust á 900-1300 metra dýpi við rætur landgrunns um 100 sjómílu vestsuðvestur af Kolluál (1. mynd). Markmið leiðangursins var að kortleggja þekktar og

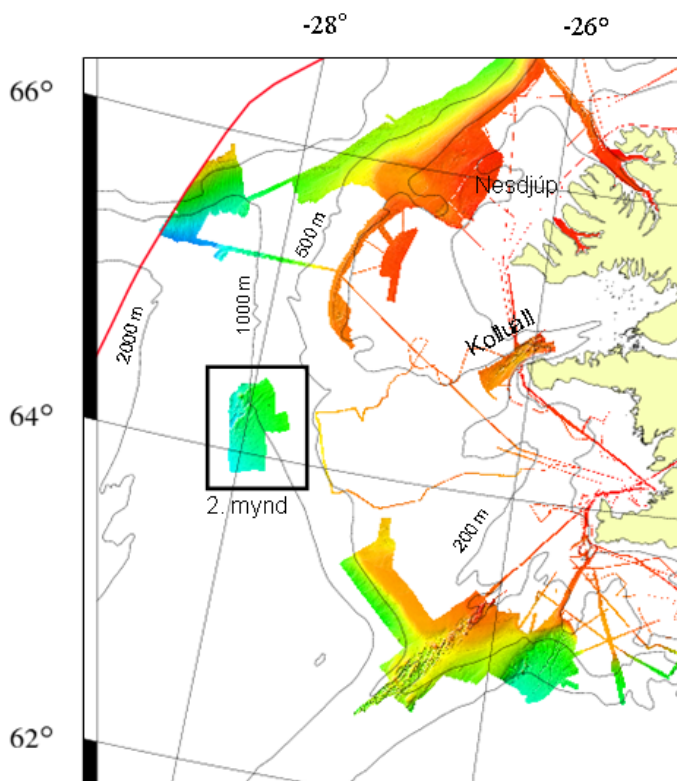
Abstract

Description is given of results from a multibeam survey done by the Marine Research Institute west of Iceland in the year 2009. It is suggested that mud volcanoes were found for the first time in the Icelandic economic zone. The features are both single cones and coherent ones making alongate ridges. Also, a 450 m high mountain with a flat crater on the top is found in the northern part of the survey area. It is not clear if this is a real volcano or a large scale mud volcano. In general, the discovery in this survey is a reminder on how little we yet know about the seabed around Iceland

mögulegar veiðislóðir. Fyrri hluta leiðangurs var kortlagt á veiðislóðum í Nesdjúpi úti af Vestfjörðum þar sem miklar menjar eru eftir ísaldarjökla. Í síðari hluta leiðangurs var leirkeilusvæðið kortlagt. Hér verður í stuttu máli greint frá þessari kortlagningu og hvað hún leiddi í ljós

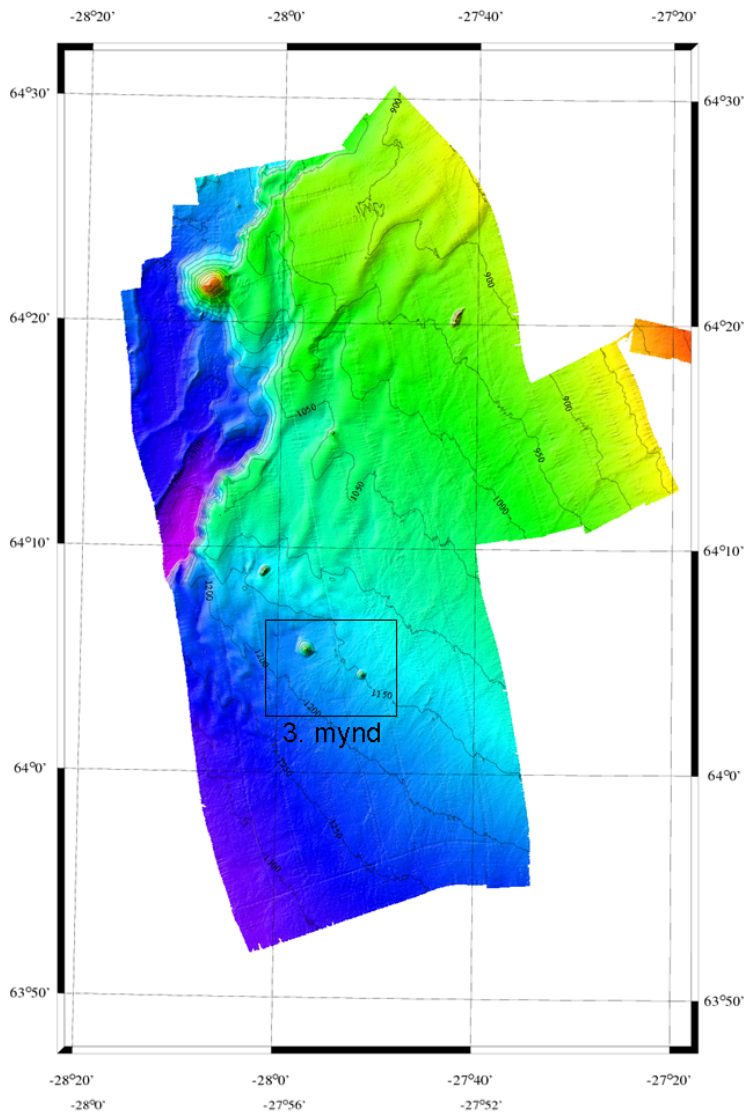
Ábending frá skipstjóra á Þerney – strýtulaga fyrirbæri á sléttum botni

Skipstjóri á frystitogaranum Þerney RE 101, sem var á grálúðuveiðum á þessu svæði, lét Hafrannsóknastofnunina vita á sínum tíma af óvenjulegum tind sem hann sá á dýptarmæli skipsins og gaf upp staðsetningu hans. Fjölgeislaþæling á rs. Árna Friðrikssyni á þessum slóðum leiddi í ljós keilulaga strýtur og hafði Þerney siglt þarna beint fyrir eina þeirra. Keilurnar eru reglulegar að lögun, ýmist stakar eða samhangandi og mynda þá ílanga hryggi. Þær eru 40-200 metra háar og rísa upp af frekar sléttu umhverfi sínu. Á norðanverðu mælingasvæðinu fannst einnig 450 metra hátt reglulega lagað fjall með tiltölulega flötum gíg á toppnum. Ekki er ljóst hvort þetta er eiginleg eldstöð eða leirkeila af stærri gerðinni. Rannsóknasvæðið er um 2000 ferkílómetrar að



