

Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit nr. 125

Þættir úr vistfræði sjávar 2005

Environmental conditions in Icelandic waters 2005

Reykjavík 2006

Formáli / Forewords

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. Á árabílinu 1985-1993 var tilteknum þáttum þessara rannsókna gerð nokkur skil í vistfræðikafla árlegrar skýrslu um ástand nytjastofna sjávar. Síðan 1994 hefur verið gefin út sérstök skýrsla um vistfræði sjávar og hefur þar verið fjallað nokkuð ítarlegar en áður var unnt um ástand sjávar og umhverfisþætti.

Skýrslan sem hér birtist fjallar um ástand sjávar og umhverfisþætti árið 2005, en einnig eru niðurstöðurnar settar í samhengi langtíma þróunar. Rannsóknir á ástandi sjávar og umhverfisþáttum hafa áratugum saman verið notaðar í sambandi við umfjöllun um líklega þróun nytjastofna og eru því einn af þeim þáttum er mynda forsendur ráðgjafar stofnunarinnar um verndun og nýtingu fiskistofnanna.

Í lokakafla ritsins er að finna safn stuttra greina um vistfræði sjávar eftir starfsmenn og samstarfsmenn stofnunarinnar. Annars vegar er um að ræða fræðandi greinar um afmörkuð vistfræðileg efni og hins vegar er það kynning á fyrstu niðurstöðum vistfræðiverkefna sem unnið er að á stofnuninni.

Stuttu greinarnar eru skrifaðar undir nafni höfunda, en að öðru leyti sá sérstakur starfshópur um útgáfu skýrslunnar. Starfshópurinn skipa Ástþór Gíslason, Kristinn Guðmundsson, Sólveig Ólafsdóttir og Héðinn Valdimarsson, sem jafnframt er ritstjóri þessarar útgáfu. Eiríkur Þ. Einarsson bjó skýrsluna til prentunar. Magnús Danielsen aðstoðaði við teikningar á myndum sem sýna hita- og seltudreifingu og Ólafur S. Ástþórsson las yfir handritið. Er þeim öllum þökkuð vel unnin störf og einnig öðrum þeim starfsmönnum stofnunarinnar sem tekið hafa þátt í söfnun og úrvinnslu þessara gagna, bæði á sjó og landi.

Reykjavík 30. maí 2006

Jóhann Sigurjónsson

Efnisyfirlit

Contents

	bls. / page
Formáli	
<i>Forewords</i>	3
Efnisyfirlit	
<i>Content</i>	5
Ágrip	
<i>Icelandic summary</i>	7
Ágrip á ensku	
<i>English summary</i>	7
1. Ástand sjávar og svífsamfélög	
<i>Environmental conditions and plankton communities</i>	9
2. Langtímabreytingar	
<i>Long-term changes</i>	15
3. Stuttar greinar um vistfræði sjávar	
<i>Short notes on marine ecology</i>	18
Steingrímur Jónsson og Héðinn Valdimarsson. Straumsjármælingar á flæði Atlantssjávar á Hornbankasniði.	
<i>ADCP measurements of the Atlantic inflow on the Hornbanki section</i>	18
Sólveig R. Ólafsdóttir. Köfnunarefni og fosfór bundið í uppleystum lífrænum efnum á Siglunessniði	
<i>Dissolved organic nitrogen and phosphorus on Siglunes section</i>	21
Agnes Eydal og Hafsteinn Guðfinnsson. Vöktun eiturþörunga í tengslum við nýtingu skelfisks 2005.	
<i>Toxic phytoplankton monitoring in connection with shellfish culturing in 2005</i>	24
Guðrún G. Þórarinsdóttir, Valdimar Ingi Gunnarsson og Björn Theodórsson. Kræklingarækt á Íslandi.	
<i>Mussel culture in Iceland</i>	26
Gísli Víkingsson og Héðinn Valdimarsson. Hvalir og umhverfisþættir.	
<i>Whales and the environment</i>	30
4. Viðauki (Umhverfisþættir í maí-júní 1952-2005)	
<i>Appendix (Environmental variables in May-June 1952-2005)</i>	34

ÁGRIP

Icelandic summary

Viðamesti kafli þessarar skýrslu fjallar um niðurstöður rannsókna á vistfræði sjávar við Ísland árið 2005. Ástand sjávar, sjávarhiti og selta er yfirleitt kannað ársfjórðungslega. Sérstök áhersla er lögð á umhverfis- og vistfræðiathuganir að vorlagi, rannsóknir í svokölluðum vorleiðöngum sem farnir eru í seinni helmingi maí-mánaðar og standa stundum fram í byrjun júní. Þá tekur við kafli um langtímabreytingar í umhverfisþáttum og svifi, síðan nokkrar stuttar greinar um vistfræði sjávar og loks viðauki, tafla með tölugildum fyrir hvert ár, sem notuð hefur verið við ýmiss konar samanburð.

Ástand sjávar á Íslandsmiðum árið 2005 einkenndist af sjávarhita og seltu yfir meðallagi fyrir sunnan og vestan land líkt og verið hefur síðan 1997. Úti fyrir Norður- og Austurlandi voru hiti og selta nálægt meðallagi. Mikill hafis lá yfir Norðurmiðum síðla vetrar og gætti áhrifa hans fram eftir ári í efri lögum sjávar fyrir norðan og austan landið.

Styrkur næringarefna í vorleiðangri árið 2005 var lágur fyrir Vesturlandi, norður um Vestfirði og inn á Norðurmið að Siglunesi, sem benti til að vorblómi væri afstaðinn. Sterk lagskipting í kjölfar hafiss virðist hafa hamlað lóðréttri blöndun og þar með endurnýjun næringarefna. Úti fyrir Austurlandi hafði stór hluti næringarefnaforðans verið nýttur og benti nýtingin á kísli til þess að kísilþörungar hafi staðið fyrir stórum hluta vorblómans.

Átumagn var, þegar á heildina er litið, meira en í meðallagi og talsvert yfir meðallagi norðan og austan lands.

Stuttar greinar um vistfræði sjávar

Fyrsta greinin sem birt er undir nafni höfundar í þessu hefti fjallar um mælingar á flæði Atlantssjávar norður fyrir land. Lýst er mælingum með svonefndri straumsjá á lóðréttu sniði sem liggur til norðurs yfir Hornbanka. Mælingar sýna meðal annars að straumur minnkar með dýpi, streymi er réttsælis umhverfis bankann og að innflæði Atlantssjávar er mest fyrir norðan Hornbanka.

Önnur greinin skýrir frá mælingum á köfnunarefni og fosfór bundnum í lífrænum efnum, hringrás þessara efna í efri lögum sjávar og samanburði við mælingar á sömu efnum á ólífrænu formi. Niðurstöður sýna m.a. að meira er af uppleystu lífrænt bundnu köfnunarefni og fosfór í efri lögum sjávar en dýpra og að hámarksstyrkur þeirra fer saman við hámark blaðgrænu. Hér er fjallað um efni sem tiltölulega lítið hefur verið hugað að til þessa hér við land.

Þriðja greinin fjallar um vöktun eiturþörungum í tengslum við nýtingu skelfisks. En á árinu var farið af stað með slíka vöktun á nokkrum stöðum við landið. Lýst er framgangi þessa máls og niðurstöður talninga á eiturþörungum birtar og tíunduð mismunandi áhrif eitrunar.

Í fjórðu greininni er fjallað um eldi kræklinga og ýmsa þá umhverfisþætti sem tengjast því og taka þarf tillit til þegar hefja skal slíka ræktun. Meðal annars er fjallað um mikinn mun á aðstæðum til ræktunar kræklinga hér við land eftir landshlutum.

Síðasta greinin fjallar um talningar á hvöllum, breytingar á útbreiðslu langreyðar og hugsanleg tengsl þessara breytinga við umhverfisbreytingar í Grænlandshafi á síðari árum.

ENGLISH SUMMARY

The first section of this report describes environmental monitoring in the waters around Iceland during the year 2005. The main emphasis is on research carried out during the annual spring survey. The second section describes long-term trends in environmental data, while the last section is a collection of short notes on some of the marine ecological work carried out by the Marine Research Institute.

Temperature and salinity during the year 2005 were above the long term average of the waters south and west of Iceland, as has been the case since 1997. In the waters north of the country temperature and salinity were close to the long term average. Considerable amount of sea ice drifted into North Icelandic waters in late winter and influenced conditions of the surface layers for the rest of the year on the northern and eastern shelves. The extent of Atlantic water on the banks north of Iceland declined temporarily during the first half of 2002, but has increased again throughout the years 2003-2004.

Judged by the decline in nutrients there had, in general, clearly been some growth of phytoplankton in May 2005, except for the Irminger Current west of Iceland. The inflowing Atlantic water from the Irminger Sea, with high concentrations of nutrients in the surface waters, extended to the central parts of the shelf north of Iceland. The spring bloom in the Atlantic water to the east of Iceland and the adjacent Norwegian Sea, had culminated at the time of the investigation.

The biomass of zooplankton was in general above the long-term average in spring 2005 and well above it north and east of Iceland.

Short notes on marine ecology

The first of short notes in this report of environmental research at the Marine Research Institute reports on the inflow of Atlantic water and current measurements on Hornbanki on the western part of the northern shelf. Observed flow measured with a vessel mounted ADCP on a section lying north over Hornbanki is described. Results show that the current is strongest in the uppermost layer, that there is an anticyclonic current around the bank and that most of the inflow occurs north of Hornbanki.

The second note describes measurements on organically bound nitrogen and phosphorus, circulation of these compounds in the surface layer and comparison with the same compounds in inorganic form. Results show that more soluble organic nitrogen and phosphorus is in the upper than lower layers and that the maximum concentration coincides with maximum in chlorophyll. Limited research has been done on this matter until now in Icelandic waters.

The third note describes a monitoring program on the growth of harmful algae in connection with harvesting of shellfish. The year 2005 was the starting year for this program in several locations around Iceland. Progress of the work is described and results of the field work is reported and some notes are given on the toxic influence of the species.

The fourth note is about blue mussel culturing in Iceland and some of the environmental factors that need to be considered in that context. The different conditions at the different locations are also discussed.

The last note presents the results from several whale sighting surveys in the North Atlantic and changes in the distribution of fin whales and a possible connection of the changes to environmental changes in the Irminger Sea the last decades.

1. Ástand sjávar og svifsamfélög

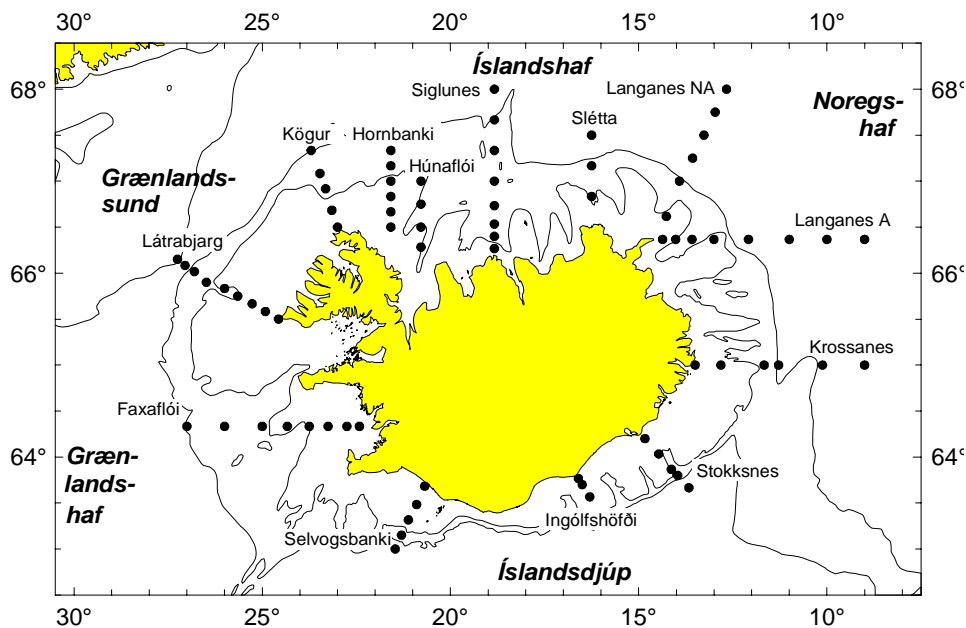
Environmental conditions and plankton communities

Inngangur / Introduction

Flókið samspil margra umhverfisþátta hefur margvísleg áhrif á fæðuvefinn í sjónum og þar með á vöxt og viðgang nytjastofna við landið. Á hverju ári fylgist Hafrannsóknastofnunin því með helstu umhverfisþáttum og svifsamfélögum á Íslandsmiðum og er í þessu hefti gerð grein fyrir niðurstöðum athugana sem gerðar voru á árinu 2005.

Á tímabilinu frá febrúar 2005 til nóvember 2005 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 júlí og ágúst í rækjuleiðangri og síðan í haustleiðangri í nóvember.

miðað við meðaltal árunna 1970 til 2004. Hiti og selta í hlýsjónum sunnan og vestan við landið fóru hækkandi frá því síðla árs 1996 til 1998 þegar há gildi mældust en lækkuðu þá heldur þar til síðla árs 2002 að þau fóru hækkandi að nýju og var árið 2003 með hæstu gildi og mestu útbreiðslu sem mælst höfðu í 30 ár og á árinu 2004 voru gildin litlu lægri. Árið 2005 voru hiti og selta í hlýja sjónum vestan við land áfram vel yfir meðallagi en hiti hafði heldur lækkað frá árunum 2003 og 2004. Útbreiðsla hlýsjávar fyrir norðan land tók þó breytingum þar sem mikill hafís barst inn á Norðurmið í lok febrúar, mars og apríl. Gætti áhrifa íssins fram eftir árinu í lægri seltu og lægri hita yfirborðslaga fyrir norðan og austan land.



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

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

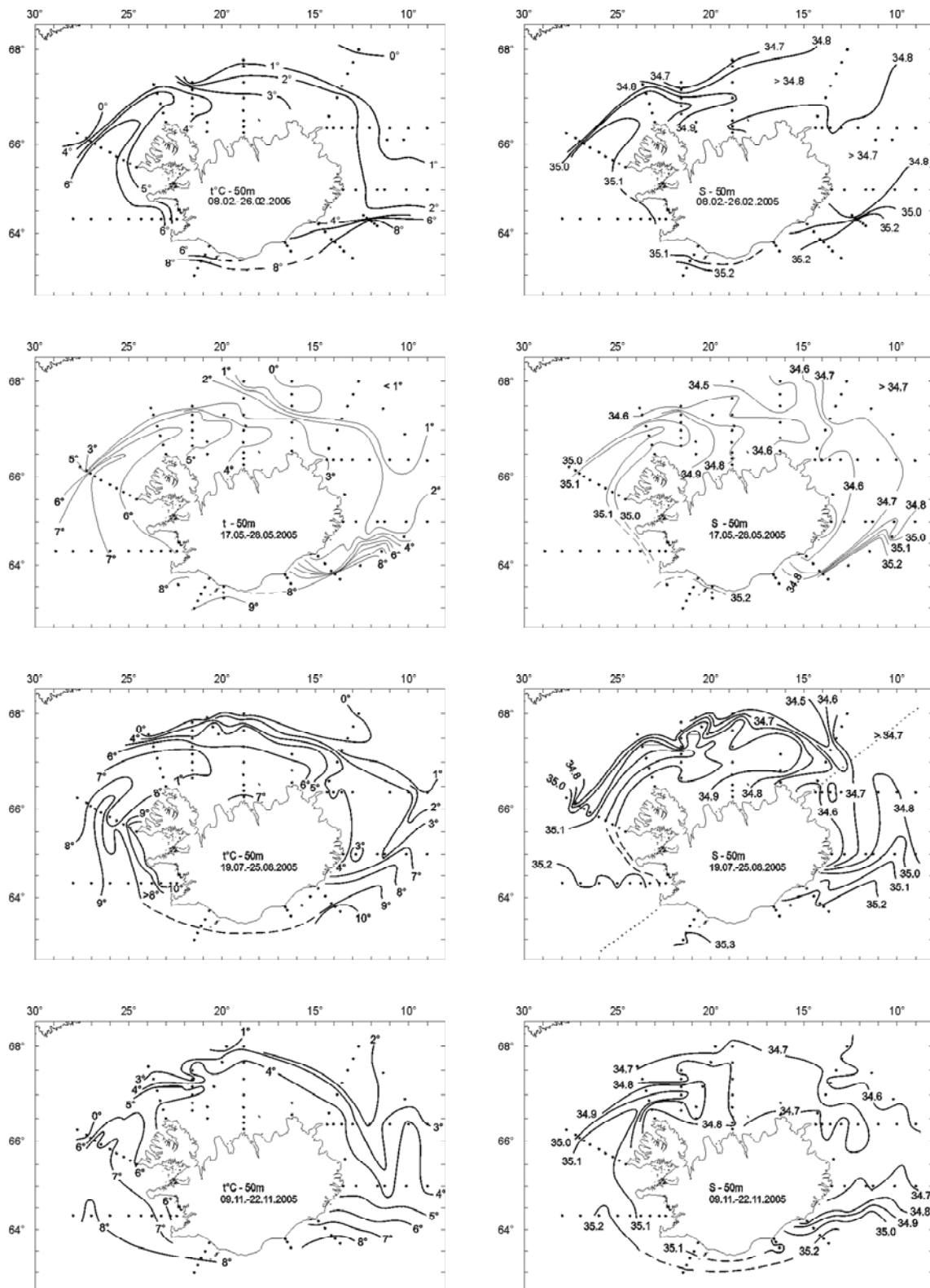
Hiti og selta / Temperature and salinity

Yfirborðslög / Surface layers

Á árinu 2005 var sjór á Íslandsmiðum almennt nokkru hlýrri og saltari en í meðallagi þess tíma sem mælingar hafa staðið. Þó hiti og selta lækkuðu heldur frá því sem var árin 2003 og 2004 var þó hvort tveggja áfram um eða yfir meðallagi. Hlýsjórinn eða Atlantssjórinn að sunnan var áfram yfir meðallagi heitur og saltur

Í vetrarleiðangi í janúar og febrúar var hlýsjórinn fyrir sunnan og vestan land áfram hlýr og selturíkur líkt og árin á undan. Atlantssjavar gætti norður fyrir Vestfirði og inn á Norðurmið. Á Norðurmiðum voru hiti og selta yfir meðallagi ($\sim 1-4^{\circ}\text{C}$, $>34,8$). Hiti og selta í Austur-Íslandsstraumi voru einnig heldur yfir meðaltali ($0-2^{\circ}\text{C}$, $>34,7$).

