

Hafrannsóknir nr. 170

Þættir úr vistfræði sjávar 2012

Environmental conditions in Icelandic waters 2012

Reykjavík 2013

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 2012, 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 stofnunarinnar. Greinarnar fjalla m.a. um umfangsmikið samstarfsverkefni um rannsóknir á vistkerfi Norður Atlantshafshryggjarins, um örverur í hafinu og mikilvægi þeirra, um nýja þörungategund á Íslandi og að síðustu um súrnun sjávar, sem rannsóknir hafa beinst að á síðustu árum. Er það von aðstandenda að með stuttgreinum þessum fái lesendur innsýn í áhuga-verð og mikilvæg viðfangsefni sérfræðinga stofnunarinnar á sviði vistfræði sjávar, en greinarnar birtast undir nafni höfunda.

Sérstakur starfshópur sá um útgáfu skýrslunnar. Í ritstjórn eru Ástþór Gíslason, Héðinn Valdimarsson, Kristinn Guðmundsson og Sólveig Ólafsdóttir 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 9. júlí 2013
Jóhann Sigurjónsson

Efnisyfirlit / Contents

bls. / page

Ágrip	7
English summary.....	7
1. Ástand sjávar og svífsamfélög	
<i>Environmental conditions and plankton communities</i>	<i>9</i>
2. Langtímabreytingar	
<i>Long-term changes</i>	<i>17</i>
3. Stuttar greinar um vistfræði sjávar	
<i>Short notes on marine ecology</i>	<i>22</i>
Héðinn Valdimarsson og Steingrímur Jónsson: Straumhvirfill austan Kolbeinseyjarhryggjar /	
<i>Anticyclonic eddy east of Kolbeinsey Ridge.....</i>	<i>22</i>
Ástþór Gíslason og Teresa Silva: Alþjóðlegar rannsóknir á svífdýrum og uppsjávarfiskum í	
Norður-Atlantshafi (EURO-BASIN) / International studies on plankton and pelagic fish in the	
North-Atlantic (EURO-BASIN).....	27
Karl Gunnarsson og Svanhildur Egilsdóttir: Tvær tegundir Sphacelaria finnast við Ísland /	
<i>Sphacelaria cirrosa and S. solitaria (Sphacelariales, Phaeophyceae) recorded for the first time in</i>	
<i>Iceland</i>	<i>31</i>
4. Viðauki. Umhverfispættir í maí-júní 1952-2012 /Appendix. Environmental variables in May-	
June 1952-2012	36

Ágrip

Fyrsti kafli skýrslunnar fjallar um niðurstöður vistfræðirannsókna í sjó við Ísland sem fóru fram árið 2012 og eru hluti af umhverfisvöktun Hafrannsóknastofnunar. Gerð er grein fyrir ársfjórðungslegum rannsóknum á hita og seltu sjávar. Sérstök áhersla er lögð á umhverfis- og vistfræðiathuganir í vorleiðangri sem farinn er í maímánuði á ári hverju. Þar eru gerðar mælingar á seltu og hita til að kanna ástand sjávar, sem og mælingar á styrk næringarefna og á útbreiðslu og magni plöntu- og dýrasvifs 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 á hita, seltu og dýrasvifi. 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.

Hiti og selta í yfirborðslögum sjávar við landið árið 2012 var áfram yfir meðallagi sunnan og vestan við landið, en heldur nær því norðan og austan við land. Selta var nokkuð lægri umhverfis landið en verið hefur eins og einkennandi var fyrir norðanvert Atlantshaf á þessu ári. Í síðari hluta maí var voraukning svifgróðurs skammt á veg komin víðast hvar. Mesti vöxturinn hafði orðið á grynnstu stöðvum við Norðausturland og á Selvogsbanka. Heildarmagn átu í vorleiðangri var nálægt meðallagi. Á Vestur- og Norðurmiðum var átumagn um og yfir meðallagi, en nokkuð undir meðallagi fyrir austan landið. Fyrir Suðurlandi var átumangið nálægt meðallagi. 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 þar sem sýni voru tekin til skoðunar um sumarið.

Í smágreinum um málefni sem tengjast vistfræði sjávar fjallar fyrsta greinin um niðurstöður rannsókna á straumum á Kolbeinseyjarhrygg. Lýst er hringstraumi austan megin hryggjarins og hugsanlegri þýðingu hans fyrir vistkerfið. Önnur greinin fjallar um rannsóknaverkefnið EURO-BASIN og þátt Hafrannsóknastofnunar en þar er höfuðáhersla stofnunarinnar að rannsaka vistfræði ljósátu við landið. Þriðja og síðasta smágreinin fjallar um fund tveggja tegunda botnþörunga af ættkvíslinni *Sphacelaria*, þ.e. *Sphacelaria cirrosa* (Roth) C.A. Agardh og *S. solitaria* (Pringsheim) Kylin sem fundust í fyrsta sinn hér við land árið 2011.

Summary

In the first section of this report the results of environmental monitoring of the waters around Iceland in 2012 are presented. The oceanographic and biological research carried out during the annual spring survey, during the 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 2012 was above the long-term average south and west of Iceland, but closer to the long-term mean north and east of it. Salinity in Icelandic waters was in 2012 a little lower than in the years before which is in accordance with measurements in the North Atlantic this year. The onset of spring growth of phytoplankton had not occurred at the time of observation and hence the phytoplankton biomass was rather low in late May 2012. Most phytoplankton growth was observed north east of Iceland and on Selvogsbanki south of Iceland. In May the zooplankton biomass off the south coast was close to the long-term average, while lower than average east of Iceland and over the average west and north of it. Overall the total zooplankton biomass was close to the long term average. Monitoring of harmful algae was effective from May to October in selected areas, where commercial utilization of shellfish is established. A warning was announced against consumption of shellfish for certain periods on all monitoring sites.

The first of the short notes is on the results of a study on currents around the Kolbeinsey Ridge. Results of these observations confirm the existence of a permanent eddy, at the eastern flank of the ridge, which may act as a retention area. The second short note briefly describes work on the EU 7th framework programme EURO-BASIN. An important contribution of MRI to the programme will be research on the ecology of euphausiids in Icelandic waters and in the wider North Atlantic. The third and last note reports on the recording of two benthic algal species, *Sphacelaria cirrosa* (Roth) C.A. Agardh and *S. solitaria* (Pringsheim) Kylin for the first time from the Icelandic coastal waters in 2011.

1. Ástand sjávar og svífsamfélög

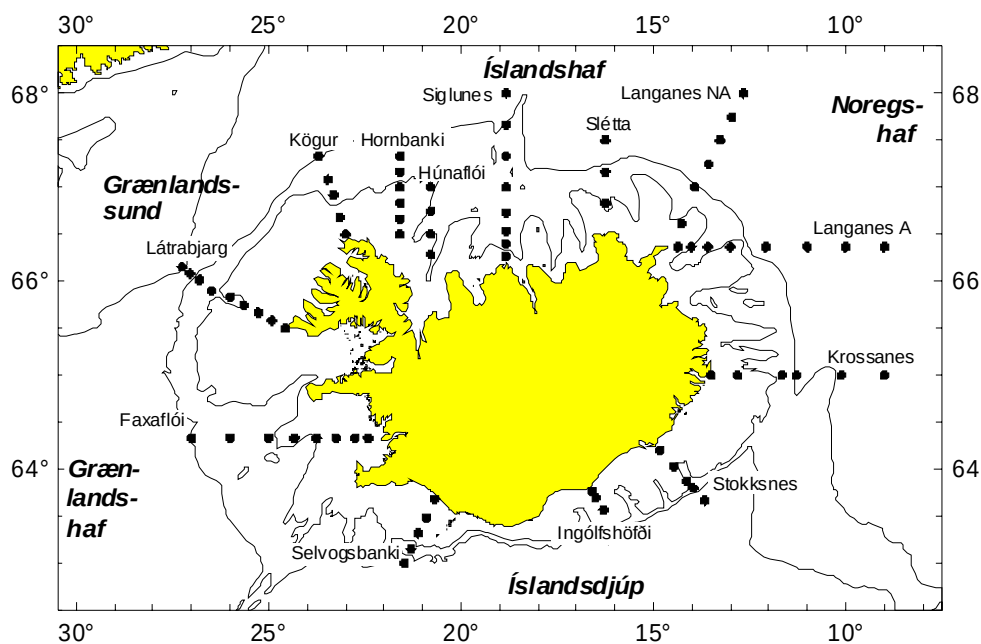
Environmental conditions and plankton communities

Inngangur / Introduction

Flókið samspil margra umhverfisþátta hefur áhrif á fæðuvefinn í sjónum og þar með á vöxt og viðgang nytjastofna við landið. Á hverju ári fylgist Hafrannsóknastofnun því með helstu umhverfisþáttum og svífsamfélögum á Íslands-miðum og er í þessu hefti gerð grein fyrir niðurstöðum athugana sem gerðar voru á árinu 2012.

Á tímabilinu frá febrúar 2012 til desember

2012 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 straummælingar og síðan í haustleiðangri í nóvember og byrjun desember. Umhverfismælingar fóru einnig fram í síldarleiðangri í maí og eru þau gögn notuð að hluta hér ásamt árstíðarbundnum mælingum.



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

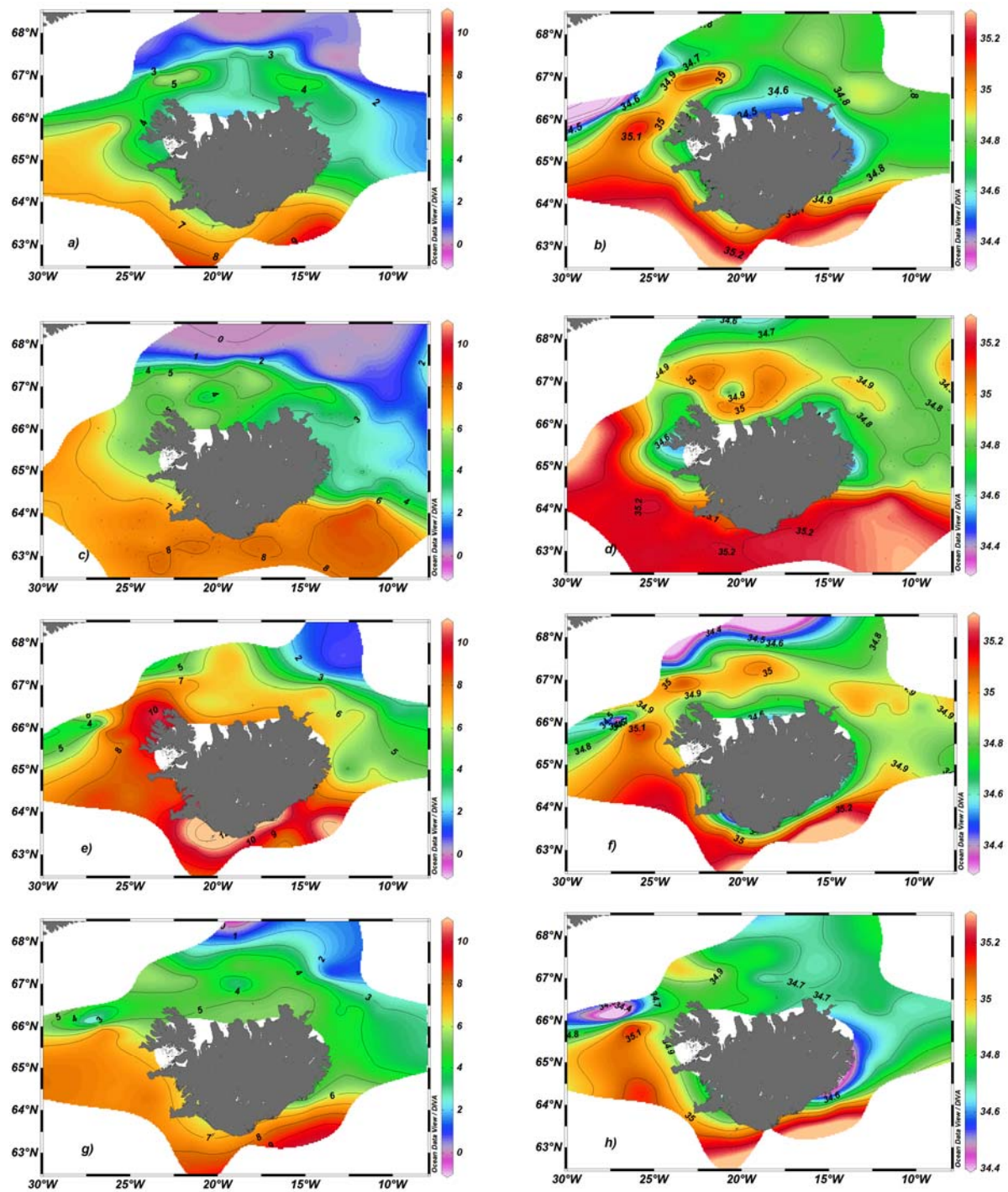
Figure 1. Standard sections used in routine hydrographic and plankton research in Icelandic waters. Depth contours are shown for 200 and 500 m.

Hiti og selta / Temperature and salinity

Yfirborðslög / Surface layers

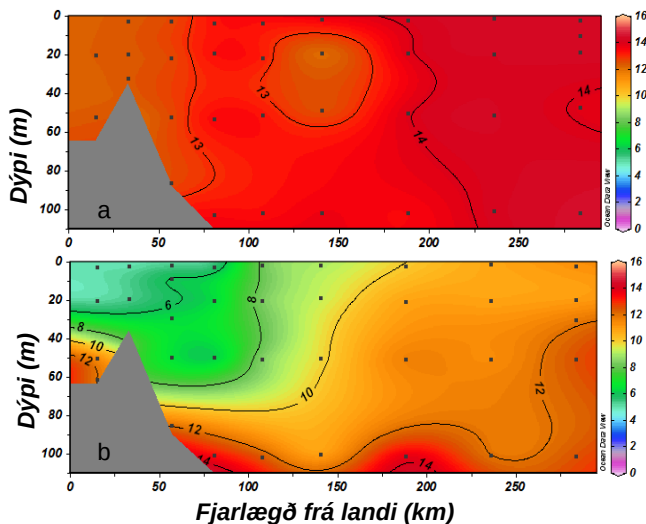
Á árinu 2012 voru hiti og selta sjávar fyrir sunnan og vestan land yfir meðallagi þess tíma sem mælingar hafa staðið en lækkuðu heldur frá 2010 bæði árin 2011 og 2012, einkum selta. Hiti í efri lögum sjávar fyrir norðan land var um eða yfir meðallagi en seltan var undir langtíma-meðaltali. Úti fyrir norðausturlandi var seltan yfir meðallagi megnið af árinu en hiti nálægt meðaltali árunna 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 og svipuð 2005, þó hafis ræki inn á Norðurmið í lok veturs. Eftir árið 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. Árin 2011 og 2012 voru hiti og selta yfir meðallagi fyrir sunnan og vestan land en hiti var um meðallag fyrir norðan landið þar sem seltan var heldur undir meðallagi yfir árið.



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).

Figure 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) 2012



3. mynd. Lóðrétt dreifing nitrats ($\mu\text{mol l}^{-1}$) á Faxaflóasniði a) 6. - 7. febrúar 2012 og b) 15. - 16. maí 2012.

Figure 3. Vertical profiles of nitrate ($\mu\text{mol l}^{-1}$) on the Faxaflói section a) 6 - 7 February 2012 and b) 15 - 16 May 2012.