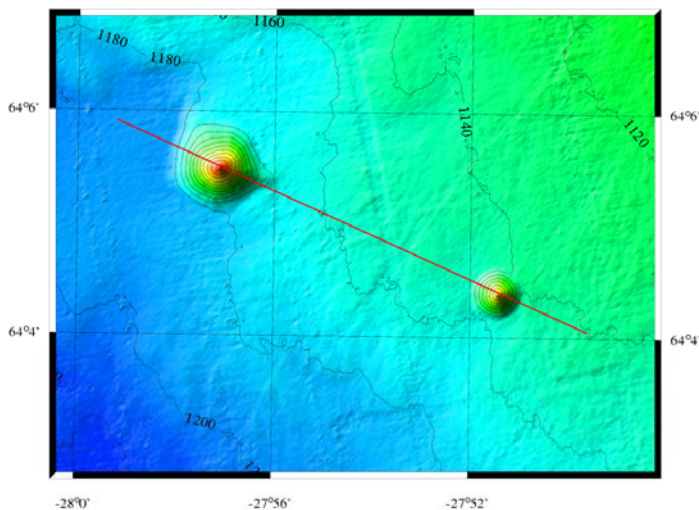
1.mynd. Staðsetning mælingasvæðis.

Figure 1. Location of the survey area.



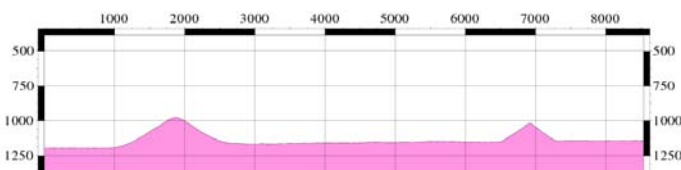
2. mynd. Dýptarkort af rannsóknasvæðinu.

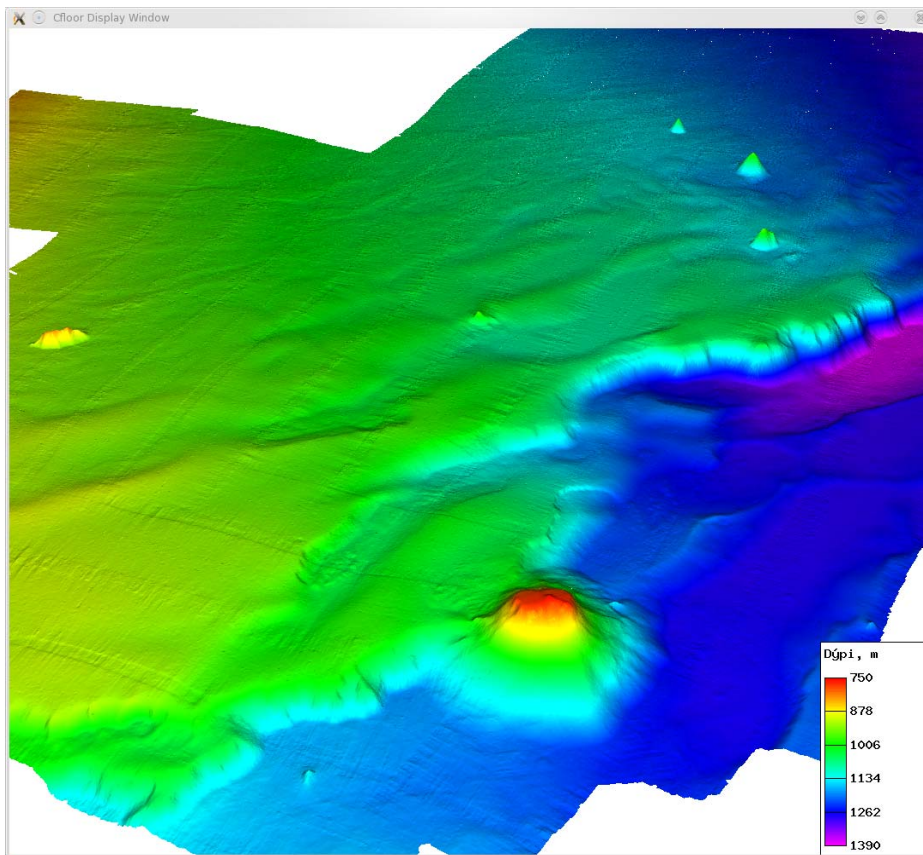
Figure 2. Bottom depth in the survey area



3. mynd. Dýptarkort af tveimur syðstu leirkeilunum. Staðsetning er sýnd á 2. mynd. Rauða línan sýnir hvar þversnið að neðan liggur. Yfirhækkun sniðsins er tvöföld og tölur á ásum eru í metrum. Halli í hlíðum keilanna er 15-16°. Þerney RE sigldi yfir minni keiluna sem er til hægri á myndinni.

Figure 3. Map showing two of the southernmost mud volcanoes (upper). Location shown in Figure 2 above. Red line shows location of cross section (lower). Vertical exaggeration is twofold and depth on vertical axes is in meters. Slope of the cones is 15-16°. Þerney (trawler reporting the structures) sailed over the mud volcano in the right side of the map.





4. mynd. Þrívíddar- mynd. Horft úr norðvestri yfir mælinga- svæðið. Yfirhækkun er fjórföld.

Figure 4. 3D figure of the survey area. View is from northwest. Vertical exaggeration is fourfold.

flatarmáli. Botninn er yfirleitt frekar sléttur, sérstaklega á suðausturhluta svæðisins og dýpkar aflíðandi til suðvesturs. Í norðvesturhluta eru hins vegar allt að 250 m há misgengi með stefnu SV – NA. Samsíða misgengjunum eru ávalir ásar (2. 3. og 4. mynd).