Í vorleiðangri (maí-júní) var Atlantssjórinn að sunnan yfir meðallagi bæði hvað varðaði hita



2. mynd. Vinstri dálkur sýnir sjávarhita (°C) og hægri dálkur seltu á 50 m dýpi í hafinu umhverfis Ísland, í febrúar, maí, júlí - ágúst og nóvember árið 2005.

Figure 2. Sea temperature (°C, left) and salinity (right) at 50 m depth in Icelandic waters, for February, May, July - August and November 2005.

og seltu (hiti 6-9°C og selta 35,0-35,2). Selta suður af landinu var há. Áhrifa hlýsjávarins gætti vel inn á norðurmið undir tiltölulega þunnu kaldara og ferskara yfirborðslagi sem var afleiðing af hafisnum sem rak inn á svæðið mánuðina á undan. Hiti og selta í yfirborðslaginu voru lægri en undanfarin ár. Hiti og selta úti fyrir norðanverðu landinu voru þó yfir meðaltali en hvort tveggja heldur lægra en vorið 2004 (3-5°C og 34,5-35,0). Í Austur-Íslandsstraumi mældust hiti og selta yfir meðallagi (0-2°, >34,8).

Hiti og selta á Austurmiðum voru um og yfir meðallagi. Suðaustanlands voru skil kalda sjávarins að norðan og hlýsjávarins að sunnan óvenju vestarlega. Höfðu reyndar borist af því fréttir frá fiskimönnum þegar í mars og einnig úr stofnmælingaleiðangri í mars að kaldur sjór væri við botn langleiðina að Breiðamerkurdýpi. Mögulega tengist þetta hafisútbreiðslu vorsins og þeim kalda sjó sem hafisnum fylgdi.

Í júlí var mælt á sniðum sunnan lands og austan en í ágúst var mælt á sniðum norðan lands og vestan. Áfram voru hiti og selta sunnan lands og vestan yfir langtímameðallagi. Hiti og selta fyrir norðan landið voru lægri en sumrin á undan en þó yfir meðallagi. Sama gilti um grunnslóð norðaustanlands. Þar var sumarhiti

sjávar allnokkru lægri en árin á undan. Úti í Austur-Íslandsstraumi voru hiti og selta um eða yfir meðallagi.

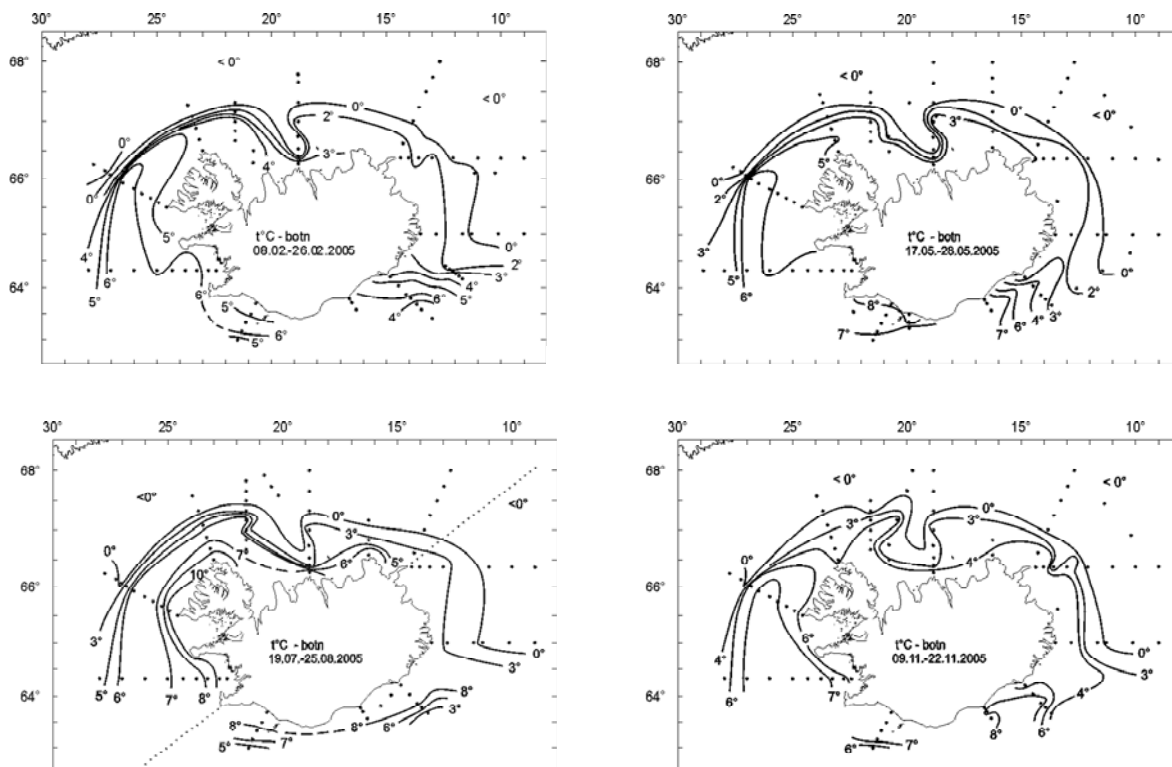
Í sjórannsókn- og loðnuleiðangri í nóvember var tiltölulega hlýtt og salt sunnan og vestan við land. Hiti og selta voru um eða undir meðallagi þessa árstíma úti fyrir Norðurlandi, Norðausturlandi og á Austfjarðamiðum. Styttra var í kalda og ferska sjóinn en árið 2003. Seltan í Austur-Íslandsstraumi var yfir 34,6 og hiti var áfram um meðallag.

Almennt má segja að árið 2005 hafi hiti og selta í yfirborðslögum sjávar norðan og austan við landið verið um eða undir meðallagi en hiti og selta sunnan við land héldust áfram há þó lækkun hafi orðið í hita vestan til.

Botnhiti

Botnhiti á Íslandsmiðum í febrúar, maí, júlí-ágúst og nóvember 2005 er sýndur á 3. mynd. Þegar myndin er skoðuð verður að hafa í huga mismunandi dýpi og fjarlægð frá landi. Augljós einkenni hitadreifingar við botn eru áhrif hlýja sjávarins á landgrunninu fyrir sunnan og vestan land og kalda sjávarins fyrir norðan og austan.

Botnhiti á landgrunninu er eins og vænta má, yfirleitt lægstur í febrúar-mars og hæstur í ágúst-september eða jafnvel síðar á árinu. Árs-



3. mynd. Hiti við botn (°C) í hafinu við Ísland í febrúar, maí, ágúst og nóvember, raðað eftir tímaröð ofan frá og til hægri fyrir árið 2005.
 Figure 3. Near bottom temperature (°C) in Icelandic waters in February, May, August and November 2005 arranged from top and to the right.

sveifla 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 Eyjafjarðará, dýpi allt að 700 m) nær kaldur djúpsjórinn langt inn að landi og skiptir norðurmiðum í vestari og eystri hluta. Í landgrunnshlíðunum sunnan og vestan lands fer botnhiti einnig lækkanði með vaxandi dýpi, en þó fer hann ekki mikið niður fyrir 4°C .

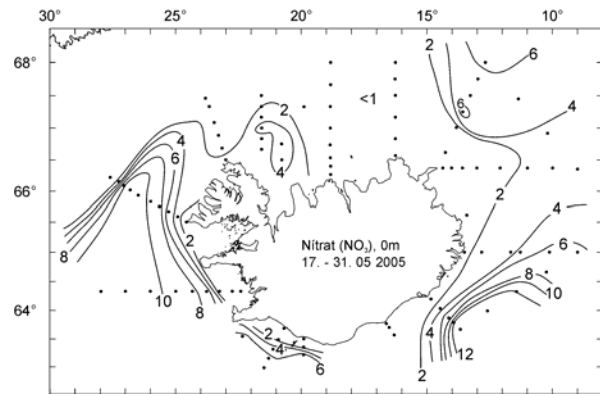
Botnhiti á landgrunninu sunnan lands og vestan árið 2005 (3. mynd) var $5\text{--}7^{\circ}\text{C}$ í febrúar, $5\text{--}8^{\circ}\text{C}$ í maí, $6\text{--}10^{\circ}\text{C}$ í júlí-ágúst og $6\text{--}8^{\circ}\text{C}$ í nóvember sem er yfir meðallagi. Þó var botnhiti á Stokksnes- og Mýrargrunni mun lægri en í meðalári í maí. Úti fyrir Norður- og Austurlandi var botnhiti á landgrunninu í febrúar í meðallagi ($1\text{--}4^{\circ}\text{C}$). Vorið 2005 var hann $0\text{--}4^{\circ}\text{C}$, sem er um eða undir meðallagi. Í júlí-ágúst var botnhitinn svo um $2\text{--}7^{\circ}\text{C}$, en lækkaði svo aftur í nóvember-desember í $2\text{--}5^{\circ}\text{C}$ sem er heldur undir botnhita síðustu ára.

Botnhiti á íslenska landgrunninu árið 2005 var heldur yfir meðallagi sunnan- og vestan við landið en heldur undir meðallagi fyrir norðan og austan land.

Næringarsölt / Nutrients

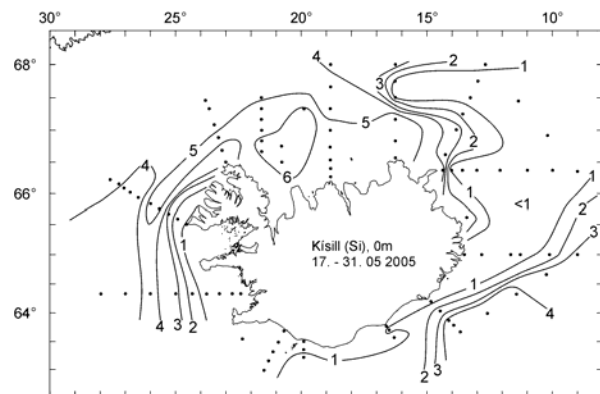
Styrkur næringarefna í yfirborðslögum sjávar á hafsvæðinu umhverfis Ísland var kannaður í maí og einnig var gerð mæling á Faxaflóasniði í febrúar (4. mynd). Styrkur næringarefna í yfirborðslögum sjávar breytist reglulega með árstíma og er það afleiðing af líffræðilegum og eðlisfræðilegum ferlum. Árlegt hámark er síðla vetrar, en styrkur uppleystra næringarefna lækkar í takt við vöxt svifþörungum í viðkomandi vatnsmassa. Dreifing nitrats (NO_3 , $\mu\text{mol l}^{-1}$) og kísils (Si , $\mu\text{mol l}^{-1}$) við yfirborð umhverfis landið dagana 17. maí til 1. júní 2005 sést á 4. og 5. mynd.

Þar sem næringarefni berast upp til yfirborðslagsins með lóðréttri blöndun eða með láréttum aðflutningi verður frumframleiðni mikil. Mjög sterk lagskipting kemur í veg fyrir lóðréttu blöndun og hindrar þannig að ný næringarefni komist til yfirborðslagsins. Við slíkar aðstæður má búast við skammvinnnum þörungablóma og næringarefnaþurrð í kjölfarið. Almennt má vænta gróðuraukningar fyrr á árinu í köldum sjó norðan Íslands en í hlýrri sjó vestur af landinu. Hlýsjórinn sem flæðir inn á Norðurmið ber með



4. mynd. Styrkur nitrats (NO_3 , $\mu\text{mol l}^{-1}$) við yfirborð í hafinu umhverfis Ísland 17. maí–1. júní 2005.

Figure 4. Nitrate concentration (NO_3 , $\mu\text{mol l}^{-1}$) at the surface in Icelandic waters 17 May–1 June 2005.

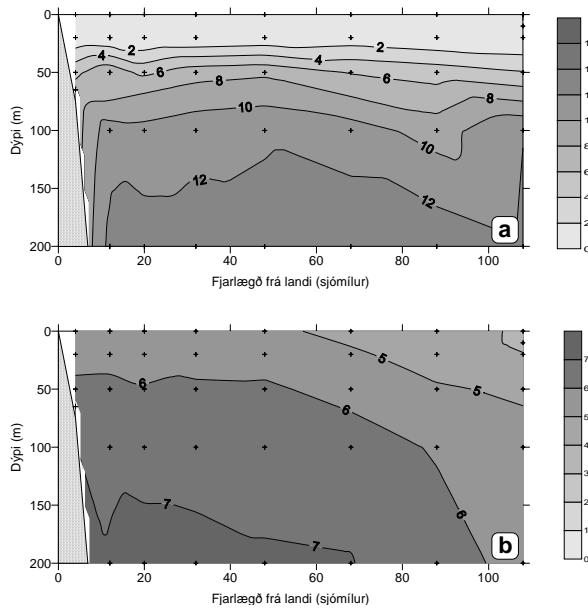


5. mynd. Styrkur kísils (Si , $\mu\text{mol l}^{-1}$) við yfirborð í hafinu umhverfis Ísland 17. maí–1. júní 2005.

Figure 5. Silicate concentration (Si , $\mu\text{mol l}^{-1}$) at the surface in Icelandic waters 17 May–1 June 2005.

sér viðbót af uppleystum næringarefnum inn á landgrunnið norðan lands og eru minni líkur á því að sterk lagskipting verði úti fyrir Norðurlandi þegar áhrif hlýsjávar eru mikil. Mikið innstreymi hlýsjávar á Norðurmið eykur því líkur á mikilli frumframleiðni. Allir þörungar þurfa næringarefnið níturat (NO_3) og fosfat (PO_4) til vaxtar og breytingar á styrk þeirra fylgjast því að. Sýnt hefur verið fram á að hlutfall breytinga í styrk nefndra næringarefna hér við land er $\Delta\text{N}/\Delta\text{P}=12,1\text{--}14,8$ (sjá bls. 21), sem lýsir upptöku plöntusvifs á þeim og endurnýjun með niðurbroti á lífrænu efni. Hins vegar nýta nær eingöngu kísilþörungur uppleystan kísil svo að upptaka kísils endurspeglar vöxt kísilþörungum.

Í maí hafði styrkur næringarefna á grunnsævi í Faxaflóa lækkað mjög frá mældum styrk um veturinn. Utan Faxalóa var styrkur næringarefna enn hár en hafði samt lækkað frá því sem hann var um veturinn. Styrkur nitrats við yfirborð úti fyrir Vestfjörðum var allmiklu minni en undanfarin ár sem bendir til að vorblóminn hafi að



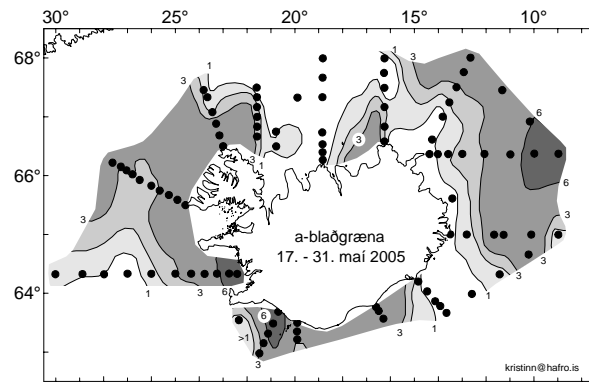
6. mynd. Lóðrétt dreifing a) nitrats ($\mu\text{mol l}^{-1}$) og b) kísils ($\mu\text{mol l}^{-1}$) á Siglunessniði þann 24. maí 2005.

