HV 2020-31
ISSN 2298-9137

HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Kóralsvæði við Ísland. Rannsóknir 2009 2012
lýsing – útbreiðsla – verndun

Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Julian Mariano Burgos, Stefán Áki Ragnarsson og Hjalti Karlsson

REYKJAVÍK JÚLÍ 2020

Kóralsvæði við Ísland. Rannsóknir 2009 2012
lýsing – útbreiðsla – verndun

Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Julian Mariano Burgos,
Stefán Áki Ragnarsson og Hjalti Karlsson

Haf- og vatnarannsóknir
Marine and Freshwater Research in Iceland

HAFRANNSÓKNASTOFNUN
Rannsókna- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Upplýsingablað

Titill: Kóralsvæði við Ísland. Rannsóknir 2009-2012 lýsing – útbreiðsla – verndun		
Höfundur Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Julian Mariano Burgos, Stefán Áki Ragnarsson, Hjalti Karlsson		
Skýrsla nr: HV 2020-31	**Verkefnisstjóri:** Steinunn H. Ólafsdóttir	**Verknúmer:** 9224
ISSN 2298-9137	**Fjöldi síðna:** 84	**Útgáfudagur:** . 6. júlí 2020
Unnið fyrir: Hafrannsóknastofnun	**Dreifing:** Opin	**Yfirfarið af:** Ólafur Ástþórsson, Hrönn Egilsdóttir

Ágrip

Á árunum 2009 til 2012 voru kóralsvæði kortlögð frá Reykjaneshrygg, eftir suður landgrunnskantinum og að Íslands-Færeyjahrygg. Kóralsvæðin voru mynduð með neðansjávarmyndavélum. Ástand þeirra var skoðað og þörf á verndun var metin. Í þessari skýrslu er farið yfir þessar rannsóknir og fjallað um hvert rannsóknasvæði fyrir sig. Einnig er farið yfir stöðu þekkingar á kóralsvæðum við Ísland.

Abstract

In 2009-2012 cold-water coral areas were mapped between Reykjanes Ridge, along the south continental shelf and slope to the Iceland-Faroes Ridge. The coral areas were studied with underwater cameras. Their condition was investigated and the need for conservation was evaluated. This report is an overview of these studies and each study area. The status of knowledge of coral areas in Icelandic waters is also discussed.

Lykilorð: *Kortlagning búsvæða, kóralar, kóralrif, verndun, neðansjávarmyndavélar*

Undirskrift verkefnisstjóra: Steinunn H. Ólafsdóttir	**Undirskrift forstöðumanns sviðs:**

Kóralsvæði við Ísland

Rannsóknir 2009-2012
lýsing - útbreiðsla - verndun

Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Julian Mariano Burgos, Stefán Áki Ragnarsson,
Hjalti Karlsson

HAFRANNSÓKNASTOFNUN
Rannsókna- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Efnisyfirlit

1. Inngangur . . . 4
2. Mikilvægi verndunar kóralsvæða . . . 4
3. Kóralrannsóknir við Ísland . . . 6
   3.1 Fyrstu skráningar á kóral . . . 6
   3.2 Þekking sjómanna og fyrstu drög að útbreiðslu kóralsvæða . . . 6
   3.3 Kortlagning kóralsvæða . . . 7
   3.4 Samstarfsverkefni við kóralrannsóknir . . . 7
4. Aðferðir og rannsóknatæki . . . 10
   4.1 Tækjabúnaður . . . 10
   4.2 Fjölgeislamælingar . . . 13
   4.3 Rafræn afladagbók og fjareftirlitsgögn . . . 14
   4.4 Úrvinnsla myndefnis . . . 14
5. Friðun kóralsvæða . . . 15
6. Niðurstöður og lýsing kóralsvæða . . . 19
   6.1 Reykjaneshryggur . . . 19
   6.2 Háfadjúp . . . 25
   6.3 Reynisdjúp og kanturinn milli Háfadjúps og Reynisdjúps . . . 31
   6.4 Kötlugrunn . . . 34
   6.5 Skeiðarárdjúp / austur kantur Síðugrunns . . . 39
   6.6 Öræfagrunn . . . 44
   6.7 Breiðamerkurdjúp . . . 47
   6.8 Hornafjarðardjúp . . . 49
   6.9 Stokksnesgrunn . . . 53
   6.10 Lónsdjúp . . . 56
   6.11 Kantur út af Lónsdjúpi og vestra horni Papagrunns . . . 61
   6.12 Papagrunnskantur og Berufjarðaráll . . . 65
   6.13 Rósagarður / Íslands-Færeyjahryggur . . . 68
7. Samantekt . . . 69
   7.1 Staða þekkingar á kóralsvæðum við Ísland í dag . . . 69
   7.2 Tengsl kórals og botnlags . . . 72
   7.3 Kóraltegundir . . . 74
8. Næstu skref . . . 74
9. Þakkir . . . 75
10. Heimildir . . . 76

Töflur og myndir . . . 81

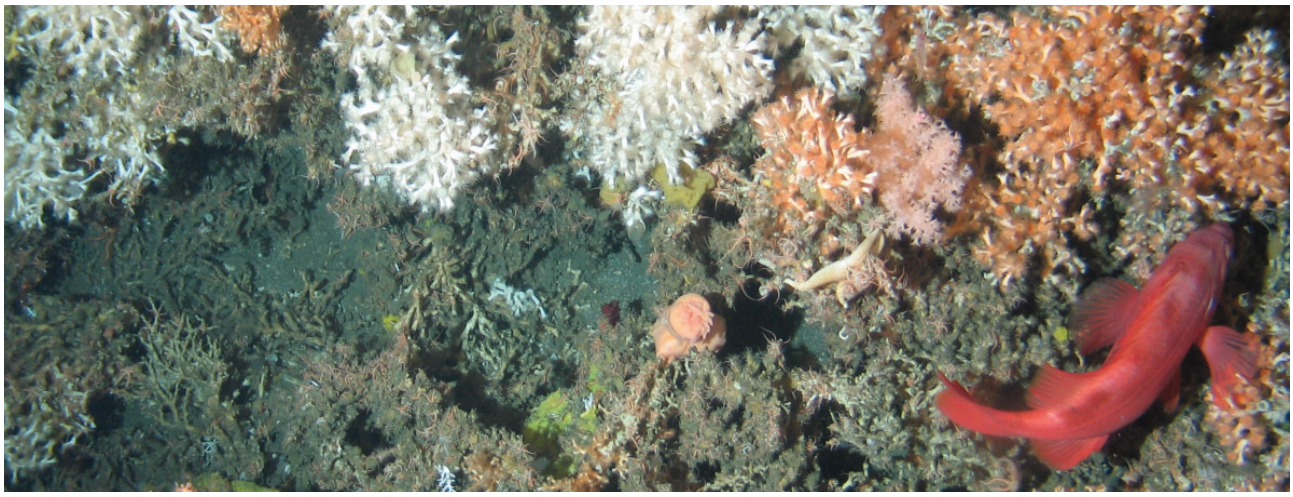
1. Inngangur

Á árunum 2009 til 2012 voru kóralsvæði kortlögð frá Reykjaneshrygg, eftir suður landgrunnskantinum og að Íslands-Færeyjahrygg. Kröfur um að lágmarka neikvæð áhrif veiða á viðkvæm búsvæði eins og kóralsvæði hafa aukist. Því þarf að kortleggja kóralsvæðin og meta hvar mest hætta er á að veiðar hafi skaðleg áhrif á þau.

Ein helsta atvinnugrein okkar Íslendinga byggir á nýtingu auðlinda sjávar. Flestar tegundir fiska í hafinu umhverfis landið eru vel þekktar og fylgst er vel með ástandi helstu nytjastofna. Breyting á útbreiðslu fiskistofna eins og skötusels vegna hitabreytinga eða komu nýrra tegunda eins og makríls er því hægt að vakta (Jón Sólmundsson o.fl., 2007). Regluleg vöktun fer fram á ástandi sjávar með mælingum á hita, seltu, næringarefnum og frumframleiðni og því er hægt að tengja breytta útbreiðslu fiska við breytingar á umhverfisþáttum (Astþórsson o.fl., 2007, 2012). Minni áhersla hefur verið lögð á að rannsaka eða vakta aðrar lífverur í sjónum eins og til dæmis botndýr. Á hafsbotninum eru fjölbreytt búsvæði og vistkerfi sem mótast meðal annars af hitastigi, dýpi, botngerð og straumum.

Með kortlagningu búsvæða er því unnið að því að afla upplýsinga um útbreiðslu ólíkra búsvæða, safna gögnum til að lýsa lífríki þeirra, meta umfang og mikilvægi hvers vistkerfis og þörf á verndun. Í þessari skýrslu verður gerð grein fyrir framgangi þessara rannsókna á árunum 2009 til 2012 en þá var áhersla lögð á að kortleggja kóralsvæði. Útbreiðslu, staðháttum og lífríki þeirra verður lýst í megindráttum og farið yfir stöðu eða þörf verndunar. Í samantekt verður farið yfir stöðu þekkingar og hvað þessar rannsóknir hafa leitt í ljós.

Kórall er samheiti yfir dýrahópa sem tilheyra flokki Anthozoa (Fylking Cnidaria) (sjá nánar box bls. 8 og 9).



1. mynd. Kóralrif við suðausturströnd Íslands.

2. Mikilvægi verndunar kóralsvæða

Sumir kóralar mynda rif og er Kóralrifið mikla við austurströnd Ástralíu þekktast. Færri vita að kóralrif eru einnig að finna í hinu kalda Norður Atlantshafi. Kóralrif í köldum sjó voru í fyrsta sinn ljósmynduð upp úr 1980 við Noreg. Þessar myndir sýndu litrík kóralrif og kveiktu í kjölfarið áhuga á rannsóknum á kóral víða í Norður Atlantshafi. En þessar myndir sýndu líka að mörg kóralsvæði voru illa farin vegna togveiða.

Neikvæð áhrif mannsins

Búsvæði:

Staður eða umhverfi sem lífverur búa og hafa aðlagast. Þar finna þær fæðu og skjól.

Vistkerfi:

Samfélag lífvera, eitt eða fleiri, ásamt ólífrænum umhverfisþáttum sem móta þau.

Kóralsvæði eru einhver viðkvæmustu vistkerfi hafsins. Áhrif mannsins á þau hafa verið neikvæð vegna mengunar, loftslagsbreytinga, veiða og ágangs ferðamanna. Kóralrif í köldum sjó hafa einkum skemmst vegna veiða með togveiðarfærum á botni (Hall–Spencer o.fl., 2002; Freiwald o.fl., 2004; Wheeler o.fl., 2004; Althaus o.fl., 2009). Auðvelt er að brjóta kóral og yfirferð með dregnum botnveiðarfærum mélar hann. Veiðarfæri geta einnig haft slæm áhrif á kóral án þess að brjóta hann niður. Dregin veiðarfæri róta upp mjúku setlagi á botninum og við mikið togálag getur setmagn sem þyrlast upp verið mikið (O'Neill og Summerbell, 2011). Ef setlagið sest á nærliggjandi kóral getur hann drepist. Kórall í djúpum sjó nærist á fæðuögnum í vatnsmassanum sem hann fangar með öngum sínum (Rogers, 1999). Þegar set sest á anga kóralsins truflar það fæðuöflun og kórallinn nærist ekki á meðan.

Sjómenn verða stundum varir við kóral og þekkja jafnvel ákveðin kóralsvæði sem þeir forðast. Net og lína flækjast í kóralnum og því er hætta á að slíta eða rífa veiðarfærin. Hins vegar eru litlar líkur á að veiðarfæri verði fyrir skemmdum þegar þau eru dregin yfir litlar kóralgreinar eða í jaðri kóralrifa og óvíst að menn verði þess varir. Þetta getur hins vegar hamlað endurnýjun, nýliðun og vexti kóralsvæða og smám saman minnkað þau.

Vernd og vitund

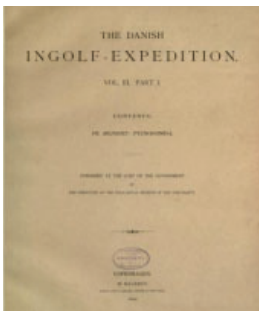
Það er ljóst að menn tóku eftir kóral í veiðarfærum fyrir alllöngu og áttuðu sig á að veiðar hefðu neikvæð áhrif. Í lesbók Morgunblaðins 1932 (14. tölublað bls. 120), skrifaði Bjarni Sæmundsson þetta:

*" Í það skiptið, sem við toguðum við Berufjarðaráls-mynnið, lentum við einu sinni með vörpuna úti í álnum. - Kom þar upp mikið af nýstárlegum dýrum sem jeg hafði oft fengið áður frá togurum er fiskað höfðu þarna. Voru það einkum hinar hávöxnu (alt að metraháu) skeljungskóralhríslur (*Primnoa resedæformis*) og hornkórallar (*Paramuricia placomus*), sem áður en togararnir komu til mynduðu ‚skóga' þarna í álnum, en eru nú sennilega tekin að þverra."*

Súrnun sjávar er afleiðing hlýnunar í sjónum og er áhrifa hennar þegar farið að gæta. Óttast er að súrnunin muni hafa áhrif á kórala, einkum á þá sem eru í köldum sjó (Orr o.fl., 2005; Guinotte o.fl., 2006). Kaldsjávarkóralar vaxa hægar en kóralar í hlýjum sjó eða einungis um 4-25 mm á ári (Mortensen og Rapp, 1998; Gass og Roberts, 2006; Orejas o.fl., 2008). Núna síðustu ár hefur athygli verið vakin á því að plastefni er að finna í jafnvel smæstu lífverum hafsins. Sýnt hefur verið fram á að smásætt plast hamlar vexti *Lophelia pertusa* kóralsins meðal annars þar sem plastagnir sem setjast á anga kóralsins hindra að hann geti fangað fæðu (Chapron o.fl., 2018). Það eru því margir þættir sem geta haft neikvæð áhrif á þessi sérstöku vistkerfi.

3. Kóralrannsóknir við Ísland

3.1 FYRSTU SKRÁNINGAR Á KÓRAL

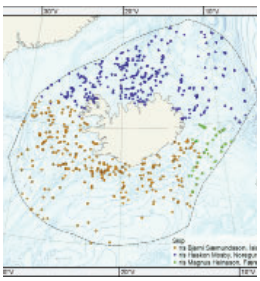


Ritröð um Ingolf leiðangrana frá 1895-1896.

Kórall hefur verið þekktur við Ísland frá því um aldamótin 1900 þegar danskir hafrannsóknaleiðangrar eins og Ingolf Expedition 1895-96, Thor 1903-04 og Dana 1922 voru gerðir út til Íslands (Jungersen, 1904, 1915; Carlgren, 1939; Kramp, 1939; Madsen, 1944). Á þessum tíma átti sér stað mikil frumkvöðlastarfsemi í hafrannsóknum og rannsóknum á lífríki hafsins víða um heim. Mörgum sjávardýrategundum, þar með talið kóraltegundum, var lýst í fyrsta sinn og þeim raðað í flokkunarkerfi Linnaeusar.

Árið 1991-2004 fór fram umfangsmesta rannsókn á botndýrum umhverfis Ísland síðan Ingolf Expedition leiðangrarnir. Þetta var verkefnið Botndýr á Íslandsmiðum (BIOICE). Sýnum var aflað á 579 stöðvum á 20-3000 m dýpi í kringum landið (Guðmundur Guðmundsson o.fl., 2014). Alls fundust um 60 tegundir kórala (steinkóralar, kóraltré, mjúkir kóralar og sæfjaðrir).

3.2 ÞEKKING SJÓMANNA OG FYRSTU DRÖG AÐ ÚTBREIÐSLU KÓRALSVÆÐA.



Sýnatökustöðvar BIOICE www.ni.is

Sjómenn hafa lengi þekkt til kóralsvæða hér við land. Talið var að hér við land gæti einnig verið að finna kóralrif, en engar rannsóknir höfðu farið fram sem staðfestu það. Árið 2003 hófu Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson (2004) á Hafrannsóknastofnun að safna upplýsingum um kóralsvæði við Ísland til að meta ástand þeirra og þörf á verndun. Þeir tóku saman vitneskju um þessi svæði út frá viðtölum við sjómenn. Þeir ræddu við þá sem voru að störfum fyrir 1970 og einnig þá sem voru að störfum árið 2003 til þess að meta hvort breytingar hefðu átt sér stað á þessum tíma. Í samantekt þeirra var talið að kóralrifum við Ísland hafi fækkað verulega síðan 1970 og að kórall hafi horfið á mörgum svæðum síðan veiðar með dregnum botnveiðarfærum hófust. Sigmar og Sólmundur flokkuðu þá kóralsvæðin eftir þörf á verndun og lögðu áherslu á að skoðuð yrðu öll þau svæði sem talin voru í hættu vegna nálægðar við veiðislóðir. Í skýrslu sinni lögðu þeir til að kóralsvæðum í Reynisdjúpi, við suðurkant Öræfagrunns, í Skaftárdjúpi, á austurhorni Mýragrunns, við útkant Hornafjarðardjúps, í Lónsdjúpi, við suðurkant Papagrunns og á þrem svæðum í Rósagarðinum yrði lokað fyrir veiðum. Ennfremur voru talin upp þau svæði sem þyrfti að skoða betur eins og Gjánna suður af Surtsey, Háfadjúp, Kötlugrunn og Síðugrunn.

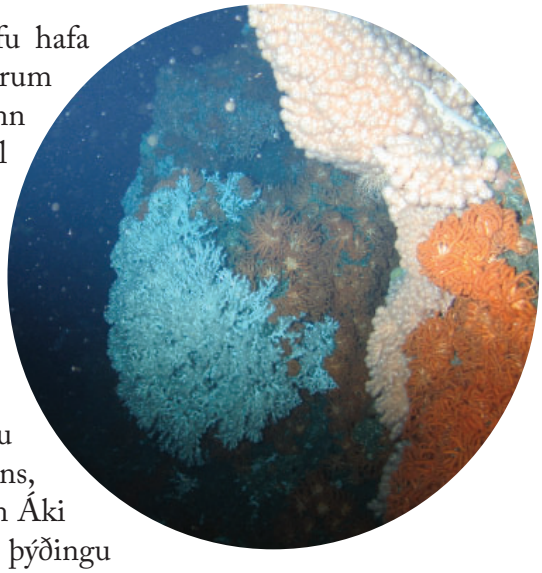
3.3 KORTLAGNING KÓRALSVÆÐA

Í kjölfar þessarar samantektar var hafist handa við að rannsaka þessi svæði með neðansjávarmyndavélum til að kanna ástand þeirra. Árið 2004 var í fyrsta sinn farið á þær slóðir sem sjómenn höfðu bent á og myndað. Staðfest var að þar voru kóralsvæði, bæði lifandi og dauð (Sigmar A Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004). Reynt var að mynda fleiri svæði árið 2005 en sá leiðangur tókst ekki vel. Árið 2009 var farið aftur í leiðangur og áfram var farið á þau svæði sem sjómenn höfðu bent á. Í leiðöngrum árin 2010 og 2012 fundust einnig fleiri kóralsvæði. Þessum rannsóknum eru gerð skil í þessari skýrslu. Árið 2011 voru Kolluáll, Víkuráll og stór jökulgarður úti fyrir Látragrunn, oft kallaður "brjálaði hryggur", rannsökuð. Á þessum svæðum var talið að kórall hafi verið en enginn kóral fannst við þessa rannsókn ef frá eru talin nokkur eintök af mjúkum kóral (Steinunn H. Ólafsdóttir og Julian Burgos, 2019).

3.4 SAMSTARFSVERKEFNI VIÐ KÓRALRANNSÓKNIR

Fiskistofa

Við reglubundið veiðieftirlit á vegum Fiskistofu hafa svampar og kóralar sem koma upp með veiðarfærum verið skráðir síðan 2008. Veiðieftirlitsmenn senda upplýsingar og ljósmyndir til Hafrannsóknastofnunar þar sem haldið er utan um upplýsingarnar.



CoralFISH

Á árunum 2009-2012 tóku starfsmenn Hafrannsóknastofnunar þátt í stóru rannsóknaverkefni á vegum Evrópusambandsins, CoralFISH (http://eu-fp7-coralfish.net/) (Stefán Áki Ragnarsson o.fl., 2018). Ætlunin var að meta þýðingu kaldsjávarkóralsvæða fyrir fiskistofna víða í Norður Atlantshafi. Hér við land var þetta samspil skoðað í Lóndsjúpi (Stefán Áki Ragnarsson og Julian Burgos, 2018).

Arctic Science Fund

Árin 2011-2015 var útbreiðsla níu kóraltegunda í N-Atlantshafi kortlögð og mat lagt á hvaða umhverfisþættir gætu haft áhrif á útbreiðslumynstur þeirra (Buhl-Mortensen o.fl., 2015). Þetta var samstarfsverkefni sérfræðinga hjá Hafrannsóknastofnun og norsku hafrannsóknastofnuninni í Bergen, en Utanríkisráðuneyti Íslands og Noregs styrkti samstarfið. Gögnum var safnað frá Kanada, Grænlandi, Íslandi, Færeyjum, Noregi og Írlandi. Bæði var um að ræða gamlar heimildir frá fyrstu dögum botndýrarannsókna en einnig var töluvert af nýjum upplýsingum úr kortlagningaverkefni í Noregi (Mareano) og frá kortlagningu búsvæða hér við land.

ICE-CTD

Sumarið 2012 voru kórasvæði við Ísland skoðuð á vegum frönsku hafrannsóknastofnunarinnar (IFREMER) í samstarfi við sérfræðinga Hafrannsóknastofnunar. Kóralsýnum og myndefni var safnað í kantinum út af

Box - Helstu kóralgerðir

Kóralar eru dýr sem tilheyra flokki Anthozoa af fylkingu holdýra (Cnidaria). Kórölum má meðal annars skipta í steinkórala (Scleractinia); mjúka kórala (Alcyonacea); sæfjaðrir (Pennatulacea) og svartkórala (Antipatharia). Kóralar sem vaxa í köldum sjó kallast kaldsjávarkóralar og eru slíkir kóralar hér við land.

Steinkóralar

Þegar kóralar eru nefndir dettur flestum í hug litrík kóralrif eins og Kóralrifið mikla við Ástralíu. Kóralrif eru byggð upp af steinkórölum. Þeir hafa harða ytri stoðgrind úr kalki og á löngum tíma myndar þessi stoðgrind stór rif. Hér við land eru þekktar 18 tegundir af steinkórölum og þrjár þeirra geta myndað kóralrif hér við land en aðrar tegundir vaxa stakar.
Þekktasta kaldsjávarkóraltegundin er *Lophelia pertusa* - postulínskórall. Hún finnst um allan heim og er mjög útbreidd í N-Atlantshafi, meðal annars við Ísland. Hér eru líka líka frænkur hennar, *Madrepora oculata* - glókórall og *Solenosmilia variabilis* sem geta líka myndað rif. Þær eru hins vegar ekki eins þekktar eða útbreiddar. *Solenosmilia variabilis* finnst á meira dýpi en hinar tvær og líklega utan helstu veiðislóða sem útskýrir lítt þekkta útbreiðslu hennar.