Myndast við uppstreymi

Fyrirbærin sem hér fundust eru talin vera það sem á ensku kallast *mud volcanoes*. Bein þýðing væri eðjueldfjöll en hér eru fyrirbærin nefnd eðjufjöll eða leirkeilur. Eðjufjöll myndast ekki við gos bráðinnar kviku, eins og gerist yfirleitt við gos á landi, heldur við uppstreymi eðju eða vökva úr undirliggjandi setlögum. Fyrirbærin eru þekkt víða um heim á svæðum þar sem setmyndun er hröð og samþjöppun á sér stað vegna láréttra jarðskorpuhreyfinga. Setþunginn getur valdið því að seigfljótandi leirlög, langt niður í setstaflanum, þrýstast upp á yfirborðið meðfram misgengjum og sprungum (Milkov 2000).

Einn þekktasti fundarstaður eðjufjalla á þurru landi er í Azerbajjan við Kaspíahaf. Með tilkomu nákvæmra dýptarmælinga hafa komið í ljós mörg eðjufjöll á hafsbotni. Skemmtilegt dæmi um slíkan fund er í Jónahafinu suður af Ítalíu. Þar fundust tvær leirkeilur hlið við hlið og annað flatara, hringlaga fyrirbæri ofan við.

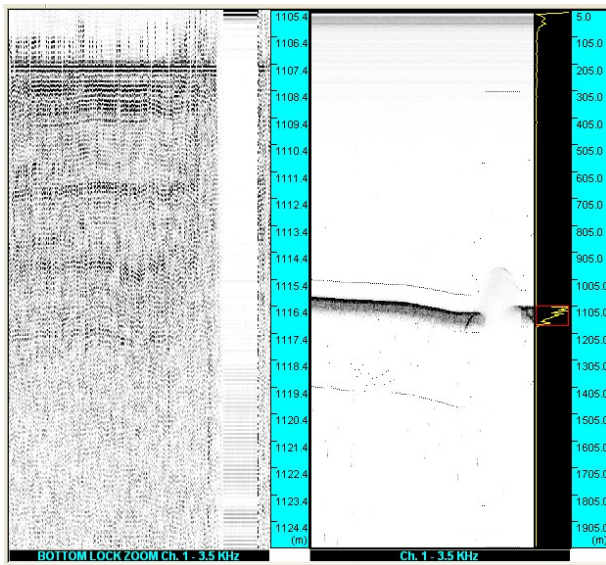
Vegna þess hve fyrirbærið er sláandi líkt kvenlíkama hefur það verið kallað Madonna Jónahafsins (*i. Madonna dello Ionio*) (Foucher o.fl. 2006). Leirkeilurnar vestur af Íslandi eru mjög áþekkar þessum tveimur í Jónahafinu að stærð og lögun. Hér við land hafa slík fyrirbæri ekki fundist áður að því er best er vitað. Hins vegar er ekki útilokað að um eiginlegar eldstöðvar sé að ræða.

Setlög og botnharka

Jarðeðlisfræðilegar mælingar frá áttunda áratug síðustu aldar (Eggloff og Johnson 1979) sýna nokkuð hundruð metra þykkar setlagastafla undir hafsbotninum á rannsóknasvæðinu. Í þessum setlögum má víða greina innskot (*e. diapir*) sem geta myndað leirkeilur nái þau upp fyrir hafsbotnin (Milkov 2000). Þetta styrkir þá tilgátu að umrædd strýtulaga fyrirbæri, sem birtast okkur í fjölgeislamælingunum, séu eðjufjöll.

Í leiðangrinum var tekinn í notkun lágtíðni- dýptarmælir (3.5 kHz) sem getur greint setlög nokkra tugi metra undir hafsbotninum. Á 5. mynd sjást setlög í næsta nágrenni við eina leirkeiluna.

Fjölgeislamælingar veita upplýsingar um styrk endurkast í hverjum mælipunkti auk



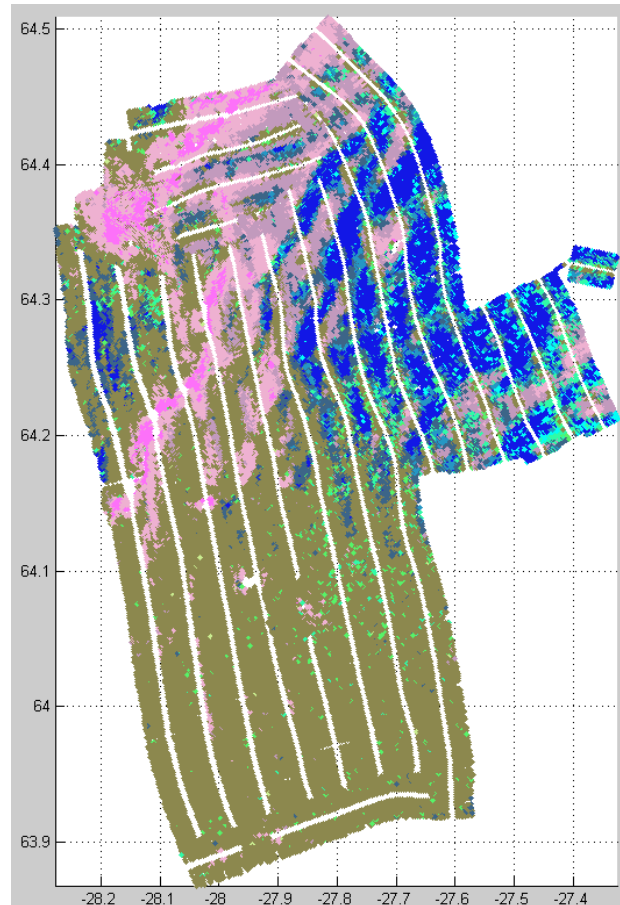
5. mynd. Útskrift úr lágtíðnidýptarmæli í næsta nágrenni við syðstu leirkeiluna sýnir aðgreiningu setlaga um 10 metra niður fyrir hafsbotninn (sbr. stækkuð útskrift t.v.)