Figure 6. Vertical profiles of a) nitrate ($\mu\text{mol l}^{-1}$) and b) silicate ($\mu\text{mol l}^{-1}$) on the Siglunes section 24 May 2005.

mestu verið afstaðinn á athugunartímanum. Sterk lagskipting í kjölfar hafiss kom í veg fyrir lóðréttu blöndun og hindraði þar með endurnýjun næringarefna í yfirborðslaginu. Styrkur nitrats var sömuleiðis að mestu uppurinn úti fyrir öllu Norðurlandi, allt frá Kögri að Langanesi, ef undan er skilið tiltölulega afmarkað svæði úti af Húnaflóa. Á nefndu svæði úti af Húnaflóa hafði styrkur kísils hins vegar ekki lækkað neitt frá vetrargildum, sem bendir til að þar hafi aðeins orðið blómi svifþörungum sem nýta ekki kísil. Miklar breytingar voru á styrk nitrats með dýpi á þessu svæði (6. mynd a) en ekki á styrk kísils (6. mynd b). Úti fyrir Austurlandi hafði stór hluti næringarefnaforðans verið nýttur af svifþörungum og þar var styrkur bæði nitrats og kísils lítill. Lítill styrkur kísils úti fyrir öllu Austurlandi og undan strönd Suðurlands bendir til þess að stór hlut vorblómans hafi verið vegna kísilþörungum á öllu þessu svæði.

Svifþörungur / Phytoplankton

Útbreiðsla *a*-blaðgrænu samkvæmt mælingum á sýnum af 10 metra dýpi, (7. mynd) er mælikvarði á magn svifþörungum í hafinu um miðjum maí. Dreifing gróðursins fellur vel að lýsingu á styrk næringarefna hér að framan. Þannig sést að mikið magn gróðurs var inni á Faxaflóa og út af Vesturlandi, en ekki á utanverðu Faxaflóasniði þar sem gróðuraukningin var vart hafin. Norðan landsins var næringarefnaþurrð en lítill gróður sem er vísbending um



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

Figure 7. Distribution of chlorophyll *a* (mg m^{-3}) around Iceland, at 10 meter depth, during late May

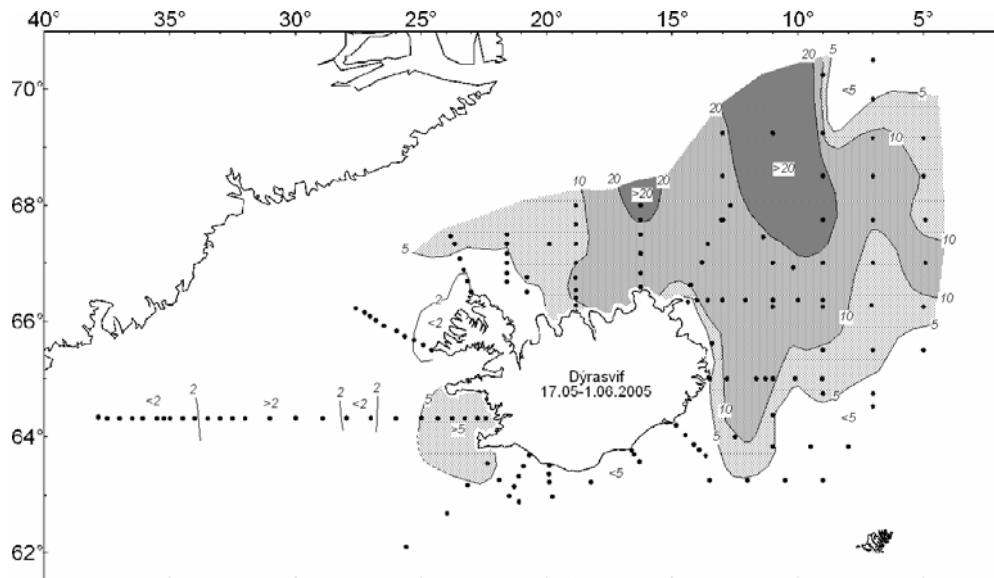
að gróðurhámarkið hafi verið yfirstaðið nokkru áður en athuganir fóru fram. Austan lands á það sama við næst landi, en utar hafa hentugar aðstæður fyrir gróðuraukningu verið seinni til og því mældist þar umtalsvert magn blaðgrænu. Undan Suðurströndinni var vöxtur gróðurs í blóma, en eins og sjá má af þverrandi magni næringarefna á svæðinu mun það ekki hafa staðið yfir lengi eftir að mælingarnar voru gerðar, nema ný næringarefni hafi borist inn á svæðið.

Dýrasvif / Zooplankton

Magn og dreifing átu að vor- og sumarlagi

Magn og útbreiðsla dýrasvifs eða átu umhverfis landið var kannað í vorleiðangri 17.-31. maí og í leiðangri sem farinn var í tengslum við sameiginlegar síldarrannsóknir Íslendinga, Norðmanna, Færeyinga, Rússa og Evrópusambandsins í Noregshafi (18. maí-1. júní). Á 8. mynd eru sýndar niðurstöður um útbreiðslu lífmassa átu úr báðum leiðongrum. Á grunnmiðum við landið var mest af átu í Faxaflóa og svo á fæðuslóð norsk-íslensku síldarinnar norðaustur og austur af landinu. Út af Vesturlandi var átumagn nálægt meðaltali, en talsvert yfir meðaltali norðan- og austanlands. Fyrir Suðurlandi og á Selvogsbanka var átumagn nálægt meðaltali. Þegar á heildina er litið var átumagn við landið í vorleiðangri meira en í meðallagi.

Ef niðurstöður eru bornar saman við sama árstíma vorið 2004 kemur í ljós að átumagn var meira en þá á flestum rannsóknastöðvum.



8. mynd. Útbreiðsla dýrasvifs í yfirborðslögum (g þurrvigt m^{-2} , 0-50 m) í hafinu við Ísland 17. maí-1. júní. Á skyggðum svæðum er þurrvigt áttu meiri en 5g.

Figure 8. Zooplankton biomass distribution (g dry weight m^{-2} 0-50 m) in the sea around Iceland during 17 May – 1 June. Shaded areas: more than 5 g.

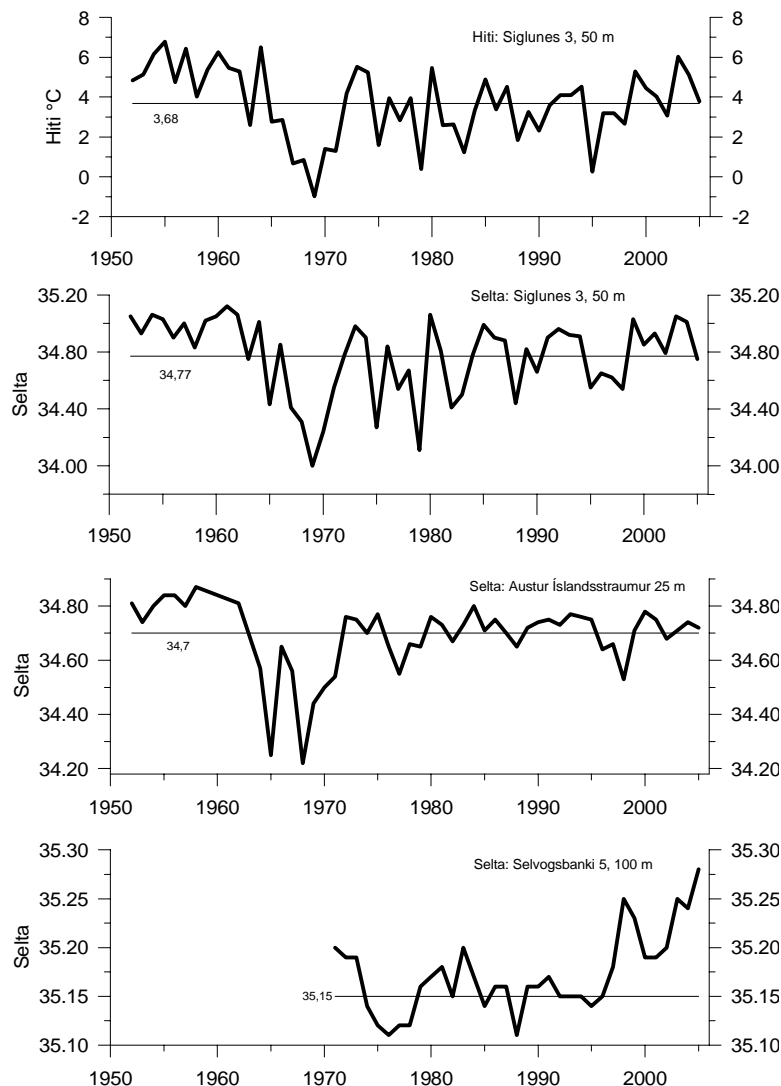
2. Langtímabreytingar

Long term changes

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

Hiti og selta á Selvogsbanka / Temperature and salinity at Selvogsbanki

Í hlýsjónum á Selvogsbanka eru umhverfis- aðstæður stöðugri en víðast hvar annars staðar við landið. Þó eru áraskipti að seltu þar eins og annars staðar og skiptast á tímabil með seltu hærri en 35,15 og lægri en 35,15 (9. mynd).



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

Figure 9. Temperature and salinity deviations at 50 m depth at station 3 on the Siglunes section, salinity at 25 m depth in the East-Iceland 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 for Selvogsbanki where the value 35.15 is used to differentiate between warm and cold years. The value shown for East-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 þar var tiltölulega lág á árunum 1974-1978, 1985-1988 og svo aftur 1992-1995. Lágri seltu á Selvogsbanka fylgir að öllu jöfnu lágt hitastig. Árið 1996 varð vart heldur vaxandi seltu í hlýja sjónum á Selvogsbanka og árin 1997-1999 jókst seltan enn frekar og var jafnvel hærri en mælst hafði síðan fyrir hafísárin á sjöunda áratugnum (>35,20). Árið 1998 náði seltan hámarki (35,25), síðan lækkaði hún nokkuð en hækkaði aftur 2002 og 2003 í það sama og hún var 1998. Árið 2004 hélst selta áfram há og vorið 2005 mældist hæsta selta síðustu þrjátíu árin. Reyndar lækkaði hún nokkuð þegar leið á árið.

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

Hiti og selta á Norðurmiðum / *Temperature and salinity on the North Shelf*

Hitastig og selta hafa verið mæld árlega að vorlagi út af Siglunesi í yfir hálfu öld (11. mynd). Eftir hlýviðrisskeið á norðanverðu Norður-Atlantshafi tók að kólna á sjöunda áratugnum. Svonefnd hafísár 1965-71 tóku við með köldum og seltulágum pólsjó í Íslandshafi. Áhrif pólsjárvarins tengdust þeim breytingum á hringrás hafstrauma í Norður-Atlantshafi sem áður var getið.

Eins og sjá má á 8. mynd hafa síðan 1971 skipst á „hlý“ ár (1972-74, 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 pólsjárvarar og svalsjávarar 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 ferskt og svalt yfirborðslag ofan á seltu-ríkum hlýsjónum og dró það úr áhrifum hans. Seltan í þessu yfirborðslagi var lág (undir 34,7), í samræmi við seltu í Austur-Íslandsstraumi 1996-98 og lægri en mælst hafði síðan á hafísárinu 1988. Árið 1999 var sjórinn fyrir norðan kominn vel yfir meðallag bæði hvað varðar hita og seltu. Síðan dró lítilllega úr áhrifum hlýsjávar

undan Norðurlandi næstu ár og voru hiti og selta í meðallagi samkvæmt mælingum árið 2002. Bæði hiti og selta voru almennt yfir meðallagi yfir landgrunninu árið 2003, einkum var útbreiðsla hlýsjávar mikil. Útbreiðslan minnkaði heldur árið 2004 með heldur lægri hita og seltu, en gildin voru samt vel yfir meðallagi. Vorið 2005 voru hiti og selta efri laga sjávar svo um meðallag. Seltan í Austur-Íslandsstraumi náði hámarki árið 1999, lækkaði síðan niður fyrir meðallag vorið 2002 og hefur síðan verið nálægt meðallagi.

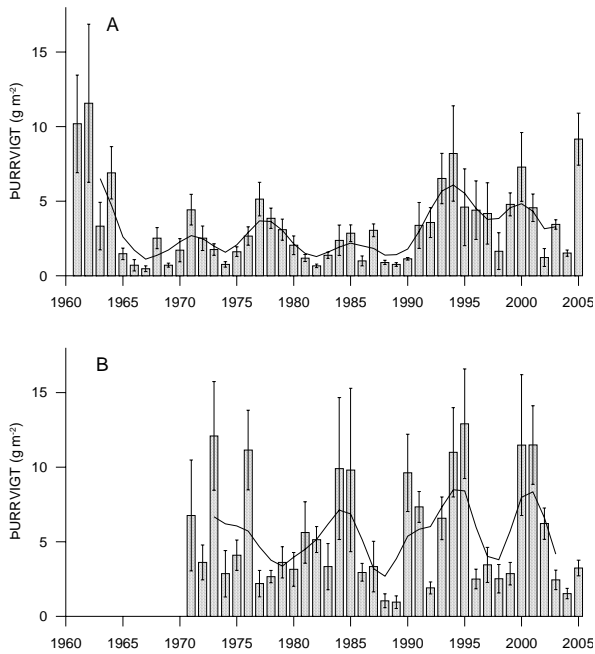
Dýrasvif / *Zooplankton*

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

Til þess að gögnin séu samanburðarhæf hefur þeim verið safnað á nokkurn veginn sama tíma ár hvert (maí-júní) með sömu aðferðum. Samanburður við önnur langtímaátugögn úr Norður-Atlantshafi hefur leitt í ljós að átumagn að vorlagi er góður mælikvarði á meðalátumagn ársins. Væntanlega segja því sveiflur í átumagni að vorlagi að einhverju leyti til um mismunandi heildarframleiðslu átu yfir sumarið, þó að hluta til megi einnig skýra þessar sveiflur með því að sá tími sem vorvöxtur átunnar hefjist sé breytilegur. Bæði vorvöxtur og heildarframleiðsla dýrasvifsins eru talin ráðast m.a. af umhverfisskilyrðum og fæðuframboði.

Langtímabreytingar á átumagni á Siglunes- og Selvogsbankasniðum eru sýndar á 9. 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.

Á Siglunessniði var átumagnið í hámarki þegar rannsóknirnar hófust í upphafi sjöunda áratugarins, en síðan hafa skipst á hæðir og lægðir, og hafa liðið um 6-10 ár á milli hámarka (sbr. keðjumeðaltölin á 10. mynd A). Vorið



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

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

2005 var átumagn á Siglunesniði með því hæsta sem mælt hefur.

Á Selvogsbanka var átumagnið í hámarki í byrjun áttunda áratugarins, en fór svo lækkandi og náði lágmarki í lok hans (10. mynd B). Önnur háörk í átumagni komu fram um miðjan níunda og tíunda áratuginn. Á Selvogsbankasniði var áta síðast í hámarki árin 2000 og 2001, en síðan hefur hún farið minnkandi. Á Selvogsbankasniði hafa liðið um 7-11 ár á milli hámarksgilda (sbr. keðjumeðaltölin á 10. mynd B).

Ef átuhámarkið um miðjan áttunda áratuginn á Siglunesniði er undanskilið, má segja að árlegar sveiflur í átumagninu fyrir sunnan og norðan séu nokkurn veginn í takt (10. mynd). Rannsóknir Hafrannsóknastofnunarinnar hafa sýnt að þessar sveiflur eru í samræmi við langtímasveiflur átu á mun stærra svæði, eða í öllu norðanverðu Atlantshafi. Það bendir til þess að breytileikinn í átumagni stjórnist að verulegu leyti af hnattrænum þáttum sem hafa áhrif á víðáttumiklu svæði, líklegast tengdum veðurfari.