Mjúkir kóralar

Þetta er samheiti yfir ýmsar gerðir kórala sem hafa ekki ytri stoðgrind eins og steinkóralarnir. Þeim má skipta í nokkra undirhópa. Meðal þeirra eru hornkóralar (áður nefndir Gorgonacea) og blómkálskóralar.

Hornkóralar/kóraltré

Hornkóralar minna á tré eða runna og eru því stundum kallaðir „kóraltré“. Hornkóralar eru sambýlisdýr sem þýðir að hver grein samanstendur af mörgum einstaklingum sem allir leggja sitt af mörkum til að mynda sameiginlega hornkennda innri stoðgrind. Kóraltré er í raun gott heiti þar sem þessum hópi svipar á marga vegu til trjáa og runna á landi. Þau hafa innri stoðgrind og í henni eru einskonar árhringir. Þannig hafa nokkrar tegundir verið aldursgreindar. Hér við land eru þekktar að minnsta kosti 15 tegundir af 7 ættum hornkórala. Flest kóraltré vaxa á hörðu undirlagi og gjarnan á kóralrifum. Kóraltré geta orðið allt að 5 m há.

Blómkálskóralar

Blómkálskóralar hafa hvorki innri né ytri stoðgrind og eru því sagðir mjúkir. Þeir hafa hins vegar litlar kalkplötur utan á sér og eru þær notaðar við að greina þá til tegunda. Í sjó minna þessir kóralar á blómkál. Þessi hópur er fremur algengur og útbreiddur um öll heimsins höf. Flokkunarfræði þeirra er nokkuð á reiki og heilmildum ber oft ekki saman um greiningu þeirra og því erfitt að segja hve margar tegundir eru til. Hér við land eru líklega 5 tegundir blómkálskórala.

Sæfjaðrir

Sæfjaðrir hafa ekki ytri stoðgrind en hafa innri stöngul sem heldur þeim upp-réttum. Sumar tegundir minna á fjaðurpenna og af þeim draga þær nafn sitt. Sjómenn kalla sumar tegundirnar „gras“ og er það sennilega vegna þess að sumar sæfjaðrir minna á strá. Þessi dýr ánetjast netapokanum þannig að hann virðist „loðinn“ líkt og hann hafi verið dreginn yfir akur. Sæfjaðrir kjósa að vera á mjúkum botni og stundum finnast þær í miklum þéttleika. Í kalda sjónum fyrir norðan land finnast allt að 3 m háar sæfjaðrir af tegundinni *Umbellula encrinus*. Hér við land eru þekktar 16 tegundir af 8 ættum.

Svartkórall / þyrnikórall

Svartkórall var í fyrsta sinn myndaður við Ísland í Háfadjúpi 2012. Þessir kóralar eru fágætir á norðlægum slóðum. Þeir hafa ekki fundist við Noreg en eru algengir í Miðjarðarhafi og í Kyrrahafi, til dæmis við Hawaii. Nafn sitt dregur kórallinn af stoðgrindinni sem er svört og þakin fínum þyrnum. Þó stoðgrindin sjálf sé svört eru holseparnir sem eru lifandi einstaklingar, dökk appelsínugulir á litinn. Hér við land eru þekktar tvær tegundir. Önnur er mjög greinótt og hefur afar langa þyrna sem vaxa út úr grindinni. Hún heitir *Stauropathes arctica* og gæti með réttu heitið þyrnikórall á íslensku.

Myndin hér fyrir neðan sýnir *Stauropathes arctica.* Langir þyrnar standa út úr greinunum sem minnir á gaddaflækju. Litla myndin sýnir appelsínugula sepana sem liggja utan á svarti stoðgrindinni.

Myndirnar hér fyrir neðan sýna aðra tegund, *Bathypathes*. Þessi tegund hefur annað vaxtarform og ekki hina einkennandi löngu þyrna eins og *Stauropathes arctica. Bathypathes* er fjaðurlaga og hefur smágerða þyrna á stilknum, ef til vill mætti kalla hana „Svartfjöður“.
Myndin til vinstri sýnir eintak sem kom upp með botntrolli suðvestur af landinu. Holseparnir eru appelsínugulir og stoðgrindin er svört. Myndin til hægri er tekin á yfir 600 m dýpi í Háfadjúpi og sýnir hugsanlega sömu tegund. Myndin var tekin við kortlagningu búsvæða árið 2012.

Vaxtarhraði svartkórala hefur mælst 4-35 µm á ári. Sýnt hefur verið fram á samfelldan vöxt í 4.265 ár hjá einni tegund (Roark o.fl., 2009).

Papagrunni, í Lónsdjúpi, í Háfadjúpi og á Reykjaneshrygg í tengslum við verkefnið Icelandic Coral Ecosystems, Climate and Thermocline Depth ocean circulation: ICE-CTD. Rannsaka átti langtíma veðurfarsbreytingar með því að skoða kórala sem eru mjög langlífir og varðveita ýmis efni úr sjónum. Kóralgrindin getur innihaldið upplýsingar um efnasamsetningu hafsins aftur í tímann. Myndefni úr þessum leiðangri var notað við samanburð kóralsvæða milli Biscay flóa úti fyrir Frakklandi, Mingulay rifsins í Írlandshafi og Háfadjúps við Ísland (Arnaud-Haond o.fl., 2015).

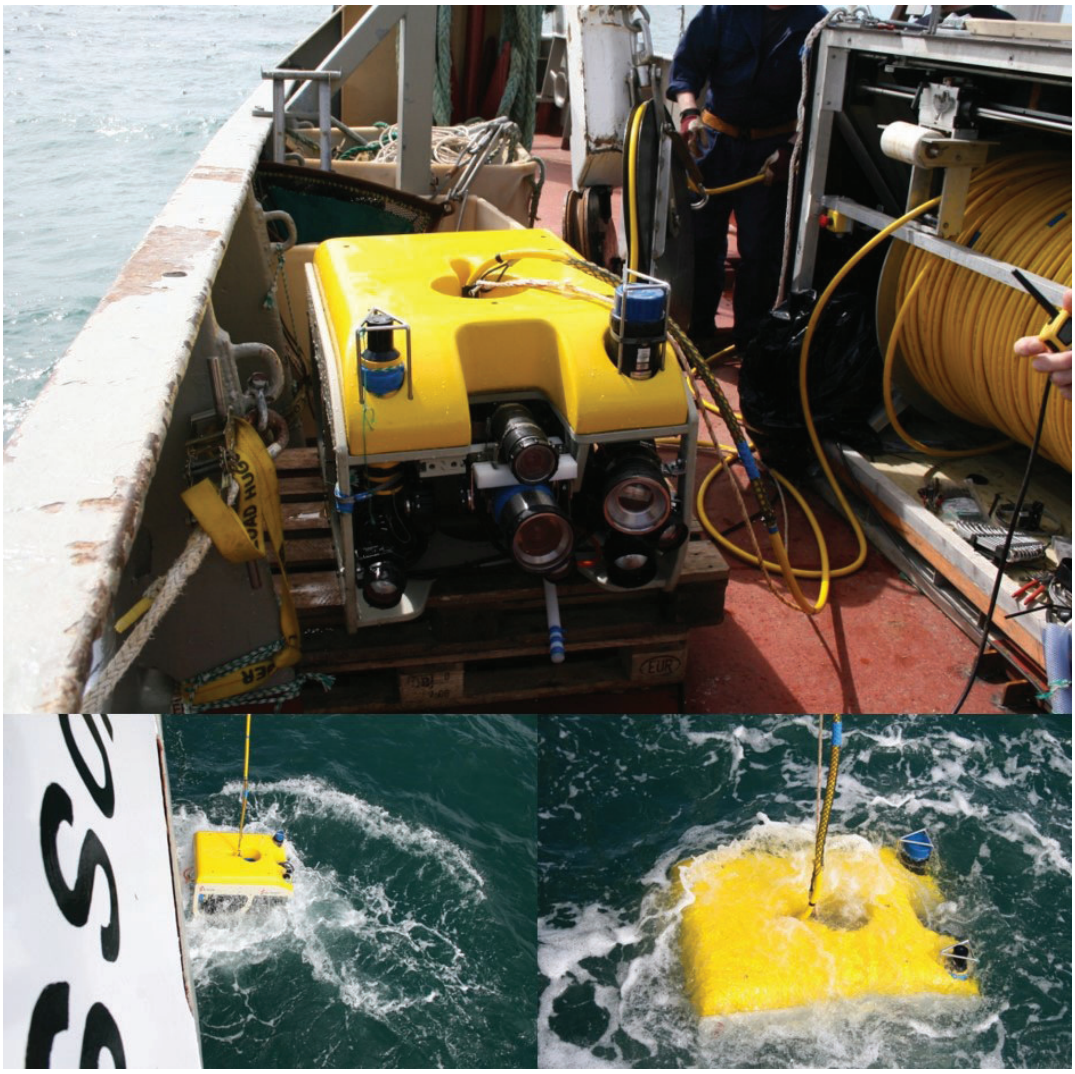
4. Aðferðir og rannsóknatæki

4.1 TÆKJABÚNAÐUR

Við rannsóknirnar 2009-2012 voru fyrst og fremst notaðar neðansjávarmyndavélar, bæði upptökuvél (video) og stafræn ljósmyndavél. Rannsóknir með myndavélum skaða ekki lífríkið og henta því til að kanna kóralsvæði. Rannsóknirnar hafa farið fram á rannsóknaskipinu Bjarna Sæmundssyni.

Djúpkanni - Remote Operated Vehicle (ROV)

Rafdrifinn fjarstýrður kafbátur/djúpkanni var notaður í upphafi kortlagningar á

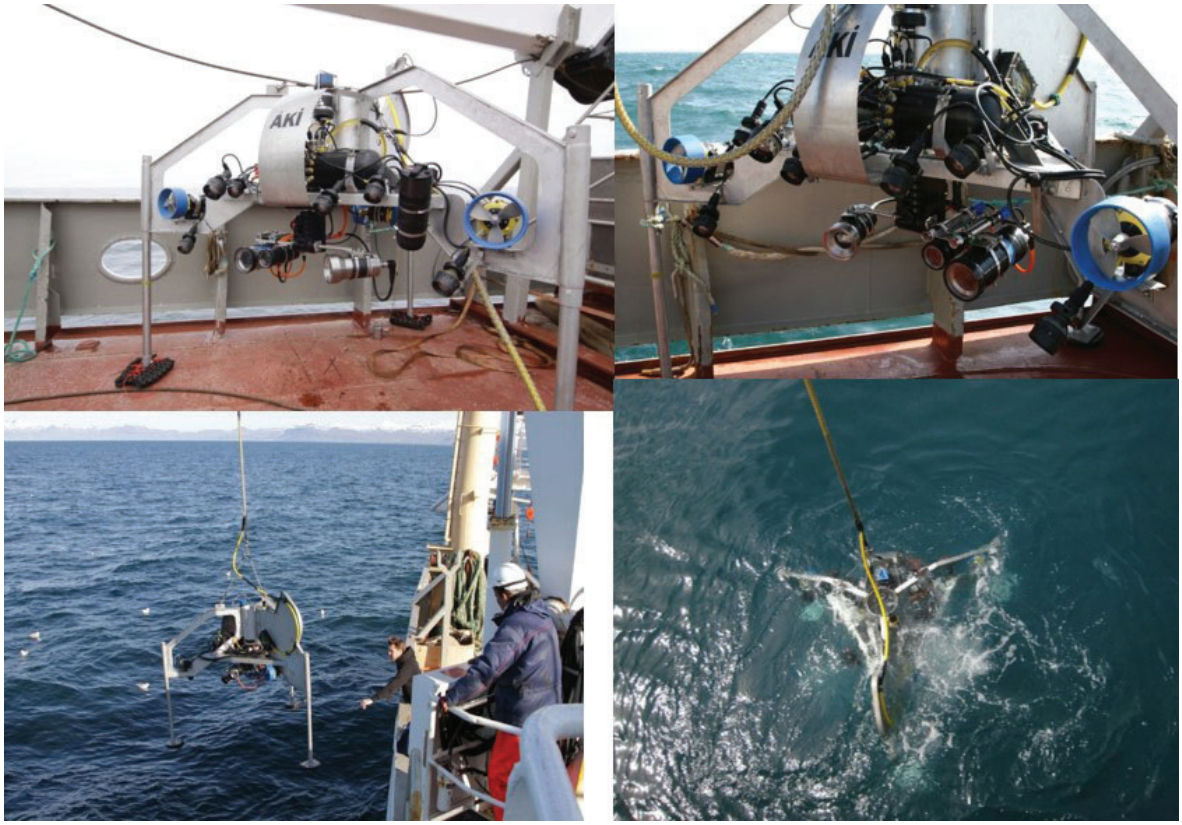


2. mynd. Djúpkanni – Remote Operated Vehicle (ROV). Efsta mynd: Djúpkanni og gulur ljósleiðarakapall. Neðri myndir: Djúpkanni settur í sjóinn.

kórölum. Í fyrsta leiðangrinum árið 2004 var leigður djúpkanni frá Sperre í Noregi. Árið 2006 eignaðist Hafrannsóknastofnun eigin djúpkanna af gerðinni Apache framleiddur af Sub-Atlantic (2. mynd). Hann var notaður við kortlagningu kórala árið 2009. Djúpkanninn vegur 140 kg og er 90x68x61cm að stærð. Kapall var tengdur milli djúpkannans og spils sem var um borð í rannsóknaskipinu. Um kapalinn barst rafmagn niður til djúpkannans og myndefni frá myndavélunum var sent upp um ljósleiðara í kaplinum til skipsins. Um ljósleiðarann fóru einnig fram samskipti til stjórnunartækja. Fjórir rafdrifnir hreyflar stjórnuðu hreyfingum og stöðu djúpkannans en þeim var stjórnað frá skipinu. Djúpkanninn var viðkvæmur fyrir sterkum straumum og réð illa við aðstæður á kóralsvæðunum.

Campod

Frá 2010 hefur verið notuð þrífætt stálgrind sem kallast Campod (3. mynd). Grindin var smíðuð að kanadískri og norskri fyrirmynd (Campod: Buhl-Mortensen, 2006). Myndavélum og ýmsum búnaði af djúpkannanum var komið fyrir á þessari grind. Meðferð grindarinnar er einfaldari en djúpkannans og hægt að nota hana í meiri straumi. Þó fylgja notkun hennar ýmsir vankantar. Helst er að nefna að rek skipsins ræður algerlega för grindarinnar yfir botni og því er stjórngeta lítil. Grindin hangir lóðrétt frá skipi og fylgir reki þess. Henni var haldið um 0,5 - 1 m frá botni meðan á myndatökum stóð. Með reglulegu millibili var grindin látin setjast augnablik á botninn til að taka ljósmyndir. Myndefnið barst upp í skipið með ljósleiðarakaplinum. Þannig var hægt að fylgjast með því í rauntíma sem fyrir augu bar á hafsbotninum (4. mynd). Myndefni var safnað ef rek skipsins var um 0.5-1 sjómíla. Við meira rek nást ekki skýrar myndir.



3. mynd. Þrífætt grind (Campod). Myndavélum, staðsetningabúnaði og ljósum er raðað á grindina. Gulur ljósleiðarakapall tengir grindina við skipið.

4. mynd. Efri myndir: Rannsóknaaðstaða um borð í Bjarna Sæmundssyni. Myndefni frá upptökuvél var streymt á einn skjá og frá ljósmyndavél á annan skjá. Þegar myndavélagrindinni var tyllt niður voru ljósmyndir teknar handvirkt í gegnum tölvu (t.v.). Stjórnun djúpkanna (t.h.). Neðri myndir: Landslag hafsbotnsins sést á Olex skjá (t.v.) og ferlar skips og myndavélagrindar (t.h.).

Staðsetningabúnaður, sónar og ljósabúnaður.

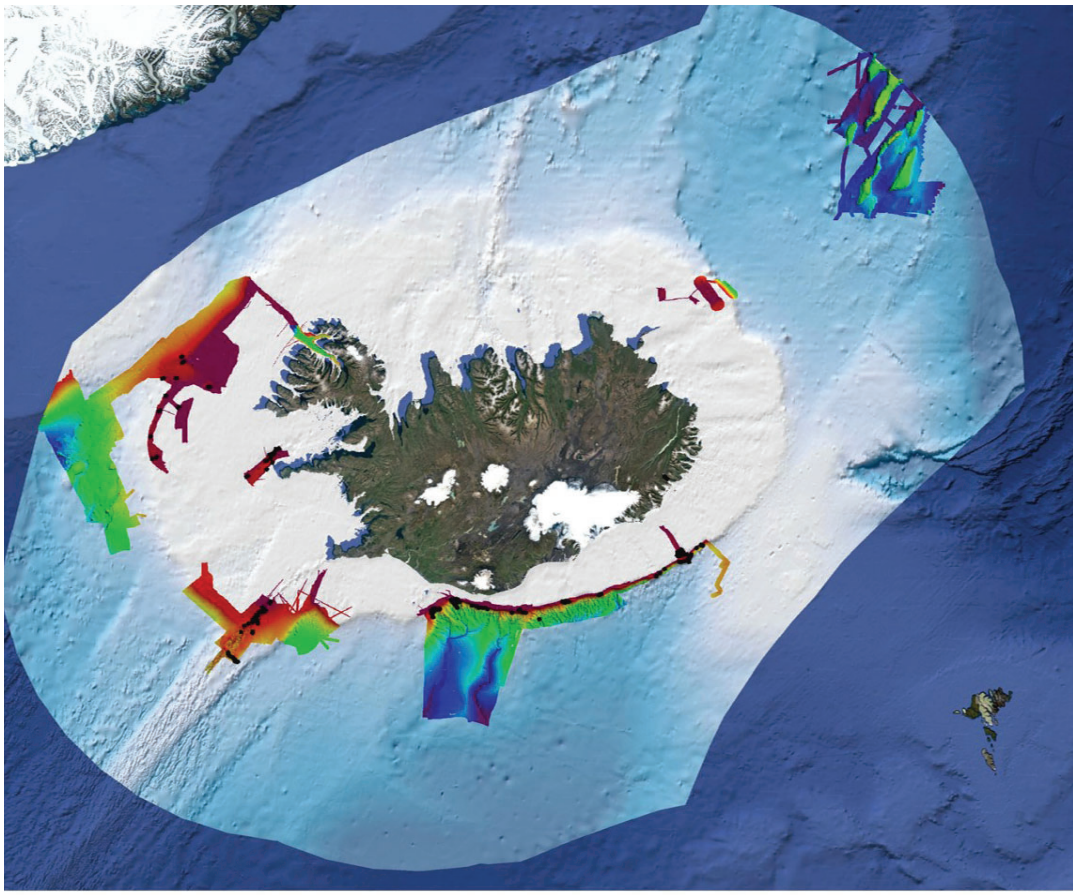
Staðsetning myndavéla var ákvörðuð með *Hydroacoustic Position Reference* (HPR, frá Kongsberg). Á grindinni var senditæki (pinger) sem sendi frá sér hljóðmerki. Á skipið var festur móttakari neðan sjólínu sem nam hljóðmerkið frá sendinum og reiknuð var út fjarlægð, stefna og horn á milli sendis og móttakara. Staðsetning skipsins var þekkt og því einnig staðsetning myndavéla í sjónum út frá HPR. Staðsetningu skips og myndavéla var hlaðið beint inn í kortaforritið Olex. Inn í forritið var áður búið að hlaða fjölgeislakorti af rannsóknasvæðinu og með því að tengja inn staðsetningu skips og myndavéla í rauntíma var hægt að sjá afstöðu þeirra við landslag hafsbotnsins.

Í strandsjónum nærri landi gætir dagsbirtu mjög lítið fyrir neðan 50 m dýpi. Algert myrkur ríkir svo neðan 200 m og því voru notuð sex sterk ljós með halogenperum auk eins kastara með svo kölluðum HID (high-intensity-discharge) lampa til að lýsa upp myndflötinn. Til að ákvarða stærð lífvera á botni voru notaðir tveir lasergeislar. Þeir voru staðsettir nærri myndavél og stilltir af með 10 cm bili á milli geisla. Í myndfletinum má því oftast greina tvo punkta sem alltaf voru með 10 cm millibili, hvort sem farið var nærri eða fjær botni. Skyggni neðansjávar er oft aðeins örfáir metrar, takmarkað vegna gruggs, smásærra lífvera og lífrænna leifa. Hljóðsjá (sonar), sem sendir út púlsa af hljóðbylgjum og nemur síðan styrk endurkasts frá umhverfinu, var sett á myndavélagrindina og gaf hljóðmynd af umhverfinu. Þar sem hljóð berst langt og vel í vatni má sjá tugi og jafnvel hundruði metra með hljóðsjánni og vara sig á fyrirstöðum svo sem klettum og stórgrýti.

4.2 FJÖLGEISLAMÆLINGAR

Árið 2012 var búið að fjölgeislamæla um 10 % hafsbotnsins innan íslensku lögsögunnar. Út frá grunngögnum sem fjölgeislamælir safnar (x,y,z - lengdar og breiddar staðsetningar auk dýpis) var hægt að reikna út halla (slope), stefnu (aspect) og áferð botnsins (rugosity). Lögun botns, endurvarpsmælingar og greining landfræðilegra þátta voru notuð við val á staðsetningu rannsóknasniðanna. Í sumum tilfellum var hægt að greina kóralrif beint af fjölgeislakortum.

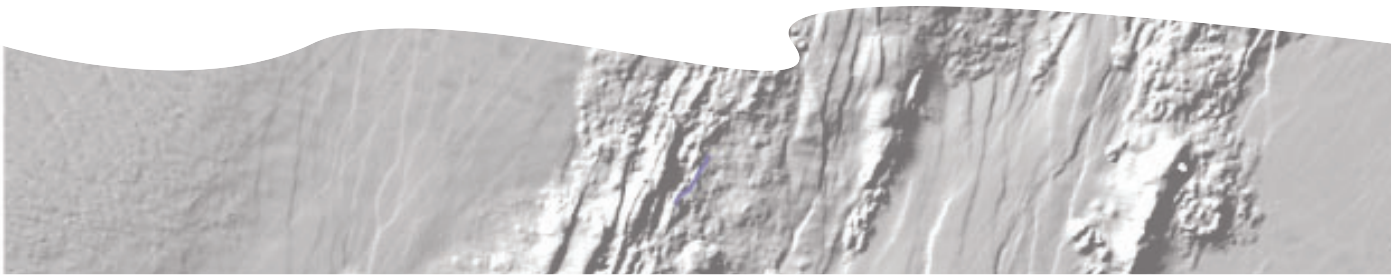
Upplausn fjölgeislagagna ræðst meðal annars af dýpi og lögun botnsins. Að jafnaði var 10 x 10 m upplausn notuð fyrir kortin á landgrunnsbrúninni en 50 x 50 m upplausn í landgrunnskantinum.