Í vetrarleiðangi í febrúar 2012 var hlýsjórinn fyrir sunnan og vestan land áfram vel yfir meðallagi heitur og selta yfir meðallagi líkt og árin á undan. Hiti vestan við landið var áfram hár miðað við árstíma en seltan var lægri en áður. Atlantssjávar gætti norður fyrir Vestfirði og austur fyrir Húnaflóa. Á norðurmiðum voru hiti um og selta undir meðallagi þessa árstíma ($\sim 2-4^\circ\text{C}$, $\sim 34,7$). Hiti og selta í Austur-Íslandsstraumi voru yfir meðaltali ($1-3^\circ\text{C}$, $>34,7$).

Í vorleiðangri (maí) var Atlantsjórinn að sunnan yfir meðallagi bæði í hita og seltu (hiti $6-8^\circ\text{C}$ og selta $35,1-35,2$). Hiti og selta voru heldur lægri suðaustanlands. Innflæði hlýsjávarins inn á Norðurmið gætti vel austur að Langanesi. Hiti úti fyrir Mið-Norðurlandi var yfir meðaltali þessa árstíma ($3-5^\circ\text{C}$ og $34,7-35,0$). Í Austur-Íslandsstraumi mældust hiti og selta yfir meðallagi. Úti fyrir Austfjörðum voru sjávarhiti og selta í efri lögum sjávar um meðallag.

Í ágúst 2012 var hiti efri laga vestan við land áfram hár líkt og sumarið 2011 en selta var lægri. Hiti úti fyrir Mið-Norðurlandi var yfir meðallagi en hlýsjór náði vel norður fyrir landgrunnskant og vel austur fyrir Langanes undir tiltölulega þunnu og fersku yfirborðslagi. Þetta ferska yfirborðslag var áberandi úti fyrir norðvestanverðu landinu og austur um að Eyjafirði. Úti fyrir Norðausturlandi, í Austur-Íslandsstraumi, voru hiti og selta vel yfir meðallagi. Austur af landinu voru hiti og selta um eða yfir langtíameðaltali.

Í nóvember var áfram hlýtt vestan við landið en selta hafði lækkað nokkuð frá sama árstíma árið áður og hafði ekki verið lægri í yfir áratug. Fyrir Norðurlandi var hiti yfirborðslaga ($0-50\text{m}$) vel yfir meðallagi þessa árstíma en selta nær meðallagi. Fyrir norðaustan landið voru hiti og selta við meðallag. Seltan í Austur-Íslandsstraumi var um $34,7$ og hiti var yfir meðallagi. Hiti fyrir austan landið var yfir meðallagi og selta um meðallag. Hiti á þessum tíma var því yfir meðallagi en selta um og undir meðaltali þessa árstíma.

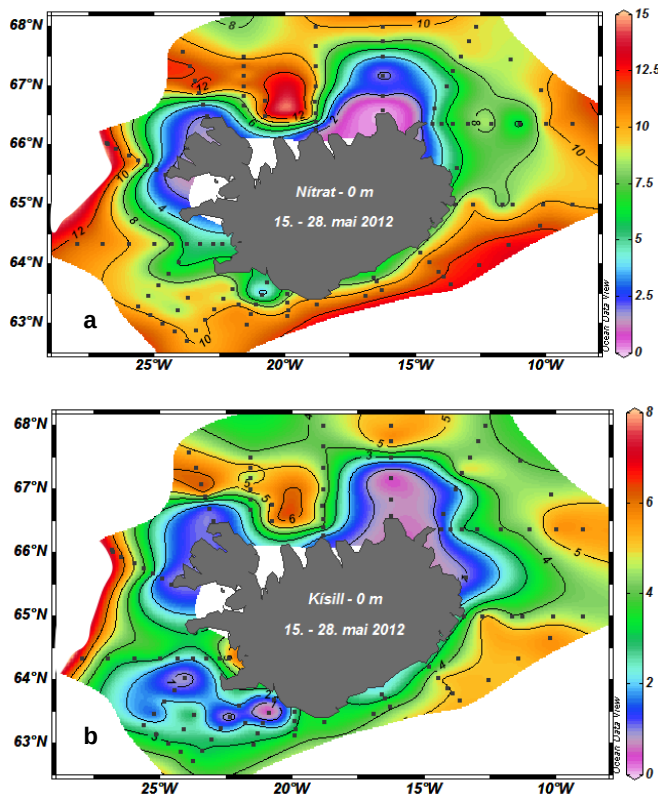
Í meginráttum má segja að árið 2012 hafi hiti í yfirborðslögum sjávar umhverfis landið verið um og yfir meðallagi fyrir sunnan og vestan land en um meðallag fyrir norðan og austan landið. Selta var nokkuð lægri umhverfis landið en verið hefur og var það einkennandi fyrir norðanvert Atlantshaf á þessu ári.

Næringarsölt / Nutrients

Styrkur næringarefna var kannaður í maí á hafsvæðinu umhverfis Ísland og einnig var gerð mæling á völdum rannsóknasniðum (1. mynd) í febrúar. Styrkur næringarefna í yfirborðslögum sjávar breytist reglulega með árstíma. Árlegt hámark er síðla vetrar þegar lóðrétt blöndun sjávarins nær langt niður í vatnsúluna og færir uppleyst næringarefni til yfirborðsins. Styrkur uppleystra næringarefna nærri yfirborði lækkar að vori þegar svifþörungur fara að vaxa.

Styrkur nitrats í efstu 100 metrunum á Faxaflóa í febrúar 2012 er sýndur á 3. mynd a. Nítratstyrkur var lægri nær landi heldur en á ystu stöðvunum og var að meðaltali $12,8 \mu\text{mol l}^{-1}$ á stöðvum 1 - 4, 6. - 7. febrúar. Yst á sniðinu var styrkurinn $14,2 \mu\text{mol l}^{-1}$ í efstu 200 metrunum á stöðvum 7 - 9. Á 3. mynd b er sýndur nítratstyrkur á sömu stöðvum í maí. Lækkun hafði orðið á styrknum á mest öllu sniðinu vegna frumframleiðni þó að sú lækkun hafi ekki verið mikil.

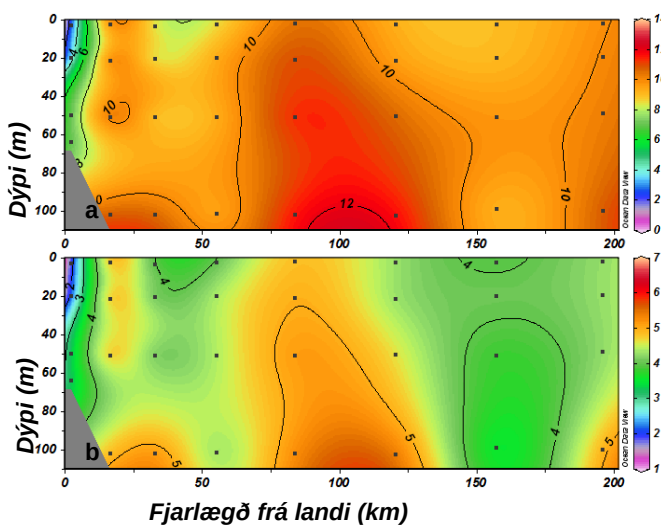
Dreifing nitrats og kísils við yfirborð á rannsóknasvæðinu dagana 15. - 28. maí 2012, sést á 4. mynd. Næst landi hafði styrkur næringarefna lækkað frá vetrinum. Styrkurinn var víðast jafn frá yfirborði og allt niður á 50 metra dýpi. Styrkur næringarefna við yfirborð í Faxaflóa var enn hár þó að einhver upptaka hafi verið vegna vaxtar svifþörungna og náði hún frekar langt út eftir sniðinu. Vestur af landinu og undan Norðvesturlandi var styrkur næringarefna óbreyttur frá því sem búast má við að vetrarlagi utan við þær stöðvar sem næst eru



4. mynd. Styrkur næringarefna við yfirborð í hafinu umhverfis Ísland 15. - 28. maí 2012, a) níturat (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 15- 28 May 2012 a) nitrate (NO_3 , $\mu\text{mol l}^{-1}$) and b) silicate (Si , $\mu\text{mol l}^{-1}$).

landi. Út af Melrakkaslétu voru næringarefni nánast búin og ljóst að töluverður vöxtur gróður hafði þar átt sér stað. Undan Norðausturlandi, Austurlandi og Suðurlandi hafði styrkur



5. mynd. Lóðrétt dreifing a) nítrats ($\mu\text{mol l}^{-1}$) og b) kísils ($\mu\text{mol l}^{-1}$) á Siglunesniði 18. - 19. maí 2012.

Figure 5. Vertical profiles of a) nitrate ($\mu\text{mol l}^{-1}$) and b) silicate ($\mu\text{mol l}^{-1}$) on the Siglunes section 18. - 19. May 2012.

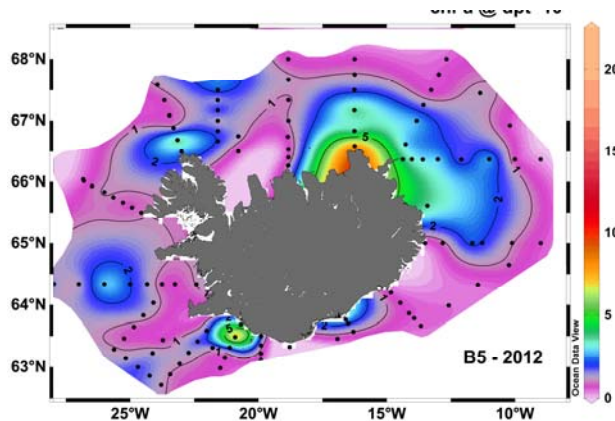
næringarefna lækkað frá vetrarhámarki en þar var þó enn gnótt næringarefna sem geta staðið undir miklum vexti svifþörungum til viðbótar (4. mynd). Lækkun á styrk kísils í yfirborðslögum fylgdi vel lækkun á níturatstyrk sem bendir til þess að kísilþörungum hafi staðið fyrir stórum hluta vorblómans.

Dreifing nítrats og kísils með dýpi á Siglunesniði í maí er sýnd á 5. mynd. Styrkur er nær óbreyttur frá vetrargildum utan stöðvanna næst landi. Þá sést hár styrkur næringarefna sem berast inn á Norðurmið með innflæði Atlants-sjávar á hámarki í styrk næringarefna um miðbik sniðsins.

Svifþörungur / Phytoplankton

Magndreifing svifgróðurs, samkvæmt niðurstöðum mælinga á blaðgrænu í sjósýnum frá 10 metra dýpi í maí, er sýnd á 6. mynd. Gera má ráð fyrir að víðast hvar sé sjór uppblandaður í yfirborðslagi sem nær niður á u.þ.b. 20 metra dýpi megnið af gróðurtímabilinu. Þess utan er alla jafnan gert ráð fyrir að mælt blaðgrænumagn standi í réttu hlutfalli við lífmassa svifgróðursins. Ef aðstæður til vaxtar svifgróðurs eru hentugar safnast megnið af frumframleiðslu svifþörungum um vorið, svo-kölluð nýmyndun, fyrir í yfirborðslaginu á mjög skömmum tíma. Þá verður magn mældrar blaðgrænu verulega hátt (yfir 5 mg í rúmmetra), en hámark nýmyndaðs gróðurs ræðst af hve mikið er til staðar af uppleystum næringarefnum, sem eru nauðsynleg til vaxtar gróðrinum. Í sumum tilvikum getur beit dýrasvifs haldið gróðurmagninu í skefjum, og þá dregst vöxturinn á langinn þó svo að heildar framleiðslan verði engu minni. Þegar svo ber við nýtist vöxtur svifgróðursins betur í yfirborðslaginu en þegar vöxturinn á sér stað yfir skamman tíma og lífmassinn verður mikill, og umtalsverður hluti hans hripur úr yfirborðslaginu og niður í djúpið. Af framansögðu er ljóst að til að átta sig á árferðinu er gagnlegt að skoða saman niðurstöður mælinga á eðlisþyngdardreifingu sjávar með dýpi, styrk uppleystra næringarefna og magn gróðurs og dýrasvifs.

Styrkur uppleystra næringarefna (níturat, fosfat og kísill) lækkar í takt við vöxt svifgróðurs í yfirborðslaginu, eins og komið er fram, alveg fram að því að styrkur þeirra mætir ekki lengur þörfum þeirra tegunda sem standa undir vextinum hverju sinni. Einhver hluti lífmassans hripur niður úr uppblandaða laginu og tapast



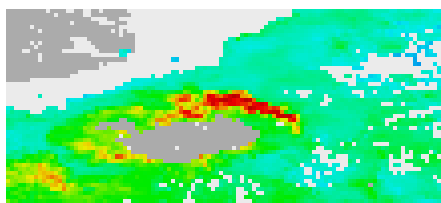
6. mynd. Magn *a*-blaðgrænu (mg m^{-3}) á 10 m dýpi í hafinu umhverfis Ísland, 15. -28. maí 2012.

Figure 6. Distribution of chlorophyll *a* (mg m^{-3}) around Iceland, at 10 m depth, during 20.-28. May 2012.

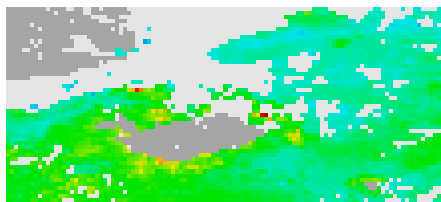
Þannig, niður á meira dýpi. Annar hluti gróðursins er étinn af dýrasvifi, sem síðan verður hugsanlega fæða stærri dýra ofar í fæðukeðjunni. Árlega blandast sjórinn svo upp á ný og sú uppblöndun tryggir að styrkur næringar-

efna endurnýjast fyrir næsta gróðurtímabil. Af þessu sést að það ræðst að miklu leyti af næringarefnaforðanum í upphafi gróðurtímabilsins hvert árlegt fæðuframboð er á hverju svæði, þó svo að á sumum svæðum og tímum bætist við viðbót næringarefna með djúpsjó sem streymir upp til yfirborðsins, t.d. þar sem sjávarstraumar mætast eða sjór þröngvast upp vegna lögunar botnsins. Þegar það á sér stað á gróðurtímabilinu þá auðgar það frjósemi svæðisins.