3. Stuttar greinar um vistfræði sjávar

Short notes on marine ecology

STRAUMSJÁRMÆLINGAR Á FLÆÐI ATLANTSSJÁVAR Á HORNANKASNIÐI ADCP MEASUREMENTS OF THE ATLANTIC INFLOW ON THE HORNANKI SECTION

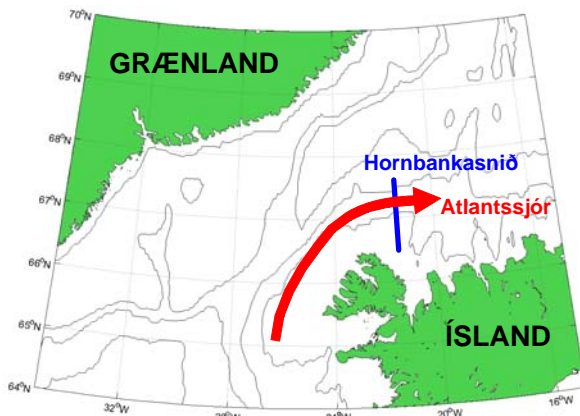
Steingrímur Jónsson^{1, 2} og Héðinn Valdimarsson¹

¹Hafrannsóknastofnunin

²Háskólinn á Akureyri

Inngangur

Atlantssjórinn á uppruna sinn langt suður í Atlantshafi og er tiltölulega heitur og saltur. Hann kemur upp að landinu sunnanverðu og streymir síðan vestur og norður með Vesturlandi. Hluti hans flæðir gegnum Grænlandssund

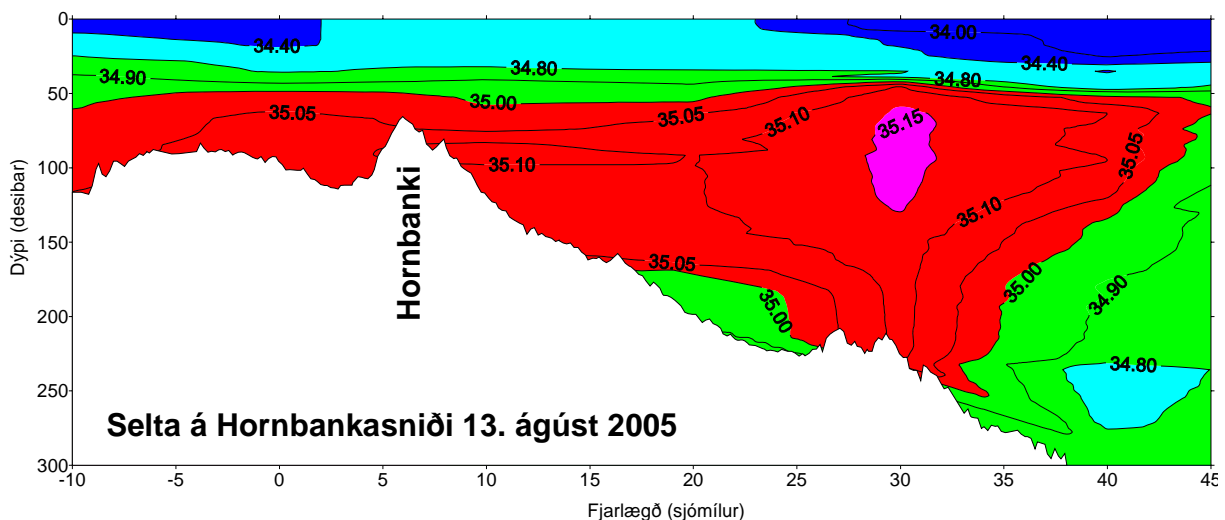


11. mynd. Myndin sýnir botnlögun í Grænlandssundi. Dýplínur eru fyrir 200, 500, 1000 og 2000 metra dýpi. Hornbankasniði er sýnt sem heil lína. Örin tákna flæði Atlantssjávar inn á Norðurmið.

Figure 11. Map showing the topography in the Denmark Strait area. The depth contours are 200, 500, 1000 and 2000 meters. The Hornbanki, hydrographic section is indicated as a straight line. The arrow shows the flow of Atlantic water.

og inn á Norðurmið og er flæðið afar mikilvægt fyrir veðurfar og lífríkið í sjónum þar (11. mynd). Atlantssjórinn sést vel á 12. mynd sem sýnir seltu á Hornbankasniði þar sem sjór með seltu um og yfir 35 er Atlantssjór. Í efstu 20-30 metrunum er hann ýmist blandaður ferskvatni frá landi og/eða seltuminni pólsjó úr norðri. Innstreymi Atlantssjávar ber með sér næringarefni og skapar ákjósanlegar aðstæður fyrir vöxt þörungna og dýrasvifs yfir landgrunninu norðan lands, (Þórunn Þórðardóttir 1984; Ólafur S. Ástþórsson o.fl. 1983). Einnig hefur verið sýnt fram á að flæðið hefur jákvæð áhrif á ástand loðnu fyrir norðan land, (Hjálmar Vilhjálmsson 1997).

Hafrannsóknaskipið Árne Friðriksson RE 200 er útbúið straumsjá (*Acoustic Doppler Current Profiler* eða *ADCP*) sem staðsett er í fellikili skipsins. Með henni er hægt að fylgjast með straumum undir skipinu á leið þess um höfin. Til þess að það sé mögulegt þarf að mæla hraða og stefnu skipsins mjög nákvæmlega og er það gert með GPS staðsetningartækjum með leiðréttingabúnaði. Ef dýpi er minna en 600 metrar má nota botn til viðmiðunar. Með því að draga hraða skipsins frá hraðanum sem straumsjáin



12. mynd. Selta á Hornbankasniði í ágúst 2005. Fjarlægð í sjómílum á láréttum ás, -10 er á 66°30' N og 45 er á 67°25' N.

Figure 12. Salinity on the Hornbanki section in August 2005. Distance on x axis is nautical miles, -10 is on 66°30' N and 45 is on 67°25' N.

gefur, er unnt að fá straumhraðann í sjónum undir skipinu sem fall af dýpi á leið skipsins. Á þennan hátt má með mælinum í rs. Árna Friðrikssyni mæla bæði láréttan og lóðréttan straum í 30 lögum í 600 metra vatnssúlu. Virkni straumsjárinnar hefur verið lýst í Steingrímur Jónsson og Jóhannes Briem (2000).

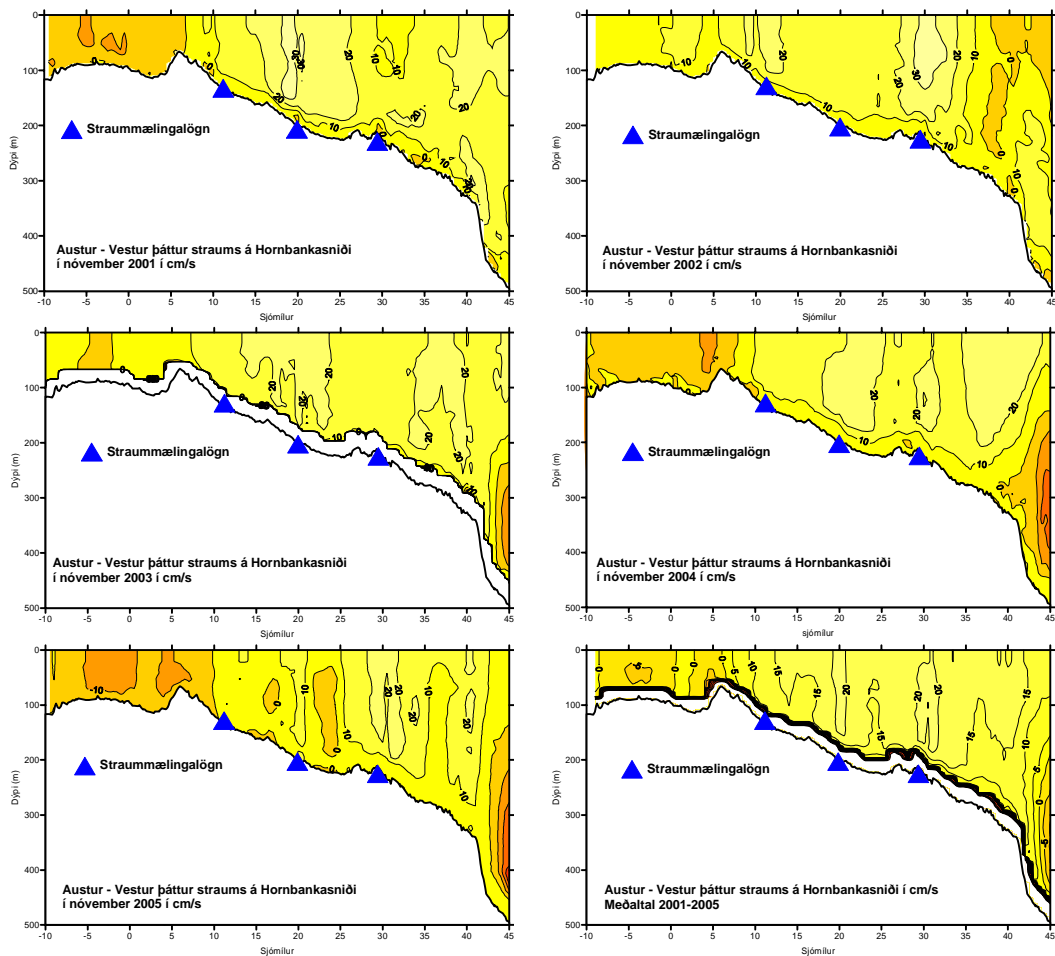
Á Hornbankasniði hafa mælingar farið fram á flæði Atlantssjávar inn á Norðurmið með straumsjá síðan 2001 (13. mynd). Á þessu sniði hafa jafnframt verið framkvæmdar straummælingar á föstum stöðum og dýpum með siritandi straummælum frá árinu 1994. Þær gefa mjög góða upplausn í tíma en takmarkaðar upplýsingar í rúmi. Með straumsjánni fæst hins vegar tiltölulega góð upplausn í rúmi þannig að með því að nota báðar þessar aðferðir saman næst mun betri þekking á flæðinu.

Mælingar á Hornbankasniði

Hornbankasniðið liggur til norðurs á $21^{\circ} 35' V$ (11. mynd). Straummæling eins og hér er lýst hefur farið þannig fram að siglt var norður og suður eftir línu eða sniði frá $66^{\circ} 30' N$ til $67^{\circ} 40' N$. Í hvert skipti var farið fjórum sinnum yfir sniðið. Siglingin tók u.þ.b. 24 klukkustundir sem eru u.þ.b. tvær sjávarfallasveiflur. Meðaltal er síðan tekið af öllum fjórum yfirferðunum til þess að minnka áhrif sjávarfallastrauma á niðurstöðurnar. Niðurstöður mælinganna nálægt botni eru ekki marktækar þar sem truflana gætir frá botninum. Tvisvar hvert ár voru hiti og selta mæld á sniðinu með 10 sjómílna millibili í fyrstu og síðustu yfirferð. Mæling sem þessi hefur farið fram fimm sinnum, þ.e. í nóvember 2001, 2002, 2003 og 2004 og í ágúst 2005.

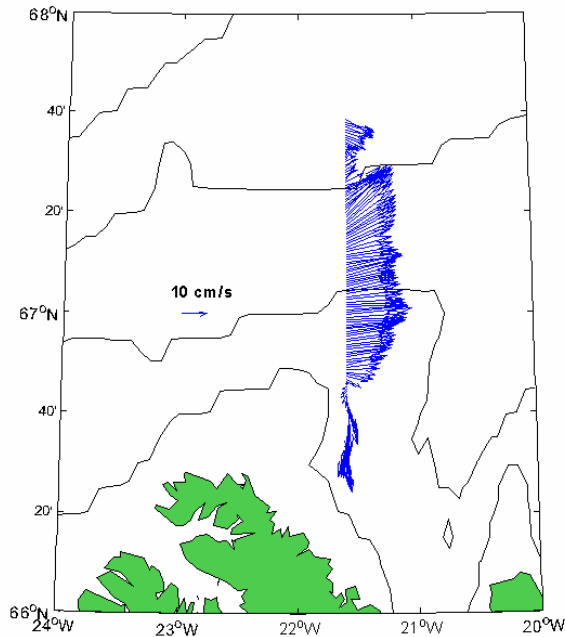
Niðurstöður

Eins og sést á 13. mynd þá minnkar straumurinn lítillega með dýpi. Sama niðurstaða hefur



13. mynd. Myndin sýnir Austur-Vestur þátt straums í cm/s á Hornbankasniði. Gult táknar straum til austurs en dökkri svæði tákna straum til vesturs. Síðasta myndin sýnir meðaltal hinna fimm.

Figure 13. E-W component of the current in cm/s on the Hornbanki section. Yellow indicates current to the east but darker areas indicate current to the west. The last figure is the average of the other five.



14. mynd. Straumvektorar á Hornbankasniði á 50 metra dýpi. Þeir eru meðaltal allra mælinga frá 2001-2004. Dýpslínur eru fyrir 100, 200, 500 og 1000 metra dýpi.

Figure 14. Current vectors on the Hornbanki section at 50 meters depth. The vectors are averages of all measurements from 2001-2004. The depth contours are 100, 200, 500 and 1000 meters.

fengist í öllum mælingum til þessa og hefur einnig verið staðfest með siritandi straummælum, (Steingrímur Jónsson & Jóhannes Briem 2003). Straummælingar út af Kögri, eilítið vestar sýndu að þar er þessu svipað farið (Stefán Kristmannsson 1998).

Straumsjarmælingarnar sunnan 67°N sýna að straumurinn minnkar þegar nær dregur Hornbanka (12. mynd).

Meginhluti innflæðis inn á norðurmið á sér stað norðan Hornbanka. Straumhraðinn er þar á stærstum hluta svæðisins milli 15 og 20 cm/s. Þegar nálgast landgrunnshlíðina sýna straumsjarmælingarnar að straumurinn leitar meira til norðurs, 14. mynd. Þegar komið er enn utar á

um 500 m botndýpi er straumurinn orðinn mjög veikur og hefur snúist við og liggur til vesturs neðan við 150 m. Þar er kominn annar straumur sem flytur með sér yfirfallssjó sem streymir út um Grænlandssund og sekkur niður á mikið dýpi í Grænlandshafi og lýst hefur verið í Steingrímur Jónsson & Héðinn Valdimarsson (2004).

Straumarnir við Hornbanka benda til að þar sé réttisælis hringstreymi kringum bankann eins og raunin er með marga slíka banka í Norður-Atlantshafi.

Þessar mælingar virðast gefa góða og einhlíta mynd af straumum á Hornbankasniði og sýnir að með tiltölulega einföldum hætti er hægt að fá góða mynd af straumakerfinu kringum landið með því að mæla á nokkrum sniðum á sama hátt og gert hefur verið á Hornbankasniði.

Heimildir

- Hjálmar Vilhjálmsson 1997. Climatic variations and some examples of their effects on the marine ecology of Icelandic and Greenland waters, in particular during the present century. *Rit Fiskideildar*, 15(1): 1-29.
- Ólafur S. Ástþórsson, Ingvar Hallgrímsson & Guðmundur S. Jónsson 1983. Variations in zooplankton densities in Icelandic waters in spring during the years 1961-1982. *Rit Fiskideildar*, 7: 73-113.
- Stefán S. Kristmannsson 1998. Flow of Atlantic water into the northern Icelandic shelf area, 1985-1989. *ICES Cooperative Research Report* 225: 124-135.
- Steingrímur Jónsson & Jóhannes Briem 2000. Nýjar aðferðir við mælingar á hafstraumum. Í: Þættir úr vistfræði sjávar 1999. *Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit* 77: 20-22.
- Steingrímur Jónsson & Jóhannes Briem 2003. Flow of Atlantic Water west of Iceland and onto the north Icelandic Shelf. *ICES Marine Science Symposia*, 219: 326-328.
- Steingrímur Jónsson & Héðinn Valdimarsson 2004. Áður óþekktur hafstraumur finnst við Ísland. *Náttúrufræðingurinn*, 72(3-4): 139-143.
- Þórunn Þórðardóttir 1984. Primary production north of Iceland in relation to water masses in May-June 1970-1980. *ICES CM* 1984/L: 20, 17 pp.