Figure 5. Results from low-frequency echo sounder for a line close to the southernmost mud volcano, showing sediment structure down to 10 m below the seabed (magnified figure to the left).

dýpisupplýsinga. Út frá þeim styrk eru gerð botnhörkukort sem gefa hugmynd um botngerð (6. mynd). Endurkastið er sterkast í misgengisstöllum og ásunum samsíða þeim en einnig í neðansjávarfjallinu staka á norðanverðu svæðinu. Veikt endurkast í lægðum á milli ásanna bendir til þess að þar setjist til fíngert set.

Lokaorð

Hvort heldur þessi fyrirbæri, sem hér hefur verið lýst, eru leirkeilur, eiginlegar eldstöðvar eða hvoru tveggja eru upplýsingarnar um tilvist þeirra athyglisverðar og sýna hve rannsóknir á hafsbotninum umhverfis Ísland eru skammt á veg komnar. Það tók aðeins liðlega tvo sólahringa að kortleggja þetta 2000 ferkílómetra mælingasvæði þar sem leirkeilurnar fundust.



6. mynd. Botnhörkukort af rannsóknasvæðinu. Dökkbleikt = mesta harka, brúnt = miðlungsharka og dökkblátt = minnsta harka.

Figure 6. Backscatter map of the survey area (i.e. hardness of the seabed). Darkpink=hardest, brown=middle hard and darkblue=softest.

Heimildir:

- Julius Eglhoff and G. Leonard Johnson, 1979: Erosional and depositional structures of the southwest Iceland insular margin: thirteen geophysical profiles. AAPG Memoir 29.
- Foucher, J-P, Westbrook, G. K., Boetius, A., Ceramicola, S., Dupre, S, Mascle, J., Mienert, J., Pfannkuche, Pierre, C and Praeg, D., 2009: Structure and drivers of Cold Seep Ecosystems. *Oceanography* vol. 22, no. 1, p. 93-109.
- A. V. Milkov, 2000: Worldwide distribution of submarine mud volcanoes and associated gas hydrates. *Marine Geology* v. 167, p. 29-42.

ENDURKASTSSTYRKUR Í STRAUMMÆLUM Í STEINGRÍMSFIRÐI / BACKSCATTER FROM CURRENT METERS IN STEINGRÍMSFJÖRÐUR

Héðinn Valdimarsson, Andreas Macrander og Hjalti Karlsson

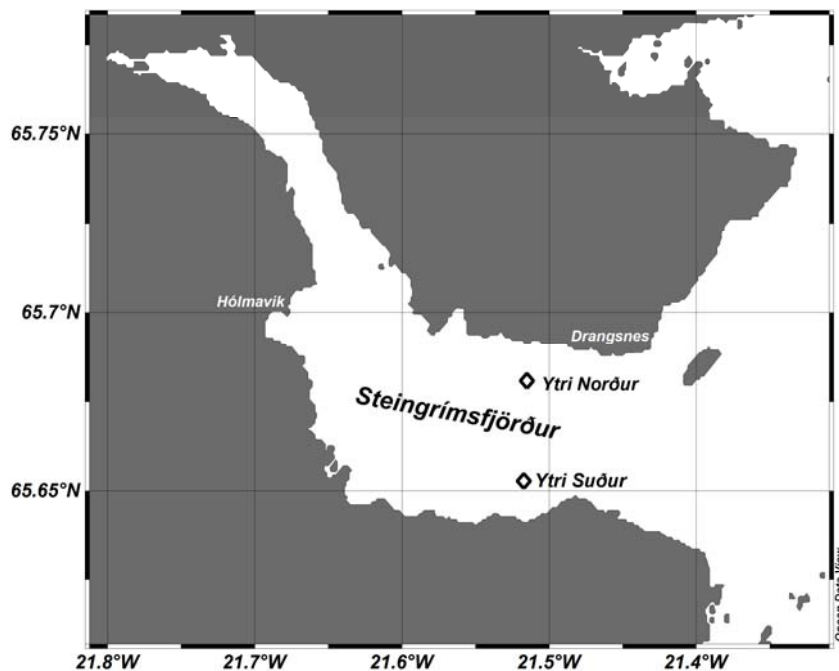
Hafrannsóknastofnun

Ágrip

Straummælalagnir voru í Steingrímsfirði frá miðju ári 2010 til miðs árs 2011. Þetta voru svonefndar straumsjár sem gefa auk straums gróft mat á endurkasti frá svifi og ögnum í vatnsúlunni yfir mælitækinu. Hér er lýst lauslegri skoðun á þessu endurkasti og því hvernig nota má þessa tækni til þess að fylgjast með fari svifdýra.

Abstract

Acoustic Doppler Current Profilers (ADCP) which give an estimate of the backscatter strength in the water column were deployed in Steingrímsfjörður, northwest Iceland, from middle of the year 2010 to middle 2011. A brief description of the backscatter is given here and the potential use of ADCP's for studying the movement of plankton in the fjord discussed.