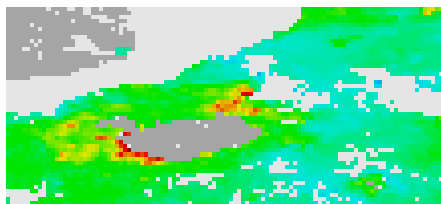
Af dreifingu blaðgrænumagns, skv. niðurstöðum mælinga á sjósýnum frá 10 metra dýpi í maí 2012 (6. mynd) má ráða að vorkoma gróðurs var víðast hvar skammt á veg komin þegar farið var um svæðið. Undanfarin ár hefur oft mátt sjá að gróðuraukning hafði átt sér stað í innanverðum Faxaflóa á sama árstíma, en að þessu sinni vakti það athygli að mestur gróður mældist á Faxaflóasniði utan Flóans. Þess utan mældist almennt frekar lítið gróðurmagn í vorleiðangrinum. Mesta gróðuraukningin (vöxturinn) hafði átt sér stað á grynnsu stöðvunum við Norðausturland og sömuleiðis á Selvogsbankasniði. Ef undan er skilin dreifing gróðurs á Faxaflóasniði þá gætti helst gróðurs á grynnsu stöðvum sniðanna. Hins vegar, þar sem styrkur



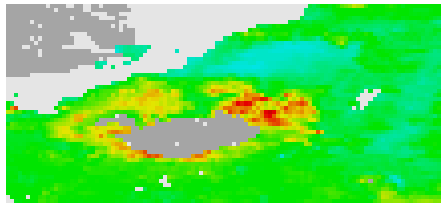
30. apríl - 7. maí



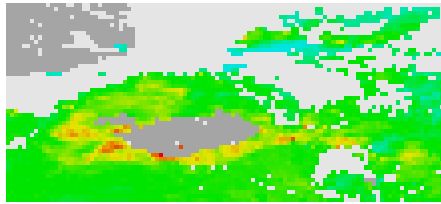
8. maí - 15. maí



16. maí - 23. maí



24. maí - 31. maí



1. júní - 8. júní

7. mynd. Framvinda gróðurs vorið 2012 umhverfis Ísland metin með blaðgrænumagnni í yfirborði sjávar frá fjarkönnun. Gögnin eru fengin frá GlobColour gagnaveitunni, sem notar skráningar frá bæði evrópskum og bandarískum geimvísindastofnunum. Blaðgrænumagnið eykst frá bláum lit yfir í grænan, gulan og rauðan, þar sem mest er. Lönd eru lituð grá, en hvítt táknar ýmist að ís- eða sjáhula byrgja sýn. Birt með góðfúslegu leyfi GlobColor.

Figure 7. Phytoplankton development around Iceland in spring 2012 as estimated by chlorophyll *a* concentrations by remote sensing. The data is from GlobColour that combines both European and US satellite data. The chlorophyll concentrations go from minimum shown in blue, to green, yellow and the maximum is shown in red. Landmasses are grey and white is either sea-ice or cloud cover. Used with permission from GlobColour.

næringarefna var alla jafnan hár getur þessi mynd þó hafa breyst afar fljótt, því eins og komið er fram geta svifþörungar vaxið hratt. Við góð skilyrði má sjá vorblóma ná hámarki á tveimur til þremur vikum.

Til nánari glöggvunar á framvindu gróðurs vorið 2012 má skoða dreifingu blaðgrænu í yfirborði sjávar samkvæmt fjarmælingagögnum frá rannsóknasvæðinu (7. mynd). Eins og sjá má á myndaröðinni þá náði svifgróður að vaxa snemma vors úti fyrir Norðausturlandi og var því í rénum þegar farið var um svæðið, seinni hluta maí. Gróðurkoman var hins vegar rétt að hefjast vestanvert við landið á sama tíma, og eins og oft áður er gróður í hlýsjónum sunnan og vestan landsins mestur upp úr miðjum maí og fram í byrjun júní.

Dýrasvif / Zooplankton

Árið 2012 var magn og útbreiðsla átu í yfirborðslögum könnuð í þremur leiðöngrum, fyrst í leiðangri sem farinn var til rannsókna kolmunna suður af landinu og síld í Austurdjúpi (3.-22. maí), þá í vorleiðangri (15.-28. maí) og loks í makrilleiðangri (13. júlí – 9. ágúst).

Í fyrsta leiðangrinum var farið yfir svæðið suðvestan, sunnan og austan landsins og í Austurdjúp, en rannsóknirnar eru liður í sameiginlegum síldarrannsóknum Íslendinga, Norðmanna, Færeyinga, Rússa og Evrópusambandsins í Noregshafi. Áta er sem kunnugt er fæða síldar- og kolmunna og því eru athuganir á útbreiðslu hennar fastur liður í rannsóknunum. Í vorleiðangri var að venju svæðið umhverfis Ísland kannað. Makrill-

leiðangurinn er hluti alþjóðlegs samstarfs um mat á útbreiðslu og göngum makríls í NA-Atlantshafi, en auk Íslendinga hafa Færeyingar og Norðmenn tekið þátt í verkefninu. Líkt og síldin lifir makrill á átu og því var það þáttur í þessum rannsóknum að kanna útbreiðslu og magn hennar.

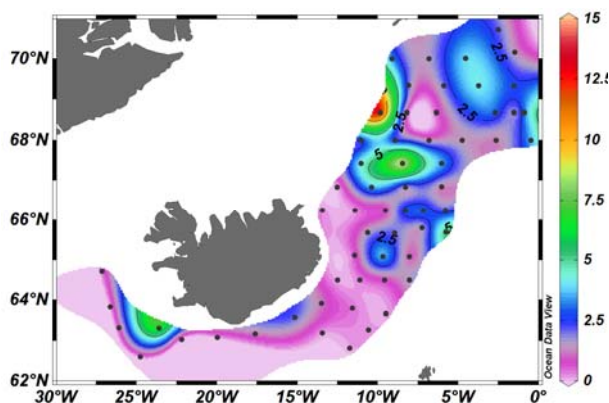
Í byrjun maí í kolmunna- og síldarleiðangri (8. mynd) fannst dálítið af átu á grunnmiðum fyrir sunnan og suðvestan en minna fyrir austan landið. Djúpt norðaustur og austur af landinu fannst hins vegar talsvert af átu, aðallega rauðátu, sem er í samræmi við rannsóknir fyrri ára.

Á 9. mynd er sýnd útbreiðsla átu í vorleiðangri 2012. Áður en sýnin voru vegin voru þau stærðarflokkuð með því að sía þau í gegnum sigti með 1000 μ möskva. Það sem fer í gegnum sigtin eru aðallega smærri svifýr, eins og ungstig rauðátu, hrúðurkarlalirfur og sjávarflær (<1000 μ , 9. mynd a), en það sem verður eftir eru einkum tiltölulega stórar krabbaflær t.d. eldri þroskastig rauðátu, póláta og ljósáta (>1000 μ , 9. mynd b). Smærri svifdýrin voru algengust suður og vestur af landinu og á einni stöð norður af Melrakkaslétu (9. mynd a) en þau stærri í Faxaflóa og djúpt norðaustur af landinu (9. mynd b). Rauðáta var yfirleitt langmikilvægasta tegundin í lífmassa, en djúpt norður og norðaustur af landinu var krabbaflóin póláta, sem er stórvaxin tegund einnig algeng. Heildarmagnið var mest í Faxaflóa og norður af Melrakkaslétu (9. mynd c). Minnst fannst hins vegar norðvestur af landinu og á grunnmiðum fyrir austan.

Þegar á heildina er litið var átumagn við landið í vorleiðangri 2012 nálægt meðallagi. Á Vestur- og Norðurmiðum var átumagn um og yfir meðallagi, en nokkuð undir meðallagi fyrir austan landið. Fyrir Suðurlandi var átumangið nálægt meðallagi.

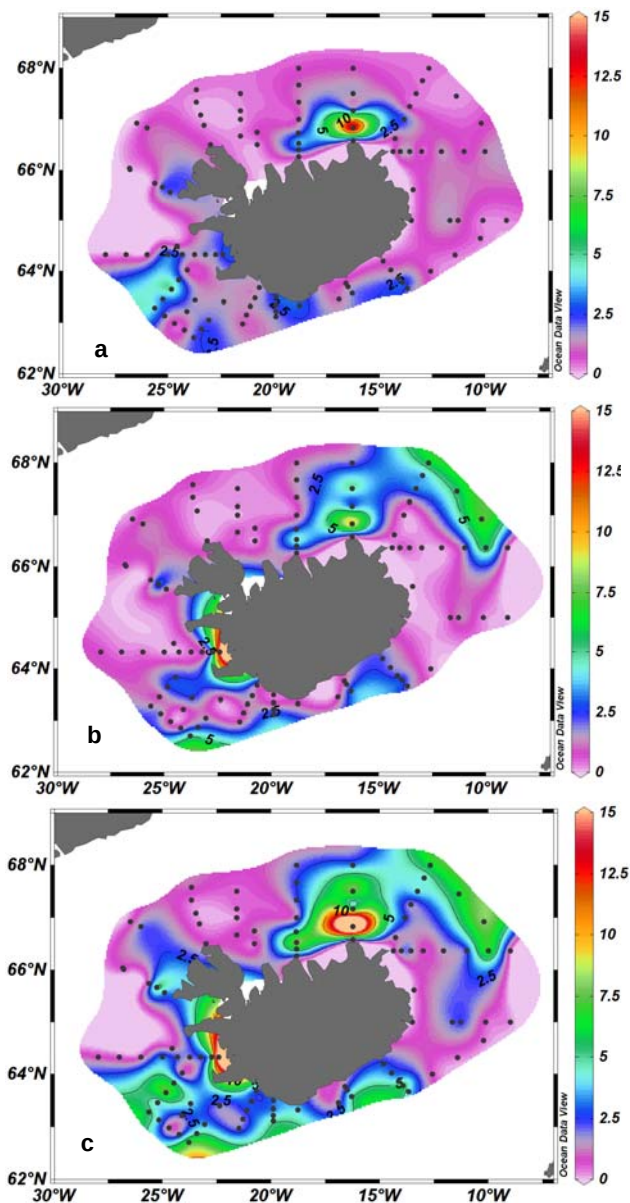
Séu niðurstöðurnar bornar saman við vorið 2011 kemur í ljós að átumagnið var meira á Vestur- og Norðurmiðum, en minna fyrir austan og sunnan landið. Rauðáta var áberandi í flestum sýnum, einkum fyrir sunnan og vestan.

Í síðari hluta júlí og fram í ágúst var enn mikil áta í yfirborðslögum vestur af landinu og fyrir norðaustan land (10. mynd). Fyrir norðan og sunnan var átumagn hins vegar fremur lágt, hafði minnkað frá því í maí (sbr. 9 og 10. mynd).



8. mynd. Útbreiðsla dýrasvifs í yfirborðslögum (g þurrvigt m⁻², 0-50 m) fyrir suðvestan, sunnan og austan landið og í Austurdjúpi 3.-22. maí 2012.

Figure 8. Zooplankton distribution (g dry weight m⁻², 0-50 m) southwest, south and east of Iceland during 3.-22. May 2012

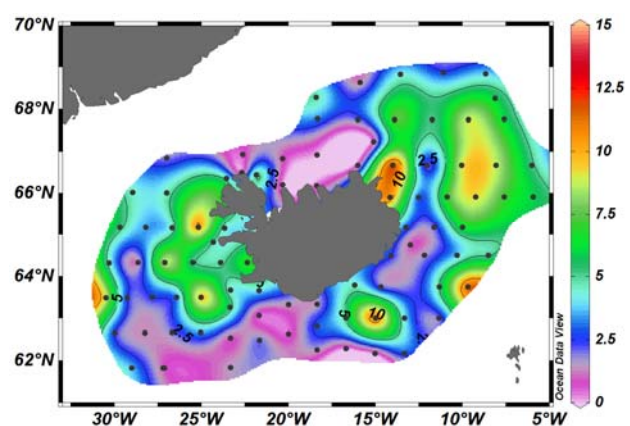


9. mynd. Útbreiðsla dýrasvifs í yfirborðslögum (g þurrvigt m^{-2} , 0-50 m) í hafinu við Ísland 15.-28. maí 2012; smááta (fer í gegnum 1000μ síu, A), stóráta (verður eftir á 1000μ síu, B) og heild (C).

Figure 9. Zooplankton distribution (g dry weight m^{-2} , 0-50 m) in the sea around Iceland during 15.-28. May 2012, divided into $<1000 \mu$ (A) and $>1000 \mu$ (B) size classes and total (C).

Vöktun eiturbörunga / Toxic algae monitoring

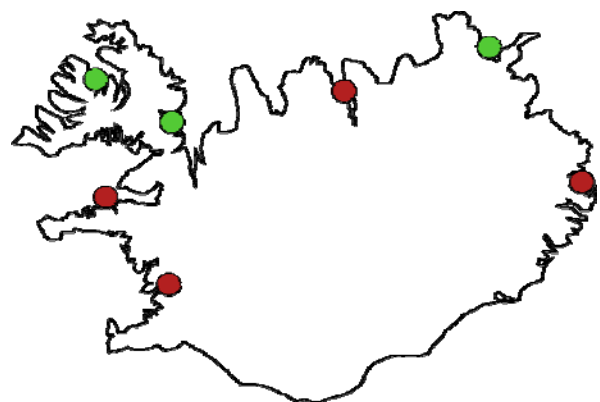
Vöktun eiturbörunga árið 2012 í tengslum við tynslu, veiðar og ræktun skelfisks stóð yfir allt árið við Hrísey í Eyjafirði og við Kiðey í Breiðafirði. Í Hvalfirði og Mjóafirði eystri hófst söfnun að vori í apríl og maí og stóð fram í lok ágúst. Vöktunin á þessum stöðum var með hefðbundnu sniði þ.e.a.s. svifþörungasýni voru



10. mynd. Útbreiðsla dýrasvifs í yfirborðslögum (g þurrvigt m^{-2} , 0-50 m) í hafinu við Ísland 13. júlí. - 9. ágúst 2012.

Figure 10. Zooplankton distribution (g dry weight m^{-2} , 0-50 m) in the sea around Iceland during 13 July - 9 August 2012.

almennt tekin á 7-12 daga fresti til greininga og talninga á eiturbörungum, en tíðni sýnatöku var aukin ef mikill fjöldi eiturbörunga var í svifinu. Sýni bárust einnig frá Álftafirði, Steingrímsfirði, og Þistilfirði en sýnataka á þeim svæðum var óregluleg, m.a. háð veiðum, neyslu skelfisks o.fl. (11. mynd). Vöktunin er samstarfsverkefni Matvælastofnunar, Hafrannsóknastofnunar, skelfiskveiðimanna og kræklingræktenda. Vöktun eiturbörunga hefur nú staðið samfleytt í 8 ár í Hvalfirði, Breiðafirði og Eyjafirði en styttra annars staðar. Til þess að markaðsetja skelfiskinn verður að vakta svifþörungum á því svæði sem hann er tekinn af. Þar sem verið er að uppskera skelfisk allt árið eins og í Breiðafirði og Eyjafirði stendur vöktunin allt árið en á



11. mynd. Sýnatökustaðir fyrir eiturbörungavöktunina á árinu 2012, rauðu hringirnir sýna fastar vöktunarstöðvar. Grænir hringir sýna stöðvar þar sem söfnun var stopul.

Figure 11. Monitoring stations for weekly sampling of toxic algae (red dots) during the year 2012. Shown in green are station with less frequent sampling.

veturna er þó lengra á milli þess að sýni eru tekin en á sumrin. Í Hvalfirði og í Mjóafirði hefst sýnataka hins vegar að vori og lýkur að hausti enda uppskeran takmörkuð við þann tíma.

Niðurstöður greininga og talninga eiturbörunga eru settar jafnóðum inn á heimasíðu vöktunarinnar www.hafro.is/voktun og þar má fylgjast með því hvort eiturbörunga hafi fundist á viðkomandi svæðum. Ef fjöldi eiturbörunga fer yfir tiltekin viðmiðunarmörk er varað við neyslu skelfisks frá svæðinu.

Helstu niðurstöður vöktunarinnar á árinu 2012 eru eftirfarandi:

Hvalfjörður; sýnum var safnað á um það bil 12 daga fresti á einni stöð út af Hvammsvík. Sýnataka hófst 1. júní og lauk reglubundinni sýnatöku 7. september. Varað var við neyslu skelfisks samfelld á tímabilinu 1. júní til 7. september en einnig eftir að sýni bárust 8. og 25. október. Árið 2012 var 10 sinnum varað við skelfiskneyslu í Hvalfirði vegna hættu á DSP-eitrun, 7 sinnum vegna hættu á ASP-eitrun og 3 sinnum vegna hættu á PSP-eitrun (Tafla 1). Það var því varað við skelfiskeitrun í Hvalfirði allan þann tíma sem vöktunin stóð að frátöldu tímabili frá lokum október og fram í nóvember.