KÖFNUNAREFNI OG FOSFÓR BUNDIÐ Í UPPLEYSTUM LÍFRÆNUM EFNUM Á SIGLUNESSNIÐI

DISSOLVED ORGANIC NITROGEN AND PHOSPHORUS ON SIGLUNES SECTION

Sólveig R. Ólafsdóttir

Hafrannsóknastofnuninni

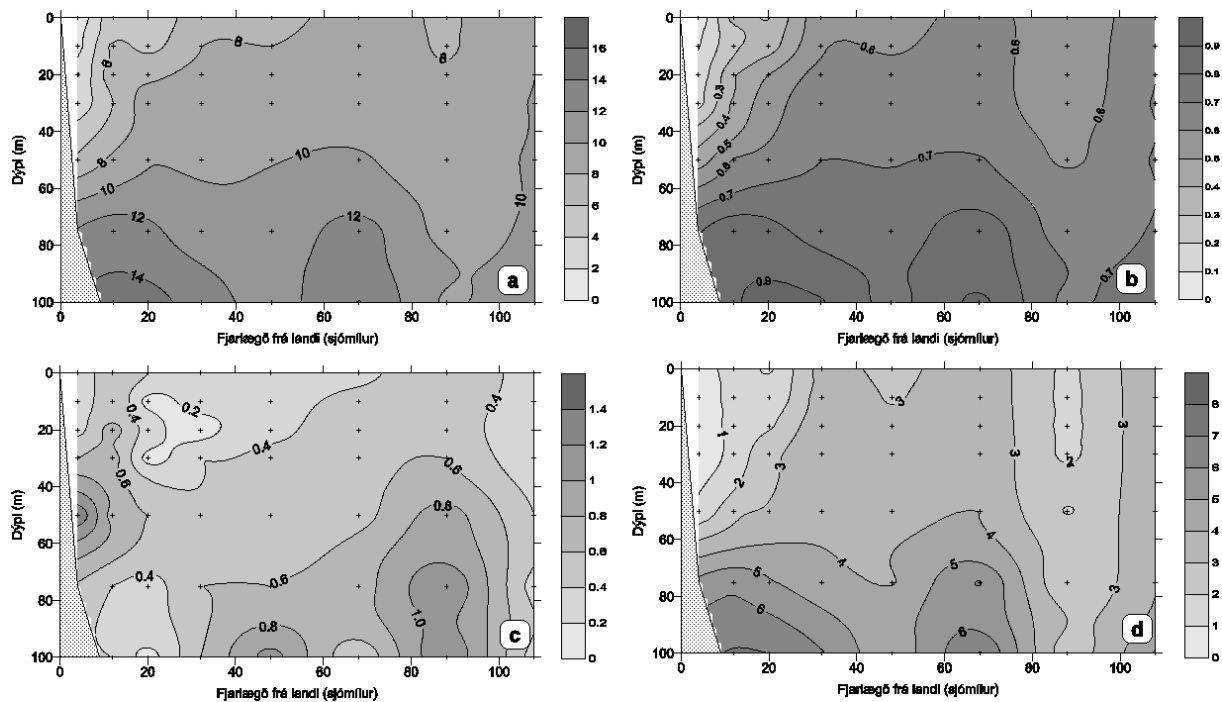
Inngangur

Við ljóstillífun í hafinu taka svifþörungar upp köfnunarefni (N) og fosfór (P) og upptakan hér við land er í hlutföllunum 15:1 (Unnsteinn Stefánsson og Jón Ólafsson, 1991). Köfnunarefni og fosfór eru nauðsynleg næringarefni fyrir svifþörungum eins og aðrar plöntur. Við lok vetrar er árlegt hámark í styrk þessara efna í yfirborðslögum sjávar (Sólveig R. Ólafsdóttir, 2006) og er þá nær allt magn uppleystra efna-sambanda þessara frumefna í sjó á forminu nítrat (NO_3) annars vegar og fosfat (PO_4) hins vegar, þ.e.a.s. ólífrænar jónir þessara efna í upplausn. Að vorlagi, þegar birta er orðin næg og hæfileg lagskipting hefur myndast í yfirborðslögum sjávar, eru skilyrði fyrir vöxt svifþörungum góð og þeir hafa þá næg næringarefni til vaxtar (Þórunn Þórðardóttir, 1984 og Unnsteinn Stefánsson og Jón Ólafsson, 1991).

Eftir vorblóma svifþörunganna verður iðulega skortur á ólífrænum næringarefnum í efstu lögum sjávarins. Við ljóstillífunina og svo síðar

við niðurbrot lífræna leifa svifþörunganna verða hins vegar til ýmis lífræn efna-sambönd sem innihalda köfnunarefni og fosfór. Fyrir tilstuðlan baktería er hluti þessa lífræna efna brotið niður og þannig komast næringarefnin aftur í lausn. Köfnunarefni og fosfór eru á þennan hátt í tiltölulega hraðri lífefnafræðilegri hringrás í efstu lögum sjávarins þar sem birtunnar nýtur. Næringarefni geta því verið nýtt margsinis á hverju vaxtartímabili. Fosfór endurnýjast jafnan hraðar en köfnunarefni (Millero og Sohn, 1992) þar sem niðurbrot hans er einfaldara en niðurbrot köfnunarefnis, sem getur verið til á mörgum oxunarstigum. Ammóníak er mest afoxaða form ólífræns köfnunarefnis. Svifþörungar geta nýtt hin ýmsu form köfnunarefnis, auk nítrats, og haldið áfram að vaxa með endurnýjuðum næringarefnum eftir að vetrarforðinn er uppurinn.

Hægt er að mæla lífrænt bundið köfnunarefni og fosfór í sjó með því að brjóta niður lífræna efnið t.d. með sterkri útfjólublárri geislun (Armstrong og Tibbits 1966), en við það oxast



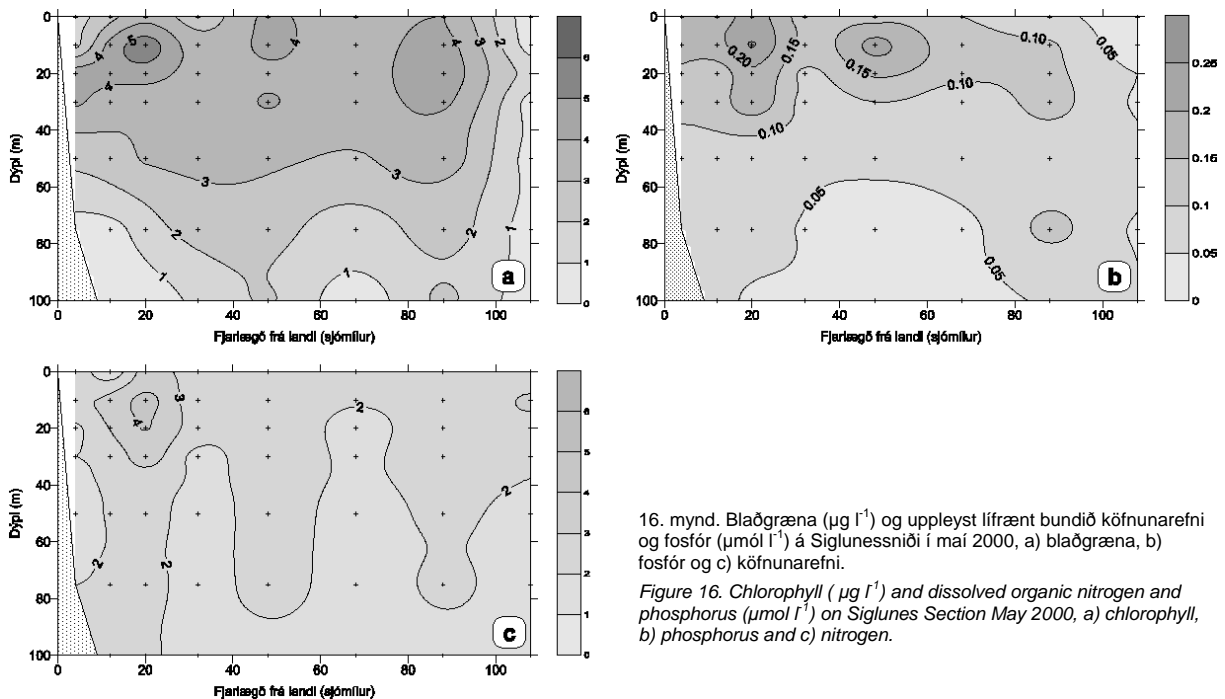
15. mynd. Næringarefni ($\mu\text{mol l}^{-1}$) á Siglunessniði maí 2000, a) nítrat (NO_3), b) fosfat (PO_4), c) ammóníak (NH_4) og d) kísill (Si).
Figure 15. Nutrients ($\mu\text{mol l}^{-1}$) on Siglunes Section May 2000, a) nitrate (NO_3), b) phosphate (PO_4), c) ammonia (NH_4) and d) silicate (Si).

köfnunarefnið og fosfórinn í ólífræn efnasambönd (NO_3 og PO_4). Það hlutfall efna sem er í upplausn (dissolved) er yfirleitt skilgreint sem sá hluti sem er minni en $0,45 \mu$, agnabundið (particulate) efni er stærra. Við mælingu á síuðum og geisluðum sýnum fæst þannig heildar köfnunarefni og fosfór í upplausn og sé styrkur ólífrænu sambandanna dreginn frá fæst þannig magn köfnunarefnis og fosförs sem bundið er í lífræn efni. Þessi aðferð gerir því engan greinarmun á mismunandi lífrænum efnum heldur einungis heildarmagni köfnunarefnis og fosförs sem eru á þessu formi.

Niðurstöður og umræða

Í maí árið 2000 var styrkur ólífrænna næringarefna (15. mynd) mældur að venju á Siglunesniði (1. mynd) og auk þess styrkur lífræns bundins köfnunarefnis og fosförs (15. mynd b og c) og blaðgrænu með HPLC aðferð (16. mynd a). Á ólífrænu næringarefnunum (15. mynd) og á blaðgrænugildum (16. mynd a) sést að framvinda gróðurs var vel á veg komin næst landi, en þar hafði gengið talsvert á vetrarforða nitrats, fosfats og kísils og styrkur blaðgrænu var á bilinu $3\text{--}5 \mu\text{g l}^{-1}$. Á ystu stöðinni sem er fyrir utan landgrunnið, var lítil blaðgræna og þar hafði lítið gengið á næringarefnin. Uppleystur lífrænt bundinn fosfór (dissolved organic phosphorus, DOP) (16. mynd b) var í hærri styrk í efstu 40 metrunum heldur en á meira dýpi. Það er í samræmis við að lífræna efnið sökkvi alla

jafnan ekki úr yfirborðslögnum heldur endurnýist þar að verulegum hluta. Á stöðvunum næst landi var styrkur lífræns bundins fosförs nær jafn mikill og styrkur ólífræns fosfats í efstu 30 metrunum, sem bendir til að lífrænt bundni fosfórinn sé þar mikilvæg fosfórupspretta. Köfnunarefni endurnýjast hægar en fosfór og er ammóníak (NH_4) eitt af niðurbrotsefnunum, m.a. sem úrgangsefni frá meltingu dýrasvifs. Styrkur ammóníaks var almennt lágur (15. mynd c), en þó greinilega lægri við yfirborðið en á meira dýpi, sem bendir til mjög hraðrar upptöku svifþöruna í ljóstíllífunarlaginu. Uppleyst lífrænt bundið köfnunarefni (dissolved organic nitrogen, DON) (15. mynd c) er almennt í meira magni í efstu 50 metrunum heldur en dýpra og fer hámarkið í styrk þess saman við hámarkið í styrk blaðgrænu. Lífrænt bundið köfnunarefni í lausn er hlutfallslega minna miðað við ólífrænt níturat heldur en hlutfall lífræns bundins fosförs er miðað við ólífrænt fosfat í efstu lögum sjávarins, þar sem ljóstíllífunin fer fram. Þetta er í samræmi við hraðari endurnýjun fosförs úr lífrænu efni en köfnunarefnis, en munur á hlutfallslegum styrk lífrænna og ólífrænna forma af þessum efnum bendir einnig til að köfnunarefnið endurnýist á meira dýpi og að agnirnar nái að sökkva áður en köfnunarefnið kemst í lausn. Almennt er köfnunarefni (níturat) það næringarefni sem takmarkar vöxt svifþöruna hér við land (Unnsteinn Stefánsson og Jón Ólafsson, 1991) sem ráða má



16. mynd. Blaðgræna ($\mu\text{g l}^{-1}$) og uppleyst lífrænt bundið köfnunarefni og fosfór ($\mu\text{mol l}^{-1}$) á Siglunesniði í maí 2000, a) blaðgræna, b) fosfór og c) köfnunarefni.

Figure 16. Chlorophyll ($\mu\text{g l}^{-1}$) and dissolved organic nitrogen and phosphorus ($\mu\text{mol l}^{-1}$) on Siglunes Section May 2000, a) chlorophyll, b) phosphorus and c) nitrogen.

af því að að jafnaði er ennþá mælanlegt fosfat í lausn þegar nítratið er búið. Það magn sem hér mældist af uppleystum lífrænum köfnunarefnis- og fosfórsamböndum og dreifing þeirra er í góðu samræmi við þá fullyrðingu að skortur á köfnunarefni takmarki yfirleitt vöxt svifþörungna í sjó við Ísland, þar sem hlutfallslega var meira af lífrænt bundnum fosfór í ljóstillífunarlaginu.

Heimildir

- Armstrong, F.A.J. og S. Tibbits, 1966. Photooxidation of organic matter in sea water by ultraviolet radiation. *Nature (London)* 211: 481-483.
- Millero, F.J. & M.L. Sohn, 1992. *Chemical Oceanography*. CRC Press, Boca Raton. 531 pp.
- Sólveig R. Ólafsdóttir, 2006. Styrkur næringarefna í hafinu umhverfis Ísland. *Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit* 122: 1-24.
- Unnsteinn Stefánsson og Jón Ólafsson, 1991. Nutrients and fertility of Icelandic waters. *Rit Fiskideildar*, 12 (3):1-56.
- Þórunn Þórðardóttir, 1994. Plöntusvif og framleiðni í sjónum við Ísland. Í: Unnsteinn Stefánsson (ritstj.) *Íslendingar, hafið og auðlindir þess. Vísindafélag Íslendinga, Ráðstefnurit IV*: 65-88.

VÖKTUN EITURÞÖRUNGA Í TENGLUM VIÐ NÝTINGU SKELFISKS ÁRIÐ 2005 TOXIC PHYTOPLANKTON MONITORING IN CONNECTION WITH SHELLFISH HARVESTING IN 2005.

Agnes Eydal og Hafsteinn Guðfinnsson
Hafrannsóknastofnuninni

1. Inngangur

Svifþörungar eru uppistaðan í fæðu skelfisks og er vöxtur og viðkoma skelfisksins, hvort sem er villtur eða í eldi að mestu leyti háð náttúrulegri fæðu og þeim umhverfisaðstæðum sem ríkja á veiði- eða ræktunarstaðnum. Í kjölfar vaxandi umsvifa í fisk- og skeldýraeldi hafa verið gerðar síauknar kröfur um eftirlit með vexti eitraðra svifþörungum og eitrunum af þeirra völdum. Af þeim sökum ákvað Fiskistofa í samvinnu við Hafrannsóknastofnunina, Veiðimálastofnun, Umhverfisstofnun, skelfiskveiðimenn og krækingsræktendur að fara af stað með vöktun á eitruðum svifþörungum á nokkrum stöðum við landið. Á árinu 2005 voru svæði í Breiðafirði, Eyjafirði, Mjóafirði eystri og Hvalfirði vöktuð og var fylgst með fjölda eitraðra svifþörungum vikulega frá vori og þar til gróðurtímabilinu lauk (17. mynd).

Í tengslum við vöktunina var útbúin heimasíða verkefnisins (www.hafro.is/voktun), sem hægt er að komast inn á með flýtitakka á heimasíðu Hafrannsóknastofnunarinnar (VÖKTUN EITURÞÖRUNGA). Niðurstöður greininga og talninga á svifþörungum voru settar jafnóðum inn á heimasíðuna. Þessar upplýsingarnar nýtast meðal annars almenningi sem hyggst tína sér krækling til neyslu og skelfiskræktendum sem geta haldið að sér höndum með uppskeru meðan



17. mynd. Vöktunarstöðvar við landið árið 2005.

Figure 17. Sampling sites for toxic phytoplankton monitoring in 2005.

fjöldi eitruðra svifþörungum er yfir viðmiðunarmörkum um hættu á skelfiskeitrun. Niðurstöðurnar gefa einnig vísbendingu um það hvenær ástæða væri til að mæla eitruð í skelfiskinum.

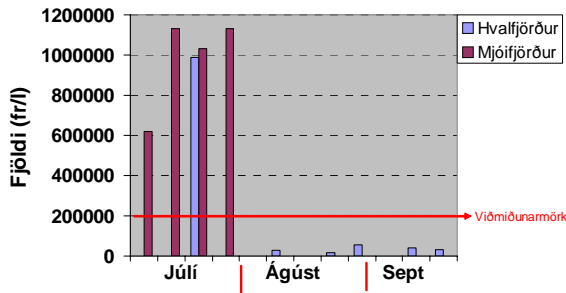
Aðallega er um að ræða þrens konar eitranir í skelfiski af völdum svifþörungum sem menn þurfa að vera vakandi yfir í Norður-Atlantshafi: PSP eitrun (paralytic shellfish poisoning), DSP eitrun (diarrhetic shellfish poisoning) og ASP eitrun (amnesic shellfish poisoning).

Áhrif PSP-eitrunar á spendýr eru í því fylgin að eitruð truflar natriumbúskap taugafruma, sem leiðir af sér truflun á taugaboðum og getur valdið lömum, öndunarerfiðleikum og jafnvel dauða. Það eru skorupörungar af ættkvíslunum *Alexandrium*, *Pyrodinium* og *Gymnodinium* sem valda PSP eitrun og hefur hún greinst úr skelfiski hér við land nokkrum sinnum.

Áhrif DSP-eitrunar eru ógleði, uppköst, þrautir í kviðarholi og niðurgangur og verður þeirra vart skömmu eftir að menn hafa neytt eitruð skelfisks. Bati næst yfirleitt innan þriggja sólarhringa. Það eru skorupörungar af ættkvíslum *Dinophysis*, *Prorocentrum* og *Phalochroma* sem geta valdið DSP-eitrun. DSP eitrun hefur greinst úr skelfiski við Ísland nokkrum sinnum.