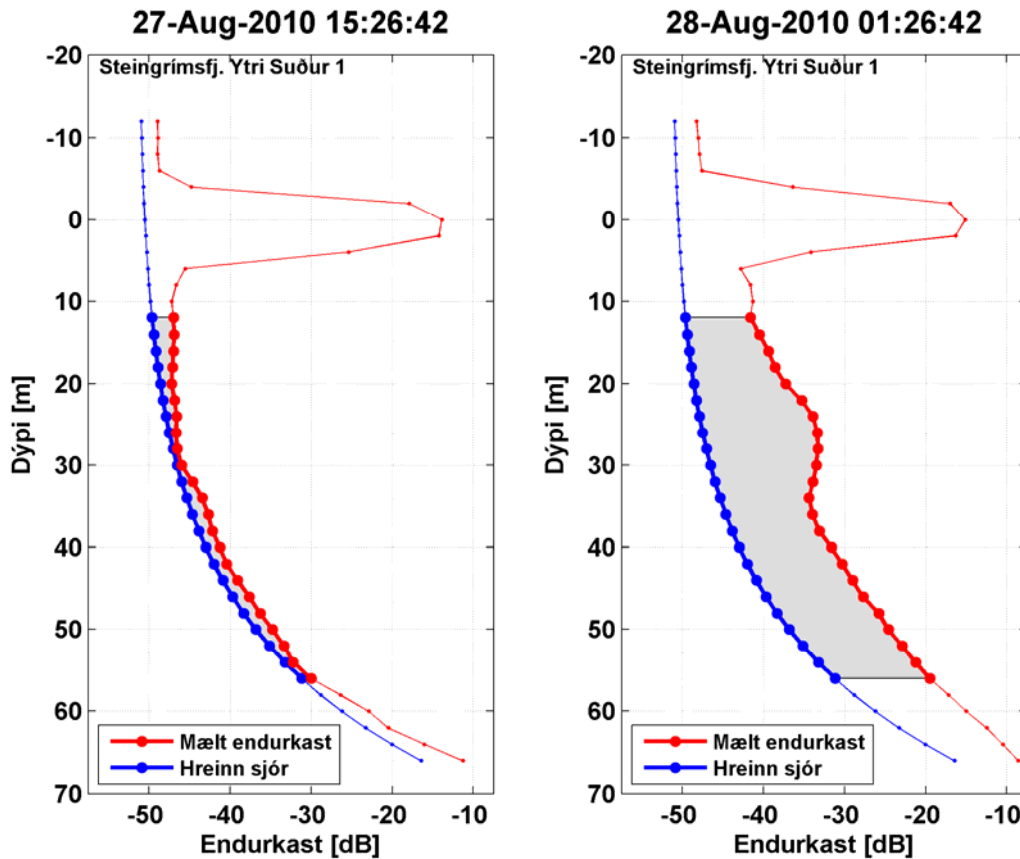


1. mynd. Staðsetning straummæla í Steingrímsfirði.

Figure 1. Location of the current meter moorings in Steingrímsfjörður.

Straumælingar í Steingrímsfirði voru framkvæmdar í tveimur mæliлотum frá 2. júlí 2010 til 22. júní 2011. Notast var við mælitæki af gerðinni RDCP600 frá Aanderaa Data Instruments í Noregi. Þessir mælar eru nánast eins og dýptarmælar sem senda merki á 600 kHz tíðni frá mæli og upp undir yfirborð. Straummæling tækisins byggir á svonefndum Doppler hrifum þannig að tíðnibreyting endurkasts frá ögnum í sjónum er notuð til þess að meta hraða þeirra með ákveðnu líkani. Ein grunnstærðin í þessari mælingu er styrkur endurkasts á dýptarbilum ofan við mælinn. Hér er lýst niðurstöðum mælinga á styrk endurkasts eða bergmáli sem mælirinn nemur.

Straummælunum var eins og áður sagði komið fyrir á lögn á ákveðnu dýpi, sem ræðst af drægni mælis fyrst og fremst. Í Steingrímsfirði var mæli komið fyrir á um 62 m dýpi norðan megin í firðinum þar sem botndýpið var um 79 m. Mælirinn sunnanmegin var settur á um 63 m dýpi en þar var botndýpið um 92 m. Mælingar tókust ekki sem skyldi á öllum stöðum. Mælirinn norðanmegin tapaðist í seinni mæliлотu og syðri mælirinn hélt út skemur en áætlað var í báðum lotum. Mælir á lögn innar í firðinum skemmdist og mældi ekki nema fáeina daga. Ekki verður farið frekar út í straummælingarnar hér en hins vegar er lýst nokkurri greiningu eða



2. mynd. Reiknaður ferill af endurkasti miðað við “hreinan sjó” (blár) og ferill af mældu endurkasti (rauður) fyrir mismunandi tíma sólarhrings. Vinstra megin að degi og hægra megin að nóttu. Styrkur endurkasts er í dB. Grátt svæði sýnir mismun ferlanna eða endurkast/bergmál sem notað er við matið á “lífmassa”.

Figure 2. Calculated backscatter for clear water (blue) and measured backscatter (red) for different time of day. Left is for day and right is for night. Backscatter in dB. Grey area shows difference between lines or backscatter used to estimate “biomass”.

skoðun á endurkasti því sem mælarnir mældu á þessum tíma.

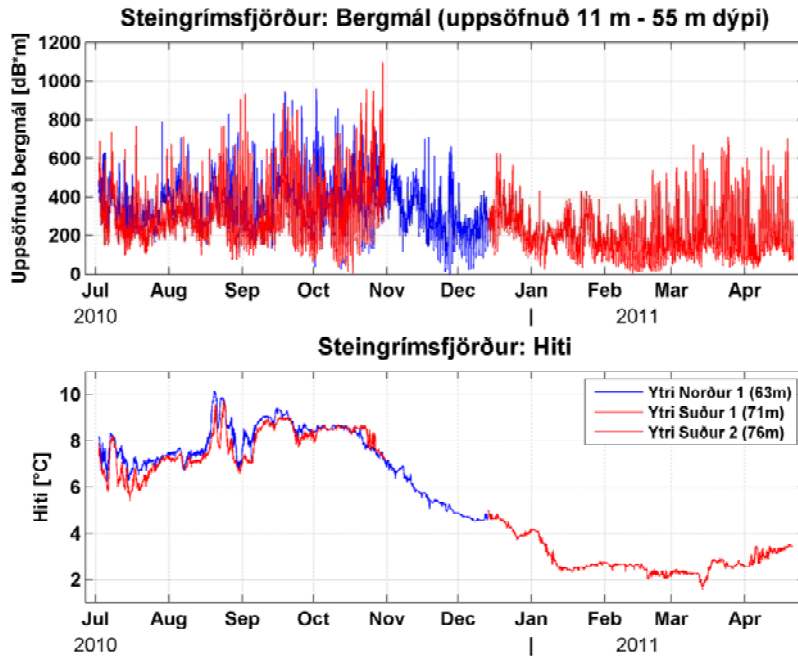
Mælarnir voru staðsettir í mynni Steingrímsfjarðar, sitt hvoru megin fjarðar og eru auðkenndir samkvæmt því, Ytri norður og Ytri suður (1. mynd).