5. mynd. Lituðu svæðin sýna fjölgeislamælingar í kringum Ísland 2000-2016.

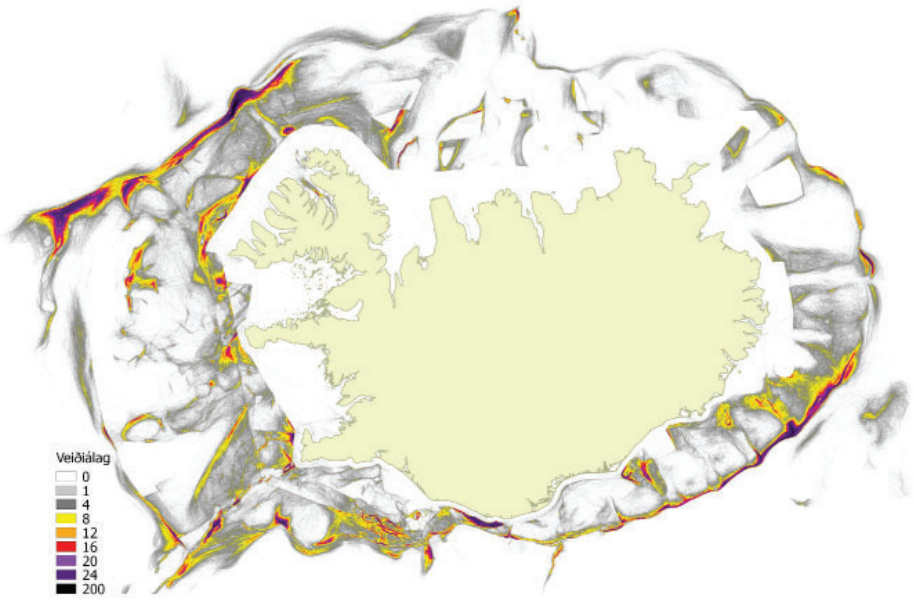
Styrkur endurvarps af botni var mældur samhliða fjölgeislamælingunum.

Endurvarpsstyrkur gefur vísbendingar um botngerð út frá mældum gildum á hörku botns. Mæligildi endurvarps fást sem hlutfallslegt gildi af mældu svæði. Því þarf að sannprófa gildin fyrir hvert mælt svæði til að staðfesta botngerðina. Neðansjávarmyndir og botnsýni er hægt að nota til að meta mæligildin.



4.3 RAFRÆN AFLADAGBÓK OG FJAREFTIRLITSGÖGN

Við rannsóknir á viðkvæmum svæðum skiptir nákvæm staðsetning veiðiálags miklu og er forsenda þess að hægt sé að meta líkur á áhrifum veiða. Því var gögnum frá rafrænni afladagbók (*Electronic Logbook* ELB) sem Fiskistofa heldur utan um og fjareftirlitsgögnum (*Vessel Monitoring System* VMS) Landhelgisgæslunnar, safnað saman til að bera saman við kóralsvæðin (6. mynd).



6. mynd. Veiðiálag umhverfis Ísland með botnveiðarfærum samkvæmt rafrænni afladagbók og fjareftirlitsgögnum (ELB og VMS gögn) á árunum 2008-2013. Litaskali táknar tog pr. einingu.

Stærri fiskveiðiskip hafa síðan 2008 verið skyldug til að skrá upplýsingar um afla og staðsetningu veiðanna í rafræna afladagbók Skipstjórinn setur skráningakerfið af stað við upphaf veiða og slekkur á því þegar híft er. Þannig skráist sjálfkrafa staðsetning skipsins á 10 mín. fresti við veiðar. Fyrstu árin var einungis hluti flotans búinn að taka þetta kerfi upp en nú er kerfið komið í öll stærri skip. Helsta byltingin með tilkomu þessarar rafrænu afladagbókar var nákvæmni togferlanna. Í gamla aflaskýrslukerfinu var yfirleitt ein staðsetning skráð við hvert tog. Ekki var hægt að sjá lengd togs eða togstefnu. Með fjareftirliti fer fram ferilvöktun á öllum skipum sem fara um landhelgi Íslands. Staðsetning og hraði skipa skráist ýmist með 15 mínútna millibili eða einnar klukkustundar millibili, allt eftir stærð skips og hversu nálægt það er landi (Gylfi Geirsson, 2011). Út frá siglingahraða voru einangraðir út ferlar skipa sem líklega voru að toga. Þessar upplýsingar voru nýttar til að kortleggja veiðiálag með botnvörpu til að meta hversu líklegt væri að kóralsvæði væru í hættu vegna veiða.

4.4 ÚRVINNSLA MYNDEFNIS

Eftir leiðangurinn voru myndupptökurnar skoðaðar aftur í landi. Botngerð var metin og stærri lífverur greindar og skráðar. Söfnun upplýsinga út frá myndum er háð ýmsum takmörkunum en þetta er fljótleg leið til að sjá kórala og meta hvort grípa þurfi til verndaraðgerða.

Lýsing á botninum

Botngerð var flokkuð í mjúkan botn, harðan botn og kóralbotn á eftirfarandi hátt:

Mjúkur botn

- Leir: kornin of lítil til að vera sjáanleg

- Sandur: Kornin sjáanleg en minna en 5 mm í þvermál
- Blandað: Þessari gerð er lýst sem % blanda af fínum og grófum kornum (t.d. 30% fínt/70% gróft)

Grófari botn

- Möl: yfirborð með steinum milli 0,5-5 sm í þvermál
- Steinar: annars vegar milli 5-30 sm og hins vegar stærri en 30 sm
- Hraun: grjótbotn sem myndaðist við eldgos
- Klöpp: harður botn

Kóralbotn

- Kóralþekja
- Kóralmulningur

Skráning á botndýralífi

Kóralar, svampar og fiskar voru greindir og taldir eða þekja þeirra metin af myndefni. Suma dýrahópa er ekki hægt að greina til tegunda út frá myndefni en gæði myndefnisins hefur mikið að segja um hversu vel er hægt að greina.

Greiningalyklar og handbækur sem notuð hafa verið í gegnum tíðina gera ekki ráð fyrir að dýr séu skoðuð neðansjávar. Ýmis einkenni sem notuð eru í greiningalyklum er ekki hægt að sjá á ljósmyndum. Rannsóknir á botndýrum út frá myndefni hafa hins vegar aukist verulega á síðustu árum og smátt og smátt byggist upp þekkingarbanki á þessu sviði.

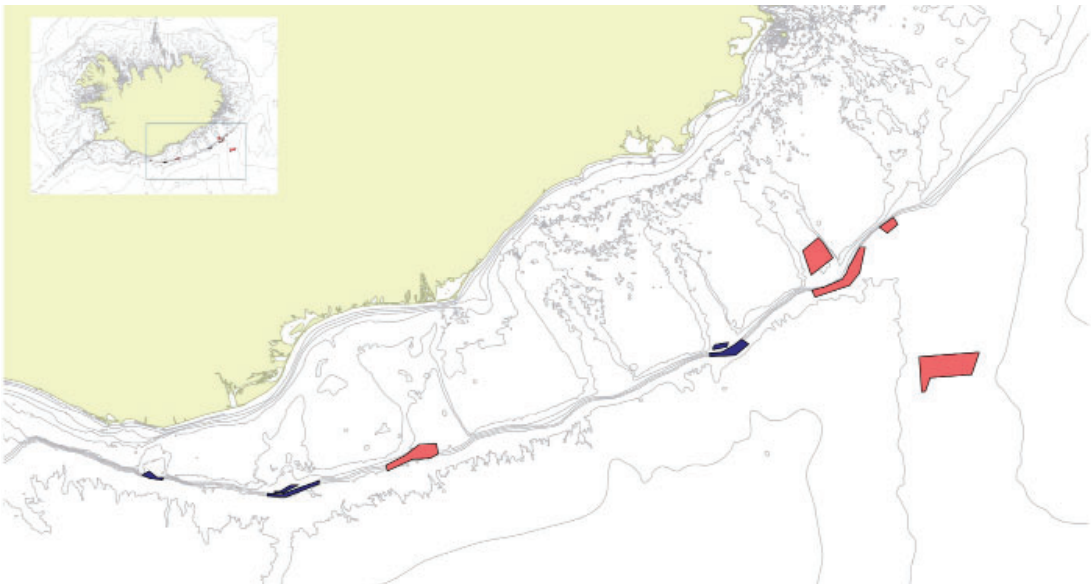
5. Friðun kóralsvæða

Sjávarútvegs- og landbúnaðarráðuneytið hefur gefið út tvær reglugerðarfriðanir til verndar kóralsvæða hér við land. Þar eru allar veiðar bannaðar nema á uppsjávarfiski með flotvörpu og hringnót (Rgl. nr. 1140, 14. des. 2005 og rgl. nr. 1095/2011, tafla 1, 7. mynd). Grundvöllur þessara friðana voru niðurstöður rannsókna sem skipulagðar voru út frá upplýsingum frá sjómönnum og öðrum vísbendingum.

Fyrri friðun var gerð í kjölfar fyrstu rannsókna Hafrannsóknastofnunar á ástandi

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

Svæði	Reglugerð	Stærð (km2)
Reynisdjúp	Rgl.nr. 1140, 14.des. 2005	9,5
Hornafjarðardjúp hólf 1	Rgl.nr. 1140, 14.des. 2005	7,9
Hornafjarðardjúp hólf 2	Rgl.nr. 1140, 14.des. 2005	32,2
Skaftárdjúp hólf 1	Rgl.nr. 1140, 14.des. 2005	7,4
Skaftárdjúp hólf 2	Rgl.nr. 1140, 14.des. 2005	22,3
Skeiðarárdjúp	Rgl.nr. 1095/2011	62,2
Lónsdjúp	Rgl.nr. 1095/2011	76,2
Lónsdjúps-og Papagrunnskantur	Rgl.nr. 1095/2011	80,9
Papagrunnskantur	Rgl.nr. 1095/2011	17,2
Rósagarður	Rgl.nr. 1095/2011	164,2
Samtals		480,0



7. mynd. Kóralsvæði friðuð samkvæmt reglugerð 1140 14.des. 2005 (blá) og reglugerð 1095/2011 (rauð).

kóralsvæða árið 2004 og skipaði sjávrútvegsráðherra nefnd er tók saman skýrsluna "Friðun viðkvæmra hafsvæða við Ísland". Skýrslan var birt árið 2005 og þar var lagt til að loka þeim svæðum sem staðfest var að enn væri að finna lifandi kóral sbr. ályktun bls. 32 í skýrslunni: " *Sú leið sem talin er duga til verndar kóralsvæðum er algert veiðibann innan þeirra og í öruggri fjarlægð frá þeim*" (Anon, 2005).

Síðari reglugerðarfriðunin var gerð í kjölfar þeirra rannsókna sem gerð eru skil í þessari skýrslu.

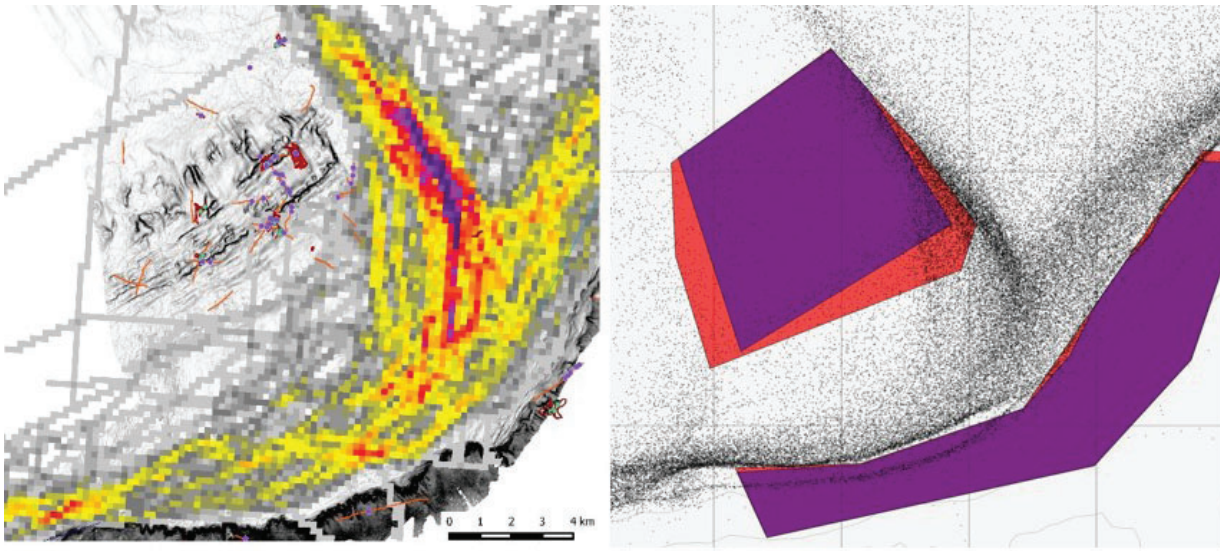
Víða erlendis hafa kóralsvæði verið vernduð (sjá samantekt Steinunn H. Ólafsdóttir og Julian Burgos, 2012) og Ísland hefur undirritað skuldbindingar við Alþjóðasáttmála eins og Concervation on Biologycal Diversity (CBD) og Convention for the Protection of the Marine Environment of the North East Atlantic (OSPAR sáttmálinn) sem krefjast þess að ákveðin vistkerfi skuli njóta sérstakrar meðhöndlunar og jafnvel verndunar.

Dæmi um slík svæði eru:

- Svampabreiður í djúpsjó - Deep sea sponge aggregations
- Kóralrif - Coral reefs
- Kóralgarðar - Coral gardens
- Samfélög sæfjaðra og dýra sem grafa sig í set
  - Seapen and burrowing megafauna communities
- Leirur - Intertidal mudflats
- Kalkþörungalög - Maerl beds
- Öðubeð - Modioulus modiouls beds
- Hitauppstreymissvæði á sjávarhryggjum
  - Oceanic ridges with hydrothermal vents/fields
- Burstaorma "rif"- Sabellaria spinulosa reefs
- Neðansjávarfjöll/tindar - Seamounts
- Marhálmur - Zostera beds

Flest þessara vistkerfa finnast hér við land en útbreiðsla þeirra hefur lítt verið rannsökuð.

Verndarsvæðin árið 2005 voru skilgreind af skipstjórnarmönnum, hagsmunaaðilum og sérfræðingum Hafrannsóknastofnunar. Gögn frá eldri gerð afladagbóka voru notuð til að skilgreina veiðiálag við kóralsvæðin. Árið 2011 var svo unnt að nota fjareftirlitsgögn



8. mynd. Veiðiálag samkvæmt rafrænni afladagbók árið 2009 við Lónsdjúp (litaskali sýnir fjölda toga pr. einingu og nær frá gulum yfir í fjólublátt sem táknar mesta álag) (t.v.). Til hægri eru tillögur að friðunarsvæði við Lónsdjúp og hvernig þær þróuðust eftir því sem nákvæmari VMS ferilgögn bættust við ELB gögnin. Rauður rammi sýnir fyrstu tillögu að lokun, en fjólublár rammi sýnir lokatillögu sem unnin var í samráði við skipstjórnarmenn. Með nákvæmum ferilgögnum sem sýna álag veiða var hægt að minnka áhrif lokunar á veiðislóð en jafnframt að vernda kóralsvæði.

9. mynd. Kortlagning búsvæða 2004, 2009-2012. Rauðar línur sýna hvar snið hafa verið tekin með neðansjávarmyndavélum.

Tafla 2. Rannsóknasvæði sem könnuð voru með neðansjávarmyndavélum í leiðöngrum 2004, 2005, 2009-2012. Fjöldi sniða á hverjum stað var skráður auk dýptarbils. Skráður var fjöldi þeirra sniða sem hver kóraltegund var greind á.

Svæði	Leiðangur	Fjöldi sniða	Dýpisbil (m)	*Lophelia pertusa*	*Madrepora oculata*	*Primnoa resedaeformis*	*Paramuricea* sp(p).	*Paragorgia arborea*	*Swiftia* sp.	*Acanella arbuscula*	cf. *Callogorgia* sp.	cf.*Anthothela grandiflora*	Antipatharia sp.
Reykjanes-hryggur	B6-2004	2	304-345	1							1		
	B9-2010	20	72-560	5	1						1		
Háfadjúp	B6-2012	10	109-730	8	6	5	5			7	1	1	2
Kantur milli Háfadjúps og Reynisdjúps	B6-2012	3	250-647	2	2		1					1	
Reynisdjúp	B6-2004	1	345-400	1	1	1	1				1		
	B6-2012	1	198-365	1	1				1				
Kötlugrunn	B9-2010	1	339-465										
Skaftárdjúp	B6-2004	4	254-348	4			2		1				
	B9-2010	2	149-180			1	1						
Skeiðarárdjúp	B6-2004	5	265-292	4	1		1			2		1	
	B6-2009	7	216-259	6	4	3	4			1			
	B9-2010	2	237-262	1	1					1			
Öræfagrunn	B6-2004	3	250-283	3			2						
Breiðamerkur-djúp	Bx-2005	2	250	1									
Hornfjarðar-djúp	B6-2004	2	445-518	2	2	1	1		1				
	B9-2010	1	362-523	1	1	1							
Stokksnes-grunn	B9-2010	1	437-460	1	1		1						
Lónsdjúp	B6-2009	12	158-294	8	3	8	3	1				3	
	B9-2010	18	213-290	7	5	10	6					5	
Lónsdjúps-kantur	B6-2009	2	441-493	2	2	2	1					1	
	B9-2010	3	444-530	3	2	3	1				1		
Papagrunns-kantur	B6-2009	2	320-670	1									
	B9-2010	1	380-620	1	1	1	1						
Berufjarðaráll	B6-2004	1	55-61										
Út af Snæfellsnesi	B6-2011	3	78-246										
Kolluáll	B6-2011	6	175-330										
Hryggur/Látra grunn	B6-2011	5	175-290										
Víkuráll	B6-2011	4	200-358										

til að skoða veiðiálag við kóralsvæði nákvæmar. Bæði voru notaðar upplýsingar frá rafrænu afladagbókinni (ELB) og ferilgögn frá Landhelgisgæslunni (VMS gögn). Út frá þessum gögnum var hægt að leggja til lokun svæða en jafnframt að komast hjá því að loka veiðislóð að óþörfu (8. mynd).

Kóralsvæðin sem nú hafa verið friðuð voru tilkynnt sem verndarsvæði til OSPAR og eru hluti af rafrænu upplýsingakerfi yfir viðkvæm búsvæði og tegundir sem má skoða á vef EMODnet (www.emodnet-seabedhabitats.eu).

6. Niðurstöður og lýsing kóralsvæða

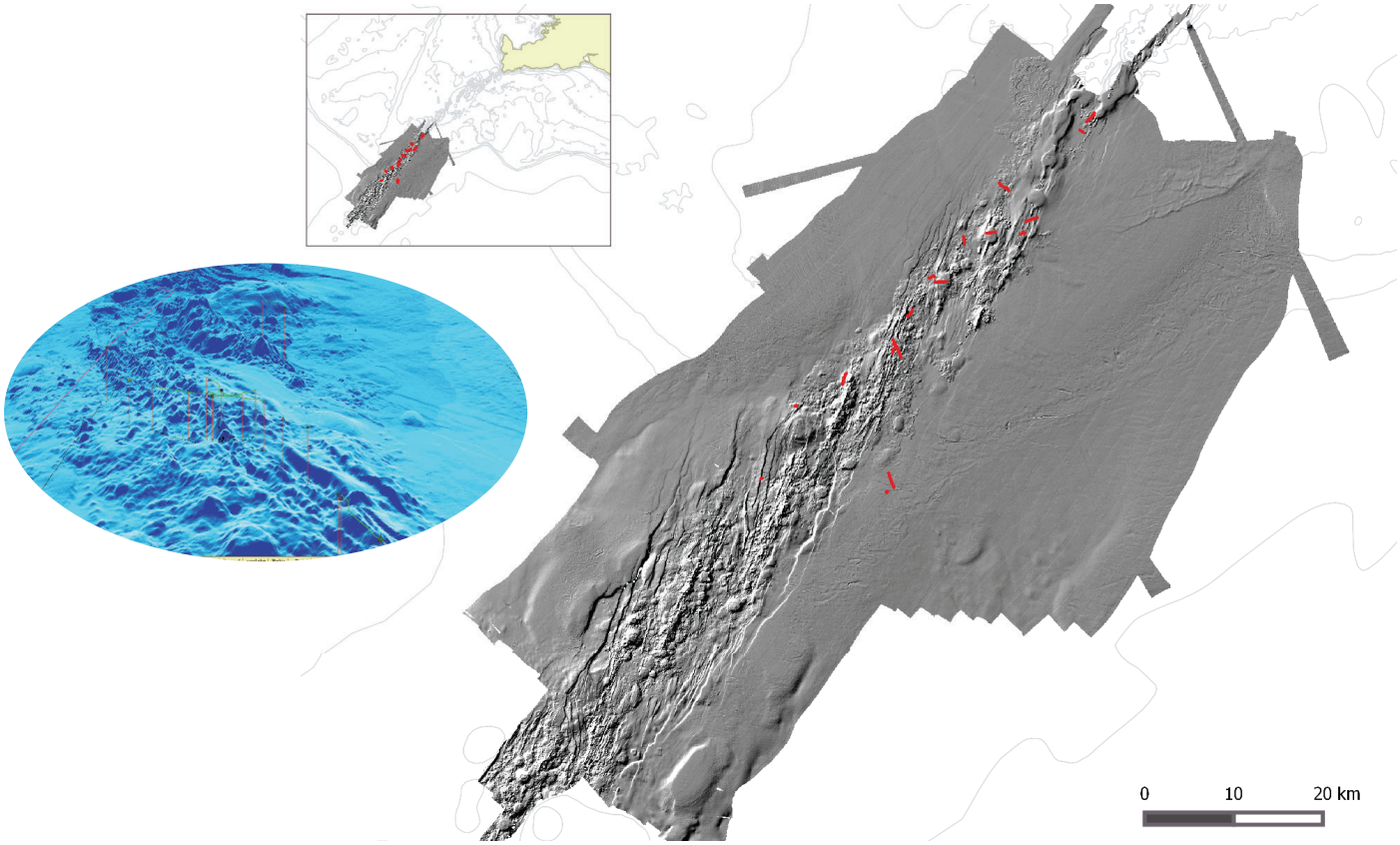
Við kortlagningu kóralsvæða hefur myndefni verið safnað frá 137 stöðvum í sex rannsóknaleiðöngrum milli 2004 og 2012 (9. mynd, tafla 2). Alls voru tekin 45 rannsóknasnið á árunum 2004, 2005 og 2009 (18, 2 og 25) með djúpkanna (ROV). Árið 2010 var djúpkannanum skipt út fyrir þrífætta myndavélagrind (campod). Í leiðöngrum 2010-2012 voru 92 rannsóknasnið (56, 22 og 14) tekin. Flest voru tekin í Lónsdjúpi (alls 25 snið) og á Reykjaneshrygg (alls 22 snið). Alls hafa verið greindar 12 kóraltegundir eða hópar úr þessum leiðöngrum (tafla 2).