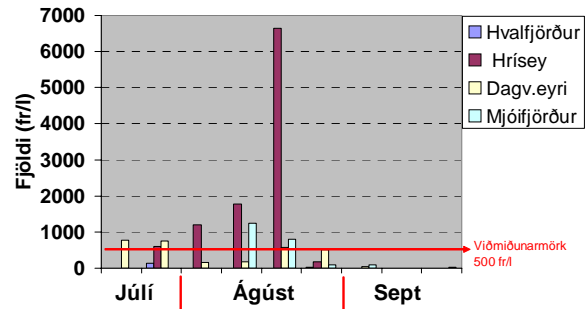
Áhrif ASP-eitrunar koma fram nokkrum dögum eftir að eitruð skelfisks hefur verið neytt, en þau einkennast af ógleði og niðurgangi, minnisleysi og jafnvel dauða. Það eru stafлага kísilþörungar af ættkvíslinni *Pseudo-nitzschia* sem valda ASP-eitrun og stafar þessi eitrun m.a. af aminosýrunni „domoic sýru“. ASP-eitrun hefur ekki greinst hér við land svo óyggjandi sé, en tegundir *Pseudo-nitzschia* eru algengar við landið.

Helstu niðurstöður talninga á eitruðum svifþörungum á vöktunarsvæðunum sýna að hætta á ASP-eitrun vegna *Pseudo-nitzschia* tegunda hafi verið til staðar í júlí í Hvalfirði og Mjóafirði (18. mynd). Hætta á DSP-eitrun var til staðar í Eyjafirði, Hvalfirði og Mjóafirði frá síðari hluta júlí og fram í desember, á mismunandi tímum eftir staðsetningu við landið (19. mynd). Hætta á PSP-eitrun var til staðar í Hvalfirði og Mjóafirði



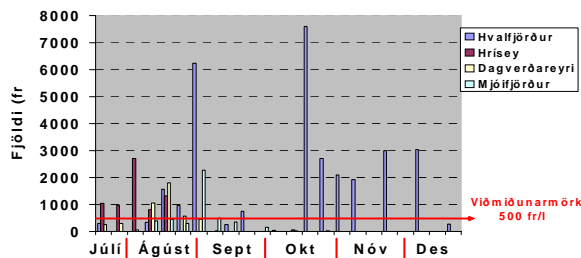
18. mynd. Fjöldi *Pseudo-nitzschia* tegunda í Hvalfirði og Mjóafirði árið 2005. Viðmiðunarmörk fyrir hættu á ASP eitrun eru 100-200 þúsund frumur/lítra.

Figure 18. Variation in the density of *Pseudo-nitzschia* spp. in Hvalfjörður and Mjóafirði in 2005. Critical level for ASP toxicity is 100-200 thous. cells per liter.



20. mynd. Fjöldi *Alexandrium* tegunda í Hvalfirði, Eyjafirði (Hrísey og Dagverðareyri) og Mjóafirði. Viðmiðunarmörk fyrir hættu á PSP eitrun eru 500 frumur/lítra.

Figure 20. Variation in the density of *Alexandrium* spp in Hvalfjörður, at two sites in Eyjafjörður and in Mjófjörður in 2005. Critical level for PSP toxicity is at 500 cells per liter.



19. mynd. Fjöldi *Dinophysis* tegunda og *Phalochroma rotundatum* í Hvalfirði, Eyjafirði (Hrísey og Dagverðareyri) og Mjóafirði árið 2005. Viðmiðunarmörk fyrir hættu á DSP eitrun eru 500 frumur/lítra.

Figure 19. Variation in the density of *Dinophysis* spp and *Phalochroma rotundatum* in Hvalfjörður, at two sites in Eyjafjörður and in Mjófjörður. Critical level for DSP toxicity is at 500 cells per liter.

frá miðjum júlí og fram í miðjan ágúst (20. mynd).

Þau svæði sem einkum er talið að þarfnist vöktunar eru veiðisvæði skelfisks, svo sem kúfisks og hörpudisks, ásamt skeldýra- og fiskeldissvæðum. Við landið greinist árlega nokkur fjöldi eiturþörungum og hafa í gegnum tíðina ver-

ið gerðar mælingar á eitri í skelfiski sem staðfesta eitranir af völdum tegunda sem mynda DSP- og PSP-eitrun. Auk þeirra greinist töluverður fjöldi *Pseudo-nitzschia* tegunda víða við landið, sem geta valdið ASP-eitrun. Þær mælingar sem hafa verið gerðar á ASP-eitrun í skelfiski benda ekki til eitrunar af völdum *Pseudo-nitzschia* tegunda hér við land. Það er talið að í heiminum séu fyrir hendi mismunandi stofnar *Pseudo-nitzschia* tegunda og að sumir þeirra geti valdið ASP-eitrun en aðrir ekki. Mun fleiri mælingar þarf til þess að hægt sé að segja óbyggjandi til um það hvort stofnar þessara tegunda hér við land geti valdið eitrun eða ekki.

Vöktunarverkefnið tókst í flesta staði mjög vel og er vilji til þess að halda því áfram. Niðurstöðurnar benda líka til þess að full þörf sé á því að fylgjast vel með tegundasamsetningu og fjölda sviþþörungum í strandsjónum við Ísland.

KRÆKLINGARÆKT Á ÍSLANDI

MUSSEL CULTURE IN ICELAND

Guðrún G. Þórarinsdóttir¹, Valdimar Ingi Gunnarsson² og Björn Theodórsson²

¹ Hafrannsóknastofnuninni

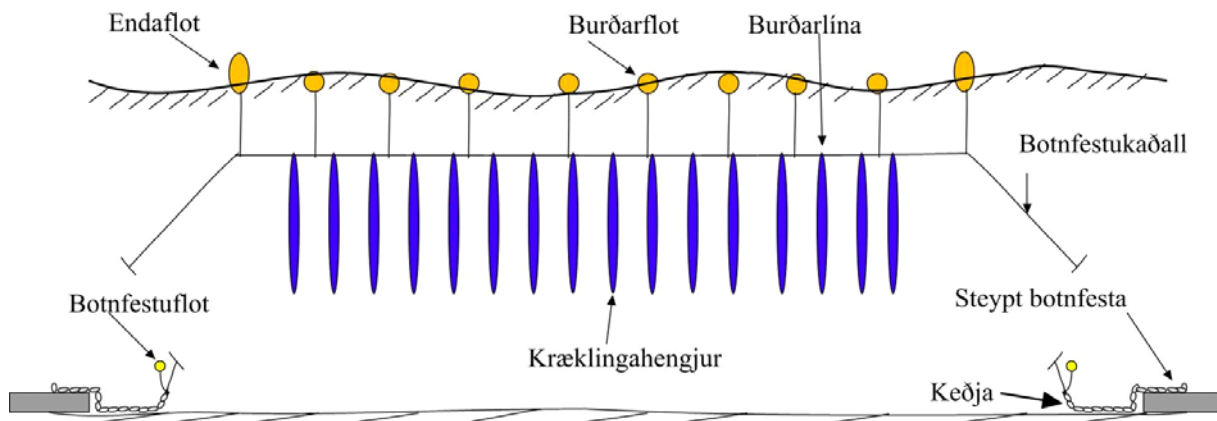
² Veidimálastofnun

Inngangur

Kræklingur hefur lítið verið nýttur héraendis. Áður fyrr var hann tíndur og notaður til beitu en sáralítið til manneldis. Á síðari árum hefur færst í vöxt að fara í kræklingafjörur og tína sér til matar. Ræktun kræklinga á sér stutta sögu hér á landi en Hafrannsóknastofnunin gerði tilraunir með kræklingarækt á árunum 1973-1987. Árið 1995 hófst tilraunarækt í Mjóafirði og síðan hafa fleiri einkaaðilar bæst í hópinn sem reynt hafa fyrir sér með ræktun á kræklingi víðsvegar um landið. Á árunum 2000-2005 stóðu Hafrannsóknastofnunin og Veidimálastofnun fyrir til-

Lirfusöfnun

Mismunandi er á milli svæða og ára hvenær kræklinglirfurnar setjast á safnara. Í rannsókn í Hvalfirði árið 1987 kom fram að fyrstu lirfurnar settust á safnarana um miðjan ágúst en ásetan var mest í byrjun september (Guðrún Þórarinsdóttir og Úlfar Antonsson, 1993). Rannsókn í Eyjafirði 1998–2000 sýndi að langflestar kræklinglirfur settust á safnara frá ágúst til október en aðalásetan var í september (Elena G. Garcia og Guðrún G. Þórarinsdóttir, 2003). Á síðustu árum virðist lirfuásetan þó hafa verið fyrir á ferðinni en áður. Á árunum 2000-2002 var lirfu-



21. mynd. Uppsetning á línurækt.

Figure 21. Diagrammatic representation of a longline

raunaverkefni í kræklingarækt í samstarfi við einkaaðila í þeirri grein. Ýmsar aðferðir er hægt að nota við ræktun kræklinga en héraendis hefur eingöngu verið ræktað á línurækt (21. mynd). Við ræktun kræklinga er lirfum safnað í náttúrunni og þær síðan ræktaðar upp á söfnurum eða þeir losaðir og ungvíði komið fyrir í þar til gerðum netsokkum til áframeldis þar til markaðs-stærð er náð.

Áður en kræklingarækt hefst þarf að gera úttekt á viðkomandi svæði hvað varðar mengun sjávar, ásetu kræklinglirfa, fæðuframboði, sjávarhita, seltu, strauma, afræningja, ásætur og lagnaðaris svo eitthvað sé nefnt.

ásetan í Hvalfirði mest í byrjun ágúst (Valdimar Gunnarsson og fl., 2001 og 2002) og lirfur settust á safnara í miklum mæli um miðjan ágúst í Eyjafirði árið 2004 (Valdimar Gunnarsson og fl., 2004).

Alla jafna hefur áseta kræklingalirfa verið mikil á söfnurum sem hafa verið settir út á réttum tíma héraendis. Mestur þéttleiki kræklingalirfa er yfirleitt á efstu metrum safnarans en minnkar eftir því sem neðar kemur (22. mynd). Við ásetu eru kræklingalirfur glærar, hringlaga og um það bil 0,3 mm að lengd og sjást því ekki með berum augum. Eftir því sem kræklingurinn stækkar verður hann dekkri og skeljarnar ílangar að lögun. Við vestanvert landið, þar sem vöxtur er mestur, verður kræklingurinn sýnilegur eftir



22. mynd. Kræklingungviði á safnara í Mjóafirði. (Ljósmynd: Björn Theodórsson).

Figure 22. Mussel spat on a collector in Mjóifjörður. (Photo: Björn Theodórsson).

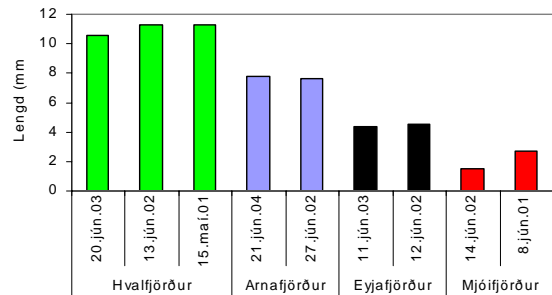
örfáar vikur á söfnurunum, en við austanvert landið tekur þetta mun lengri tíma.

Þar sem lirfuáseta er mikil setjast mörg þúsund kræklingaslirfa á hvern metra af safnara. Til að koma í veg fyrir mikið hrun kræklinga af söfnurunum er kræklingurinn grisjaður og stærðarflokkaður og komið fyrir í netsokk sem hengdur er út í sjó til framhaldsræktunar. Þetta er yfirleitt gert þegar skeljarnar hafa náð 10-20 mm lengd sem tekur 1-2 ár. Mikilvægt er að setja hæfilegan fjölda kræklinga á hvern metra ræktunarbands, oft er miðað við 400-500 einstaklinga.

Vöxtur og umhverfisaðstæður

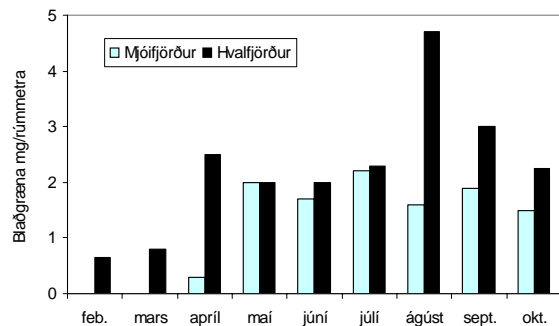
Þar sem kræklingaslirfurnar setjast á safnara síðla sumars eða að hausti er vaxtartímabil þeirra stutt fyrsta árið og kræklingurinn því aðeins nokkrir mm að lengd að hausti þegar hægir mjög á vextinum. Vöxtur kræklinga er breytilegur eftir árstíma, lítill eða enginn yfir vetrarmánuðina en eykst á vorin þegar svifþörungum, sem eru aðalfæða skeljanna, fjölgar í sjónum. Kræklingurinn vex síðan yfir sumarið og fram á haust, mislengi eftir árferði.

Verulegur munur er á vaxtarhraða eftir svæðum við landið og er vöxturinn mestur við vestanvert landið og minnkar þegar farið er rétt-sælis með landinu og er minnstur á Austfjörðum. Í júní, tæpu ári eftir ásetuna hefur kræklingurinn náð rúmlega 10 mm lengd í Hvalfirði, tæpum 8 mm í Arnafirði, um 4 mm í Eyjafirði og um 2 mm í Mjóafirði (23. mynd). Haft skal í huga að vöxtur kræklinga getur verið breytilegur á milli ára eftir árferði. Það tekur um tvö ár fyrir



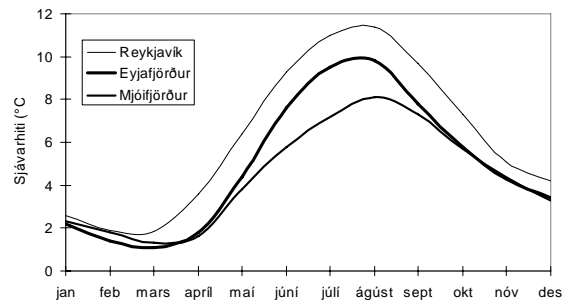
23. mynd. Meðallengd kræklinga (mm) tæpu ári eftir ásetu á mismunandi ræktunarstöðum við landið.

Figure 23. Mean shell length of mussels (mm) about 10 months after settlement.



24. mynd. Magn blaðgræna (svifþörungar) eftir mánuðum í Hvalfirði og Mjóafirði. (Kristinn Guðmundsson, 2003; Agnes Eydal 2003a og b).

Figure 24. Seasonal changes in chlorophyll-a concentrations in Hvalfjörður and Mjóifjörður. (Kristinn Guðmundsson, 2003; Agnes Eydal 2003a og b).



25. mynd. Meðalsjávarhiti yfir árið í Reykjavík, Eyjafirði og Mjóafirði (Steingrímur Jónsson, 2004).

Figure 25. Mean sea temperature during the year in Reykjavík, Eyjafjörður and Mjóifjörður. (Steingrímur Jónsson, 2004).

krækling í rækt að ná 50 mm lengd (markaðs-stærð) í Hvalfirði en gera má ráð fyrir að það taki a.m.k. þrjú ár á Austfjörðum. Þeir þættir sem mestu máli skipta fyrir vöxtinn eru fæðuframboð og hiti sjávar sem eru breytileg við landið. Það vorar jafnan fyrr í sjónum við vestanvert land en austanvert, sem þýðir að hiti hækkar fyrr og fæða (svifþörungar) eykst fyrr

að vori. Fæðuframboðið (24. mynd) er einnig meira og endist lengur fram eftir hausti við Vesturland og meðalsjávarhitinn er hærri allt árið um kring (25. mynd).

Ýmsir umhverfisþættir, auk sjávarhita og fæðuframboðs, hafa áhrif á kræklingræktina og því eru aðstæður á hverju svæði misjafnlega góðar til ræktunar. Eitraðir svifþörungar, sem valdið geta skelfiskeitrun, hafa fundist á öllum ræktunarsvæðum en í mismiklum mæli. Fari fjöldi eitruþörunganna yfir viðmiðunarmörk eða ef eitrun mælist í holdi skelja, er ræktunarsvæðum lokað fyrir uppskeru í skemmri eða lengri tíma. Mengun af völdum örvera og þungmálma hefur ekki mælist á ræktunarsvæðum að undanskildum Arnarfirði, en þar hefur kadmíum mælist langt yfir viðmiðunarmörkum í skelinni sem útilokar svæðið frá ræktun. Lagnaðar- og rekis getur valdið tjóni á búnaði og hefur það gerst til dæmis í Hvalfirði. Straumur á ræktunarsvæði má hvorki vera of mikill né of lítill. Mikill straumur veldur skaða á útbúnaði en of lítill straumur getur komið í veg fyrir flutning lirfa að söfnurum, fæðuf lutning til skeljanna og dreifingu úrgangsefna. Talið er að við línurækt, þar sem línurnar eru ekki of þéttar, sé æskilegur straumur um það bil 5 cm/sek.

Ásætur á skel og ræktunarútbúnaði

Auk kræklingalirfanna vilja önnur dýr og plöntur setjast á ræktunarbúnaðinn og keppa við kræklinginn um fæðu og pláss.

Við landið vestavert hafa hrúðurkarlar valdið nokkru tjóni en þeir setjast jafnt á útbúnaðinn sem skelina. Misjafnt er á milli ára hversu mikið er af hrúðurkarli en mikilvægt að setja ræktunarbúnaðinn út á réttum tíma (ekki of snemma



26. mynd. Hrúðarkarlar á ræktunarbandi. (Ljósmynd: Björn Theodórsson).