Mælirinn sendir frá sér hljóðmerki nokkrum sinnum á 10 mínútna tímabili á hverri klukkustund. Endurkastinu sem mælirinn nemur er miðlað yfir jöfn dýptarbil vatnssúlunnar. Hér var mælirinn stilltur á dýptarbil sem var um 2 m. Á hverri klukkustund fæst þannig ferill, frá mæli og upp undir yfirborð, af mælingum á styrk endurkasts eftir dýpi. Nú er það svo að fjarlægð frá mæli hefur áhrif á styrk endurkastsins þannig að þegar skoða á styrk endurkasts af ögnum í vatnssúlunni þarf að leiðrétta fyrir henni. Leiðréttingin byggist á því að líkan er gert af endurkasti sem gerir ráð fyrir því að engar agnir eða lífverur séu í sjónum (2. mynd, hreinn sjór). Líkanið gefur þannig ákveðin grunnildi sem draga þarf frá hinu melda

endurkasti til þess að meta magn svifs á ákveðnu dýptarbili fyrir ofan mælinn. Hér var valið dýptarbilið milli 11 og 55 metra en trúflana fer að gæta frá yfirborði, ofan 10 m dýpis. Ferill fyrir slíkt líkan og magn svifs eftir dýpi er sýnt á 2. mynd.

Myndin sýnir jafnframt mismun á dreifingu agna eða svifs í vatnssúlunni fyrir ofan mæli að nóttu og degi. Alkunna er að flest svifdýr, auk ýmissa annarra tegunda, hreyfa sig upp og niður í vatnssúlunni (lóðréttar dægurgöngur). Einnig kann að vera að ýmsar aðrar agnir svo sem úrgangur frá svifdýrum sé hluti af því endurkasti sem mælist. Hafa ber í huga að mælarnir eru staðsettir á um 60 m dýpi og norðanmegin fjarðar eru um 20 m neðan mælis og til botns og sunnanmegin eru það um 30 m. Þegar nær allt svif hverfur úr súlunni má ætla að það liggi neðan við dýpið sem mælarnir eru staðsettir á eða við botn.

Þegar skoðaðar eru breytingar á endurkasti fyrir lengri tíma líkt og sýnt er á 3. mynd, þá



3. mynd. Breytingar á endurkasti á mælitímanum. Efri mynd sýnir endurkast, blátt er norðanmegin en rautt sunnanmegin. Neðri mynd sýnir hitastig á því dýpi sem mælarnir voru staðsettir á. Litamerking er sú sama og í efri myndinni.

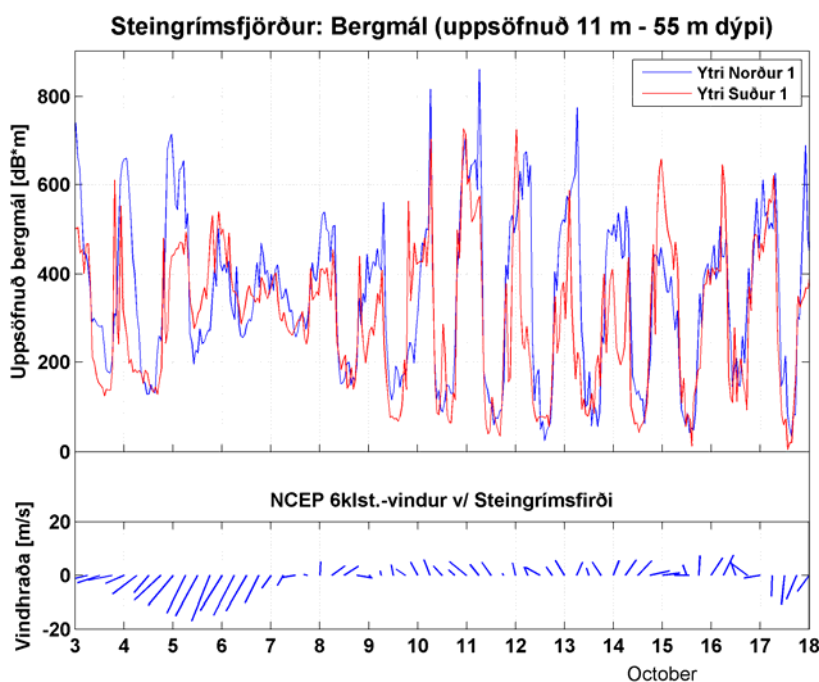
Figure 3. Variability of estimated backscatter over the observation period. Upper is backscatter, blue northernmost and red southernmost current meters. Lower is temperature at instrument depth. The color code is the same as in upper figure.

kemur fram breytileiki eftir árstíma sem einnig má búast við þar sem framleiðni og magn lífvera í sjónum fylgir árstíðum.

Á styttra tímabili líkt og sýnt er á 4. mynd má sjá að aðrir ytri þættir til viðbótar við dagsljósið, svo sem vindur, virðist hafa áhrif á farlífvera eða agna. Dægursveiflur á um tveggja vikna kafla í október virðast taka mið af nokkuð stífri norðaustanátt sem ríkti í 1-2 sólarhringa. Heldur dregur úr lóðréttu fari í og eftir hvassviðrið, sem eykst þó aftur þegar stillur taka við á ný.