Hér á eftir verður hverju rannsóknasvæði fyrir sig lýst og grein gerð fyrir helstu niðurstöðum.

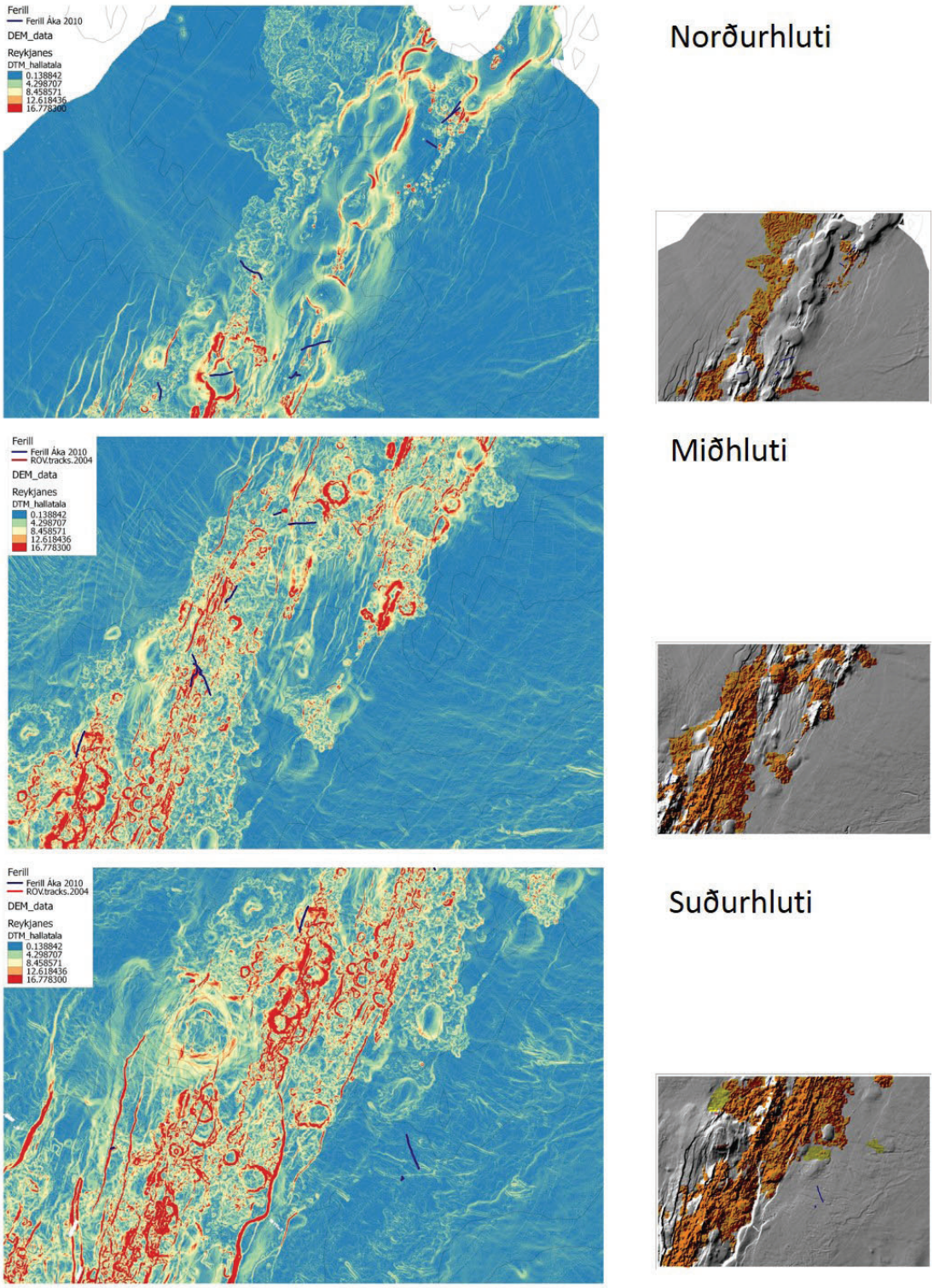
6.1 REYKJANESHRYGGUR

Kórall var vel þekktur á Reykjaneshrygg (BIOICE; Copley o.fl., 1996; Kjartan Thors o.fl., 1992). Við manganrannsóknir fundust kóralar í 13 af 44 sýnum teknum með þríhyrnu við Steinahól, Þríbura og nágrenni (Kjartan Thors o.fl., 1992). Ekki var í skýrslunni getið um tegundir eða hvort um lifandi eða dauða kórala var að ræða. Dauð kóralbrot fundust á svæðinu í BIOICE verkefninu.

Samkvæmt fiskikortum var kórall SV af Skerjadjúpi á "fjöllunum", í námunda við Þríbura og við Jóa-klakk. Stærstur hluti þessara svæða er núna innan við friðað hólf við Melsekk (Mehlsack) (Sigfús Schopka, 2007). Ábendingar hafa komið fram um að kórall hafi áður fyrr verið í Skerjadjúpi en hann virðist nú horfinn.



10. mynd. Rannsóknasvæðið á Reykjaneshrygg. Litla myndin til vinstri sýnir afstöðu svæðisins við land. Rauðar línur sýna ferla myndavéla. Bláleita þrívíða myndin til hliðar sýnir landslagið við Steinahól, en horft er í suðurátt.



11. mynd. Norður- mið- og suðurhluti rannsóknasvæðisins á Reykjaneshrygg. Myndirnar sýna útreiknaðan halla þar sem blár er lítill halli en rauður er mikill halli. Dökkbláir ferlar sýna rannsóknasnið. Litlar myndir til hægri sýnir hvar hraunlög hafa verið lituð.

Staðhættir

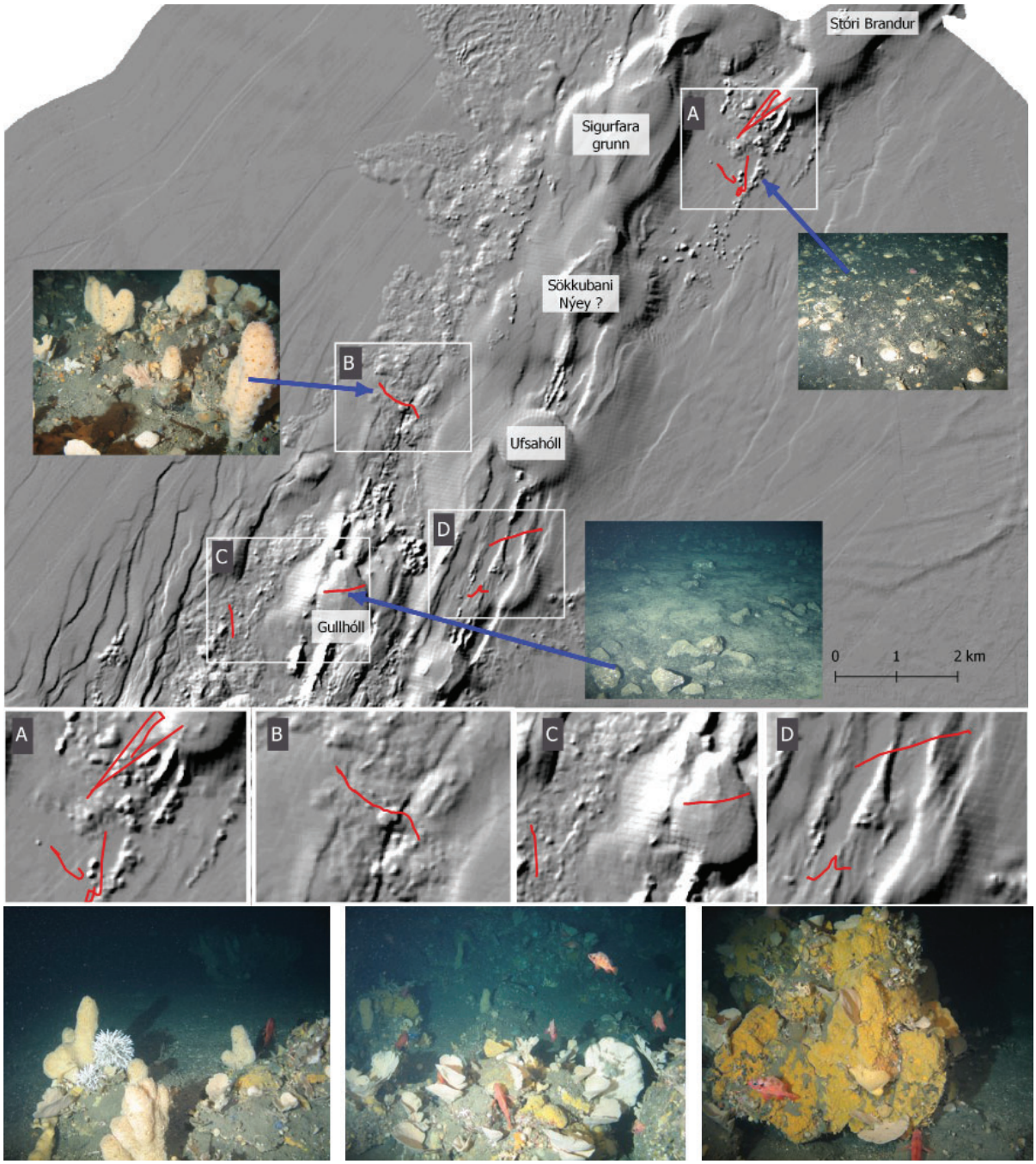
Rannsóknasvæðið var um 150 km suðvestur af Reykjanesi og hefur það verið fjölgeislamælt. Reykjaneshryggur einkennist af miklu neðansjávarlandslagi sem er mótað af eldvirkni svæðisins. Landslagið sést vel á fjölgeislakorti (10. og 11. mynd), hraunbreiður, rákir rekbeltisins, fjöll og hólar. Á þessu svæði hefur hryggurinn gengið inn á landgrunnið og dýpi að jafnaði um 200 -300 m.

Rannsóknir

Tuttugu og tvö snið hafa verið tekin á Reykjaneshrygg (10. mynd). Tvö árið 2004 með djúpkanna og 20 árið 2010 með campod. Sniðin voru 300-2800 m löng eða samanlagt 19,8 km að lengd og á 72-560 m dýpi. Sniðin voru tekin eftir hryggnum frá Stóra Brandi og til suðurs á um 50 km löngu svæði. Rannsóknasvæðinu var hér skipt í þrennt, norður-, mið- og suðurhluta og fjallað um hvern hluta fyrir sig.

Lífríkið

Fjórar tegundir kórala voru greindar; *Lophelia pertusa* (postulínskórall), *Madrepora oculata* (glókórall), cf. *Callogorgia* sp. og cf. *Anthothelia grandifora* auk blómkálskórala.



12. mynd. Kort af norðurhluta rannsóknasvæðisins á Reykjaneshrygg sem kallað hefur verið Gullhólsþyrping. Snið voru tekin sunnan við Stóra Brand (A), sunnan og vestan við Ufsahól (B og D) og vestan við og á Gullhól (C) (rauðir ferlar). Litlu myndirnar á kortinu sýna dæmi um lífríkið á þessum sniðum. Neðstu myndirnar sýna svampa á hrauninu og karfa sem sækja í slík búsvæði.

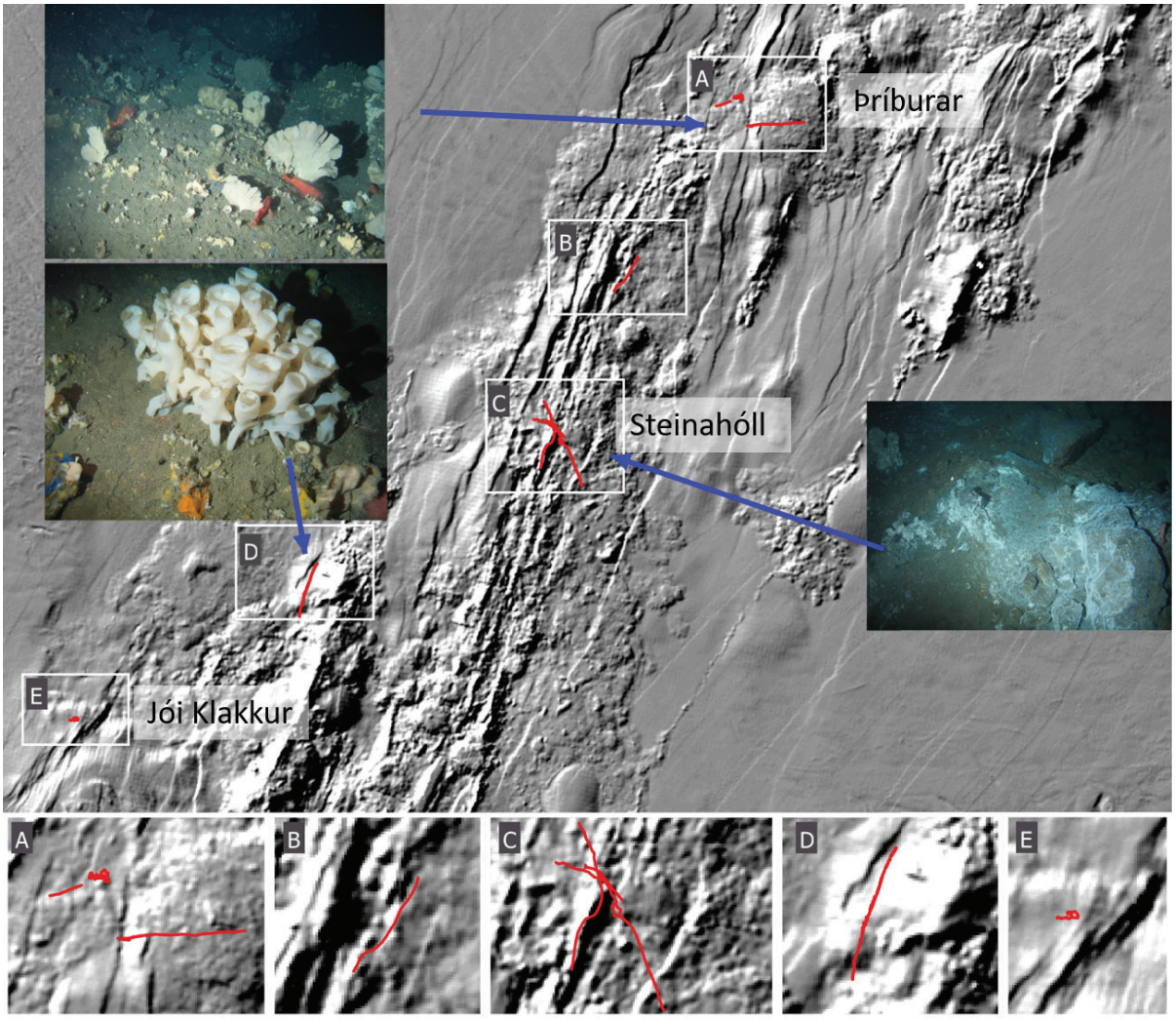
Mest áberandi voru þó svampar og svampabreiður. Svamparnir nýttu sér hraunið sem undirlag og var þar mikill þéttleiki en engir eða fáir svampar voru á mjúkum botni umhverfis hraunið. Tvær megin samfélagsgerðir svampa sáust, annars vegar vasa- eða blaðlaga svampar ásamt mörgum öðrum ógreindum svampategunum og hins vegar hinir háu *Mycale* (*Mycale*) *lingua* svampar. Á mýkri botni sáust stundum stilksvamparnir *Stylocordyla borealis*.

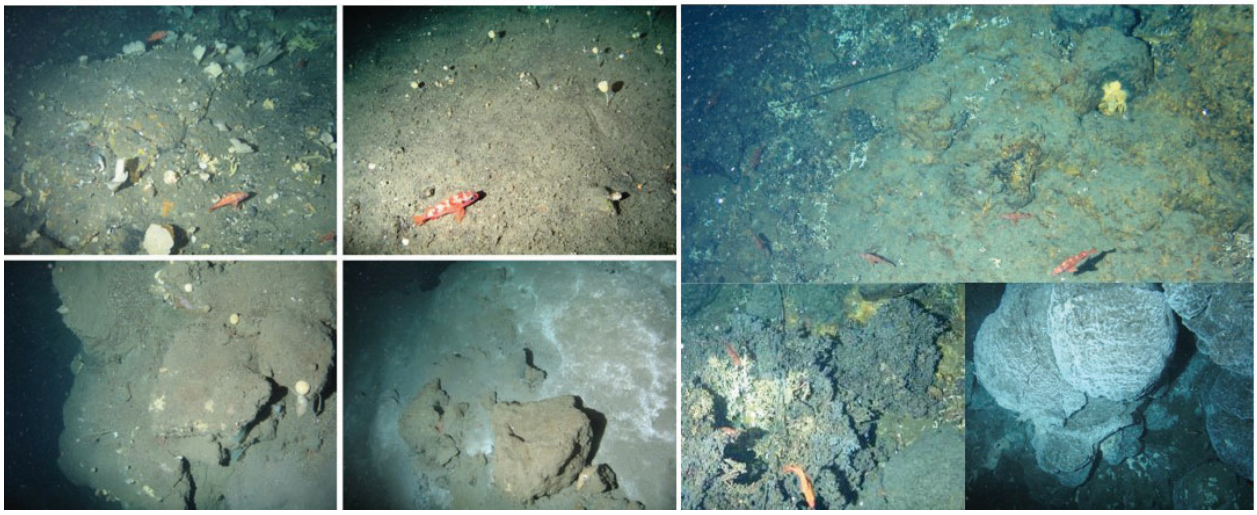
Norðurhluti

Svæðið kallast Gullhólaþyrpingin og nær frá Stóra Brandi suður fyrir Gullhól. Við rætur Stóra Brands var hraun og á því uxu svampabreiður. Á sand- og skeljabrotsbotni rétt sunnar var fábreyttara lífríki en þar voru tekin tvö snið. Svampabreiður uxu einnig á hraunbreiðu vestan við Ufsahól og Gullhól en í kringum hraunið var að finna sand- og leirbotn og fábreyttara lífríki (12. mynd). Aðeins einn klasi af postulínskóral óx á hrauni en annars sást ekki kórall á þessum sniðum. Þetta svæði var rannsakað 2010.

Miðhluti

Miðhlutinn miðast við Steinahólsþyrpinguna, þar sem Steinahóll er á miðju svæðinu. Við Þríbura voru tekin tvö snið árið 2010 og eitt snið árið 2004 (13. mynd). Kóralmulningur var ofan á Þríburahólnum en í vesturhlíðinni á 220-310 m dýpi var hraun með mjúku setlagi inn á milli. Karfi var innan um vasa- og blaðlaga svampa og *M. ligula* svampa sem þöktu hraunið. Dálítið af postulínskóral óx í hraunkantinum. Djúp gjá eða sprunga var í vesturhlíð Þríburahólsins og voru veggir hennar þaktir hvítri bakteríuskán sem gefur til kynna uppstreymi. Á sniði milli Þríbura og Steinahóls á miðju sprungusvæðinu voru





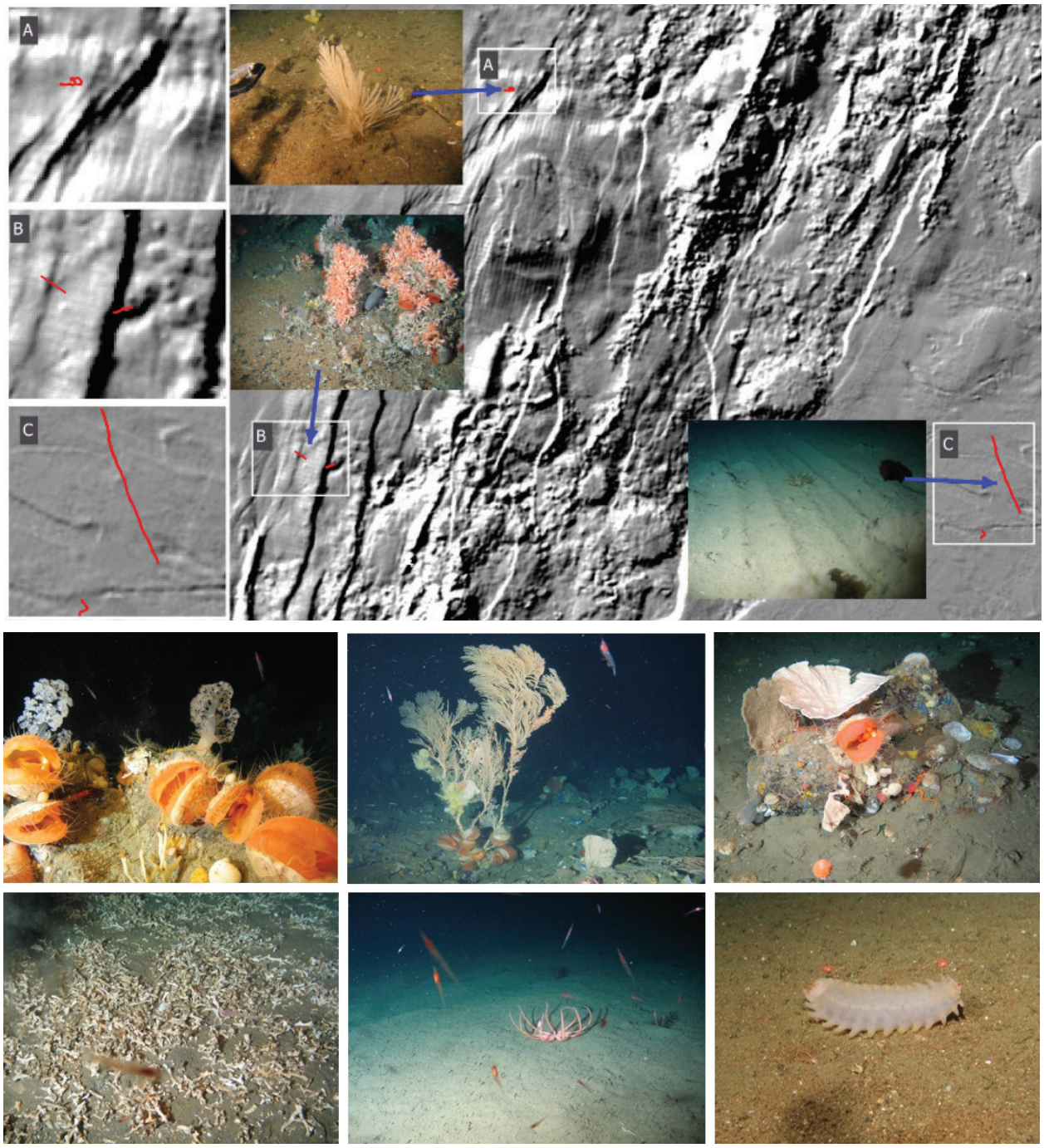
13. mynd. Kort af miðhluta rannsóknasvæðis á Reykjaneshrygg sem kallað hefur verið Steinahólsþyrping. Snið voru tekin við Þríbura (A), Steinahól (C) og Jóa Klakk (E). Einnig voru tekin snið milli Steinahóls og Þríbura (B) og mili Steinahóls og Jóa Klakks (D). Litlu myndirnar á kortinu sýna dæmi um lífríkið á þessum sniðum (mynd á fyrri síðu). Myndirnar fjórar saman vinstra megin hér fyrir ofan eru teknar á Þríburunum. Efri myndirnar sýna hraun og grjót ofan á hólnum og þéttan sand/leir neðan til í hlíðum hans. Neðri myndirnar sýna sprungu og bakteríuskán í hliðum hennar. Myndirnar þrjár saman til hægri eru frá Steinahóli. Efri mynd sýnir svartar og gulbrúnar útfellingar. Neðar til vinstri sjást útfellingar sem þekja kóral og til hægri sést bakteríuskán á bólstrabergi.