Figure 26. Barnacles (*Balanus balanoides*) on a mussel culture line. (Photo: Björn Theodórsson).



27. mynd. Beltisþari á ræktunarútbúnaði í Arnarfirði (Ljósmynd: Björn Theodórsson).

Figure 27. Tangle (*Laminaria saccharina*) on a mussel culture line in Arnarfjordur. (Photo Björn Theodórsson).

að vori) og koma þannig í veg fyrir ásetu hrúðurkarla sem er aðallega á vorin (26. mynd).

Gróður á söfnurum er mismunandi á milli svæða og ára. Hér er það fyrst og fremst þari sem hefur valdið tjóni, en hann tekur rými frá kræklingi, uppskeran verður minni og hann er einnig til trafala við uppskeru. Oftast er mest af þara á burðarlínunni og minnkar þarinn á kræklingahengjum eftir því sem þær liggja lengra undir yfirborði sjávar. Það má því draga úr vexti þara með því að hafa kræklingahengjur vel undir yfirborði sjávar. Beltisþari og marinkjarni eru mest áberandi og hafa þeir verið til ama einkum við austanvert landið (27. mynd).

Afræningjar og varnir gegn þeim

Nokkrir afræningjar eru skelinni skeinuhættir og er æðarfuglinn þar fremstur í flokki.

Kræklingur er eftirsótt fæða æðarfugls, fuglinn brýtur skelina og étur innan úr henni (28. mynd). Yfirleitt afla æðarfuglar fæðunnar á inn-



28. mynd. Kræklingahold á spunaðræðum eftir át æðarfugls (Ljósmynd: Björn Theodórsson).

Figure 28. Mussel meat and byssus threads left by eider ducks after eating from a mussel culture line. (Photo: Björn Theodórsson).

an við 15 metra dýpi, en dæmi eru um að æðarfugl kafi eftir fæðu á mun meira dýpi. Æðarfugl er friðaður og hefur hann valdið tjóni hjá flestum ef ekki öllum kræklingræktendum á Íslandi. Mikilvægt er að fylgjast með fjölda fugla sem heldur sig við kræklingræktina og grípa til aðgerða áður en í óefni er komið og fuglinn orðin staðbundinn. Ýmislegt hefur verið reynt til að fæla æðarfugl frá, svo sem að girða ræktunina af með neti eða nota hljóðfælar en ekkert eitt ráð hefur dugað fyllilega.

Stór hluti fæðu krossfiska eru skeljar og þar á meðal kræklingur. Krossfiskalirfur virðast setjast á safnara á svipuðum tíma og kræklinglirfur, það er síðla sumars eða að hausti. Krossfiskurinn vex hraðar en kræklingurinn og hefur mælst allt að 30 mm að stærð í Hvalfirði eins árs gamall. Ekki er talið að krossfiskar valdi verulegu tjóni nema á kræklingi af sama árgangi. Vart hefur orðið við krossfisk á flestum ræktunarsvæðum við landið en fjöldinn er mjög mismunandi eftir svæðum. Mest er um krossfisk við vestanvert landið og er það eina svæðið sem vitað er til að hann hafi valdið tjóni í kræklingarækt (28. mynd). Til að koma í veg fyrir tjón af völdum krossfiska skal nota mjóa safnara, og hafa allt yfirborð útbúnaðar í lágmarki. Gæta þarf þess að kræklingahengjurnar snerti ekki botn þar sem fullorðinn krossfiskur heldur sig. Við slíkar aðstæður skriður krossfiskurinn upp línurnar og étur kræklinginn af þeim.

Heimildalisti

- Agnes Eydal, 2003a. Áhrif næringarefna á tegundasamsetningu og fjölda svifþörungum í Hvalfirði. *Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit* 99:1-34.
- Agnes Eydal, 2003b. Árstíðarbreytingar í fjölda og tegundasamsetningu svifþörungum í Mjóafirði. Í: Karl Gunnarsson (ritstj.). Umhverfisaðstæður, svifþörungur og kræklingur í Mjóafirði. *Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit* 92: 29-42.
- Elena G. Garcia og Guðrún G. Þórarinsdóttir, 2003. Áseta ungra skelja á söfnurum í Eyjafirði. *Náttúrufræðingurinn*, 71(3-4): 61-65.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir & Úlfar Antonsson, 1994. Tilraunaeldi á kræklingi í Hvalfirði. *Náttúrufræðingurinn*, 63(3-4):243-251.
- Kristinn Guðmundsson, 2003. Blaðgræna og vöxtur svifgróðurs í Mjóafirði. Í: Karl Gunnarsson (ritstj.). Umhverfisaðstæður, svifþörungur og kræklingur í Mjóafirði. *Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit* 92: 65-76.
- Steingrímur Jónsson, 2004. Sjávarhiti, straumar og súrefni í sjónum við strendur Íslands. Í: Björn Björnsson og Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.). Þorskeldi á Íslandi. *Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit* 111: 9-20.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theodórsson og Sigurður Már Einarsson, 2001. Kræklingarækt á Íslandi. Ársskýrsla 2001. *Veidimálastofnun, VMST-R/0123*, 32 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theodórsson og Sigurður Már Einarsson, 2002. Kræklingarækt á Íslandi. Ársskýrsla 2002. *Veidimálastofnun, VMST-R/0219*, 34 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theodórsson og Sigurður Már Einarsson, 2004. Kræklingarækt á Íslandi. Ársskýrsla 2004. *Veidimálastofnun, VMST-R/0501*, 31 bls.

HVALIR OG UMHVERFISÞÆTTIR WHALES AND THE ENVIRONMENT

Gísli A. Víkingsson og Héðinn Valdimarsson
Hafrannsóknastofnuninni

Langreyður (*Balaenoptera physalus*) er næststærsta dýrategund sem uppi hefur verið og nær allt að 23 m lengd og 100 tonna þyngd hér við land (Gísli A. Víkingsson 2004). Hún var ásamt steypireyði uppistaðan í hvalveiðum frá norskum landstöðvum hér á landi 1883-1915, en þá fækkaði báðum þessum tegundum verulega við landið (Jóhann Sigurjónsson og Þorvaldur Gunnlaugsson 2006, Branch og Butterworth 2006). Þegar hvalveiðar hófust aftur hér við land um og eftir síðari heimstyrjöld virtist langreyðarstofninn hafa náð sér vel á strik öfugt við stofna steypireyðar (*B. musculus*) og hnúfubaks (*Megaptera novaeangliae*) og var langreyður langmikilvægasta nytjategund hvalveiðanna frá hvalstöðinni í Hvalfirði 1948-1985 (Jóhann Sigurjónsson 1991, Gísli A. Víkingsson 2004, Gísli A. Víkingsson o.fl. 2006).

Fyrstu tilraunir til að meta stærð og ástand langreyðarstofnsins hér við land byggðust á merkingum og endurheimtum ásamt rannsóknum á afla á sóknareiningu (Rørvik o.fl. 1976, Jóhann Sigurjónsson og Þorvaldur Gunnlaugsson 1985a, 1985b). Athuganir þessar sýndu ekki marktækar breytingar í afla á sóknareiningu á athugunartímabilinu (1960-1983) en útreikningar byggðir á endurheimtum merkja gáfu ekki fullnægjandi niðurstöður varðandi heildarstærð Austur-Grænlands-Íslandsstofns (EGI) langreyðar.

Skipulegar talningar til mats á stofnstærðum hvala í Norðaustur-Atlantshafi (NASS) hófust árið 1987. Talningarnar voru hluti af hvalrannsóknáttaki Hafrannsóknastofnunarinnar árin 1986-1989 í samvinnu við nágrannaþjóðir við Norður-Atlantshaf. Alls hafa nú farið fram fjórar slíkar fjölþjóðlegar talningar árin 1987, 1989, 1995 og 2001 með þátttöku Íslendinga, Færeyinga, Norðmanna, Spánverja (1987 og 1989) og Grænlandinga (1987). Talningaröð þessi er líklega sú umfangsmesta sinnar tegundar í heiminum og er því fyrirliggjandi einstakur gagnagrunnur um útbreiðslu hinna ýmsu hvalategunda á stórum hluta Norðaustur-Atlantshafs á þessu tímabili.

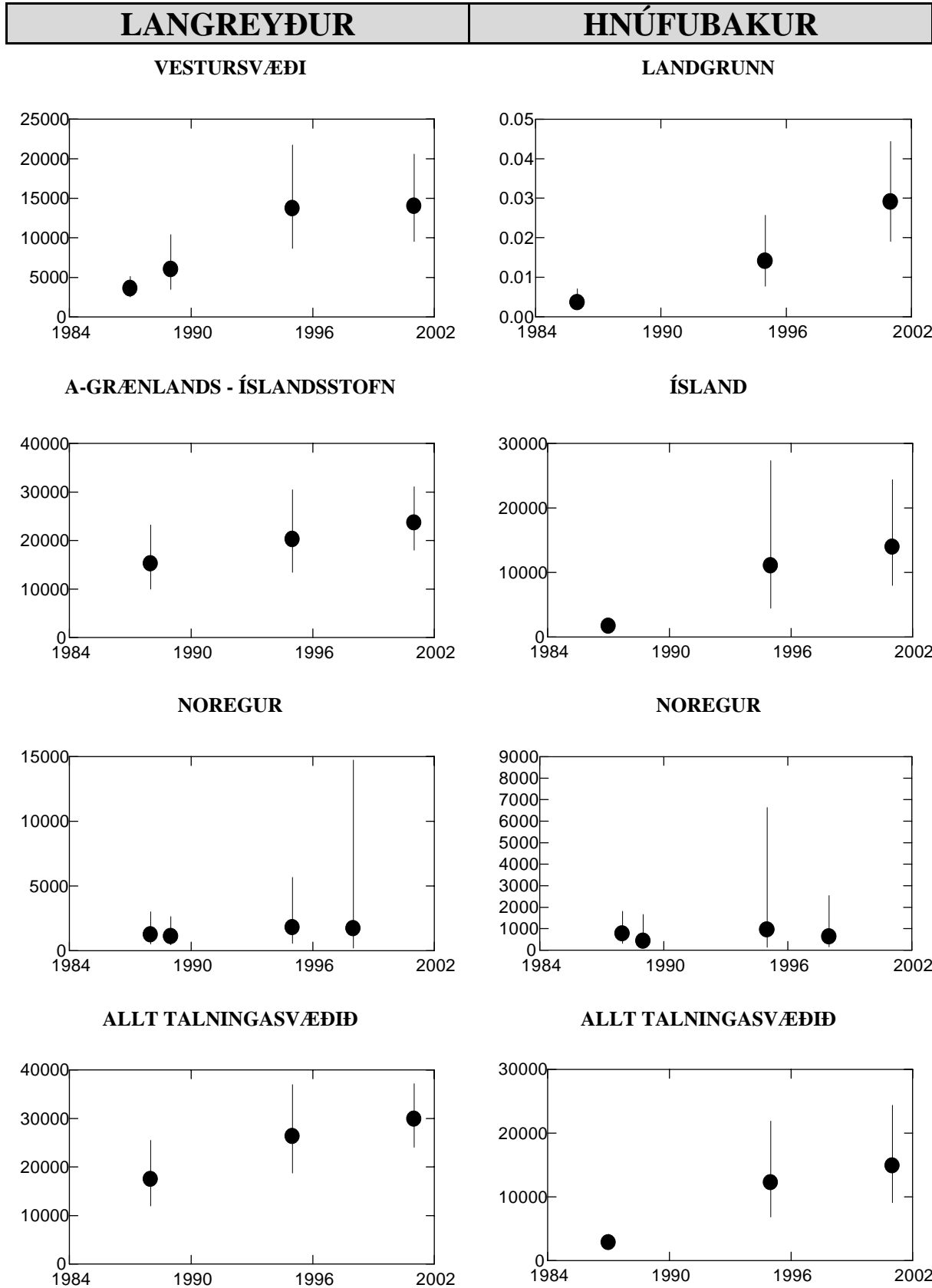
Talningarnar hafa að mestu leyti verið gerðar frá skipum en flugvélar hafa einnig notaðar t.d.

til talninga á hrefnu (*B. acutorostrata*) á landgrunnssvæði Íslands. Langreyður hefur verið meginviðfangstegund skipatalninganna við Ísland nema árið 1989 þegar mest áhersla var lögð á sandreyði (*B. borealis*).

Samkvæmt síðustu talningum er stofnstærð langreyðar á EGI svæðinu, sem nær frá austurströnd Grænlands, um Ísland og til Jan Mayen, 23 676 dýr. Langreyði hefur fjölgað umtalsvert síðan talningar hófust en þá var fjöldinn 15 237 á sambærilegu svæði (29. mynd; Gísli A. Víkingsson o.fl. 2006). Meðalfjöldun langreyðar á heildartalningasvæði íslensku, færeysku og norsku skipanna var um 4% á ári á tímabilinu (Gísli A. Víkingsson o.fl. 2006). Næstum öll þessi aukning átti sér stað í Irmingerhafi, milli Íslands og Grænlands, en þar var fjöldunin mun meiri eða 10% á ári og fjölgaði langreyðum úr um 3 600 árið 1987 í 14 000 árið 2001 (29. mynd). Sé þetta svæði undanskilið, var ekki marktæk aukning í fjölda langreyða á tímabilinu. Stofnvöxturinn í Irmingerhafi kemur nokkuð á óvart því samkvæmt bakreikningum á stofnstærð hafði stofninn jafnað sig að mestu eftir ofveiðarnar um aldamótin 1900 þegar veiðar hófust að nýju um 1950 (Branch og Butterworth 2006). Fjöldunina virðist því frekar mega rekja til umhverfisaðstæðna en þess að stofninn hafi verið að jafna sig eftir hvalveiðar.

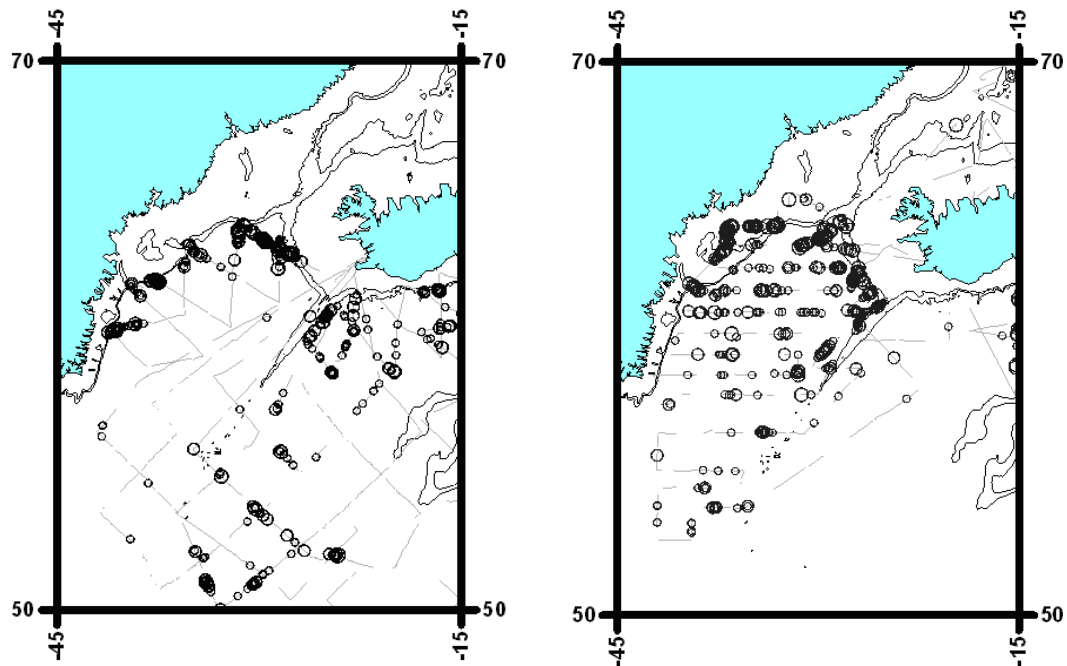
Samfara þessari aukningu á fjölda langreyða í Irmingerhafi urðu talsverðar breytingar á útbreiðslumynstri langreyðar á svæðinu (30. mynd). Í fyrstu tveim talningunum (1987 og 1989) var þéttleiki langreyðar á Grænlandshafi langmestur við landgrunnsbrúnirnar vestur af Íslandi og austur af Grænlandi, en lítið sem ekkert var um langreyðar á djúpinu þarna á milli. Í talningunum 1995 voru mun fleiri langreyðar fyrir utan landgrunnsbrúnirnar og árið 2001 var mikill þéttleiki á öllu svæðinu milli Íslands og Grænlands (30. mynd).