Breiðfjörður, Kiðey; sýnum var safnað allt árið á stöð við Kiðey í Breiðafirði. Mánaðarlega yfir vetrarmánuðina, tvisvar í apríl og vikulega frá því í byrjun maí þar til í lok september. Í október var safnað tvisvar og síðan aftur mánaðarlega um veturinn. Einungis einu sinni á

tímabilinu, vikuna 23. til 29. júlí, var varað við neyslu skelfisks í firðinum og þá vegna hættu á ASP-eitrun (Tafla 1).

Eyjafjörður; sýnum var safnað á stöð við Hrísey og stóð sýnataka allt árið. Safnað var mánaðarlega yfir vetrarmánuðina, tvisvar í apríl og um það bil vikulega frá því í byrjun maí þar til í lok september. Í október var safnað tvisvar og síðan aftur mánaðarlega um veturinn. Varað var við neyslu skelfisks nánast samfelld allt tímabilið frá 14. maí til 21. október. Engir eiturbörunga fundust hins vegar í sýni sem safnað var í nóvember. Viðvaranir voru 21 sinni vegna hættu á PSP-eitrun og 13 sinnum vegna hættu á DSP eitrun. Aldrei var varað við skelfiskneyslu í Eyjafirði árið 2012 vegna hættu á ASP eitrun (Tafla 1).

Mjóifjörður eystri; sýnum var safnað á stöð út af bænum Brekku í Mjóafirði, þar stóð vöktun eiturbörunga yfir á tímabilinu frá 21. maí til 1. október. Varað var við neyslu skelfisks á tímabilinu 20. júní – 27. ágúst, vegna hættu á PSP eitrun 7 sinnum og ASP-eitrun 2 sinnum, tegundir sem geta valdið DSP-eitrun fundust í firðinum en fóru ekki yfir viðmiðunarmörk um hættu á skelfiskeitrun (Tafla 1).

Tafla 1. Ástand á vöktunarsvæðunum út frá talningu eiturbörunga árið 2012.

Table 1. Status of monitoring areas from toxic algae cell count during the year 2012.

2013	14-20/5	21-27/5	28/5-3/6	4-10/6	11-17/6	18-24/6	25/6-1/7	2-8/7	9-15/7	16-22/7	23-29/7	30/7-5/8	6-12/8	13-19/8	20-26/8	27/8-2/9	3-9/9	10-16/9	17-23/9	24-30/9	1-7/10	8-14/10	15-21/10	22-28/10	29/10-4/11	nov 2012	des.12
Hvalfjörður			D	D	D	D	D	D	DP	DP	PA	PA	DP	DP	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA			
Breiðafjörður											A																
Eyjafjörður	P	P	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	P	P	P		P	P		P				
Mjóifjörður					P	P	P	P	PA	PA	PA	P	P														

	Sýni ekki til staðar
	Ekki talin hætta á skelfiskeitrun á svæðinu
D	Varað við hættu á DSP-eitrun í skelfiski (Diarrhetic Shellfish Poisoning)
P	Varað við hættu á PSP-eitrun í skelfiski (Paralytic Shellfish Poisoning)
A	Varað við hættu á ASP-eitrun í skelfiski (Amnesic Shellfish Poisoning)

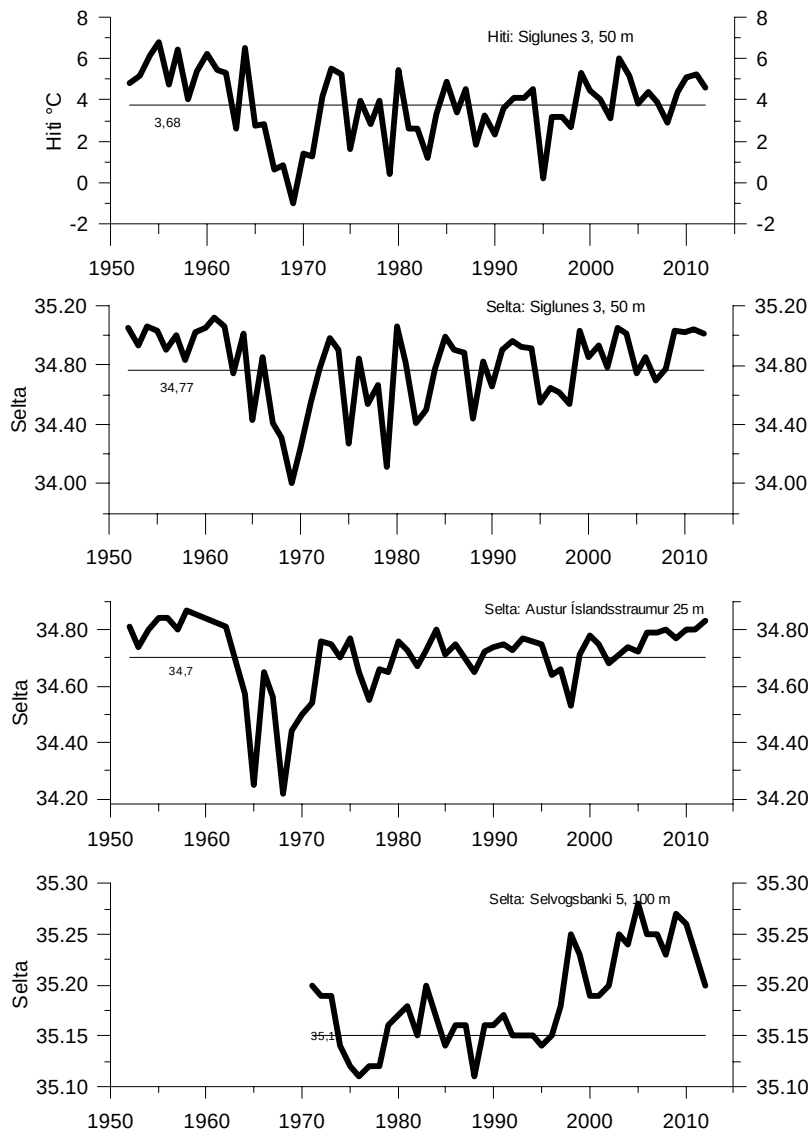
2. LANGTÍMABREYTINGAR / LONG-TERM CHANGES

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. Þó er þar breytileiki í seltu og hita þar eins og annars staðar og skiptast á tímabil með seltu hærri en 35,15 og lægri en 35,15 (12. mynd).



12. 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 breytan seltukvarða fyrir Selvogsbanka. Niðurstöðurnar eru frá rannsóknum að vorlagi og staðsetning stöðva er sýnd á 1. mynd (1. stöð er næst landi).

Figure 12. 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).

Seltan 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 vorin 2011 og 2012.

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 þegar litið er til 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 hálfa öld (12. mynd). Eftir hlýindaskeið á norðanverðu Norður-Atlantshafi tók að kólna um miðjan sjöunda áratuginn er við tóku hafísár 1965-71 með köldum og seltulágum pólsjó í Íslandshafi.

Eins og sjá má á 12. mynd hafa síðan 1971 skipst á „hlýrri“ ár (1972-74, 1980, 1984-87, 1991-94) og „kaldari“ ár (1975, 1977, 1979, 1981-83, 1988-90, 1995, 1998) á Norðurmiðum. Þeim síðarnefndu má skipta í pólsjávarár og svalsjávarár eftir ríkjandi sjógerðum og lagskiptingu í sjónum. Þannig flokkast árin 1981-83, 1989, 1990 og 1995 til svalsjávarára 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

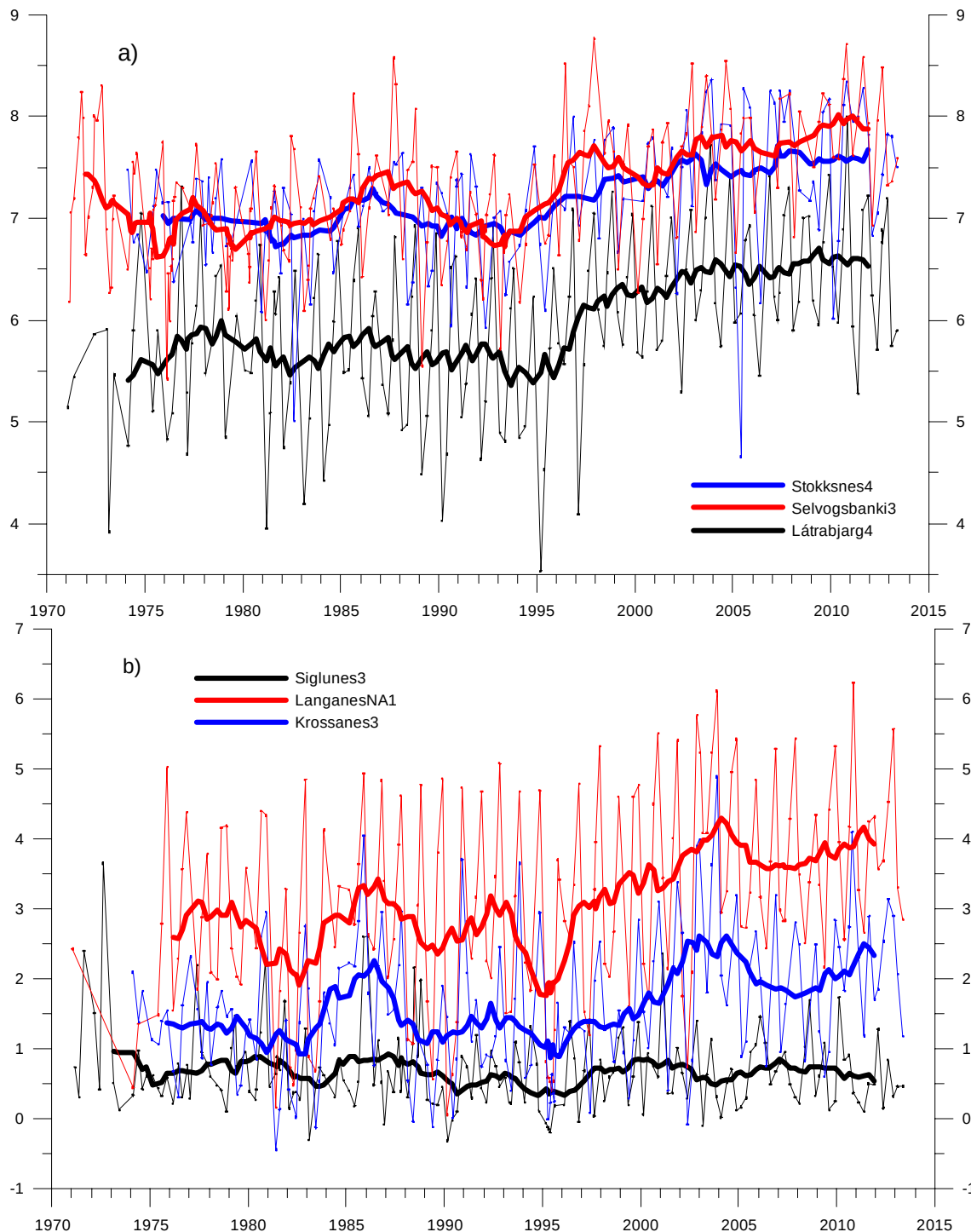
dró litillega úr áhrifum hlýsjávar undan Norðurlandi næstu ár og voru þau í meðallagi samkvæmt mælingum árið 2002. Bæði hiti og selta, yfir landgrunninu, voru svo almennt vel yfir meðallagi árið 2003, einkum var útbreiðsla hlýsjávar mikil. Útbreiðslan minnkaði litillega árið 2004 með heldur lægri hita og seltu, en hvort tveggja var 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 2012 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 nærri meðallagi og að vetrarhiti og selta hafa verið yfir eða nærri meðallagi að frátöldu árinu 2002. Árið 2011 lækkaði vetrarselta og 2012 mældist lægsta selta á Norðurmiðum síðan 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 sex 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 13. 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. Tekið er meðaltal af jafndreifðum 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 mest þar sem grynnt er við landið, en minnkar með vaxandi dýpi. Utan við landgrunnsbrúnina norðan og austan lands er botnhiti jafnan 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 landgrunnshliðunum sunnan og vestan lands fer botnhiti einnig lækkanði með vaxandi dýpi, en þó fer hann ekki mikið niður fyrir 4°C.



13. mynd. Botnhiti á völdum stöðvum umhverfis landið (sjá 1. mynd). Tekið er meðaltal af 50-100 m vatnssúlu yfir botni og þannig fengin tímaröð af nánast ársfjórðungslegum mælingum (þunn lína). Einnig er sýnt (þykk lína) fyrir keðjumeðaltal 13-gilda sem nálgast þriggja ára hlaupandi meðaltal. Gildi frá árunum fyrir 1990 eru meðaltal línulega brúaðra óreglulegra punktmælinga (sjótaka). Gildi frá árunum eftir 1990 eru meðaltal samfelldra mælinga eftir dýpi (síríta). a) Botnhiti á stöðvum sunnan og vestan við landið. Stokksnes 4 (botndýpi um 540 m), Selvogsbanki 3 (botndýpi um 150 m) og Látrabjarg 4 (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. Siglunes 3 (botndýpi um 470 m), Langanes NA 1 (botndýpi um 190 m) og Krossanes 3 (botndýpi um 210 m).

Figure 13. 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), Langanes NA 1 (bottom depth about 190 m) and Krossanes3 (bottom depth about 210 m).