Phakellia ventelabrum ásamt öðrum ógreindum svömpum og hvítir glersvampar líklega *Asconema* sp. auk postulínskórals og cf. *Anthothela grandiflora*.

Steinahóll er þekkt hitauppstreymissvæði (hydrothermal activity) (Palmer o.fl., 1995). Þar voru tekin þrjú snið en erfitt var að rannsaka svæðið vegna hættu á að festa myndavélagrindina innan um kúlulaga bólstraberg og úfið botnlag. Karfar voru innan um hraunið auk keilu og skötusels. Fá botndýr voru sjáanleg, helst sæfiflar og möttuldýr. Stakar greinar af postulínskóral uxu á grjóti og víða sáust kóralbrot innan um bólstrabergið. Þessi kóralbrot gefa til kynna að þarna hafi verið meira af kóral sem nú er brotinn eða að við náðum ekki að mynda á réttum stöðum og höfum því misst af þeim. Hraun sem hefur runnið yfir kóralbreiðu sást og var ysti hlutinn lifandi en sá sem var nær hraunbrúninni dauður. Dökk og gulbrún útfelling þakti dauðan kóral og umhverfið en slík útfelling gæti verið frá mangan uppstreymi (13. mynd). Steinahóll er mjög spennandi rannsóknasvæði út frá jarðfræðilegu sjónarmiði og hefur svæðið verið skoðað í nokkrum leiðöngrum í gegnum tíðina (German, 1994; Palmer o.fl., 1995; Palgan o.fl., 2017). Þó að enginn kórall hafi sést á sniðinu suðvestan við Steinahól var þar litríkt samspil blárra, rauðra, appelsínugulra, bleikra og hvítra svampa á gulum skeljasands- og malarbotni.

Suðurhluti

Snið voru tekin á sprungusvæðinu og á sléttum botni austan við (14. mynd). Í hlíðum Jóa-klakks á 340 m dýpi var gulur sandur og möl. Sæbjúgu, ígulker, svampar og ógreind kóraltegund (Primnoiidae). Sunnar á yfir 500 m dýpi var hraunbotn með litríka svampa (bláir, rauðir, gulir og hvítir), ægisdrekkur, postulínskóral og áður óskráða tegund hér við land af hornkóral, líklega af ættkvísl *Callogorgia* (14. mynd). Bláriddari var á svæðinu en hann sést oft á kóralsvæðum. Austan við sprungusvæðið, nærri Skerjadjúpi, voru tekin tvö snið á leirbotni hvar breiður af sæfjöðrunum *Kophobelemnon* cf. *stelliferum* og *Pennatula* sp. voru áberandi. Kóralmulningur var á einum stað en engin lifandi kórall.



14. mynd. Kort af syðsta hluta rannsóknasvæðisins á Reykjaneshrygg. Fimm snið voru tekin á þessu svæði (rauðir ferlar). Litlu myndirnar á kortinu sýna dæmi um lífríkið á svæðinu. A) ógreindur kórall á sniði við Jóa-klakk. B) *Lophelia pertusa* og ægisdrekka. C) fínt set á sléttum botni austan við sprungusvæðið. Í efri myndaröð er dæmi um fjölbreytt lífríki á 500 m dýpi innan ramma B. Til vinstri eru ægisdrekkur og blómkálskórall, í miðjunni er cf. *Callogorgia* kóraltré og til hægri er grjót þakið ýmsum tegundum botndýra. Neðri myndaröð sýnir lífríki á mjúkum botni austan við sprungusvæðið. Til vinstri eru kóralbrot, í miðjunni er krossfiskur af ætt Brisingidae (Freyjudjásn) á leirbotni og til hægri er sæbjúgað *Laetmogone violacea* (fjólufætla) á gulum sandi við Jóa-klakk.

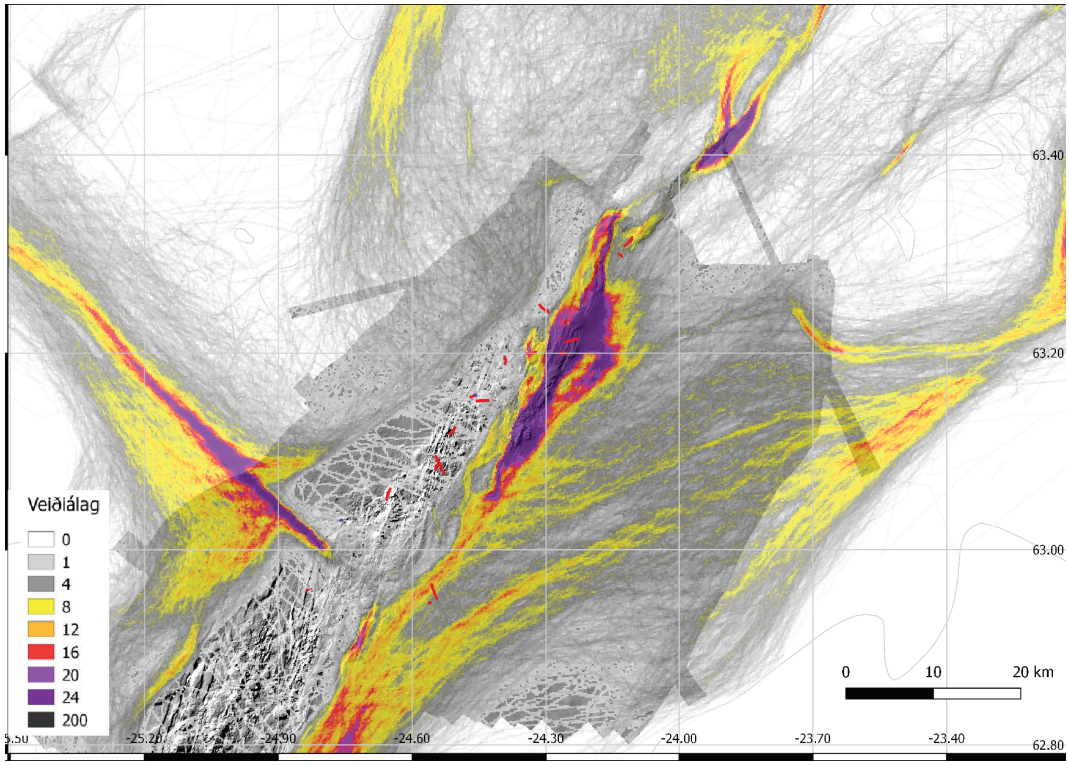
Verndun

Miklar veiðar fara fram austan til á hryggnum (15. mynd). Landslag botnsins gerir það hins vegar að verkum að illtoganlegt er á sjálfu sprungusvæðinu.

Á þeim sniðum sem tekin voru fundust ekki kóralrif. Ástæður fyrir því geta verið

að kórall er dreifður eða þyrpingarnar litlar og erfitt að finna þær með myndavélum. Jarðhræringar neðansjávar virðast hafa skemmt kóral við Steinahól. Stærstur hluti rannsóknasvæðisins var innan friðaðs svæðis (http://www.fiskistofa.is/fiskveidistjorn/veidibann/reglugerdarlokanir) og gefur umfang kórala norðan við það ekki til kynna að þar sé brýn þörf fyrir verndun kórals. Á hraunbotni suður af friðaða svæðinu var að finna fjölbreytt lífríki og svampabreiður en á því svæði er ekki togað.

Svæðið austur af Grindavíkurdjúpi að Háfadjúpi var fjölgeislamælt 2015. Líklegt er að þar geti verið kórall en ekki liggja fyrir nákvæmar staðsetningar.



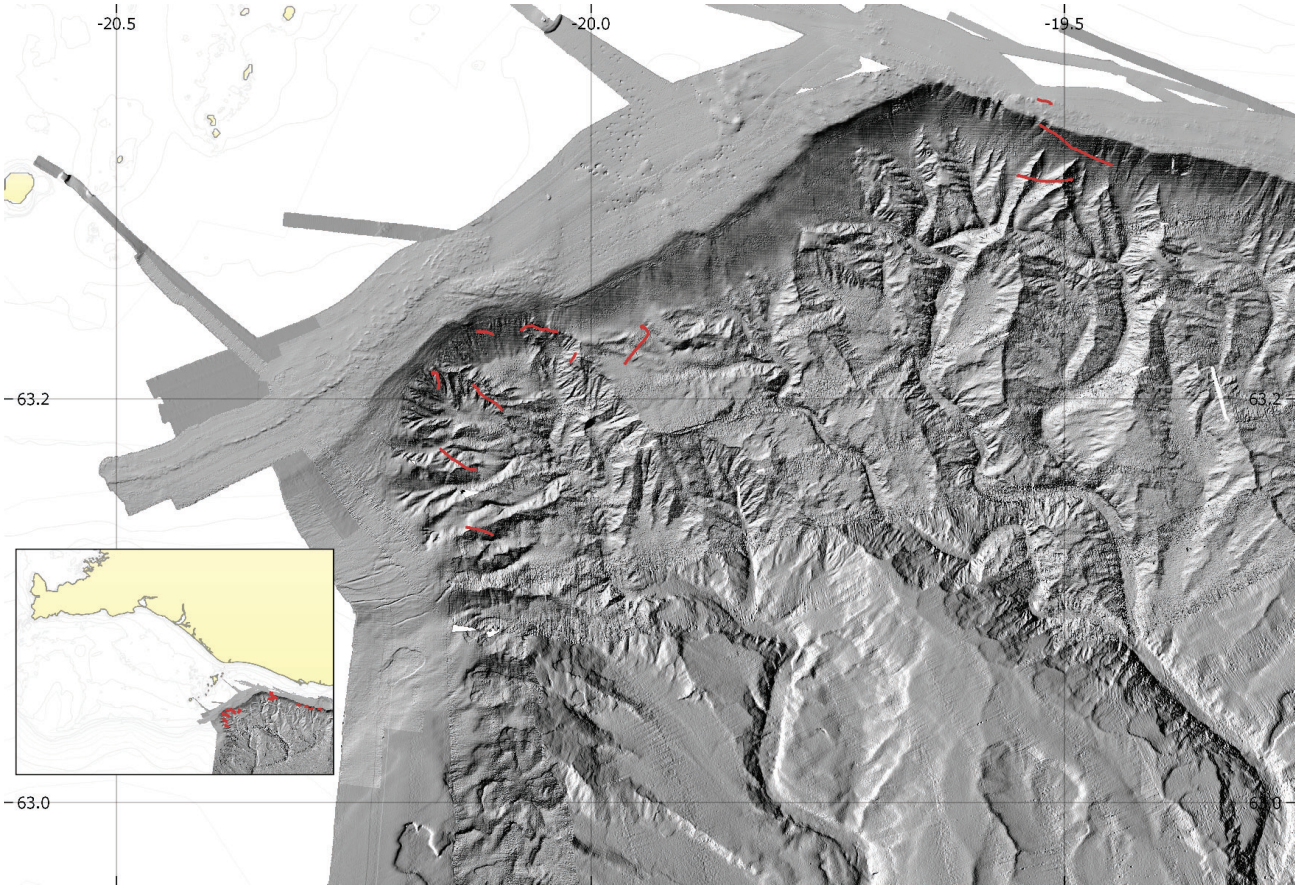
15. mynd. Veiðiálag við Reykjaneshrygg út frá ELB og VMS gögnum frá 2008-2013.

6.2 HÁFADJÚP

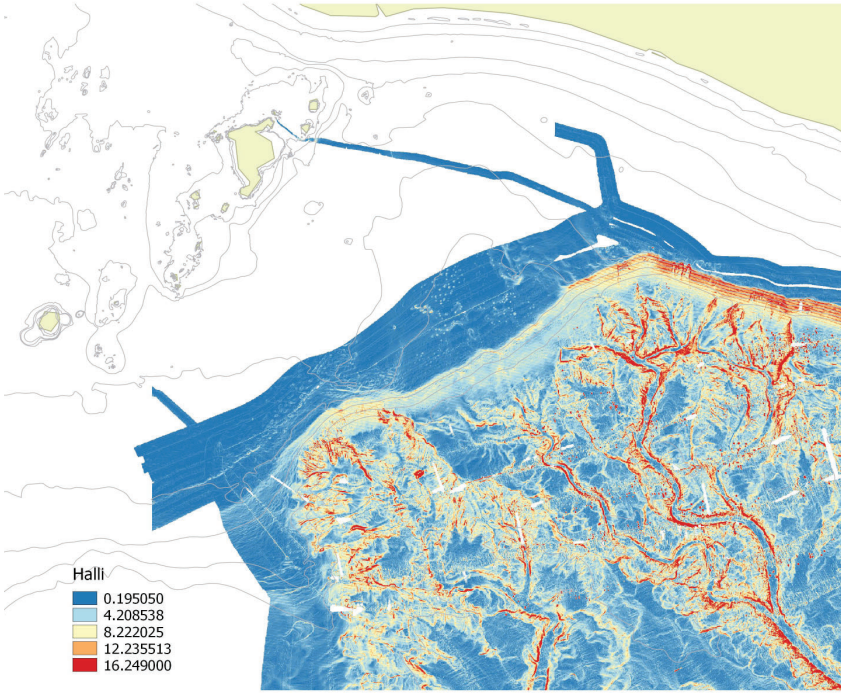
Kórall virðist hafa fundist frekar seint, eða eftir 1970, í Háfadjúpi. Ef til vill var það vegna þess að hann var utan hefðbundinna togslóða. Kórall var sagður í vesturkanti Háfadjúps á netalögn sem liggur í kantinum NNV til SSA á 290-370 m dýpi á móhellu. Kórall fannst í austurhlíðum Háfadjúps á 440-510 m dýpi sem var neðan við togslóð. Einnig var kórall sagður fylgja landgrunnskantinum á grýttum botni frá austurhlíðum Háfadjúps og austur á Kötlugunn (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004).

Staðhættir

Háfadjúp sker landgrunnskantinn suð-austur af Vestmannaeyjum og er um 20 km breitt. Háfadjúp er hluti af svæði sem einnig er þekkt sem Kötluhryggir (Malmberg, 1974). Þar eru stór neðansjávargljúfur og djúpar rásir sem ná niður á um 2000 m dýpi. Toppar Kötluhryggja eru á um 500-600 m dýpi grynnst en gilveggirnir eru um 500-800 m háir (Malmberg, 2004) (16. og 17. mynd). Landgrunnskanturinn suður með landinu frá Háfadjúpi og austur að Íslands-Færeyjahrygg er skorinn af bröttum gljúfrum.



16. mynd. Yfirlitsmynd af Háfadjúpi. Lítil mynd sýnir afstöðu til lands. Rauðir ferlar sýna rannsóknasniðin.

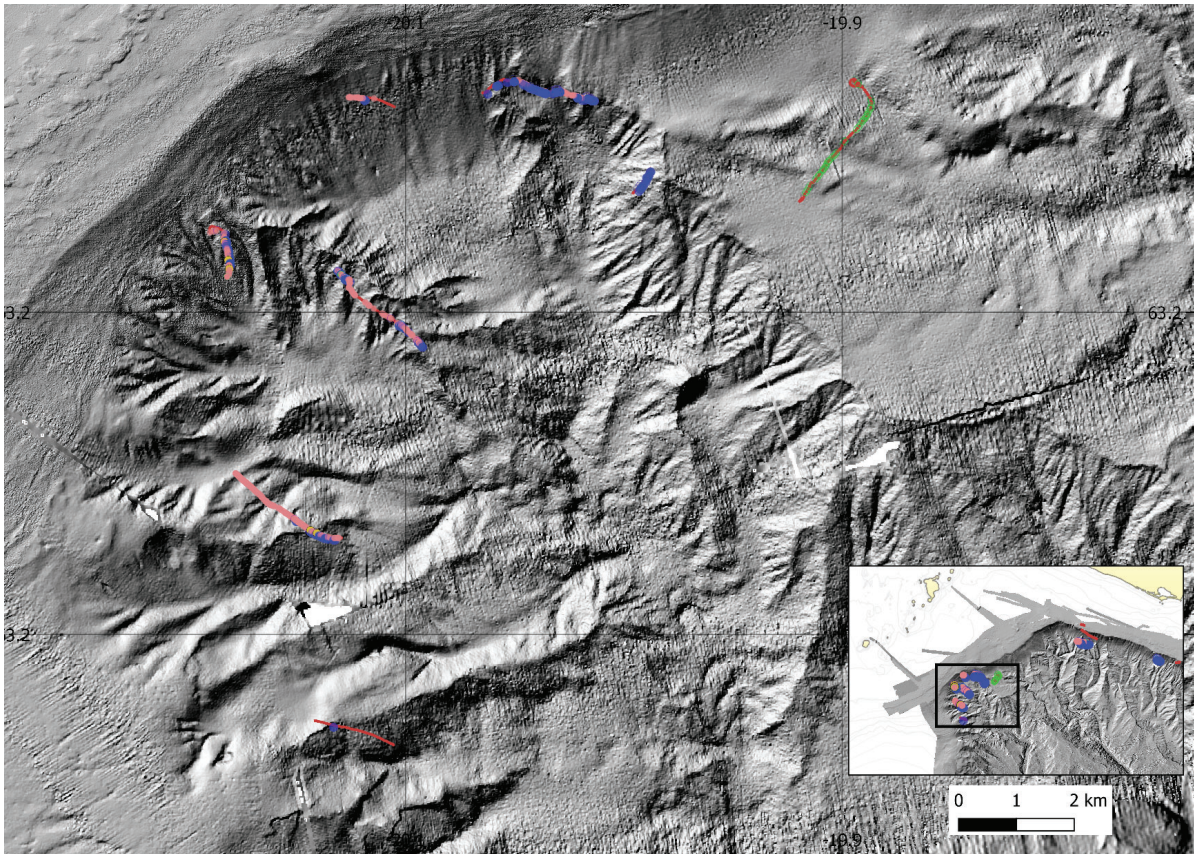


17. mynd. Myndin sýna útreiknaðan halla í Háfadjúpi þar sem blár er lítill halli en rauður er mikill halli.

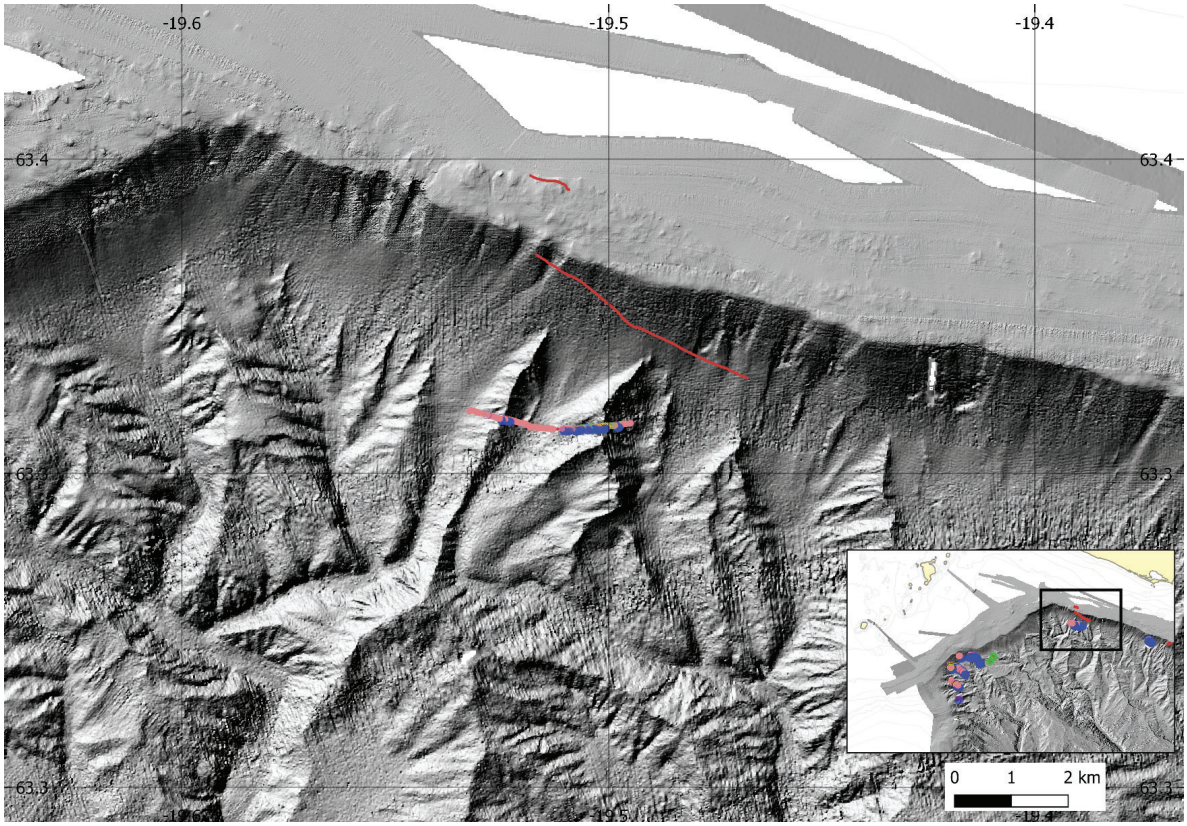
Rannsóknir

Árið 2012 voru tekin 11 snið (700-4000 m löng) sem samanlagt voru 26,2 km að lengd á 109-720 m dýpi (18. og 19. mynd). Vestan til í Háfadjúpi (18. mynd) voru tekin sjö snið. Í miðju djúpinu var tekið eitt snið og austar (19. mynd) voru tekin þrjú snið.