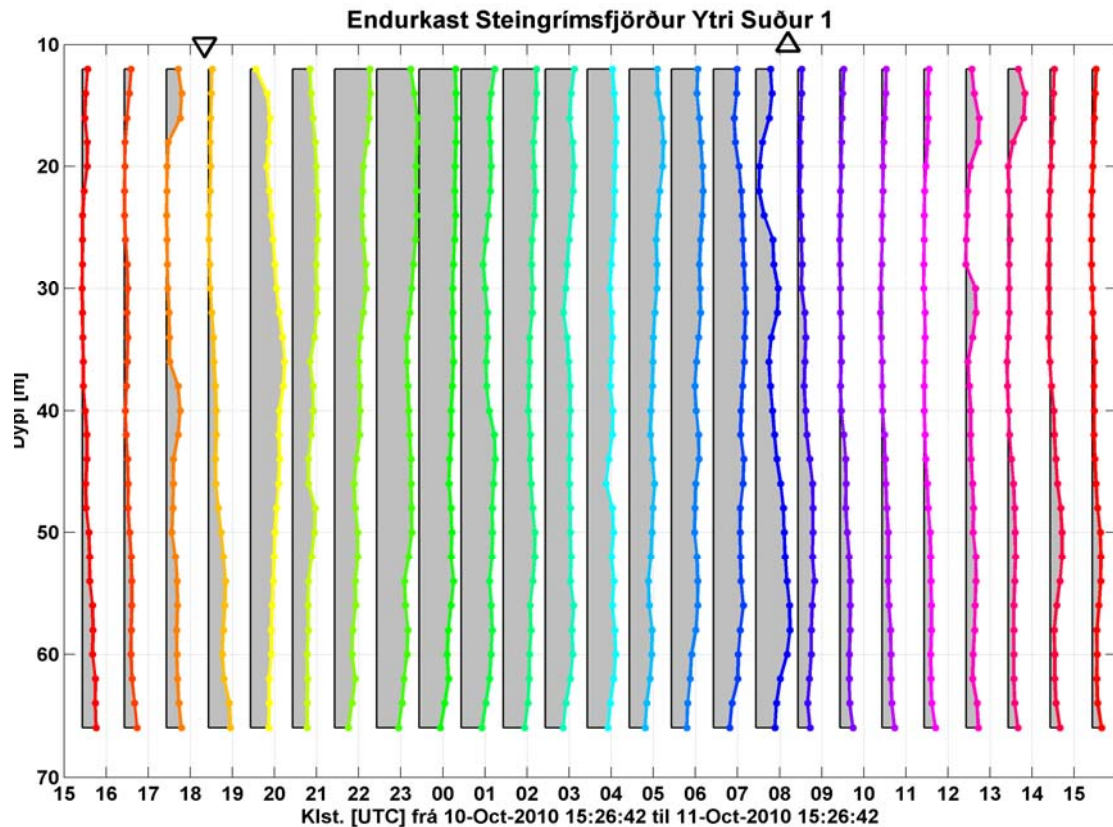
Dægursveiflur innan sólarhrings má síðan sjá

á 5. mynd. Á henni kemur fram hvernig endurkast eða svif /agnir dreifast í vatnssúlunni frá því kl 15:26 þann 10. október fram til sama tíma þann 11. október. Sólsetur og sólarupprás má sjá sem þríhyrninga á myndinni. Um sólsetur dreifist svifið hratt um alla súluna en virðist síðan halda sig á meira dýpi og etv. neðan straumælanna eftir sólarupprás. Þó nokkrar rannsóknir hafa farið fram erlendis á dægurfari svifdýra og dreifingu agna með svipaðri tækni og hér er hefur verið lýst (Liljebladh og Thomasson, 2001, Jiang et al, 2007, Sourisseau et al, 2008).



4. mynd. Breytingar á endurkasti á rúmum tveimur vikum í október (efri mynd) ásamt samtíma breytingum á vindi yfir svæðinu (NCEP gögn, Kalnay et al, 1996).

Figure 4. Variations in backscatter over a two weeks period in October (upper figure) and variations in wind over the area (NCEP data, Kalnay et al, 1996).



5. mynd. Endurkast í vatnssúlunni yfir straummæli sunnanmegin í Steingrímsfirði. Klukkutímagildi sýna dægurfar svifsins í sólarhring (frá kl. 15:26 þann 10. október til sama tíma daginn eftir). ▽ sýnir sólsetur, △ sólarupprás.

Figure 5. Backscatter from the water column above the southern current meter. Hourly values show diel/circadian cycle from day (hr 15:26) to day (15:26). Sunset marked by ▽ sunrise by △.

Hér hefur stuttlega verið lýst hvernig bergmálstækni sem ætluð er til þess að mæla strauma, getur samtímis einnig nýst til skoðunar á svifi og agnadreifingu. Ef vel á að vera er hins vegar æskilegt við rannsóknir eins og hér eru kynntar að taka sýni af svifinu til greiningar og staðfestingar á þeim breytingum sem straummælarnir sýna. Þar sem tilgangur mælinganna í Steingrímsfirði var einungis að mæla strauma var það ekki gert í það skiptið en áhugavert er að þróa og nýta frekar möguleika þessarar tækni við svifrannsóknir hér við land.

Heimildir

- Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K.C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, A. Leetmaa, R. Reynolds, R. Jenne og D. Joseph, 1996. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project., *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, No. 3, 437-470

- Liljebladh, Bengt og Maria A. Thomasson, 2001. Krill behaviour as recorded by acoustic doppler current profilers in the Gullmarsfjord. *Journal of Marine Systems*, 27: 301-313.

- Jiang, S., Tommy D. Dickey, Deborah K. Steinberg og Laurence P. Madlin, 2007. Temporal variability of zooplankton biomass from ADCP backscatter time series data at the Bermuda Testbed Mooring site. *Deep-Sea Research I* 54, pp 608-636.

- Sourisseau, M., Y. Simard og F.J. Saucier, 2007. Krill diel vertical migration fine dynamics, nocturnal overturns, and their roles from aggregation in stratified flows. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol 65, pp 574-587.

4. VIÐAUKI. UMHVERFISÞÆTTIR Í MAÍ-JÚNÍ 1952-2011 / APPENDIX. ENVIRONMENTAL VARIABLES IN MAY-JUNE 1952-2011

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⁻²) í efstu 50 m á á Siglunesniði (**). Aftasti dálkurinn sýnir reiknaða ferskvatnsþykkt (m) á 2. og 3. stöð á Látrabjargssniði, en hún er mælikvarði á styrk strandstraums fyrir Vesturlandi (***). Þá er söfnunardagur á stöð 3 á Siglunesniði sýndur sem númer dags frá upphafi árs.

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

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

ÁR	Söfnunardagur	Hitafrávik *	Seltufrávik *	Átumagn**	Ferskvatn***
2001	143	0,048	0,187	4,6	0,637
2002	141	-1,255	0,001	1,2	0,295
2003	141	2,133	0,272	3,4	1,606
2004	145	0,839	0,211	1,5	0,963
2005	145	0,639	0,076	9,2	1,036
2006	135	0,069	0,079	5,4	1,276
2007	139	0,151	-0,055	3,5	0,977
2008	140	0,049	0,108	2,2	0,363
2009	138	-0,108	0,227	1,4	0,734
2010	140	1,039	0,254	4,7	0,935
2011	139	1,112	0,199	3,1	0,933

* 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 Heimdahl, 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.