Dýpi mælistöðva á 13. mynd er mismunandi og ársveiflan (grennri línan) því mismikil. Þykka línan sýnir hlaupandi meðaltal og þannig breytingar á hitafari við botn. Stöð 4 á Stokksnessniði (Stokksnes 4) er við landgrunnsbrún nærri 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 yfir síðasta áratug og hlýrri sjór jafnvel meira áberandi vestanlands og héldust hlýindi við botn á þessum slóðum í stórum dráttum áfram 2012. Vorið á Látra-grunni þó kaldara en undanfarin ár. Sumarmælingar (í ágúst) á Selvogsbanka og á Stokksnessi 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 13. 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 2003 og 2010. En botnhiti á þessum stöðum lækkaði nokkuð árið 2012. 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

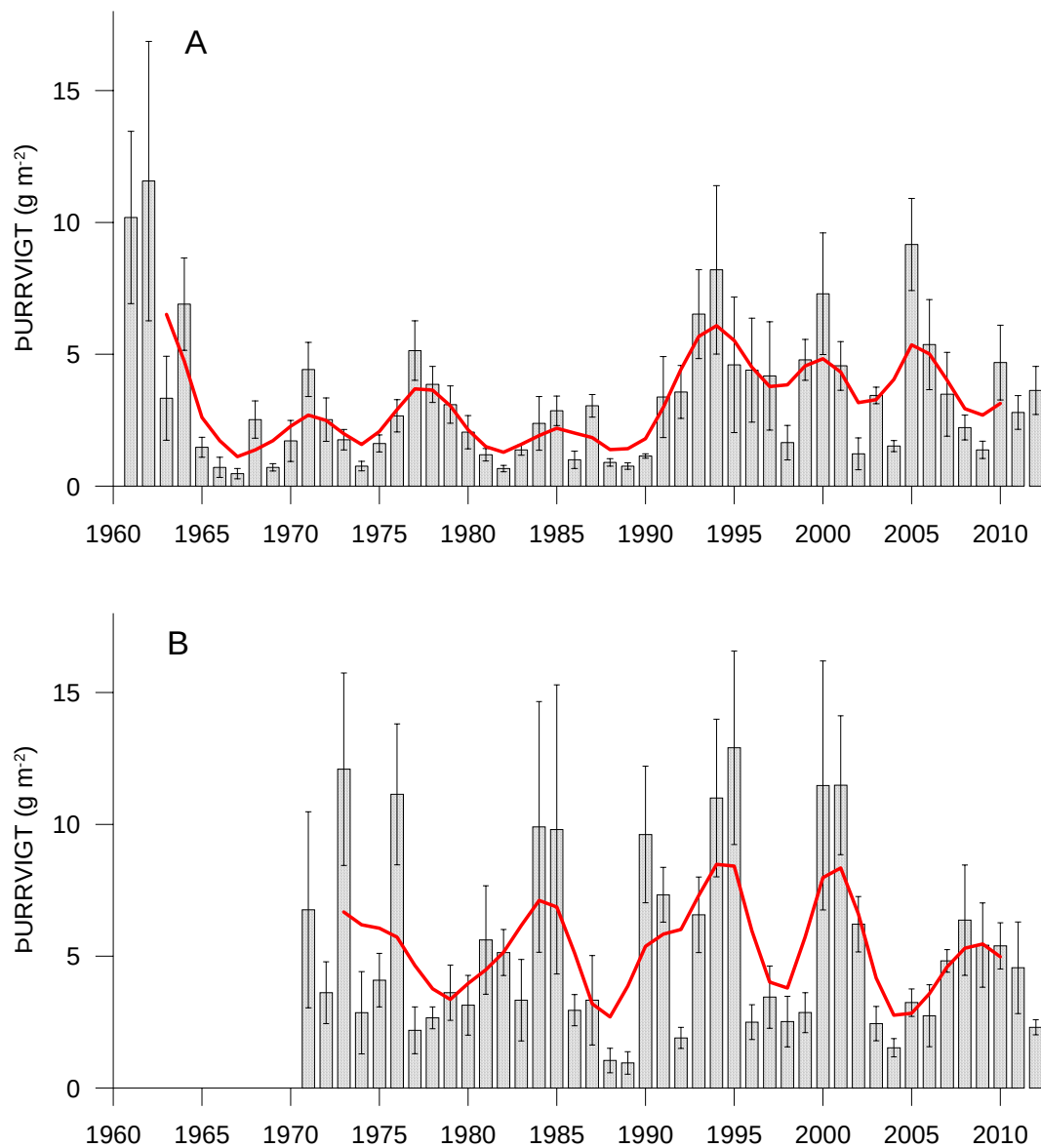
Rannsóknir á átu í því augnamiði að fylgjast með langtímabreytingum í átumagni hafa verið stundaðar hér við land frá því um 1960. Í upphafi voru þær eingöngu stundaðar út af Norðurlandi í sambandi við síldarleit og á þeim slóðum ná gögnin því lengst aftur í tímann. Frá árinu

1971 hefur rannsóknunum verið sinnt allt í kringum land í vorleiðöngnum. Til að gögnin verði samanburðarhæf hefur þeim verið safnað á nokkurn veginn sama árstíma ár hvert (maí-júní) og með svipuðum aðferðum. Breytileikinn í átu-mergð 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 14. 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 efri myndinni). Vorið 2012 var átumagn á Siglunessniði yfir langtíma-meðaltali.

Á Selvogsbanka var tiltölulega mikið af átu í byrjun áttunda áratugarins, en átumagn fór svo lækkandi og var fremur lítið í lok hans (sbr. keðjumeðaltölin á neðri myndinni). Líkt og fyrir norðan hafa liðið um 5-10 ár á milli háu gildanna. Áta var síðast í hámarki á Selvogsbanka vorið 2008, en síðan hefur átumagn farið lækkandi á sniðinu og var undir meðallagi vorið 2012.



14. mynd. Breytingar í átumagni (g þurrvig m^{-2} , 0-50 m) að vorlagi á A) Siglunessniði árin 1961-2012 og B) Selvogsbankasniði árin 1971-2012. Súlnar 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 14. Variations in zooplankton biomass (g dry weight m^{-2} , 0-50 m) in spring at A) Siglunessniði section 1961-2012, and B) Selvogsbanki section 1971-2012. 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.

3. Stuttar greinar um vistfræði sjávar

Short notes on marine ecology

STRAUMHVIRFILL AUSTAN KOLBEINSEYJARHRYGGJAR

ANTICYCLONIC EDDY EAST OF KOLBEINSEY RIDGE

Héðinn Valdimarsson¹ og Steingrímur Jónsson^{1,2}

¹Hafrannsóknastofnun og ²Háskólinn á Akureyri

Ágrip

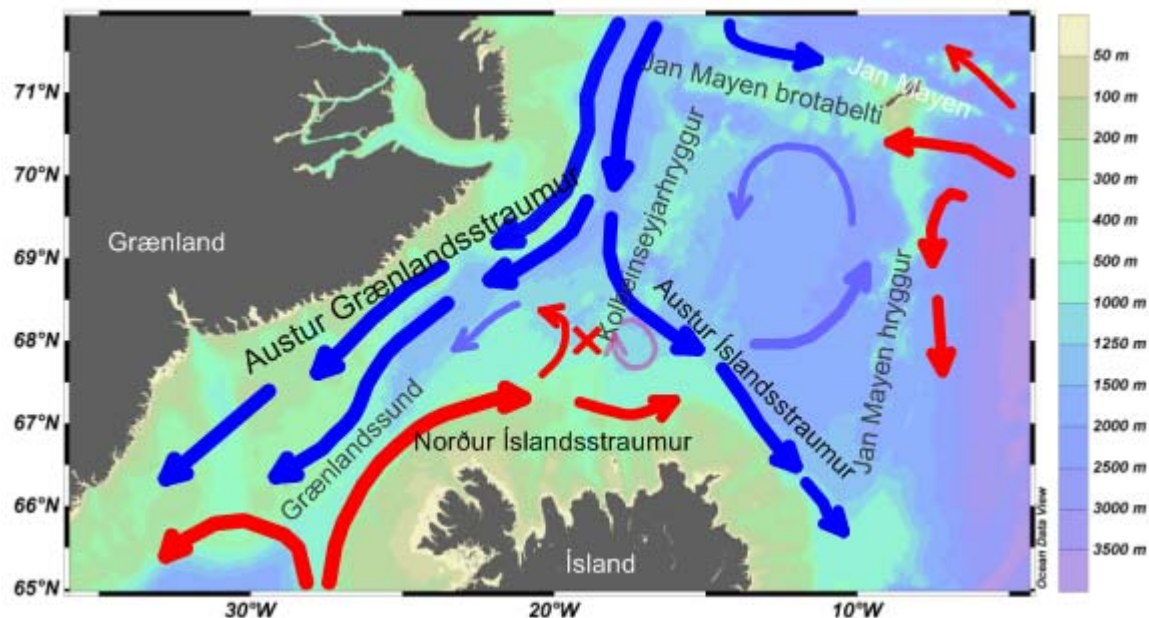
Endurteknar mælingar á hita og seltu á árunum 2006 – 2008 sýndu ákveðið munstur í ástandi sjávar við Kolbeinseyjarhrygg. Í framhaldi af því voru gerðar athuganir á straumum, bæði með straummælingum frá skipi og klifursondu, sem komið var fyrir á lögn við hrygginn. Niðurstöður benda til þess að hringstraumur sé viðvarandi austanvert á og við hrygginn en það getur haft áhrif á lífríkið á svæðinu

Abstract

Repeated observations of temperature and salinity over the Kolbeinsey Ridge indicated a certain hydrographic pattern. This inspired measurements of currents by shipborne ADCP and with a moored profiler deployed at the ridge. Results of these observations confirm the existence of a permanent eddy, at the eastern flank of the ridge, which may act as a retention area.

Inngangur

Kolbeinseyjarhryggurinn er framhald Mið-Atlantshafshryggjarins til norðurs frá Íslandi inn í Íslandshaf, (1. mynd). Hann skiptir Íslandshafinu í vestur- og austurhluta. Hryggurinn teygir sig til norðurs frá landgrunninu fyrir miðju Norðurlandi og dýpkar smám saman að Spar brotabeltinu sem myndar um 1500 m djúpa gjá í hrygginn á 69°N. Norðan við brotabeltið heldur Kolbeinseyjarhryggur áfram til norðurs að Jan Mayen brotabeltinu. Á 68°N er grynnsi hluti hryggjarins um 600 m undir sjávarmáli. Það er velþekkt að í Norðurhöfum hefur botnlögun mjög mikil áhrif á hafstrauma. Kolbeinseyjarhryggur gæti til að mynda beint Atlants sjó, sem streymir inn í Íslandshaf um Grænlandssund, inn í Íslandshaf þar sem blöndun gæti átt sér stað við kaldari og ferskari sjó úr Íslandshafi. Dæmi um þetta má sjá ef skoðaðar



1. mynd. Yfirborðsstraumar og botnlögun í Íslandshafi. Staðsetning klifursondu er sýnd með rauðum krossi og umræddur hvirfill þar austur af.

Figure 1. Surface currents and topography in the Iceland Sea. The position of the moored profiler is shown as a red cross and the eddy discussed is indicated to the east of it.

eru gervitunglamyndir af kalkþörungablóma á svæðinu (Hafsteinn Guðfinnsson o.fl. 2009). Einnig hefur sést að loðnulirfur eru dreifðar norður eftir hryggnum en þær berast með Atlantssjónum um Grænlandssund frá hrygningarstöðvunum sunnan við land (Ólafur K. Pálsson o.fl. 2009).

Athuganir

Í september 2007 var lögn lagt vestan megin á Kolbeinseyjarhrygg á $68^{\circ}02.833'N$ og $18^{\circ}47.890'W$ þar sem botndýpi var 1026 m, (1. mynd). Á lögninni var mælitæki (McLane moored profiler (MMP) sem verður hér eftir kallað klifursonda) sem klifrar upp og sigur niður eftir lögninni og mælir á leiðinni hita, leiðni, þrýsting og straum. Þessi staður er nálægt mælistöðinni Siglunes 8 þar sem hiti og selta hafa verið mæld ársfjórðungslega frá 1970.

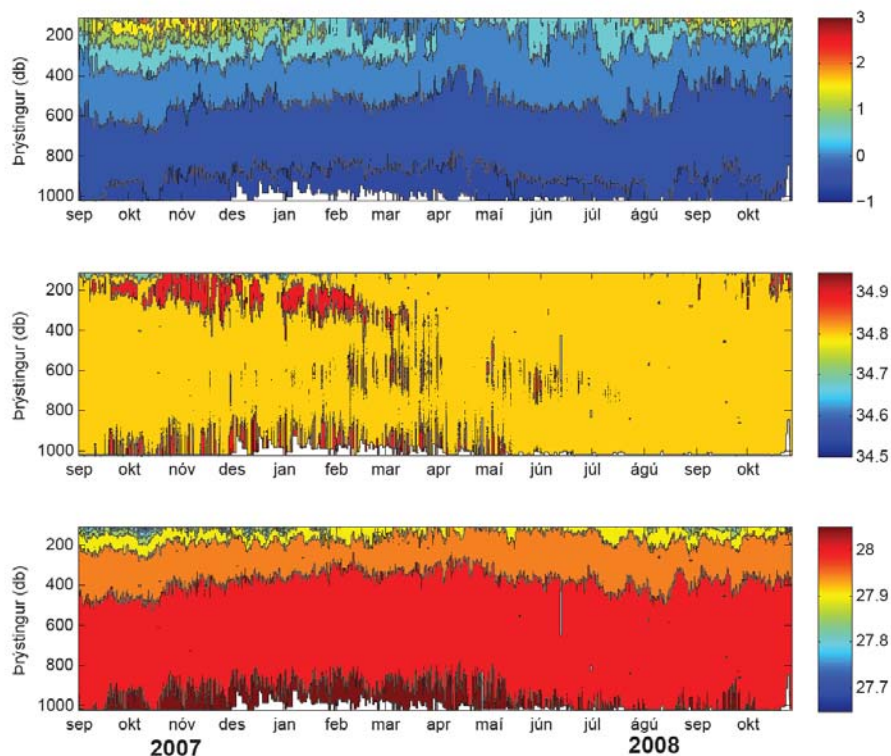
Tækið var stillt þannig að á miðnætti skreið það frá neðstu stöðu upp að 106 m dýpi og stoppaði þar en lagði síðan af stað aftur niður eftir lögninni klukkan 6 að morgni og mældi þar með vatnssúluna tvisvar á sólarhring. Hraði sondunnar var um 0,25 m/s og tók því 1 klukkutíma að mæla vatnssúluna. Klifursondan mældi tvisvar á sekúndu en síðan voru tekin

meðaltöl yfir um það bil 2 m dýpisbil. Mælingin stóð í 423 daga og fengust því 846 prófilar og voru gæði mælinganna mjög mikil.

Dagana 4-5 júní 2008 voru framkvæmdar á Árna Friðrikssyni mælingar með straumsjá á sniði yfir Kolbeinseyjarhrygg í nágrenni við klifursonduna, (4. mynd). Sniðið var mælt 4 sinnum og tók heildarmælingin um 24 klst. Vegna þess hvað lítið var af gruggi í sjónum náðust aðeins góðar mælingar niður á ca. 150 m dýpi. Meðaltal var tekið af öllum yfirferðunum og var það gert til að draga úr áhrifum sjávarfalla. Sondustöðvar voru teknar á 7 stöðvum á sniðunum niður á 600 m dýpi. Auk þessa var notast við sondumælingar frá ágúst 2008 á sniði þvert á Kolbeinseyjarhrygg eftir $68^{\circ}N$.