Neðansjávargljúfrin eru á yfir 500 m dýpi þannig að einungis var hægt að mynda efst

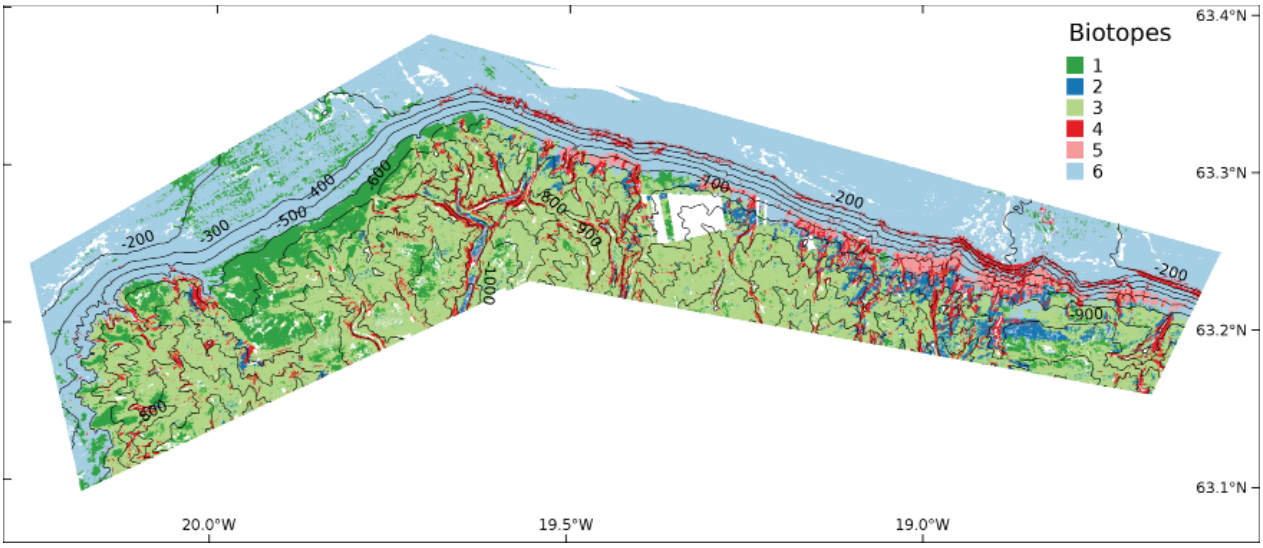


18. mynd. Vesturhluti Háfadjúps. Rauðir ferlar sýna rannsóknasniðin. Bláir punktar sýna staðsetningu kórals á sniðunum, grænir hringir sýna bambuskóral og sæfjaðrir og bleikir punktar sýna sæfjaðrir.



19. mynd. Austur hluti Háfadjúps. Rauðir ferlar sýna rannsóknasniðin. Bláir punktar sýna kóral og bleikir punktar sýna sæfjaðrir. Ofan á kantinum, á 100 m dýpi, var grjótbotn og fábreytt lífríki. Langt snið var tekið eftir kantinum á 200-500 m dýpi og skiptist botn í möl, sand, skeljabrot og grjót. Þriðja sniðið var tekið neðar í kantinum á 540-720 m dýpi. Það náði yfir tvo hryggi og dali milli þeirra. Kóralrif eða kóralbreiður voru ofan á hryggjunum (blátt) en mjúkur leir og sandur með sæfjaðrir (bleikur) var á milli þeirra.

á hryggjum en ekki í dalverpum milli þeirra þar sem dýpið var um og yfir 1000 m. Neðansjávarmyndir sýndu það sem líktist móhellu í kantinum og ofan á hryggjum vestan til í Háfadjúpi. Fyrir miðju Háfadjúpi var leir og sandur en austurkanturinn var harður.



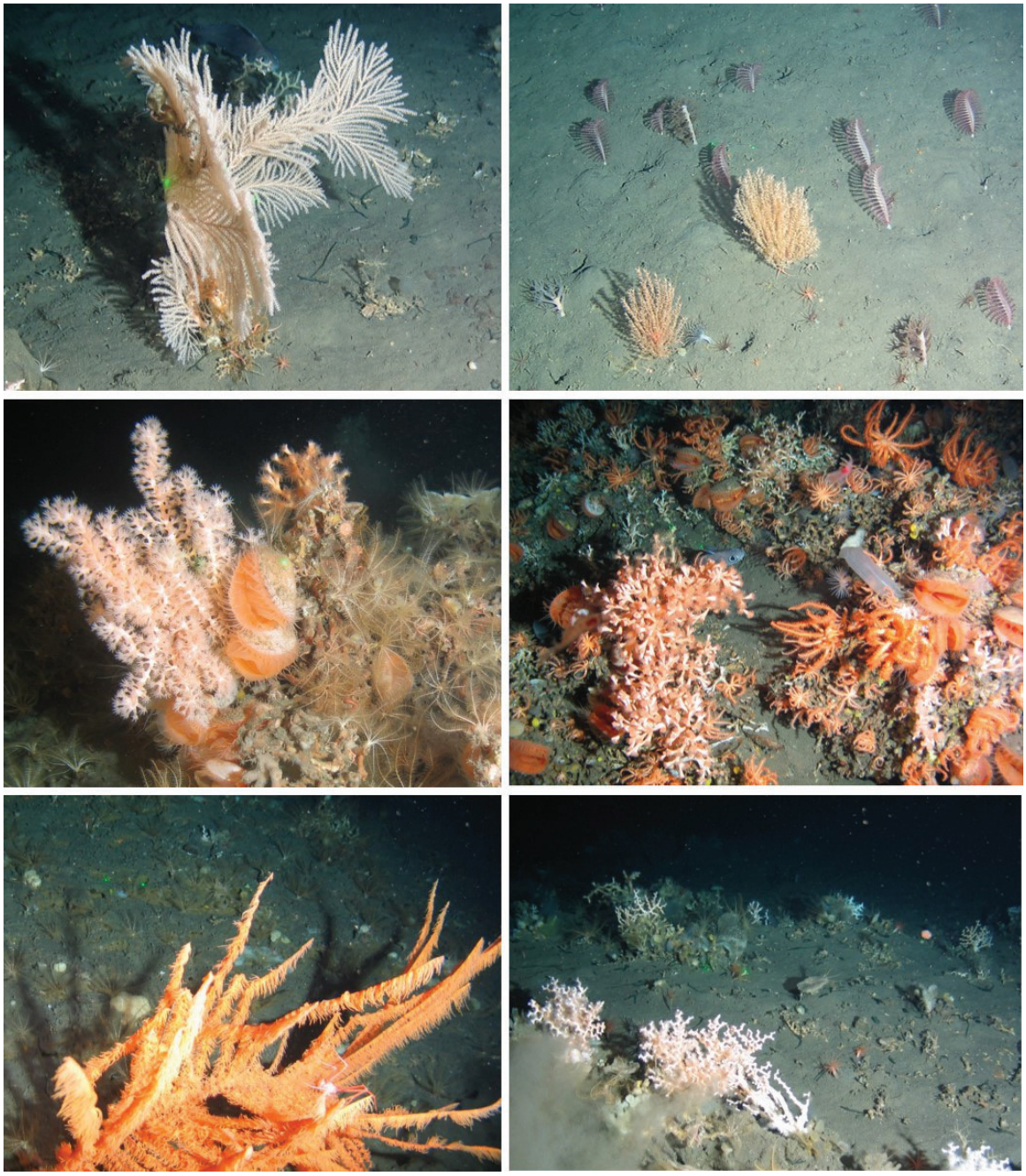
20. mynd. Samfélagsgerðir á hafsbotni og spálíkan um mögulega útbreiðslu þeirra í Háfadjúpi. Mynd frá Óðinsson o.fl., 2020. Búsvæði/biotopes: 1. Sæfjaðrir og bambuskóralar á mjúkum botni og 560-590 m dýpi. Ríkjandi tegundir voru *Kophobelemnon* sp., *Pennatula* sp., *Acanella arbuscula* og *Phorosoma placenta*. 2. Blandað samfélag sæfjaðra og Axinellidae svampa á mjúku og hörðnuðu seti á 668-703 m dýpi. 3. Sæfjaðrir á 580-625 m dýpi. Ríkjandi tegund *Kophobelemnon* sp. 4. Sæliljur á hörðum botni og kóralmulningi á 240-600 m dýpi. 5. Blaðlaga svampar og kóralflekkir/rif á hörðum botni í miklum halla á 550-626 m dýpi. 6. Fjölbreytt samfélag sem telur margar tegundir meðal annars svampa og kórala. Samfélagið var á blönduðum botni á 350-500 m dýpi.

Lífríkið

Lífríkið í Háfadjúpi var fjölbreytt og margar kóraltegundir sáust (tafla 2, 21. og 22. mynd). Kóralrif eða breiður voru í gjúfrum sem liggja niður kantinn. Áhugavert var að jafnt hlutfall var af *Madrepora oculata* og *Lophelia pertusa* en algengara er að sú síðar nefnda sé ríkjandi (Arnaud-Haond o.fl., 2015). Fjórar tegundir hornkórala *Primnoa resedaeformis, Acanthogogia* sp., *Acanella arbuscula* og *Paramuricea* sp. voru á öllum sniðum nema tveimur. Svartkórall (Antipatharia) var á tveimur sniðum á 500-600 m dýpi en svartkórall er sjaldgæfur hér við land og getur orðið verulega gamall (sjá box bls. 9). Á mjúkum botni voru sæfjaðrir í miklu mæli og á dýpri stöðvunum voru dimmrauð ígulker, *Phormosoma placenta,* algeng. Þau hafa uppblásnar totur á bakinu og þegar það er tekið úr sjó fellur það saman, sennilega dregur enska heitið nafn sitt af því; pancake urchin eða pönnuköku ígulker.

Sex botndýrasamfélög hafa verið greind í Háfadjúpi út frá þessum rannsóknum. Dýpi, botnharka og botnlag var reiknað til fá upplýsingar um umhverfisþætti í tengslum við botndýrasamfélögin. Þannig var hægt að skilgreina ólík búsvæði og spá fyrir um mögulega útbreiðslu þeirra (Óðinsson o.fl., 2020) (20. mynd).

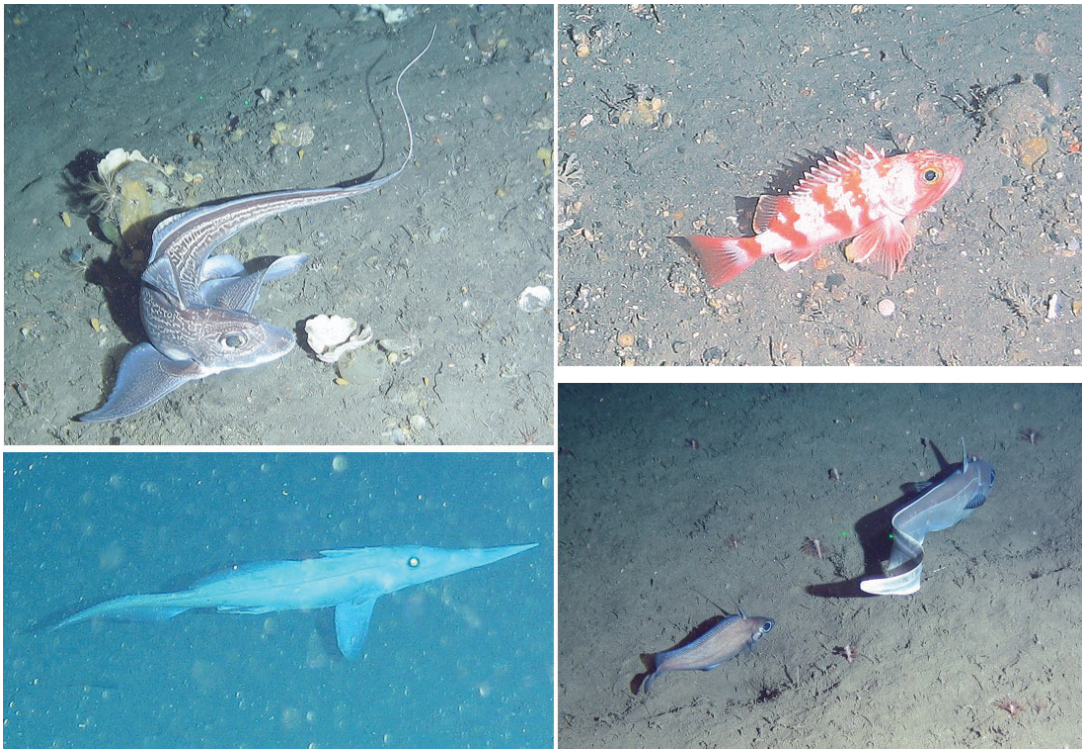
Eins og nafnið bendir til eru háfar í Háfadjúpi. En auk þeirra sáust trjónufiskur, stuttnefur, lúða, skötuselur, litla brosma, geirnyt, ógreind eintök af halaætt (Macrourinae), bláriddari, karfi og blálanga (22. mynd). Ótal önnur áhugaverð dýr voru einnig á svæðinu, eins og til dæmis krossfiskar af ætt Brisingidae (Freyjudjásn), sæliljur, bláir svampar, gaffalkrabbi, ægisdrekkur, möttuldýr, skeiðormar og sæfiflar.



21. mynd. Ýmsar kóraltegundir í Háfadjúpi. Ógreind tegund líklega cf. *Callogorgia* (efst t.v.), bambuskórall *Acanella arbuscula* og sæfjaðrir *Pennatula* sp. (efst t.h.), *Anthothelia grandiflora* á kóralrifi (miðja t.v.), kóralrif (miðja t.h.), svartkórall cf. *Bathypathes* (neðst t.v.) og glókórall *Madrepora oculata* (neðst t.h.).

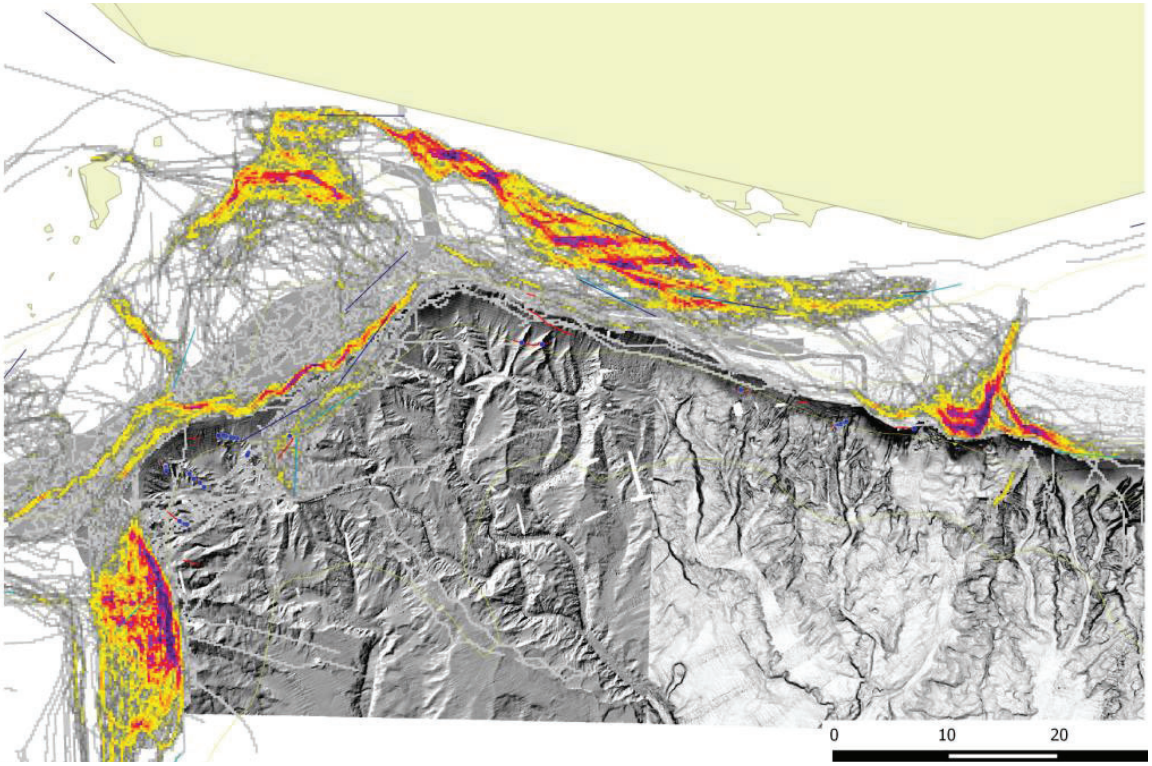
Verndun

Háfadjúp er fjölbreytt og áhugavert svæði og þar eru fleiri en ein gerð af skilgreindum viðkvæmum vistkerfum eða búsvæðum sem eru á válistum (Óðinsson o.fl., 2020). Í Háfadjúpi eru bæði kóralrif og stakir kóralar. Auk kóralrifa eru breiður af sæfjöðrum og bambuskóral. Á 500-600 m dýpi fyrir miðju Háfadjúpi mynduðu bambuskórallinn *Acanella arbuscula* og sæfjaðrirnar *Kophobelemnon stelliferum* og *Pennatula* sp. kóral/sæfjaðra garð. Slíkir bambuskóralgarðar eru meðal annars þekktir í Miðjarðarhafi þar sem bambuskórallinn *Isidella elongata* myndar sambærilegan garð utan veiðisvæða (Mastrototaro o.fl., 2017). Í Háfadjúpi er líka hinn sjaldgæfi svartkórall og margar tegundir fiska.



22. mynd. Margir fiskar sáust í Háfadjúpi sem dæmi; Geirnyt (uppi t.v.), svartgóma (uppi t.h.), trjónufiskur (niðri t.v.), bláriddari og fiskur af halaætt (niðri t.h.).

Segja má að kórall vaxi víða í kantinum neðan við 300 m frá vestur hlíð Háfadjúps og áfram til austurs. Togveiðar fara mest fram ofan á kantinum en einhverjar veiðar teygja sig niður á 400-500 m um mitt djúpið (23. mynd). Þar eru breiður af sæfjöðrum og bambuskóral (21. mynd). Rannsóknirnar benda til að ástæða sé að skoða kantinn út af Háfadjúpi út frá sjónarmiði verndunar á kóral og öðrum viðkvæmum vistkerfum.



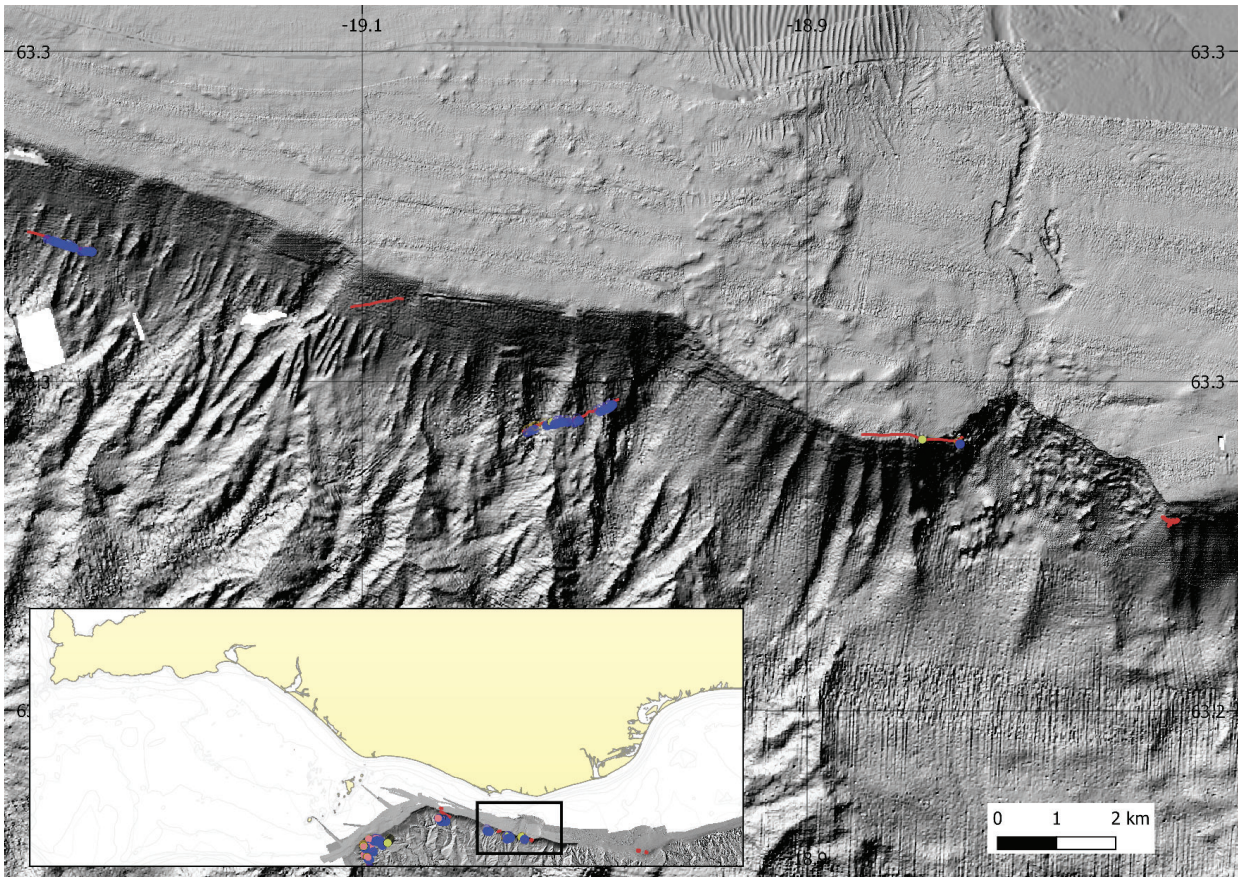
23. mynd. Veiðiálag togveiðiskipa í Háfadjúpi 2008-2013 samkvæmt ELB og VMS gögnum. Veiðarnar fara mest fram ofan við brúnina, einkum vestan til.

6.3 REYNISDJÚP OG KANTURINN MILLI HÁFADJÚPS OG REYNISDJÚPS

Í Reynisdjúpi var kórall þekktur á um það bil 5 km^2 svæði. Þessi kórall virtist hafa verið á erfiðum botni þar sem fram kom að net festust, skv. skýrslu Sigmars og Sólmundar (2004). Svo virðist sem kórall hafi fyrst verið uppgötvaður í Reynisdjúpi upp úr 1970 þar sem engar upplýsingar fengust um kóral þar frá skipstjórnarmönnum sem voru að störfum fyrir þann tíma.