Rannsóknir á umhverfisþáttum í Irmingerhafi svo sem dýrasvífi sem hugsanlega gætu skýrt breytingarnar á fjölda og útbreiðslu langreyðar voru takmarkaðar á þessu tímabili. Helst er þarna að líta til margvíslegra mælinga sem gerðar hafa verið í tengslum við karfarann-



29. mynd. Breytingar á fjölda langreyða og hnúfubaka samkvæmt talningum á norður Atlantshafi á tímabilinu 1987-2001. Y-ásinn sýnir fjölda hvala nema fyrir hnúfubak á landgrunni (flugtalning) þar sem sýnd er vísitala fyrir hlutfallslegan þéttleika.

Figure 29. Changes in number of fin whales and humpback whales according to whale sightings surveys in the North Atlantic in the period 1987-2001. Y-axis notes number of whales except for humpback whales on shelf (sightings from airplane) which uses index for proportional density.

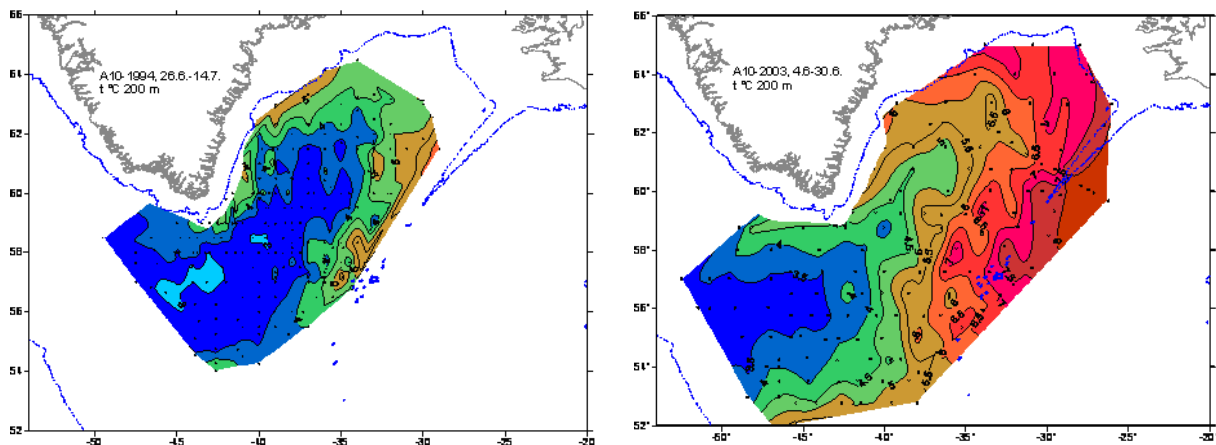


30. mynd. Útbreiðsla (hringir) langreyðar í hvalatalningunum 1989 og 2001. Stærð hringja tákna hópstærð frá 1 til 4+.
Figure 30. Distribution (circles) of fin whales in whale sighting surveys 1989 and 2001. Size of circle notes number in group from 1 to 4+.

sóknir. Hiti að sumri á 200 metra dýpi er sýndur á 31. mynd fyrir árin 1994 og 2003. Þessar myndir sýna að talsverð hlýnun varð í Grænlandshafi á tímabilinu en það er í samræmi við ýmsar aðrar mælingar á þessu hafsvæði. Jafnframt færðist útbreiðsla karfa til vesturs og suðurs í Grænlandshafi á sama tíma (Pedchenko, 2005). Á sniði sem endurtekið er árlega milli Írlands og Grænlands hefur komið í ljós að töluverðar breytingar hafa orðið á hita og seltu dreifingu bæði í Íslandsdjúpi og Grænlandshafi á þessu sama tímabili. Mældust þessar breytingar mestar frá sumri 1995 til sumars 1996 (Bersch et al. 1999).

Útbreiðsla langreyðar í Norður-Atlantshafi

nær langt norður fyrir Ísland (Gísli A. Víkingsson 2004) og því ekki ljóst hvernig breytingarnar í fjölda og útbreiðslu langreyðar geta tengst hækkandi hita. Hugsanlegt er að breytt útbreiðsla sjógerða (hærrí hiti og selta) sé hér að einhverju leyti orsakavaldur t.d. með hagstæðum breytingum á fæðuskilyrðum fyrir langreyði. Þótt rannsóknir frá öðrum hafsvæðum hafi sýnt að fæða langreyðar sé all fjölbreytt, virðist fæðan mjög einsleit á hvalamiðunum vestur af Íslandi, þar sem ljósátan *Meganyctiphanes norvegica* var yfir 95% af fæðunni (Jóhann Sigurjónsson og Gísli A. Víkingsson 1997). Ekki liggja fyrir rannsóknir á því hvort hækkandi hita í Grænlandshafi á þessum tíma



31. mynd. Hiti á 200 m dýpi að sumri 1994 og 2003.
Figure 31. Temperature at 200 m depth in summer 1994 and 2003.

hafi fylgt aukinn lífmassi ljósátu eða annarra hugsanlegra fæðutegunda langreyðar svo sem kolmunna. Bergmálgögn sem safnað var í tengslum við ofangreinda karfaleiðangra gætu þó gefið vísbendingar um það.

Aðrar tegundir

Hnúfubak fjölgaði mikið á talningatímabilinu eða um 17% á ári að meðaltali á íslenska talningasvæðinu. Ólíkt langreyði var hnúfubakur sárasjaldgæfur hér við land langt fram eftir síðustu öld. Honum tók loks að fjölga upp út 1970 (Jóhann Sigurjónsson og Þorvaldur Gunnlaugsson 1990) og er ekki að sjá neitt lát á þeirri fjölgun.

Ekki urðu marktækar breytingar á útbreiðslu hrefnu á talningatímabilinu og stofn steypireyðar er enn talinn vera innan við 2 000 dýr. Gögn um smærri hvali ber að taka með sérstökum fyrirvara í stórhvalatalningum sem þessum. Ekki var að sjá marktækar breytingar í fjölda eða útbreiðslu smáhvala nema hnísu (*Phocoena phocoena*) sem virðist hafa fækkað um 7% á ári á tímabilinu (Pike o.fl. 2006). Þessi fækkun stafar nánast eingöngu af lágu mati úr flugtalningunni 2001 og er því ekki ljóst hvort um raunverulega fækkun sé að fæða eða hvort skýra megí niðurstöðurnar með aðferðafræðilegum vandamálum. Í því samhengi verða niðurstöður næstu talninga (2007) fyrir hnísu sérstaklega áhugaverðar.

Megintilgangur hinna umfangsmiklu hvalatalninga sem fram hafa farið á 5-6 ára fresti síðan 1987 hefur verið að meta stofnstærðir nytjahvala á hafsvæðum þátttökuríkjanna og hefur skipulag talninganna tekið mið af þeim. Allir hvalir eru þó skráðir og hefur því safnast saman einstakur gagnabanki um útbreiðslu og fjölda hinna ýmsu hvalategunda á stórum hluta Norðaustur-Atlantshafs síðastliðna tvo áratugi. Talningaröðin hefur þegar leitt í ljós umtalsverðar breytingar á fjölda og útbreiðslu einstakra hvalategunda sem er áhugavert að greina m.t.t. umhverfisbreytinga í sjónum. Hér hefur einungis verið tæpt lauslega á þessum málum en stefnt er að því að skoða nánar samhengið milli umhverfisþátta og útbreiðslu hvala eftir hvalatalningarnar 2007.

Heimildir

- Berch, Manfred, Jens Meincke and Alexander Sy, 1999. Interannual thermohaline changes in the northern North-Atlantic 1991-1996. *Deep-Sea Research II*, 46: 55-75.
- Gisli A. Víkingsson 2004. Hnúfubakur. Í: Páll Hersteinsson (ritstj.), *Íslensk spendýr*. Vaka-Helgafell, 224-229.
- Gisli A. Víkingsson 2004 Langreyður. Í: Páll Hersteinsson (ritstj.), *Íslensk spendýr*. Vaka-Helgafell, 204-211.
- Gisli A. Víkingsson, Daniel G. Pike, Geneviève Desportes, Nils Øien, Þorvaldur Gunnlaugsson and Dorete Bloch 2006. Distribution and abundance of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Northeast and Central-Atlantic as inferred from the North-Atlantic Sightings Surveys 1987-2001. *NAMMCO Scientific Publication 7* (innsent handrit).
- Jóhann Sigurjónsson, Þorvaldur Gunnlaugsson 1985a. Considerations on CPUE data for the Icelandic fin whale fishery. Report of the Scientific Committee, Annex G, Appendix 3. *Rep. int. Whal. Commn*, 35: 108-110.
- Jóhann Sigurjónsson, Þorvaldur Gunnlaugsson, 1985b. Further mark-recapture analysis of fin whales caught off Iceland with a note on stock identity and movements of the East-Greenland/Icelandic population. *Rep. int. Whal. Commn*, 35: 357-362.
- Jóhann Sigurjónsson, Þorvaldur Gunnlaugsson 1990. Recent trends in abundance of blue (*Balaenoptera musculus*) and humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off west and southwest Iceland, with a note on occurrence of other cetacean species. *Rep.int.Whal. Commn*, 40: 537-551.
- Pedchenko, Andrey P. 2005. The role of interannual environmental variations in the geographic range of spawning and feeding concentrations of redfish *Sebastes mentella* in the Irminger Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 1501-1510.
- Pike, D.G., C.G.M. Paxton, Þorvaldur Gunnlaugsson og Gisli A. Víkingsson 2006. Trends in the distribution and abundance of cetaceans from aerial surveys in Icelandic coastal waters, 1986-2001. *NAMMCO Scientific Publication 7* (innsent handrit).
- Rørvik, C.J., Jónsson, J., Mathisen, O.A. and Jonsgård, Å. 1976. Fin whales, *Balaenoptera physalus* (L.), off the west coast off Iceland, distribution, segregation by length and exploitation. *Rit Fiskideildar*, 5: 1-30.

4. VIÐAUKI. UMHVERFISÞÆTTIR Í MAÍ-JÚNÍ 1952-2005*APPENDIX. ENVIRONMENTAL VARIABLES IN MAY-JUNE 1952-2005*

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 Siglunessniði. Aftasti dálkurinn sýnir reiknaða ferskvatnsþykkt (m) á 2. og 3. stöð á Látrabjargssniði, en hún er mælikvarði á styrk strandstraums fyrir Vesturlandi.

ÁR	Hitafrávik *	Seltufrávik *	Átumagn	Ferskvatn
1952	0,921	0,277		
1953	1,154	0,117		
1954	1,916	0,255		
1955	1,902	0,260		
1956	1,566	0,073		0,491
1957	1,424	0,224		
1958	0,256	0,098		0,237
1959	1,882	0,263		0,515
1960	2,050	0,320		
1961	1,698	0,345	10,2	0,738
1962	1,007	0,310	11,5	
1963	-0,081	0,079	3,3	
1964	1,916	0,245	6,9	0,880
1965	0,084	-0,237	1,5	0,254
1966	-0,195	0,145	0,7	
1967	-2,122	-0,173	0,5	0,235
1968	-0,730	-0,223	2,5	
1969	-1,558	-0,356	0,7	
1970	-0,992	-0,232	1,7	0,549
1971	-1,757	-0,133	4,4	0,875
1972	0,683	0,077	2,5	0,836
1973	1,124	0,134	1,8	1,501
1974	1,137	0,158	0,8	1,230
1975	-1,100	-0,129	1,6	0,365
1976	0,295	0,041	2,7	1,395
1977	-0,109	-0,123	5,1	0,632
1978	0,755	0,033	3,9	0,549
1979	-1,496	-0,236	3,1	0,177
1980	1,438	0,266	2,0	0,667
1981	-1,083	0,084	1,2	0,613
1982	-0,616	-0,101	0,7	0,393
1983	-1,280	-0,071	1,4	0,620
1984	-0,200	0,091	2,4	1,279
1985	1,075	0,234	2,9	1,131
1986	-0,045	0,184	1,0	0,914
1987	1,041	0,106	3,0	0,532
1988	-0,725	-0,135	0,9	0,647
1989	-0,470	0,125	0,8	0,858
1990	-1,049	-0,027	1,1	0,895
1991	0,144	0,214	3,4	0,735
1992	0,241	0,183	3,6	1,387
1993	0,215	0,188	6,5	1,778
1994	0,557	0,174	8,2	0,442
1995	-2,697	-0,111	4,6	0,477
1996	0,550	0,018	4,4	0,977
1997	-0,063	-0,018	4,2	0,507
1998	-0,306	-0,105	3,7	0,816
1999	0,700	0,238	4,8	0,549
2000	0,821	0,147	7,3	1,636
2001	0,048	0,187	4,6	0,637
2002	-1,255	0,001	1,2	0,295
2003	2,133	0,272	7,9	1,606
2004	0,839	0,211	1,5	0,963
2005	0,639	0,076	9,2	1,036

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

Hafrannsóknastofnun. Fjölrit Marine Research Institute. Reports

Þessi listi ásamt öllum texta fjölritanna er nú á Netinu
(This list is with full text of all the reports is now on the Internet)

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

1. **Kjartan Thors, Þórdís Ólafsdóttir:** Skýrsla um leit að byggingarefnum í sjó við Austfirði sumarið 1975. Reykjavík 1975. 62 s. (Ófáanlegt - Out of print).
2. **Kjartan Thors:** Skýrsla um rannsóknir hafsbotnsins í sunnanverðum Faxaflóa sumarið 1975. Reykjavík 1977. 24 s.
3. **Karl Gunnarsson, Konráð Þórisson:** Áhrif skolpmengunar á fjöruþörunga í nágrenni Reykjavíkur. Reykjavík 1977. 19 s. (Ófáanlegt - Out of print).
4. **Einar Jónsson:** Meingunarrannsóknir í Skerjafirði. Áhrif frárennslis á botndýralíf. Reykjavík 1976. 26 s. (Ófáanlegt - Out of print).
5. **Karl Gunnarsson, Konráð Þórisson:** Stórþari á Breiðafirði. Reykjavík 1979. 53 s.
6. **Karl Gunnarsson:** Rannsóknir á hrossaþara (*Laminaria digitata*) á Breiðafirði. 1. Hrossaþari við Fagurey. Reykjavík 1980. 17 s. (Ófáanlegt - Out of print).
7. **Einar Jónsson:** Líffræðiathuganir á beitusmökk haustið 1979. Áfangaskýrsla. Reykjavík 1980. 22 s. (Ófáanlegt - Out of print).
8. **Kjartan Thors:** Botngerð á nokkrum hrygningarstöðvum síldarinnar. Reykjavík 1981. 25 s. (Ófáanlegt - Out of print).
9. **Stefán S. Kristmannsson:** Hitastig, selta og vatns- og seltubúskapur í Hvalfirði 1947-1978. Reykjavík 1983. 27 s.
10. **Jón Ólafsson:** Þungmálmur í kræklingi við Suðvestur-land. Reykjavík 1983. 50 s.
11. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1987. Aflahorfur 1988. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1987. Fishing Prospects 1988.* Reykjavík 1987. 68 s. (Ófáanlegt - Out of print).
12. Haf- og fiskirannsóknir 1988-1992. Reykjavík 1988. 17 s. (Ófáanlegt - Out of print).
13. **Ólafur K. Pálsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum. Reykjavík 1988. 76 s. (Ófáanlegt - Out of print).
14. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1988. Aflahorfur 1989. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1988. Fishing Prospects 1989.* Reykjavík 1988. 126 s.
15. Ástand humar- og rækjustofna 1988. Aflahorfur 1989. Reykjavík 1988. 16 s.
16. **Kjartan Thors, Jóhann Helgason:** Jarðlög við Vestmannaeyjar. Áfangaskýrsla um jarðlagagreiningu og könnun neðansjávareldvarpa með 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. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1989. Aflahorfur 1990. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1989. Fishing Prospects 1990.* Reykjavík 1989. 128 s. (Ófáanlegt - Out of print).
20. **Sigfús A. Schopka, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1989. Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1989. 54 s.
21. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1990. Aflahorfur 1991. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1990. Fishing prospects 1991.* Reykjavík 1990. 145 s.
22. **Gunnar Jónsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1990. Reykjavík 1990. 53 s. (Ófáanlegt - Out of print).
23. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1988.* Reykjavík 1991. 84 s. (Ófáanlegt - Out of print).
24. **Stefán S. Kristmannsson:** Sjávarhitamælingar við strendur Íslands 1989-1990. Reykjavík 1991. 105 s. (Ófáanlegt - Out of print).
25. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1991. Aflahorfur 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. Nyttjastofnar 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. **Nytjastofnar 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. **Nytjastofnar 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. **Nytjastofnar 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. **Nytjastofnar 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 Gatnamálastjórnann 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. **Nytjastofnar 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. Nytjastofnar 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 Andrússon, 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. Nytjastofnar 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. Nytjastofnar 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. *dst² 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. Nytjastofnar 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. *dst² 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. Nytjastofnar 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, Óvind 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. Umhverfisaðstaður, 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. Nytjastofnar 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 svifþöruna 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.
115. **Erlingur Hauksson** (ritstj). Snikjuormar 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 S. Óskarsson**: Samanburður á íslensku sumargotssíldinni sem veiddist fyrir austan og vestan land árin 1997-2003. Reykjavík 2006. 42. s.
124. **Valdimar Ingi 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.