Niðurstöður

Með mælingum klifursondunnar fékkst einstök mynd af árstíðabreytingum í vatnssúlunni á þessum stað. Á 2. mynd er sýnd dreifing hita, seltu og eðlisþyngdar (σ_t) með tíma. Hafa skal í huga að það vantar gögn frá efstu 100 metrunum þannig að yfirborðslögin eru ekki með. Hitastigið við botn var nokkuð stöðugt í kringum $-0,5^{\circ}C$ en næst yfirborði nær það mest $3^{\circ}C$. Í upphafi mælinganna var töluverð lag-



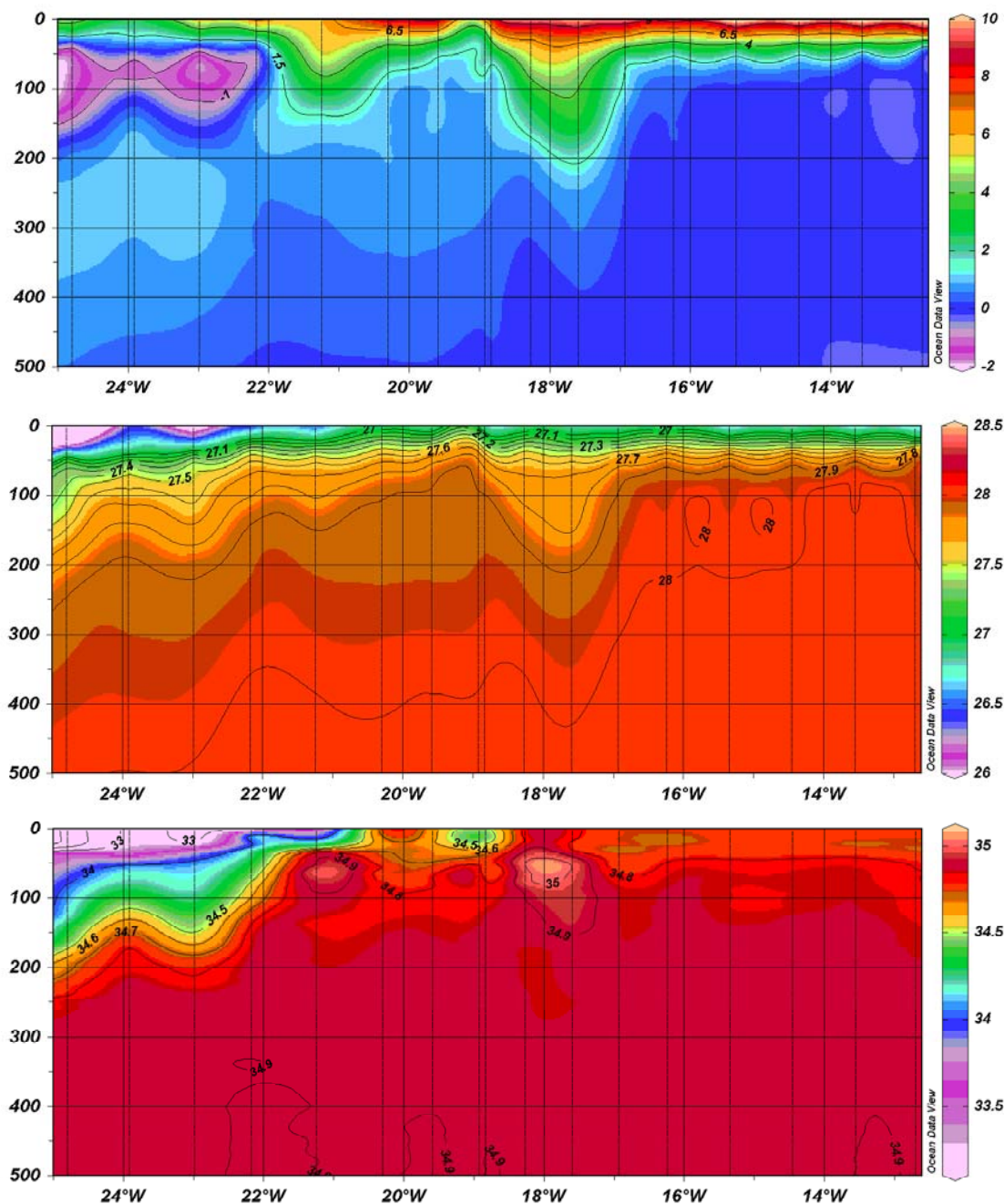
2. mynd. Hiti (efst), selta (miðja) og eðlisþyngdarfrávik (neðst) mælt með klifursondunni.

Figure 2. Temperature (upper), salinity (middle), and σ_t (lower) derived from the MMP.

skipting nálægt yfirborði og niður á 200 m en þar fyrir neðan voru breytingar hægari. Hærra hitastig og selta sem sást milli 100 og 200 m dýpis í upphafi var líklega vegna áhrifa sumarupphitunar. Þessi áhrif dvínuðu síðan eftir því sem leið á veturinn og yfirborðið kólnaði og sjórinn blandaðist niður á æ meira dýpi.

Á 3. mynd er sýnd hita-, seltu- og eðlisþyngdardreifing í ágúst 2008 á sniði eftir 68°N yfir Kolbeinseyjarhrygg. Vestan megin var tiltölulega lítið saltur sjór í yfirborðslagi og

sumarupphitun komin vel á veg. Einnig sést að yfir miðjum hryggnum var kjarni af tiltölulega söltum og hlýjum sjó niður á 150 – 200 m dýpi. Þessi sjór á uppruna sinn í Atlantssjó sem streymir inn í Íslandshaf gegnum Grænlandsund (Steingrímur Jónson og Hédinn Valdimarsson 2012). Þetta er í samræmi við strauminn sem mældist með straumsjánni en hún sýndi flæði til norðurs (10 cm/s) á svipuðum slóðum. Í ágúst 2008 sást í gervi-hnattagögnum, kalkþörungablómi sem dreifðist



3. mynd. Hiti (efst), eðlisþyngdarfrávik (miðja) og selta (neðst) á sniði sem tekið var í ágúst 2008.

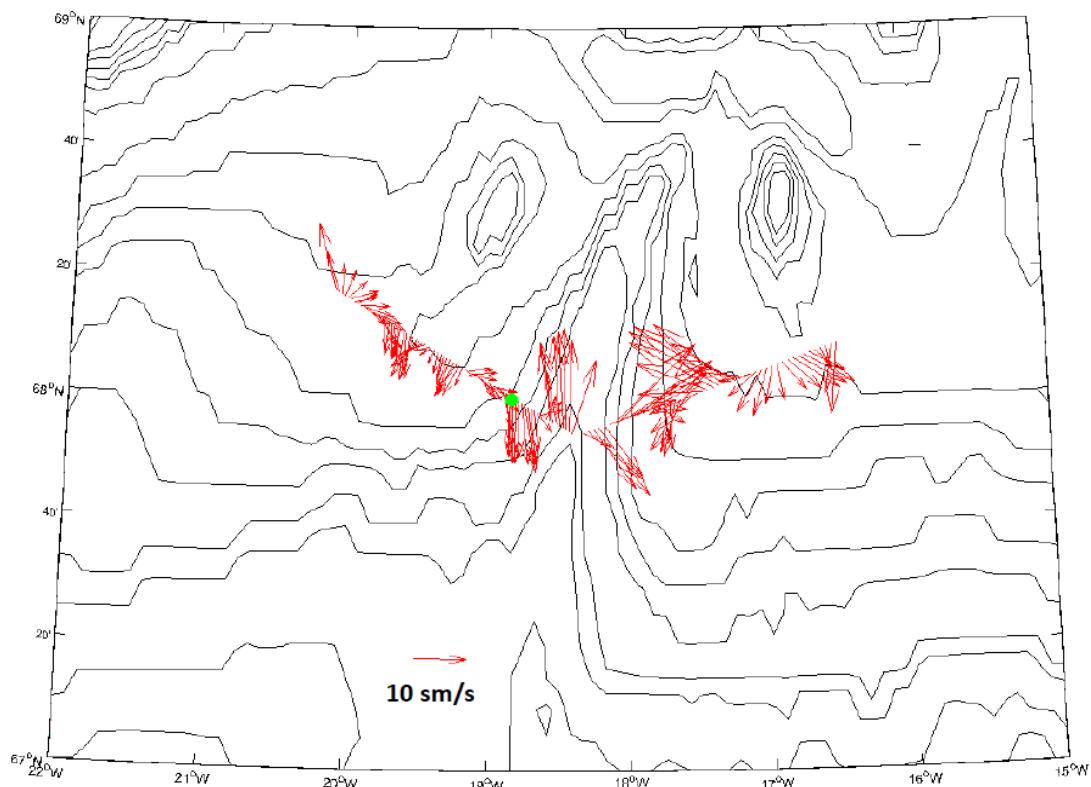
Figure 3. Temperature (upper), σ_t (middle), and salinity (lower) on the hydrographic section in August 2008

frá íslenska landgrunninu til norðurs meðfram Kolbeinseyjarhryggnum langt norður fyrir 68°N (Hafsteinn Guðfinnsson o.fl. 2009) en það bendir til streymis Atlantssjávar þessa leið. Austan við hrygginn var töluvert af tiltölulega hlýjum sjó niður á 2-300 m dýpi og jafnhitalínurnar liggja dýpra þar. Þetta bendir til að þarna hafi verið hvirfill sem er u.þ.b. 60 km í þvermál og snýst réttsælis austan við hrygginn. Þessi hvirfill var einnig sjáanlegur í straumsjármælingunum. Austan við hvirfilinn reis 0°C jafnhitalínan upp á 100 m dýpi sem sýnir að þar tók við stóri hvirfillinn sem er í austanverðu Íslandshafi en hann snýst rangsælis

Á 4. mynd eru sýndar straumsjármælingarnar þar sem meðaltal var tekið yfir 7 efstu dýptarbilin eða niður á 150 m dýpi. Þar sást að rétt vestan við hrygginn var straumur 10-15 cm/s til norðurs á um 20 km belti en vestan þess snérist straumurinn snögglega til suðurs með 10-15 cm/s hraða. Austan við hrygginn var réttsælis straumur í hvirfli sem var um 60 km í

þvermál og var straumhraðinn í honum 10-15 cm/s. Straumsjáin sýndi að straumurinn var að mestu óháður dýpi allavega niður á um 150 m dýpi. Það var einnig niðurstaðan frá þeim straumhraða sem klifursondan mældi en hún sýndi að straumurinn var að mestu óháður dýpi niður á 1000 m.

Af ofansögðu má leiða að það sé ástæða til að ætla að hvirfillinn austan Kolbeinseyjarhryggjar sé ekki tímabundið fyrirbæri heldur sé hann oftast en ekki til staðar. Slíkir hvirflar eru oft taldir ákjósanlegir staðir fyrir svif, egg og lifur fiska þar sem þau geta hringsólað í hvirflinum en berast síður burt af svæðinu með straumum. Í þessu sambandi má nefna að í Íslandshafsleiðöngnum að hausti árin 2007-2008 voru loðnuseiði áberandi á sunnanverðum Kolbeinseyjarhrygg (Ólafur K. Pálsson o.fl. 2009).



4. mynd. Meðaltal straums frá yfirborði niður að ca. 150 m dýpi mælt með straumsjá um borð í Árna Friðrikssyni í júní 2008. Sondugögnum var safnað á sömu sniðum á sama tíma. Græni punkturinn sýnir staðsetningu klifursonunnar.

Figure 4. The current averaged over the uppermost seven bins, i.e. down to about 150 m, as measured with the vmADCP in June 2008. The CTD sections in June 2008 were taken along the same sections. The green dot indicates the position of the MMP.

Heimildir

Hafsteinn G. Guðfinnsson, Sólveig Ólafsdóttir og Ingibjörg Jónsdóttir 2009. Kalkþörun-gaflekkur norðanlands í ágúst 2008. Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit 145: 60–65.

Ólafur K. Pálsson, Héðinn Valdimarsson, Sólveig R. Ólafsdóttir, Hafsteinn G. Guðfinnsson, Ástþór Gíslason, Hildur Pétursdóttir, og Sveinn Sveinbjörnsson 2009. Rannsóknir á vistkerfi Íslandshafs og vistfræði loðnu að sumarlagi. Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit 145: 54–59.

Steingrímur Jónsson og Héðinn Valdimarsson 2012. Water mass transport variability to the north Icelandic shelf, 1994–2010. ICES Journal of Marine Science, 69(5): 809-815.

ALÞJÓLEGAR RANNSÓKNIR Á SVIFDÝRUM OG UPPSJÁVARFISKUM Í NORÐUR-ATLANTSHAFI (EURO-BASIN) / INTERNATIONAL STUDIES ON PLANKTON AND PELAGIC FISH IN THE NORTH-ATLANTIC (EURO-BASIN)

Ástþór Gíslason og Teresa Silva
Hafrannsóknastofnun

Ágrip

Gerð er stuttlega grein fyrir alþjóðlegu rannsóknaverkefni (European Union Basin-scale Analysis, Synthesis and Integration, EURO-BASIN) sem styrkt er af sjöundu rammaáætlun Evrópusambandsins. Verkefnið hófst í ársbyrjun 2011 og er til fjögurra ára. Meginmarkmið verkefnisins er að auka skilning á útbreiðslu, stofngerð, stofnsveiflum og fæðuvistfræðilegum tengslum mikilvægustu svifdýra- og uppsjávarfiskistofna í Norður-Atlantshafi með hliðsjón af hnattrænum umhverfisbreytingum. Þátttakendur í verkefninu koma frá 23 rannsóknstofnunum og háskólum í Evrópu, og er Hafrannsóknastofnun meðal þeirra. Verkefnið skiptist í níu vinnupakka eða verkþætti og tekur Hafrannsóknastofnun beinan þátt í fjórum, m.a. með útvegum skipatíma. Höfuðáherslan í aðkomu Hafrannsóknastofnunar er á að rannsaka vistfræði ljósátu við landið, en stofnunin tekur einnig þátt í rannsóknum á útbreiðslumynstri átu, fæðuvistfræðilegum tengslum uppsjávarliffélaga og göngum og vexti uppsjávarfiskistofna.

Abstract

The paper briefly describes an international research program (European Union Basin-scale Analysis, Synthesis and Integration, EURO-BASIN) funded by the 7th framework programme of the European Union. The project was initiated in 2011 and will extend for a four year period. The overarching objectives of EURO-BASIN are to understand and predict the population structure and dynamics of key plankton and fish species of the North Atlantic and shelf seas, and assess the impacts of climate variability on North Atlantic marine ecosystems and their goods and services. Twenty three European partners are involved, the Marine Research Institute is one of them. The programme is divided into nine work packages with the Marine Research institute being directly involved in four work packages. An important contribution of MRI to the programme will be research on the ecology of euphausiids in Icelandic waters and in the wider North Atlantic. The institute also participates in work packages addressing distribution of key species and ecosystem types, trophic flow and dynamics of pelagic fish stocks in the North Atlantic.

Inngangur

Hafrannsóknastofnun er þátttakandi í alþjóðlegu rannsóknaverkefni sem hefur að meginmarkmiði að auka skilning á útbreiðslu, stofngerð, stofnsveiflum og fæðuvistfræðilegum tengslum mikilvægustu svifdýra- og uppsjávarfiskistofna í Norður-Atlantshafi með hliðsjón af hnattrænum umhverfisbreytingum. Verkefnið - European Union Basin-scale Analysis, Synthesis and Integration, EURO-BASIN - er styrkt af sjöundu rammaáætlun Evrópusambandsins. Þátttakendur í verkefninu koma frá 23 rannsóknstofnunum og háskólum í Evrópu, en því er stýrt af Prófessor Mike StJohn hjá dönsku hafrannsóknastofnuninni. Í þessum pistli verður fjallað stuttlega um aðdraganda verkefnisins, helstu verkþætti og aðkomu Hafrannsóknastofnunar að því.

Aðdragandi

Segja má að upphaf EURO-BASIN megi rekja til annars Evrópuverkefnis, TASC (Trans-Atlantic Study of Calanus, 1996-1999), sem Hafrannsóknastofnun tók einnig þátt í. Í TASC var lögð áhersla á að rannsaka vistfræði algengasta svifdýrsins í Norður-Atlantshafi, rauðátu, á mestöllu útbreiðslusvæði tegundarinnar frá Evrópu til Ameríku. Eins og í TASC er grunnhugsunin í EURO-BASIN að rannsaka uppsjávarvistkerfin þvert yfir N-Atlantshaf, en EURO-BASIN er samt mun víðfeðmara og stærra í sniðum og einskorðast þannig ekki bara við rauðátu, heldur er viðfangsefnið allt uppsjávarvistkerfið.