Staðhættir

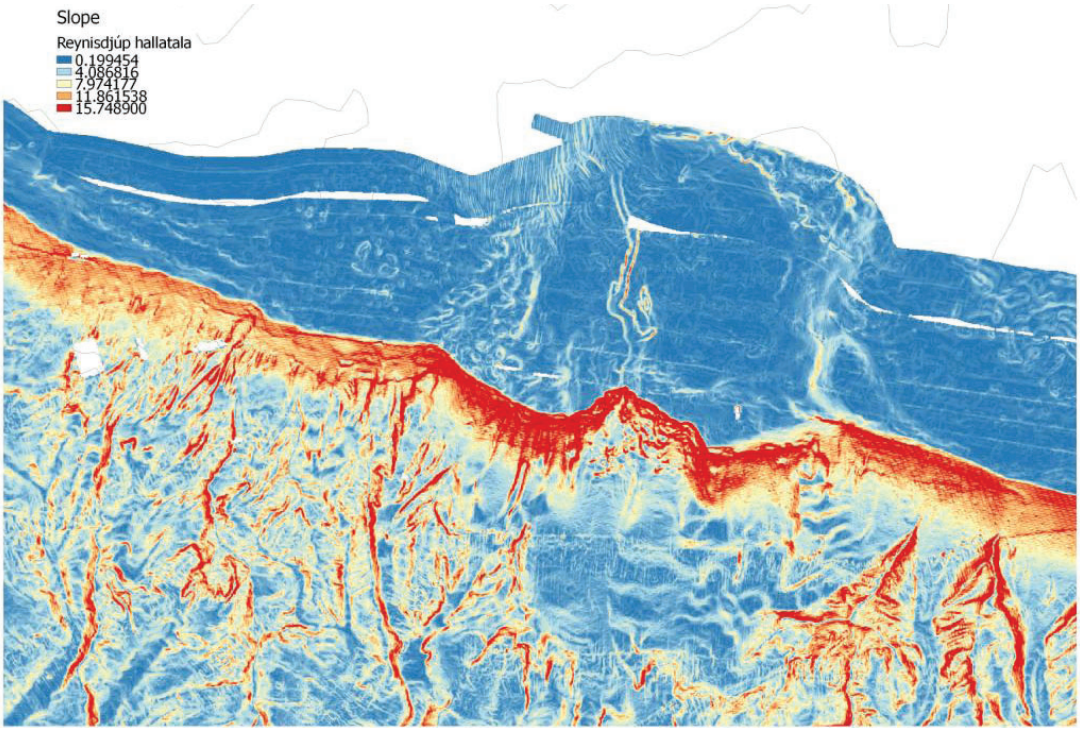
Brattur kantur er frá Háfadjúpi yfir í Reynisdjúp (24. og 25. mynd). Reynisdjúpið sjálft er um 11 km breitt og kanturinn úti fyrir því er brattur og á fjölgeislakorti sést að skriða hefur fallið úr honum miðjum (24. og 25. mynd). Við vesturkant Reynisdjúps á 200-360 m dýpi var harður botn, skeljasandur, grjót og kóralbrot. Við austurkantinn á 340-385 m dýpi var brattur kantur eða veggur lagskiptur með hart og mjúkt set hvert ofan á öðru.



24. mynd. Kantiutinn milli Háfadjúps og Reynsidjúps. Reynisdjúp er til hægri á myndinni og skriðusár sést austast í djúpinu. Rauðir ferlar sýna rannsóknasniðin. Bláir hringir sýna kóral.

Rannsóknir

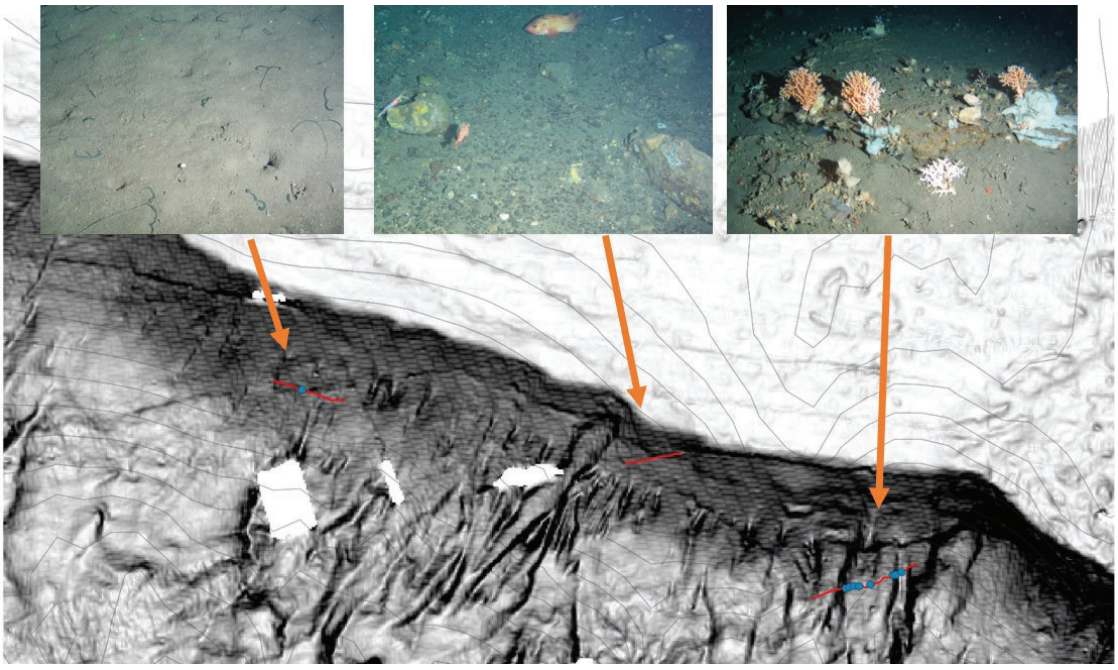
Kanturinn milli Háfadjúps og Reynisdjúps var skoðaður árið 2012. Þar voru tekin þrjú rannsóknasnið, eitt á um 500 m dýpi sem var 1296 m langt, annað var á 250-350 m dýpi og var 880 m langt og það þriðja var tekið á 530-650 m dýpi og 1926 m langt (26.



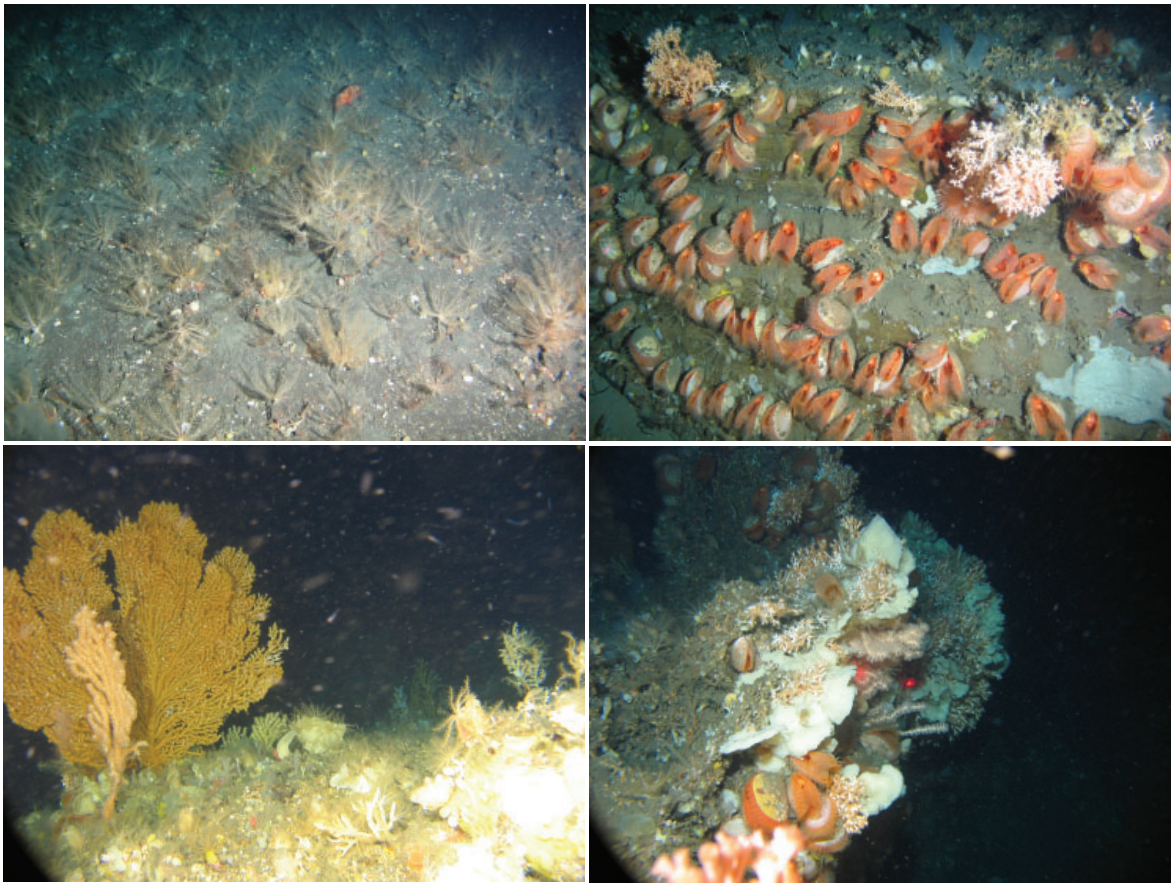
25. mynd. Hallatala fyrir Reynisdjúp. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan.

mynd).

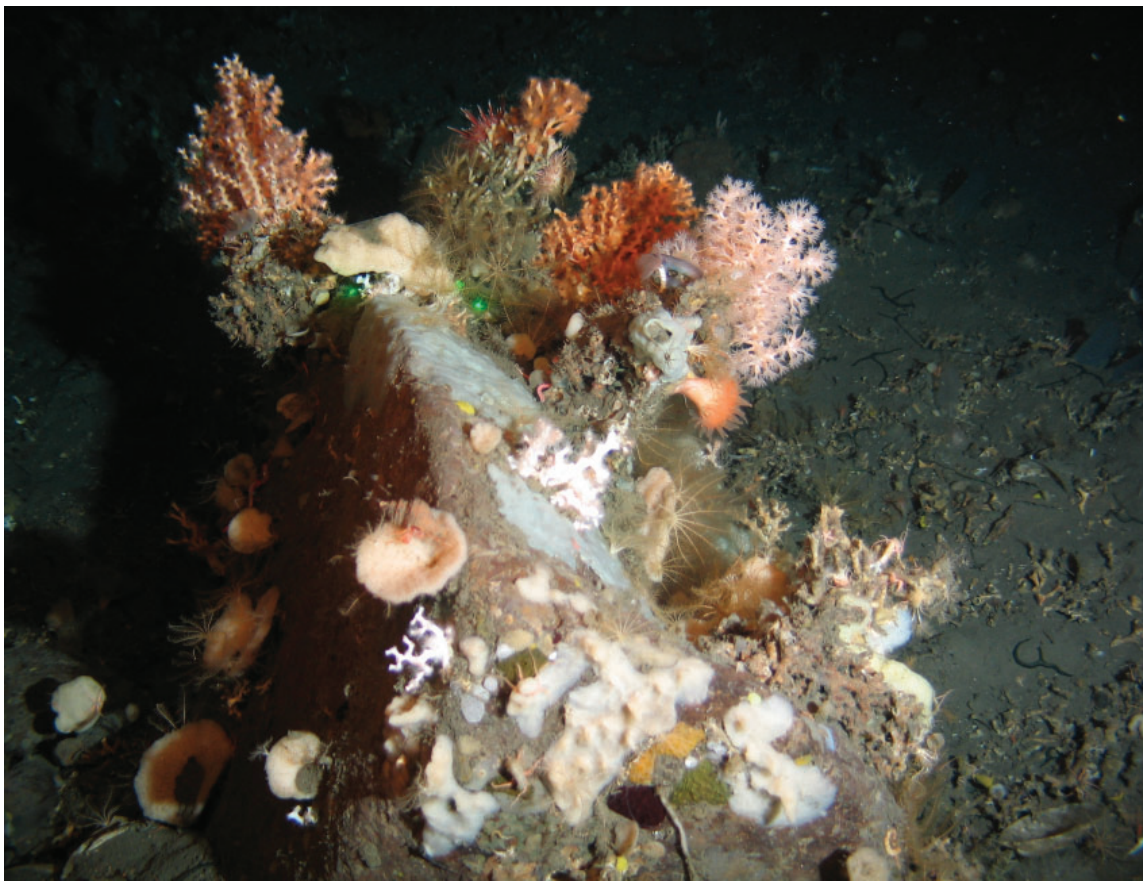
Reynisdjúpið sjálft var rannsakað með djúpkanna árið 2004 og aftur 2012 með campod. Tveggja tíma köfun var framkvæmd 2004 austan við skriðuna en myndefnið var svarthvítt í slæmum gæðum og því erfitt að nota það við úrvinnslu. Um 2000 m langt snið var tekið með campod á 198-365 m dýpi ofan á kantinum og niður í bratta skriðuna (24. mynd).



26. mynd. Rannsóknasnið og lífríkið í kantinum milli Háfadjúps og Reynisdjúps. Á leirbotni vestast vou grænir skeiðormar. Í miðjunni var harður botn, möl og grjót. Austast voru móbergsflákar með kóral. Bláir hringir sýna staðsetningu kórals á sniðunum.



27. mynd. Myndirnar sýna lífríkið í kantinum milli Háfadjúps og Reynisdjúps. Efri mynd til vinstri sýnir sæliljur, til hægri eru ægisdrekkur og *Madrepora oculata*. Neðri mynd til vinstri sýnir kóraltré, bæði *Paramuricea* sp. og *Primnoa resedaeformis*. Til hægri er kóralrif með ýmsar tegundir.



28. mynd. Lífríki á grjóti. Kóralbrot eru í kringum grjótið.

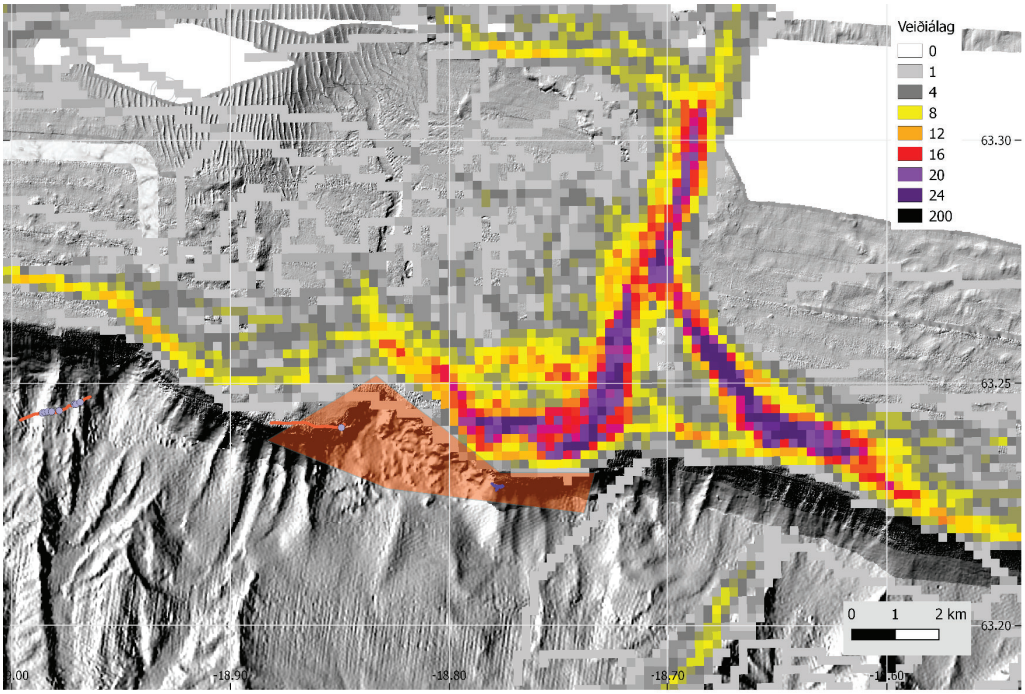
Lífríkið

Á 500 m dýpi í kantinum austan við Háfadjúp uxu glókóralar *Madrepora oculata*, *Paramuricea* sp., *Anthothelia grandiflora* og postulínskórall *Lophelia pertusa*. Þéttleiki skeiðorma (Echiuroida), líklega *Bonella viridis*, á leirbotni var allt að 30 dýr á fermeter. Enginn kórall var á 250-350 m dýpi milli Háfadjúps og Reynisdjúps. Á 530-650 m dýpi næst Reynisdjúpi voru kóralbrot og lifandi kóralgreinar á harðri skorpu (27. mynd).

Áberandi mikill þéttleiki sælilja (Crinoidea, hópur sem tilheyrir skrápdýrum) var ofan á kantinum og í Reynisjúpi á 200-360 m dýpi (27. mynd). Þær þöktu nánast botninn sem var skeljasandur, kóralbrot og grjót. Auk sælilja voru þar kóraltré, hvítir og ljósbleikir sæfiflar og mikill þéttleiki skeiðorma (10 dýr pr. m^2). Í bröttum kantinum austan í Reynisdjúpi var að finna postulíns- og glókóral og kóraltrén *Primnoa resedaeformis* og *Paramuricea* sp. Einnig voru þar ægisdrekkur (*Acesta excavata*) og svampar.

Verndun

Í kantinum út af miðju Reynisdjúpi er friðað svæði síðan 2005 (29. mynd). Upplýsingar um kóralsvæði í Reynisdjúpi fengust frá sjómönnum og var kóralsvæðið afmarkað út frá þessum upplýsingum ásamt niðurstöðum rannsókna 2004 (Anon, 2015). Ekki þykir ástæða til að vernda stærra svæði út frá þessum nýju upplýsingum enda veiðiálag mest ofan á kantinum en ekki þar sem kórall er í kantinum (29. mynd).

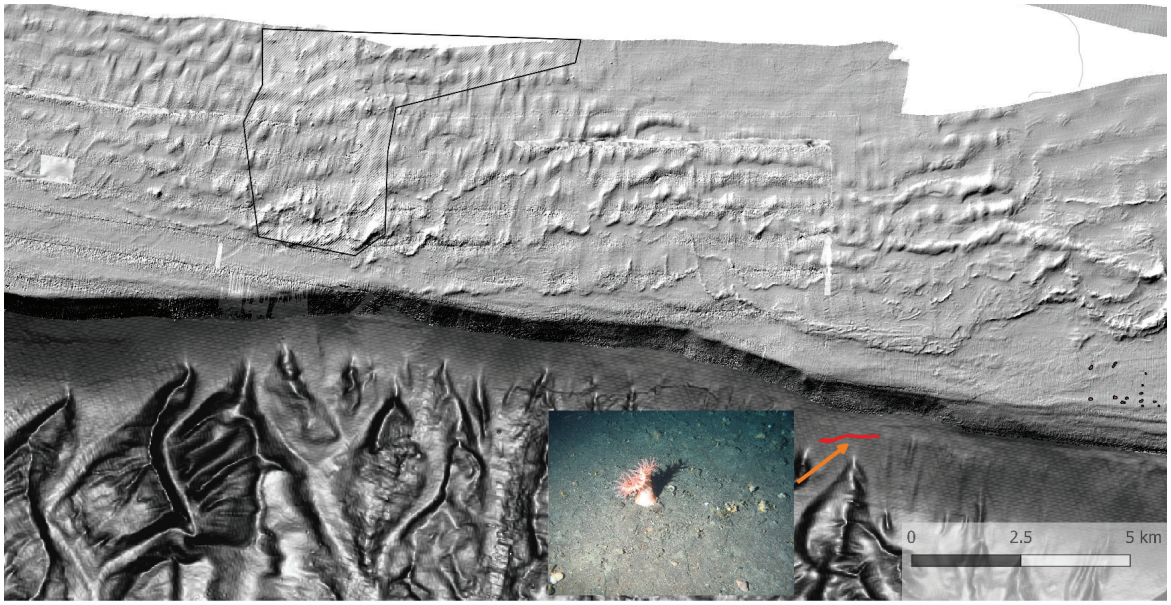


29. mynd. Veiðiálag togskipa 2013 í Reynisdjúpi. Ljósappesínuguli reiturinn sýnir verndarsvæði kórals skv. Reglugerðarfriðun frá 2005.

6.4 KÖTLUGRUNN

Kórall var fyrr á árum á um 220 m dýpi austan við vesturhorn Kötlugrunns, en miklar veiðar fóru fram á því svæði 1991-2002 og talið að sá kórall sé nú að mestu horfinn. Talið var að kórall væri þó dýpra eða á 512-640 m dýpi á austurhorni Kötlugrunns

(Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004).



30. mynd. Kantur út af Kötlugrunni. Rauð lína sýnir snið sem var tekið 2010. Innfellda myndin sýnir sæfífil.

Staðhættir

Á grunninu eru jökulgarðar og brattur kantur er fram af því á um 170 m dýpi. Ekki er ljóst hvar sá kórall hefur verið sem lýst var hér að ofan í skýrslu Sigmars A. Steingrímssonar og Sólmundar T. Einarssonar 2004. Hins vegar sýna fjölgeislakort að á um það bil 13 km^2 svæði fyrir miðju grunni á 130-140 m dýpi eru hólar. Þessir hólar hafa ekki hafa verið rannsakaðir (30. mynd).

Rannsóknir

Eitt 3 km langt snið var tekið á 339-465 m dýpi eftir landgrunnskantinum austur af Kötlugrunni (vestur af Skaftárdjúpi) árið 2010 (30. mynd) en þar var hart set, möl og grjót. Reynt var að taka annað snið neðar í kantinum á 690 m dýpi en aðeins náðust tvær myndir áður en bilun varð í ljósleiðarakaplinum og því varð að hætta rannsóknum á þessu svæði. Myndirnar sem sýndu þó að botngerð var mýkri og leirkenndari en á sniðinu sem tekið var ofar í kantinum.

Lífríkið

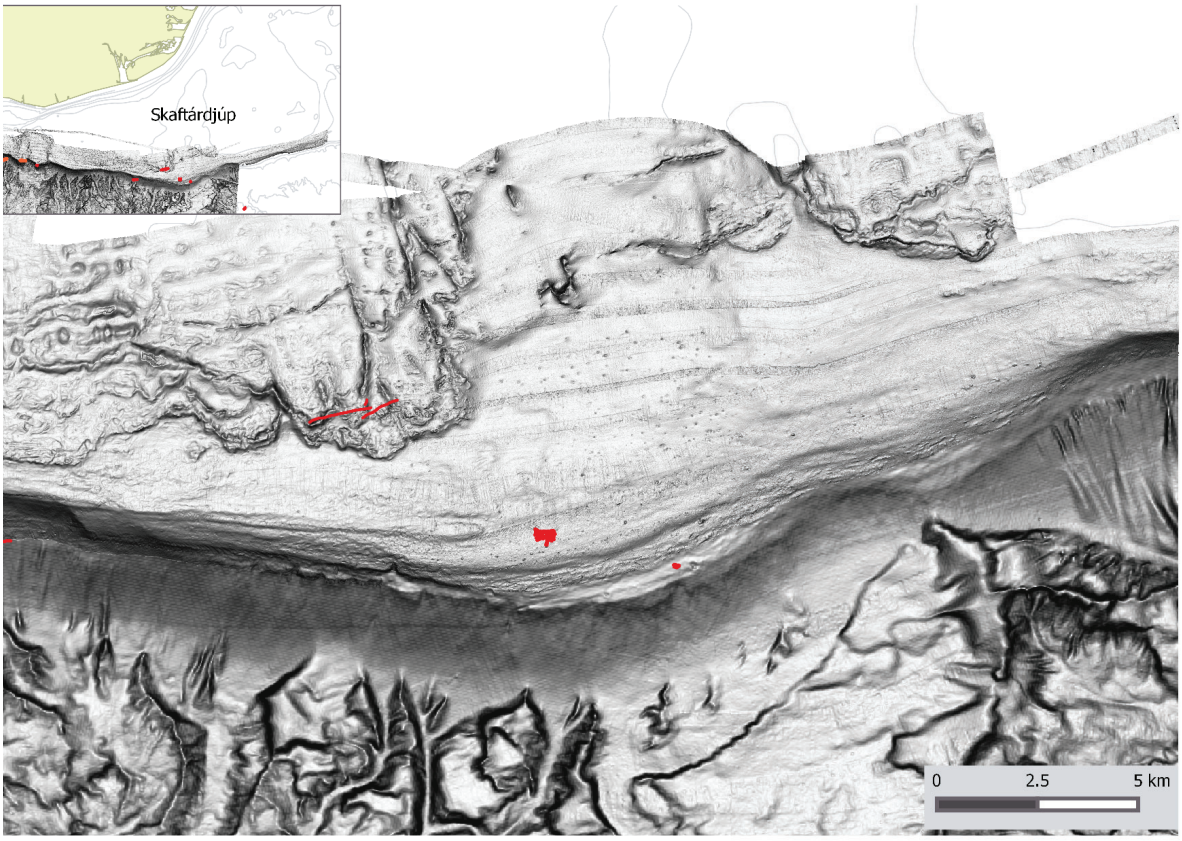
Ekki var hægt að staðfesta hvort kórall sé á svæðinu. Á grynnra sniðinu var harður botn og sæfjaðrir, svampar og sæfíflar mest áberandi.