Hafrannsóknir – var Fjölrít

Marine Research

Pessi listi ásamt öllum texta fjölrítanna er aðgengilegur á netinu:
This list with full text of all the reports is available on the Internet:

<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/fjolar.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 hafsbotsins 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:** Stórpari 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 Suðvesturland. Reykjavík 1983. 50 s.
11. Nytjastofnar 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. Nytjastofnar 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 endurvarpsmælingum. 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. Nytjastofnar 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. Nytjastofnar 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. Nytjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1991. Aflahorfur fiskveiðarárið 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. Nytjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1992. Aflahorfur fiskveiðarárið 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. Nýttastofnar 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. Nýttastofnar 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. Nýttastofnar 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^2 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. Nýttastofnar 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 sjávarnytjar 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:** Sjávarnytjar 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^2 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. Nýttastofnar 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. Nýttastofnar 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. *ds² 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. **Agnes Eydal:** Áhrif næringarefna á tegundasamsetningu og fjölda svifþörungna í Hvalfirði. Reykjavík 2003. 44 s.
100. **Valdimar Ingi Gunnarsson** (o.fl.): Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun 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 föngun 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. *ds² 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. *ds² 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 föngun 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. **Agnes 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 föngun 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:** Afli og sjósókn Íslendinga frá 17 öld til 20. aldar. Reykjavík 2007. 64 s.
136. **Valdimar Ingi Gunnarsson:** Reynsla af sjókvíældi á Íslandi. Reykjavík 2008. 46 s.
137. **Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2006. Reykjavík 2008. 40 s.
138. Nýttastofnar 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.
140. **Hrafnkell Eiríksson:** Dragnót og dragnótaveiðar við Ísland. Reykjavík 2008. 19 s.
141. **Steinunn Hilma Ólafsdóttir og Sigmar Arnar Steingrímsson:** Botndýralíf í Héraðsflóa: grunnástand fyrir virkjun Jökulsár á Dal og Jökulsár í Fljótsdal (Kárahnjúkavirkjun). Reykjavík 2008. 34 s.
142. **Ólafur K. Pálsson o.fl.:** Mælingar á brottkasti botnfiska 2007 og Göngur þorsks á Íslandsmiðum kannaðar með GPS staðsetningu, bergmálstækni og rafeindamerkjum. Reykjavík 2008. 30 s.
143. Sjór og sjávarlífverur, Ráðstefna Hafrannsóknastofnunarinnar á Hótel Lofleiðum, Reykjavík 20. og 21. febrúar 2009 Ocean and marine biota, Marine Research Institute Conference at Loftleiðir Hótel, Reykjavík, February 20 and 21, 2009. Reykjavík 2009. 79 s.
144. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2007. Reykjavík 2009. 35 s.
145. Þættir úr vistfræði sjávar 2008. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2008.* Reykjavík 2009. 74 s.
146. Nýttastofnar sjávar 2008/2009. Aflahorfur fiskveiðiárið 2009/2010. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2008/2009. Prospects for the Quota Year 2009/2010.* Reykjavík 2009. 174 s.
147. **Ólafur K. Pálsson o.fl. og Sigmar Arnar Steingrímsson:** Mælingar á brottkasti botnfiska 2008 og Botndýralíf í Seyðisfirði: Rannsókn gerð í tengslum við undirbúning á laxeldi í sjó. Reykjavík 2009. 34 s.
148. **Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson og Einar Hreinsson:** Föngun á þorski. *Capture of cod.* Reykjavík 2009. 122 s.
149. **Svend-Aage Malmberg og Jóhannes Briem:** Hita, seltu og strammælingar í Botnsvogi, Hvalfirði 1973. Reykjavík 2010. 47 s.
150. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2008. *Cod quota for on-growing: results for the year 2008.* Reykjavík 2010. 35 s.
151. **Guðrún G. Þórarinsdóttir o.fl.:** Áhrif dragnótaveiða á lífríki botns í innanverðum Skagafirði. Reykjavík 2010. 19 s.
152. Þættir úr vistfræði sjávar 2009. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2009.* Reykjavík 2010. 53 s.
153. Nýttastofnar sjávar 2009/2010. Aflahorfur fiskveiðiárið 2010/2011. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2009/2010. Prospects for the Quota Year 2010/2011.* Reykjavík 2010. 178 s.
154. **Ólafur K. Pálsson o.fl.:** Mælingar á brottkasti botnfiska 2009. Reykjavík 2010. 16 s.
155. **Ingbjörg G. Jónsdóttir o.fl.:** Stofmæling hrygningarþorsks með þorsknetum 1996-2009. *Gill-net survey of spawning cod in Icelandic waters 1996-2009.* Reykjavík 2010. 53 s.
156. *Manuals for the Icelandic bottom trawl surveys in spring and autumn* (Enskar útgáfur handbóka stofnmælinga með botnvörpu að vori og hausti) Reykjavík 2010. 125 pp.
157. **Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson o.fl.:** Þorskeldiskvótaverkefnið 2010. Reykjavík 2011. 87 s.
158. Þættir úr vistfræði sjávar 2010. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2010.* Reykjavík 2011. 80 s.
159. Nýttastofnar sjávar 2010/2011. Aflahorfur fiskveiðiárið 2011/2012. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2010/2011. Prospects for the Quota Year 2011/2012.* Reykjavík 2011. 180 s.
160. **Ólafur K. Pálsson o.fl.:** Mælingar á brottkasti þorsks og ýsu 2001-2010, Göngur þorsks til og frá friðunarsvæðum norðan Íslands og Lífríki fjörunnar við útfall Reykjanesvirkjunar. Reykjavík 2012. 41 s.
161. **Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson o.fl.:** Þorskeldiskvótaverkefnið 2011. Reykjavík 2012. 79 s.
162. Þættir úr vistfræði sjávar 2011. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2011.* Reykjavík 2012. 46 s.
163. Nýttastofnar sjávar 2011/2012. Aflahorfur fiskveiðiárið 2012/2013. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2011/2012. Prospects for the Quota Year 2012/2013.* Reykjavík 2012. 186 s.