Sem liður í að undirbúa verkefnið og umsókn til Evrópusambandsins var samin vísindaáætlun, sem Evrópuumsóknin tekur mið af (Wiebe et al. 2009). Hún er árangur fjölmargra funda vísindamanna frá N-Ameríku og Evrópu á árunum 2005-2007. Fyrsti fundurinn var á Íslandi í mars 2005. Umsókn um verkefnið var send til ESB í ársbyrjun 2010 þar sem hún fékk jákvæða umfjöllun. Verkefnið hófst svo formlega í janúar 2011 og því lýkur í árslok 2014

Um verkefnið

Í Evrópuumsókninni eru níu vinnupakkar eða verkþættir. Einn verkþáttur hefur það að markmiði að halda utan um gögnin sem safnast í verkefninu og annar tekur til stjórnunar þess. Einn verkþáttur tengjast einkum rannsóknum á flæði kolefnis, m.a. koltvísýrings, í vistkerfi hafsins, og annar fjallar um lífsferla helstu tegunda og fæðuvistfræðileg tengsl innan uppsjávarkerfisins. Í einum verkþætti er aðaláherslan á að rannsaka útbreiðslu svifdýra í N-Atlantshafi, einkum í ljósi þess að útbreiðslumynstur fjölmargra tegunda hefur tekið breytingum í kjölfar hlýnunar sjávar. Þá fjallar einn verkþáttur um útbreiðslu, vöxt og viðgang uppsjávarefiskistofna, einkum síldar, kolmunna, makrils og túnfisks og annar um fiskveiðistjórnun. Loks eru tveir verkþættir, þar sem megináherslan er á að samþætta öll gögn sem safnast í verkefninu í líkön sem lýsa starfsemi kerfisins og afrakstursgetu.

Þátttaka Hafrannsóknastofnunar

Hafrannsóknastofnun hefur beina aðkomu að fjórum verkþáttum. Hver verkþáttur er yfirgrípsmikill og ekki er rúm til að greina frá öllum atriðum hér, en hér fer á eftir stutt lýsing á hvert meginframlag okkar verður í hverjum verkþætti.

Gagnavarsla og samræming

Í þessum verkþætti verður verkefnið aðallega fólgið í því að koma að þróun og beitingu aðferða til að greina átusýni á vélrænan hátt

(ZooImage). Framlag okkar verður aðallega fólgið í vélrænum greiningum átusýna úr Noregshafi sem safnað hefur verið í rannsóknum á göngum síldarinnar í Noregshafi. Verkefnið tengir ágætlega saman áturannsóknir og rannsóknir á uppsjávarefiskum og nýtist vel í rannsóknum sem þegar er unnið að á stofnuninni.

Útbreiðsla lykiltegunda og vistgerðir

Hafrannsóknastofnun mun leggja til gögn og vinnu til að greina breytingar á útbreiðslu svifdýra í N-Atlantshafi með hliðsjón af hnattrænum breytingum á umhverfisþáttum (hlýnun). Rannsóknir byggðar á svonefndum átuvisagögnum benda til að útbreiðslusvæði ýmissa svifdýra sé að breytast í kjölfar hnattrænnar hlýnunar (sjá t.d. Beaugrand et al. 2002). Áhugi er á að greina þessar breytingar frekar, m.a. á svæðum þar sem átuvisagögnin ná ekki til. Nýtt verða bæði fyrirliggjandi gögn um útbreiðslu svifdýra við landið, en einnig verður safnað nýjum gögnum.

Fæðuvistfræði, lífferlar og framleiðni

Til að sinna þessum verkþætti er fyrirhuguð ný gagnasöfnun, sem m.a. var fólgin í framlengingu vorleiðangra árin 2012 og 2013. Höfuðáhersla verður lögð á að rannsaka vistfræði ljósátutegunda við landið og er það liður í doktorsnámsverkefni sem kostað er af styrkfé úr EURO-BASIN og sem Hafrannsóknastofnunin styrkir einnig (1. mynd).



1. mynd. Ljósátan kríli í sínu náttúrulega umhverfi. Myndin er tekin með svifsjá, en það er neðansjávarsmásjá sem dregin er á eftir rannsóknaskipi og tekur myndir af svifdýrum með mikilli tíðni. Tækið er mikið notað í rannsóknum okkar í EURO-BASIN.

Figure 1. The euphausiid *Thysanoessa longicaudata* imaged by the Video Plankton Recorder (VPR). The VPR is essentially an underwater microscope towed by a research vessel that images plankton in the sea with high frequency. The instrument is used extensively in our EURO-BASIN research.

Ljósáta gegnir lykilhlutverki í vistfræði sjávarins við Ísland og um hana fer stór hluti af frumframleiðslu svifþörungum til efri fæðuþrepa. Sjálf er ljósátan svo mikilvæg fæða ýmissa nytjafiska, t.d. loðnu, síldar, þorsks og ufsa. Þrátt fyrir mikilvægi ljósátu í fæðuvistfræði sjávar, er fremur lítið vitað um útbreiðslu, magn og framleiðni ljósátutegunda hér við land, og því brýnt verkefni að rannsaka þessi atriði. Til að safna upplýsingum um magn og útbreiðslu ljósátu verður nýtt bergmálstækni en einnig verða notaðir háfar, sérhönnuð ljósátuvarpa og svifsjá. Til rannsókna á vexti rauðátu verður aðstaða Hafrannsóknastofnunar að Stað í Grindavík nýtt. Gagnasöfnun vegna þessara rannsókna hófst í smáum stíl 2011, en gert er ráð fyrir að aðalsöfnunarátakið verði í maí 2013.

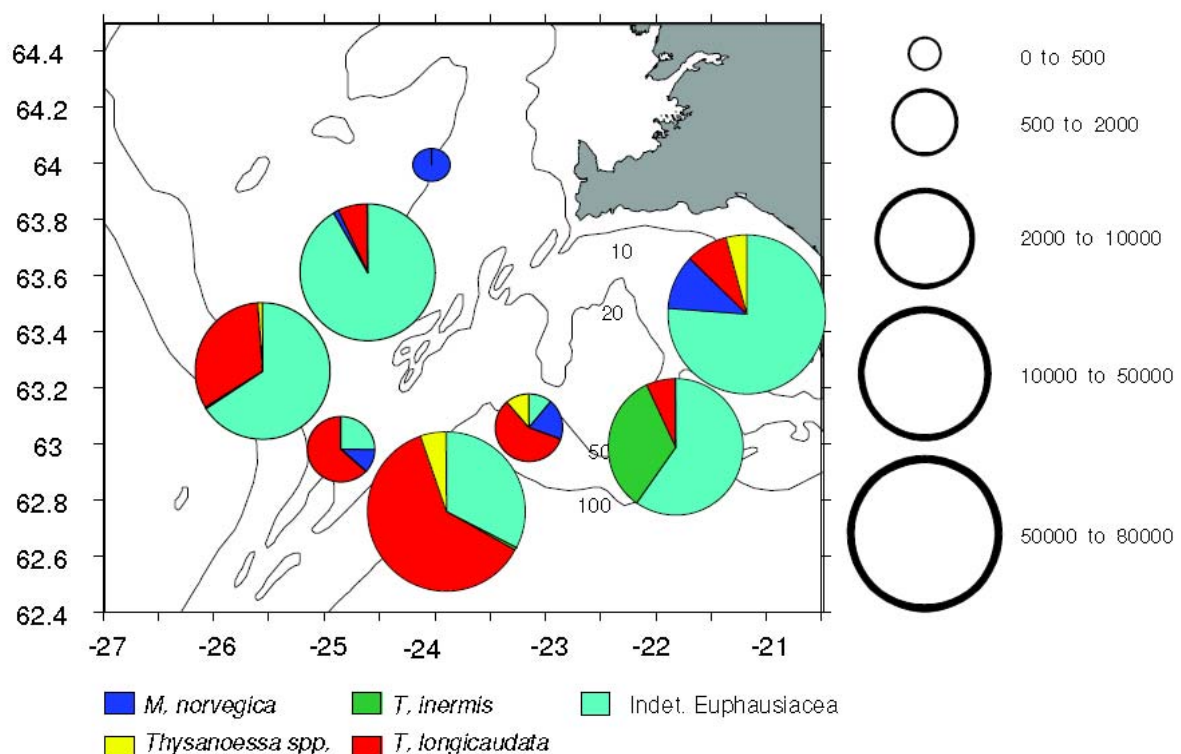
Á 2. mynd má sjá dæmi um niðurstöður, en þar má sjá útbreiðslu ljósátu suðvestur af landinu eins og hún kemur fram í Bongo-sýnum. Yngstu þroskastig ljósátunnar voru ekki greind til tegunda ("Indet Euphausiacea", ljósgrænt á myndinni). Bongo-háfurinn virðist safna best ungstigmum, en miklu lakar eldri stigum. Á

myndinni sést líka að kríli (*T. longicaudata*) heldur sig á tiltölulega djúpu vatni.

Í tengslum við þennan verkhluta verða einnig rannsökuð fæðuvistfræðileg tengsl svifdýrasamfélaga, þ. á. m. flæði framleiðslunnar um uppsjávarkerfið og til botns á hrygningarslóðinni og í köntunum suðvestan Íslands. Þá verða tekin sýni frá íslenska hafsvæðinu til greininga á stöðugum samsætum við spönsku hafrannsóknastofnunina (IEO) sem er liður í því að gera heildar samatekt á fæðuvistfræði N-Atlantshafs. Við munum svo sjálf nýta þessi gögn til að gera staðbundnari greiningu við Ísland.

Vöxtur og viðgangur uppsjávartöfiskistofna

Í þessum hluta verða greind frekar þau gögn sem við safnað hefur verið á undanförunum árum um göngur norsk-íslensku síldarinnar, kolmunna, makrils og túnfisks og þau sett í samhengi við umhverfispætti og magn, samsetningu og dreifingu átu. Fellst það meðal annars í að greina svæðisbundna og tímabundna skörun tegundanna. Þá verður gerð greining á gögnum yfir magasýnatökur allra fiskistofnanna fjögurra



2. mynd. Útbreiðsla ljósátutegunda suðvestur af landinu í maí 2011. Hópurinn "Indet Euphausiacea" eru ljósátulirfur (náplíur og calyptopis-stig).

Figure 1. Distribution of euphausiids southwest of Iceland in May 2011. The group 'Indet Euphausiacea' consists of larval stages (nauplii and calyptopis).

sem til eru á Hafrannsóknastofnun og niðurstöðurnar bornar saman milli tegunda, milli ára og við samsetningu og dreifingu átu.

Af lýsingunni hér fyrir framan má sjá að sumir verkþættir fara vel saman við og útvíkka starfsemi sem þegar er unnið að á Hafrannsóknastofnun - sjálfvirk greining átusýna, útbreiðsla og langtímabreytingar svifdýra, göngur síldar, kolmunna og makríls í tengslum við umhverfi og fæðu - á meðan með öðrum er stefnt að því að fara inn á nýjar brautir í rannsóknum - vistfræði ljósátu, fæðuvistfræði með setgildrum - og þannig stuðla að framþróun og nýsköpun starfsemi Hafrannsóknastofnunar.

Heimildir

- Beaugrand, G., Reid, P. C., Ibañez, F., Lindley, J. A., Edwards, M. 2002. Reorganization of North Atlantic marine copepod biodiversity and climate. *Science*, 296: 1692-1694.
- Wiebe, P. H., Harris, R. P., St John, M., Werner, F. E., deYoung, B., Pepin, E. (ritstj.) BASIN: Basin-scale Analysis, Synthesis and INtegration. Science Plan and Implementation Strategy. GLOBEC Report No. 27: 1-43.
-

TVÆR TEGUNDIR SPHACELARIA FINNST VIÐ ÍSLAND/SPHACELARIA CIRROSA AND S. SOLITARIA (SPHACELARIALES, PHAEOPHYCEAE) RECORDED FOR THE FIRST TIME IN ICELAND

Karl Gunnarsson og Svanhildur Egilsdóttir
Hafrannsóknastofnun

Ágrip

Tvær tegundir af ættkvíslinni *Sphacelaria*, þ.e. *Sphacelaria cirrosa* (Roth) C.A. Agardh og *S. solitaria* (Pringsheim) Kylin fundust í fyrsta sinn hér við land. Þær uxu hlið við hlið í fjörupolli við Þorlákshöfn. Þetta eru fyrstu óbyggjandi skráningar tegunda af ættkvíslinni *Sphacelaria* (í þröngri skilgreiningu) hér við land. Tegundir þessarar ættkvíslar einkennast af séhæfðum græðlingssprotum sem myndast á hliðargreinum. Tegundirnar tvær sem fundust við Þorlákshöfn eru ólíkar hvað varðar greiningu og vaxtarmáta og einnig eru græðlingssprotar þeirra ólíkir. Óvíst er hvort tegundirnar séu nýjir landnemar.

Summary

Two species *Sphacelaria cirrosa* (Roth) C.A. Agardh and *S. solitaria* (Pringsheim) Kylin are recorded for the first time for the Icelandic coast. They were both found at Þorlákshöfn, southern Iceland. These are the first Icelandic records of species in the genus *Sphacelaria* (*sensu stricto*) characterised by producing propagules on their side branches. The species are distinguished by their growth habit and the form of their propagules.

Inngangur

Botnþörung aflaflan við strendur Íslands er tiltölulega vel þekkt. Helgi Jónsson (1901, 1903a, 1903b) lagði grunninn að þeirri þekkingu með rannsóknum sínum um aldamótin 1900. Caram og Sigurður Jónsson (1972) og síðar Karl Gunnarsson og Sigurður Jónsson (2002), tóku saman það sem best hafði við þekkinguna 100 árum eftir að Helgi Jónsson vann sínar rannsóknir. Á árunum 1999 og 2004 til 2007 var botnþörung aflaflan Íslands á ný könnuð allitarlega og safnað sýnum til greininga á tegundum allt í kringum land (Karl Gunnarsson og Svanhildur Egilsdóttir 2008). Þrátt fyrir það eru enn að finnast tegundir sem ekki var vitað um hér við land áður. Haustið 2011 fundust tvær tegundir sem tilheyra ættkvíslinni *Sphacelaria* (*sensu stricto*), *S. cirrosa* og *S. solitaria*. Engar aðrar tegundir þessarar ættkvíslar, eins og hún er skilgreind um þessar mundir, hafa áður fundist hér við land. Þær tegundir sem vaxa hér við land og sem áður

voru taldar til ættkvíslarinnar hafa reynst fjar-skyldar og eru nú taldar til fimm ólíkra ættkvísla (Draisma et al. 2010). Með sameindalíffræðirannsóknnum síðustu ára hefur nýrra upplýsinga um skyldleika, afmörkun tegunda og útbreiðslu þeirra verið aflað. Það sem greinir ættkvíslina *Sphacelaria* frá öðrum tegundum í ættbálknum *Sphacelariales* er að þær mynda litla, greinótta græðlingssprotu (e: propagules) á ytri hliðargreinunum sem hjálpa þörungunum við að fjölga sér og dreifa án kynæxlunar.

Tegundirnar tvær sem nýlega fundust voru taldar hafa norðurmörk útbreiðslu sinnar skammt sunnan við Ísland, í sunnanverðum Noregi og í Færeyjum (Prudhomme van Rein 1982). Hlýnun sjávar í Norður-Atlantshafi á undanföllum rúmum áratug er talin hafa valdið breytingum á útbreiðslumörkum margra sjávarþörungna (Muller et al. 2009). Útbreiðslumörkin hafi færst norður. Ef til vill á það einnig við um þessar tegundir, en þar sem þær eru smávaxnar og varla greinanlegar nema með smásjárathugun er hins vegar ekki hægt að útiloka að þær hafi vaxið hér lengi en farið fram hjá mönnum við fyrri athuganir.

Aðferðir

Athuganir voru gerðar á ferskum þörungum sem safnað var í september 2011 í fjöru við Þorlákshöfn (63° 50,662' N, 21° 22,358' V, 1. mynd). Smásjárteikningar voru gerðar með teiknispegli (camera lucida) á Zeiss standard ljóssmásjá (Carl Zeiss, Göttingen, Þýskalandi). Smásjár ljósmyndir voru teknar með Leitz 300 stafrænni myndavél tengdri Leitz DMR ljóssmásjá (Leica Microsystems, Wetzlar, Þýskalandi). Smásjár sýni voru útbúin úr völdum hlutum af plöntunum og sett upp í 50% Karo® korn sírópi sem blandað var til helminga með vatni og með vott af formalíni. Safneintök verða varðveitt á Náttúrufræðistofnun Íslands.

Niðurstöður og umræða

Sphacelaria cirrosa (Roth) C.A. Agardh

Litlir, greinóttir, brúnir þræðir mynda tiltölulega þetta skúfa (2. mynd). Skúfarnir eru 1 til 2 cm á hæð. Plantan er fest við undirlagið með



1. mynd. Mjög brimasöm fjara við Þorlákshöfn þar sem *Sphacelaria* tegundirnar tvær fundust. Þær uxu báðar á öðrum þörungum í fjörupolli, ofarlega í fjörinni.

Figure 1. By Þorlákshöfn on the south coast of Iceland two *Sphacelaria* species were recorded for the first time in Iceland. They were found growing in a tide pool on this exposed shore.

festuflögu eða með niðurvaxandi rætlungum sem vaxa niður úr neðstu hliðargreinum eða aðalstofni. Upp af festunni vaxa margir stofnar. Út frá stærstu stofnunum vaxa hliðargreinar sem sjaldnast greinast aftur. Stofnar eru 50 til 60 μm í þvermál, þar sem þeir eru þykkastir og mjókka eftir því sem fjær dregur festunni. Hliðargreinarnar eru oftast stakstæðar, sjaldan gagnstæðar. Græðlingssprotar (propagules) vaxa utarlega á hliðargreinum, hafa venjulega 160 til 200 μm langan stilk. Efst á stilknum eru þrír fjölfruma armar sem eru grennstir neðst og

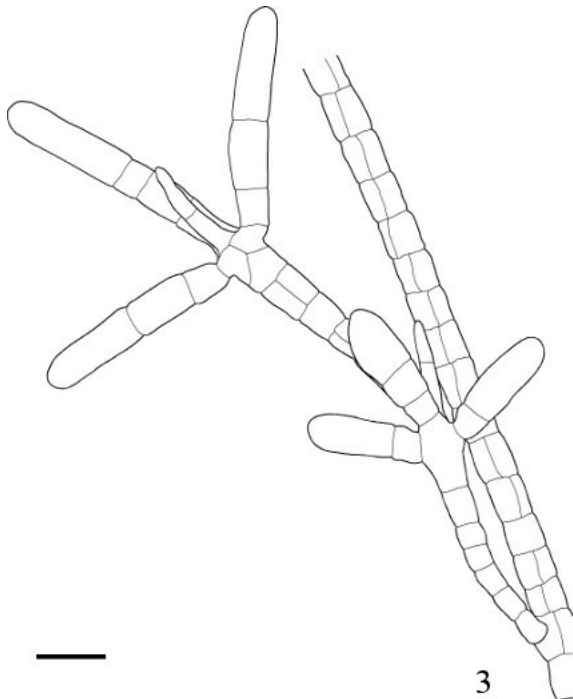
breikka út frá stilknum og stutt hár sem vex upp á milli armanna (3. mynd). Græðlingssprotar vaxa á plöntunni í september.

Hér við land hefur tegundin fundist við Þorlákshöfn þar sem hún óx í fjörupollum á brimkló (*Ceramium virgatum*) og kóralþangi (*Corallina officinalis*). Tegundin hefur fundist víða í Norður-Atlantshafi. Við austanvert N-Atlantshaf frá Marokkó norður til Vestur-Noregs. Hún hefur einnig fundist við Bretlandseyjar og Færeyjar. Við vestanvert Norður-Atlantshaf hefur hún fundist frá Baffinslandi í norðri til Virginíuríkis, við austurströnd Norður-Ameríku, í suðri.



2. mynd. *Sphacelaria cirrosa*. Planta úr fjörupolli í Þorlákshöfn safnað í september 2011. Litlir græðlingssprotarnir sjást á utarlega á greinunum. Kvarði=2 mm.

Figure 2. *Sphacelaria cirrosa*. Habitat of plant from a tide pool, collected in Þorlákshöfn in september 2011. Propagules can be seen growing on the outer part of side branches. Scale=2 mm.



3. mynd. *Sphacelaria cirrosa*. Græðlingssprotar með þremur hliðargreinum og hári vaxa utarlega á greinunum plöntunnar. Kvarði=50 μ m.

Figure 3. *Sphacelaria cirrosa*. Propagules with three club-shaped arms and a short hair between the arms. Scale=50 μ m.

Munda (1978, 1979) getur þess að hún hafi fundið *Spacellaria bipinnata*, (sem nú er talið afbrigði af *Sphacellaria cirrosa*) á Barðaströnd og í Dýrafirði. Prud'homme van Rein (1982) sem gerði ítarlega úttekt á ættkvíslinni *Sphacelaria* í Norður-Atlantshafi telur þó að lýsing Munda geti varla átt við um þessa tegund. Þörungarnir, sem Munda getur um, hafa ekki fundist í safni hennar sem nú er geymt í Grasasafninu í Kaupmannahöfn. Hins vegar er í safninu eintak sem hugsanlega er þessi tegund og var safnað við Engey í apríl 1897 (upplýsingar frá Peer Corfixen, Grasasafninu í Kaupmannahöfn). Ekki kemur fram hver safnaði eintakinu.

Sphacellaria solitaria (Pringsheim) Kylin

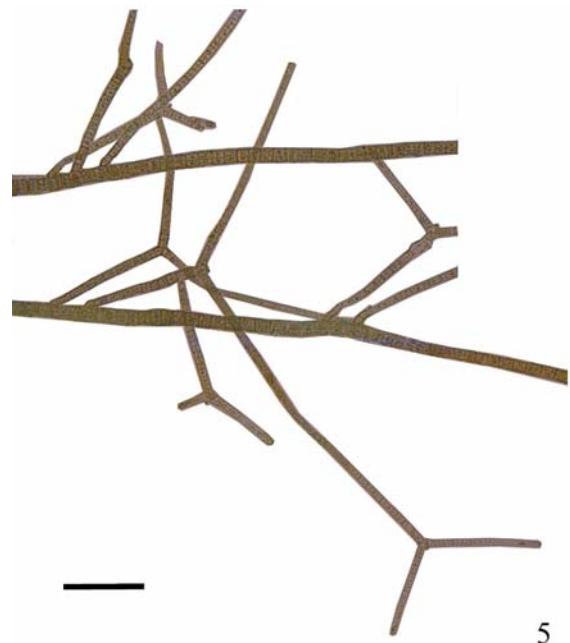
Litlir, greinóttir, brúnir þræðir mynda tiltölulega þétta skúfa (4. mynd). Skúfarnir eru 1 til 2 cm á hæð. Plantan er fest við undirlagið með festuflögu. Upp af festunni vaxa margir stofnar. Út frá þeim stærstu greinast hliðargreinar sem sjaldan greinast aftur (5. mynd). Breiðustu stofnarnir eru 35 til 45 μ m í þvermál og eru þeir oftast þykkastir nokkru ofan við festuna. Hliðargreinarnar eru oftast stakstæðar, sjaldan gagnstæðar. Græðlingssprotar (propagules) vaxa



4. mynd. *Sphacelaria solitaria*. Ásæta á kóralpangi (*Corallina officinalis*) úr fjörupolli í Þorlákshöfn, safnað í september 2011. Litlir græðlingssprotar sjást á utarlega á greinunum.

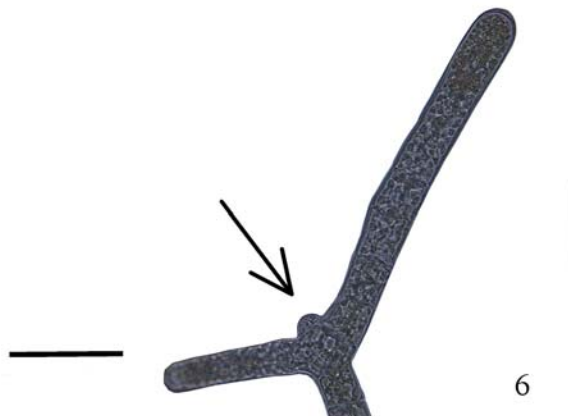
Figure 4. *Sphacelaria solitaria*. Habitat of plant growing on *Corallina officinalis*, collected from a tide pool in Þorlákshöfn in september 2011. Propagules can be seen growing on the outer part of side branches.

utarlega á hliðargreinum, hafa venjulega 150 til 200 μ m langan stilk og tvo fjölfruma arma sem eru breiðastir næst stilknum og mjókka lítillaga í átt að ytri endum armanna. Armar græðlingssprotanna greinast stundum aftur (5. mynd). Linsulaga endafurma er efst á stilknum á milli armanna. Græðlingssprotar vaxa á plöntunni í



5. mynd. *Sphacelaria solitaria*. Græðlingssprotar með tveimur hliðargreinum, sumar hliðargreinarnar greinast aftur. Kvarði=200 μ m.

Figure 5. *Sphacelaria solitaria*. Propagules with two arms and occasional secondary branching. Scale=200 μ m.



6. Mynd. *Sphacelaria solitaria*. Endi á græðlingsprota með tveimur hliðargreinum. Í kverkinni milli hliðargreinanna er linsulaga fruma (ör). Kvarði=50 µm.

Figure 5. *Sphacelaria solitaria*. Top of a propagules with two arms. Between the two arms there is a characteristic lens shaped cell. Scale=50 µm.

september. Plöntur með tvíarma græðlings-sprota hafa lengi verið taldar til tegundanna *S. furcigera* og *S. rigidula*. Það sem skilur *S. solitaria* hins vegar frá fyrrnefndu tegundunum er að armar græðlingssprotanna eru stundum sjálfir með hliðargreinar (6. mynd, Keum o.fl. 2001).

Hér við land hefur *S. solitaria* einungis fundist við Þorlákshöfn þar sem hún óx í fjörupollum á brimkló (*Ceramium virgatum*) og kóralþangi (*Corallina officinalis*). Tegundin hefur áður fundist í vestanverðu Miðjarðarhafi og víða í Norður-Atlantshafi. Við Atlantshafið austanvert hefur hún fundist frá Marokkó norður til Lófóten í Noregi. Hún hefur fundist við Bretlandseyjar og Færeyjar. Í vestanverðu Norður-Atlantshafi vex hún frá Baffinslandi í norðri til Virgíníuríkis við austurströnd Bandaríkjanna í suðri. Hún hefur einnig fundist í norðanverðu Kyrrahafi.

Tegundir í ættbálknum Sphacelariales

Í nýlegri endurskoðun á ættbálknum Sphacelariales var, út frá niðurstöðum sameindalíffræðilegra rannsókna, lögð til upp-stokkun á ættbálknum (Draisma *et al.* 2010). Samkvæmt því ættu þær tegundir ættbálksins sem vaxa hér við land og lengst af hafa verið taldar tilheyra ættkvíslinni *Sphacelaria* (Karl Gunnarsson og Sigurður Jónsson 2002) að flokkast á eftirfarandi hátt:

Battersia arctica (Harvey) Draisma, Prud'homme & H. Kawai [Syn.: *Sphacelaria arctica* Harvey]

Chaetopteris plumosa (Lyngbye) Kützing [Syn.:

Sphacelaria plumosa Lyngbye]

Protohalopteris radicans (Dillwyn) Draisma, Prud'homme & H. Kawai [Syn.: *Sphacelaria radicans* (Dillwyn) C.A. Agardh]

Sphacelaria solidaria (Pringsheim) Kylin

Sphacelaria cirrosa (Roth) C. Agardh

Sphaceloderma caespitula (Lyngbye) Draisma, Prud'homme & H. Kawai [Syn.: *Sphacelaria caespitula* Lyngbye]

Sphacelorbis nana (Naegeli ex Kützing) Draisma, Prud'homme & H. Kawai [Syn.: *Sphacelaria nana* Naegeli ex Kützing]

Heimildir

- Caram, B., Sigurður Jónsson 1972. Nouvel inventaire des algues marines de l'Islande. Acta Bot. Isl. 1, 5-31.
- Draisma, S.G.A., Prud'homme van Reine, W.F., Kawai, H. 2010. A revised classification of the Sphacelariales (Phaeophyceae) inferred from a psbC and rbcL based phylogeny. European Journal of Phycology 45(3), 308-326.
- Muller, R., Laepple, T., Bartsch, I., Wiencke, C. 2009. Impact of oceanic warming on the distribution of seaweeds in polar and cold-temperate waters. Botanica Marina 52, 617-638.
- Helgi Jónsson 1901. The marine algal vegetation of Iceland. 1. Rhodophyceae. Bot. Tidsskr. 24, 127-155.
- Helgi Jónsson 1903a. The marine algae of Iceland. 2. Phaeophyceae. Bot. Tidsskr. 25, 141-195.
- Helgi Jónsson 1903b. The marine algae of Iceland. 3. Chlorophyceae. 4. Cyanophyceae. Bot. Tidsskr. 25, 337-385.
- Karl Gunnarsson, Sigurður Jónsson 2002. Benthic marine algae of Iceland: revised checklist. Cryptogamie, Algologie, 23(2), 131-158.
- Karl Gunnarsson, Svanhildur Egilsdóttir 2008. Botnþörlungar í sjó við Ísland. Hafrannsóknastofnunin, Fjölrit 139, 25-28.
- Keum, Y.-S., Oak, J.H., Prud'homme van Reine, W.F., Lee I.K. 2001. Two species of Sphacelaria (Sphacelariales, Phaeophyceae), *S. solitaria* (Pringsheim) Kylin and *S. recurva* sp. nov. from Korea. Botanica Marina, 44, 267-275.

-
- Munda, I.M. 1978. Survey of the benthic algal vegetation of the Dýrafjörður, northwest Iceland. *Nova Hedwigia* 29, 281-403.
- Munda, I.M. 1979. Addition to the check-list of benthic marine algae from Iceland. *Bot. Mar.* 22, 459-463.
- Prud'homme van Reine, W.F. 1982. A taxonomic revision of the European Sphacelariaceae (Sphacelariales, Phaeophyceae). Leiden Botanical Series, Volume 6. Leiden University Press, Leiden, 293 s.
-
-

4. VIÐAUKI. UMHVERFISÞÆTTIR Í MAÍ-JÚNÍ 1952-2012 /**APPENDIX. ENVIRONMENTAL VARIABLES IN MAY-JUNE 1952-2012**

Frávik hita og seltu frá meðaltali áráanna 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 Siglunessniði (**). Aftasti dálkurinn sýnir reiknaða ferskvatnsþykkt (m) á 2. og 3. stöð á Látrabjargssniði, en hún er mælikvarði á styrk strandstraums fyrir Vesturlandi (***). Þá er söfnunardagur á stöð 3 á Siglunessniði sýndur sem 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
2012	140	1,345	0,265	3,6	1,491

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

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

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