Verndun

Gögn voru ekki næg til að meta þörf á verndun. Rannsaka þyrfti betur hóla sem eru fyrir miðju grunninu á 130-140 m dýpi til að sjá hvort þeir séu kóralrif og þá í hvaða ástandi þau eru.

6.4.1 SKAFTÁRDJÚP

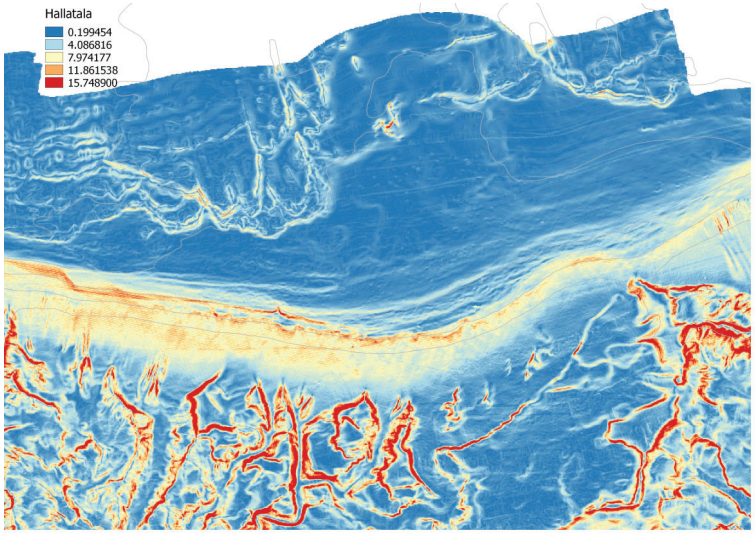
Kórall var þekktur í Skaftárdjúpi 2003 og var honum lýst sem stökum haugum af kóral á 330-475 m dýpi (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004). Miklar veiðar fóru fram á svæðinu á þessum tíma og því var talið brýnt að rannsaka það sem fyrst til að meta þörf á verndun.



31. mynd. Skaftárdjúp. Lítil mynd sýnir hvar rannsóknasvæðið liggur út af suðurströnd Íslands. Rauðir ferlar sýna snið tekin 2010 og 2004.

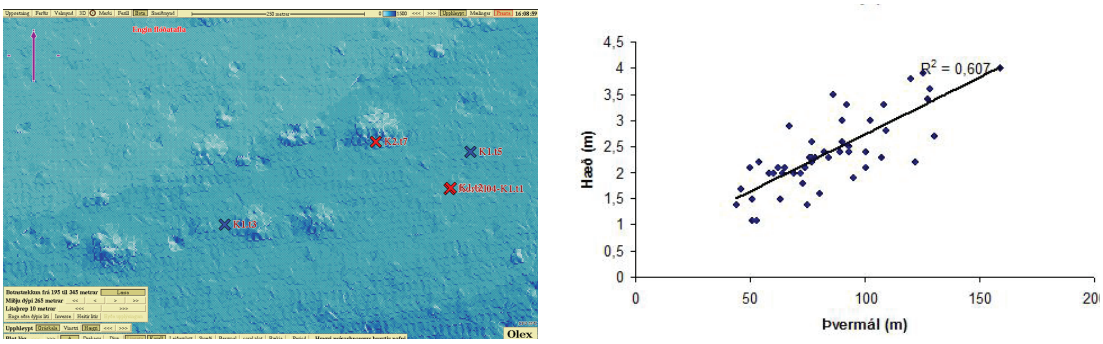
Staðhættir

Skaftárdjúp er um 20 km breitt horna á milli og er vesturkantur þess hulinn



32. mynd. Greining á halla í Skaftárdjúpi. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan.

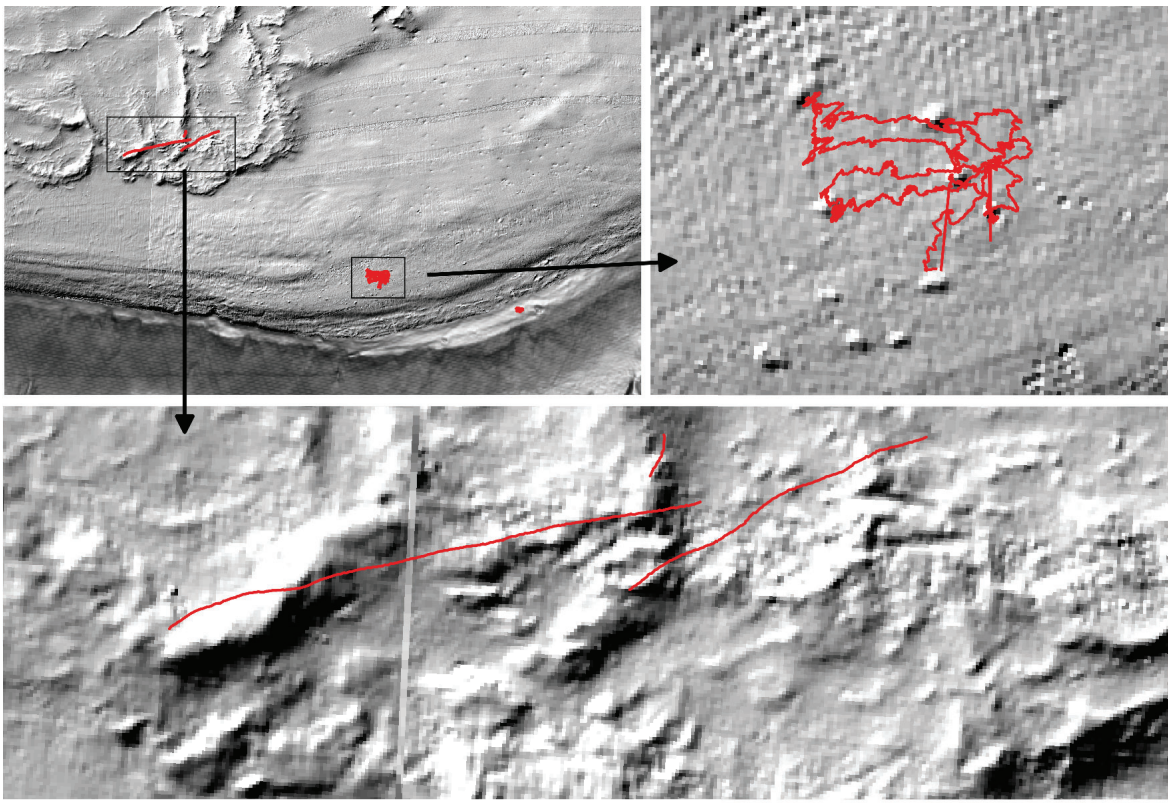
jökulruðningi. Ummerki sjást á fjölgeislamældum kortum eftir jökla eða ísjaka sem hafa skriðið um og sorfið rákir í botninn. Fyrir miðju djúpi sjást bæði uppstreymisop og hringlaga hólamyndanir á 230-300 m dýpi. Þessar hólamyndanir vísa líklega til hauganna sem lýst var að framan. Kanturinn úti fyrir djúpinu er nokkuð brattur og sléttur niður á um 600 m dýpi (31. og 32. mynd).



33. mynd. Kóralrif í Skaftárdjúpi út frá fjölgeislagögnum. Mælingar sýna fylgni hæðar og þvermáls, þar sem hæstu rifin mældust um 4 m og yfir 150 m í þvermál.

Rannsóknir

Út frá fjölgeislakorti voru taldir 129 hringlaga hólar í Skaftárdjúpi (33. mynd). Árið 2004 var kafað niður á sex (4.7%) af þessum hólum. Myndað var með djúpkanna á 250-260 m dýpi og í kantinn fyrir utan á 340-350 m dýpi (34. mynd). Myndefnið staðfesti að þarna voru kóralrif. Samanlagt voru þessi rif rúmlega 49,3 ha að flatarmáli, eða frá 0,09 ha til 2,31 ha. Meðalstærð var 0,38 ha. Myndefnið sýndi jafnframt að kóralrifin voru að mestu eyðilögð. Árið 2010 var jökulgarðurinn við vestra horn Skaftárdjúps

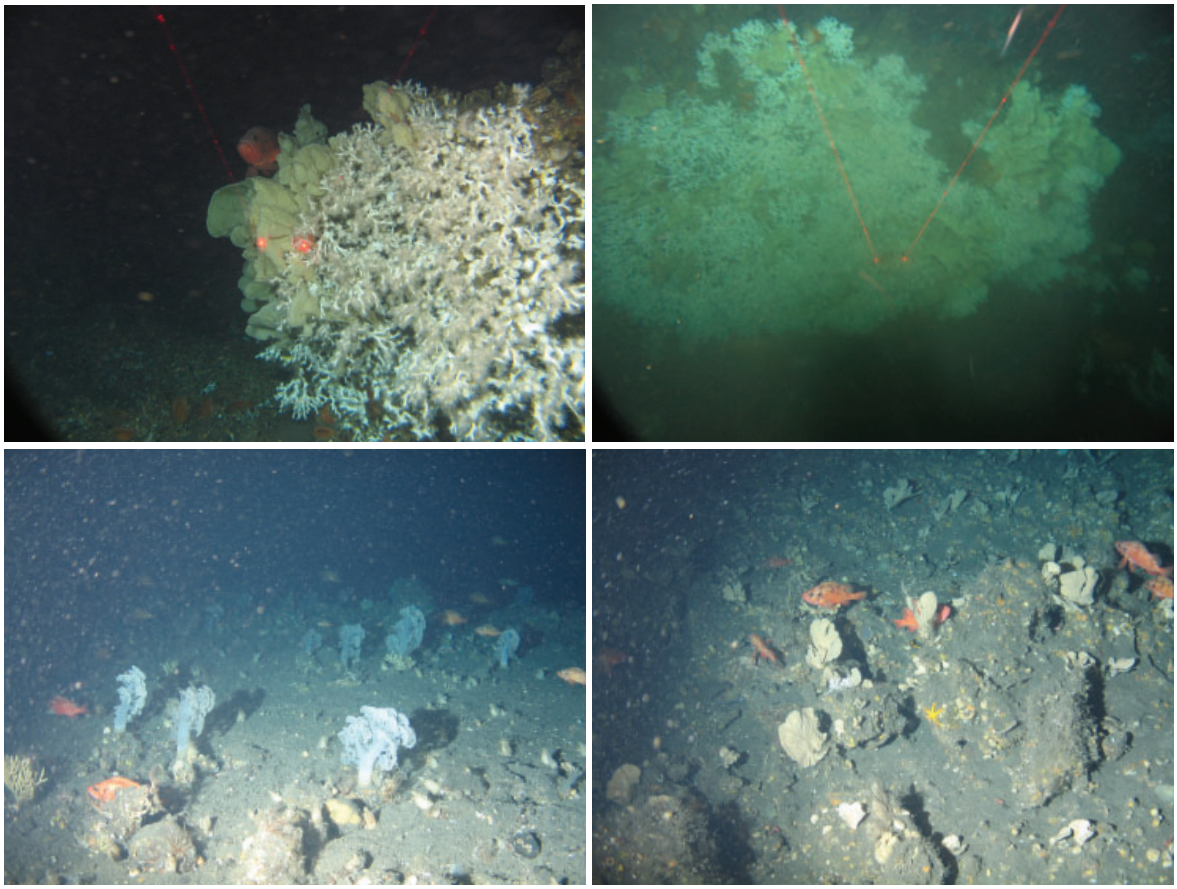


34. mynd. Yfirlits- og nærmynd af ferlum myndavéla í Skaftárdjúpi. Efri myndin til hægri sýnir feril djúpkannans yfir kóralrifin og neðri myndin sýnir ferla campodsins yfir jökulgarð.

kannaður. Tvö snið voru tekin á 150-180 m dýpi, samtals um 2,4 km að lengd. Botninn var grófur úr hörðnuðu seti með sprungur og gjótur en þunnt set lá yfir (35. mynd).

Lífríkið

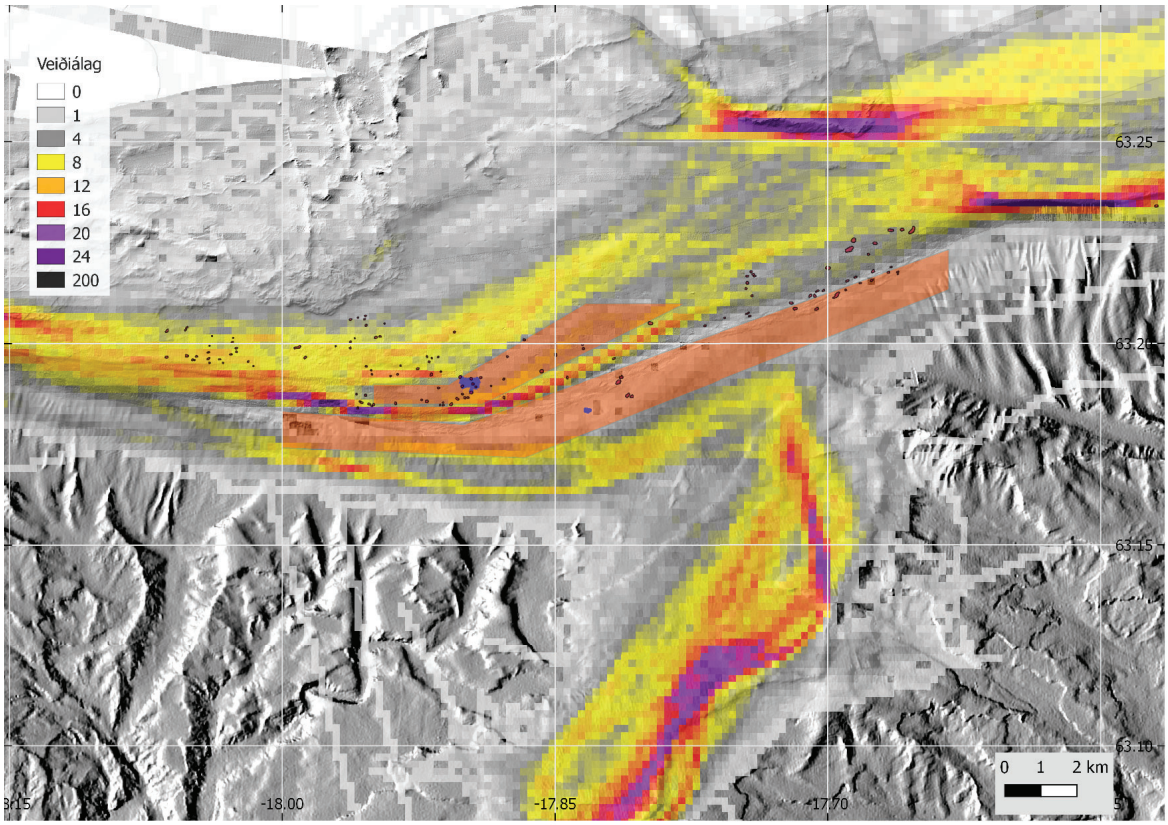
Brotinn kórall og rákir eftir toghlera, slitin troll og fleiri ummerki sáust á öllum rifunum sem voru mynduð 2004. Kórall var þó lifandi á að minnsta kosti tveimur þeirra. Á mjúkum botni milli kóralrifanna voru sæfjaðrir (*Kophobelemnon* sp.). Á jökulgarðinum var mikið af svömpum og voru *Phakella ventilabrum* og *Antho (Antho) dichotoma* mest áberandi ásamt karfa (35. mynd). Kóraltré *Paramuricea* sp. og blómkáskórall voru á grjóti og hörðum botni.



35. mynd. Lífríki í Skaftárdjúpi. Efri myndirnar sýna lifandi kóral á kóralrifum fyrir miðju Skaftárdjúpi. Neðri myndirnar sýna grófan botn á jökulgarðinum en þar var mikið um karfa, blómkálskórala (t.v.) og svampa (t.h.).

Verndun

Tillaga að lokun til verndar á kóral var sett fram eftir leiðangurinn 2004 (Anon, 2005) og tók friðun þess svæðis gildi 2005. Þeirri lokun var skipt upp með rennu í gegn þannig að um tvö hólf var að ræða (36. mynd). Efra hólfið var á u.þ.b. 245-270 m dýpi en neðra hólfið var í kantinum á 295-430 m dýpi. Þetta var gert til að halda tográs í gegnum svæðið. Eins og sést á mynd 35 eru margir hringlaga hólar utan við lokaða hólfið og eru þeir á veiðislóð. Líkur á að þar væri enn lifandi kórall voru taldar hverfandi og því var ekki ástæða til að óska eftir frekari lokun í kjölfar leiðangursins árið 2010 án frekari rannsókna. Skoðun á veiðiálagi samkvæmt ELB frá 2008 til 2013 sýnir togálag

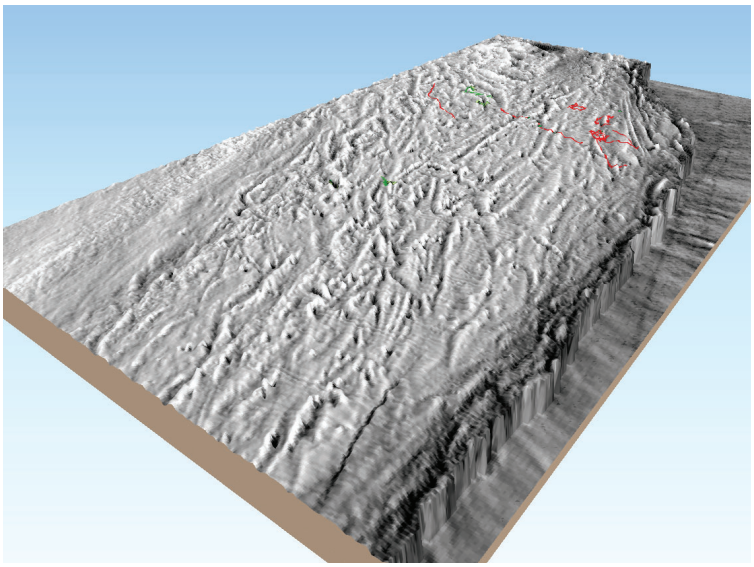


36. mynd. Veiðiálag í Skaftárdjúpi frá 2008-2013. Appelsínugulir reitir sýna verndarsvæði frá 2005. Svartir deplar sýna afmörkun á líklegum kóralrifum.

nálægt lokuðu hólfunum og kóralhólunum. Ekki hefur verið kannað hvort veiðarnar hafi neikvæð áhrif á kóralrifin innan hólfanna.

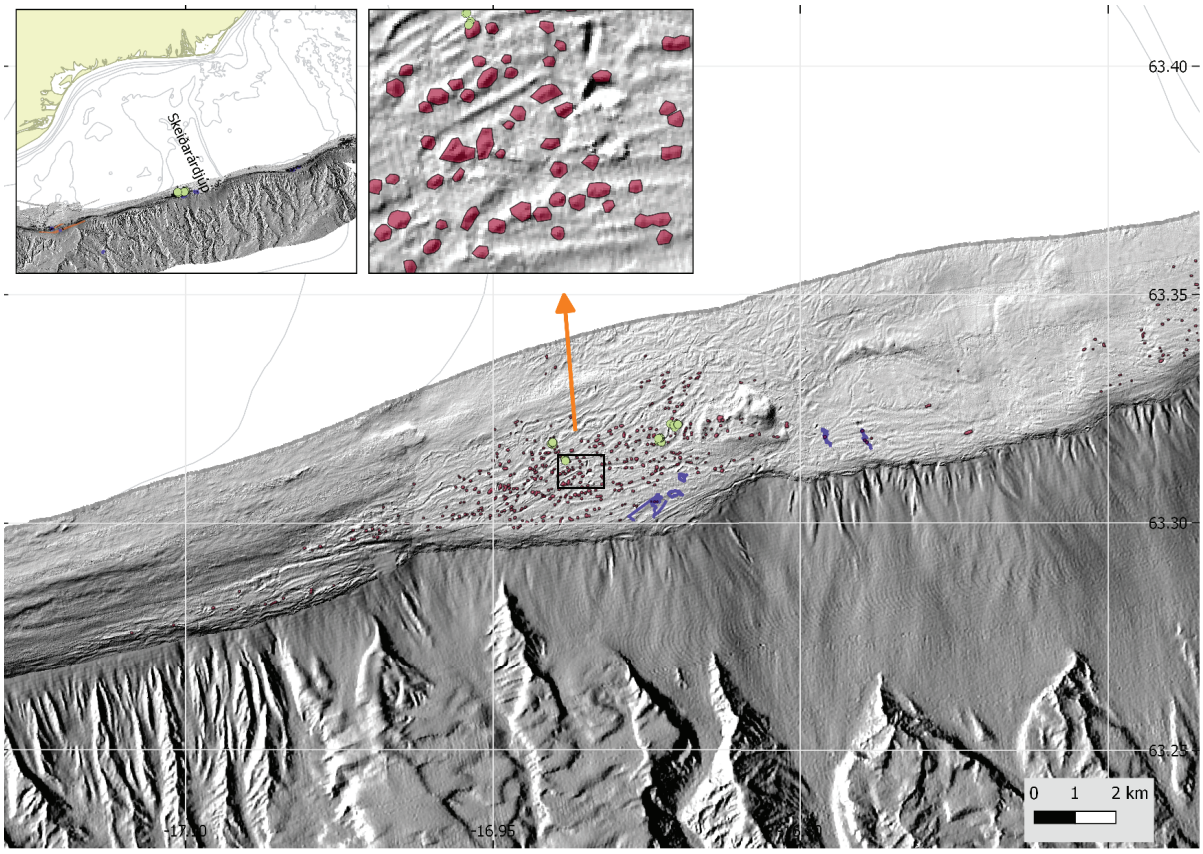
6.5 SKEIÐARÁRDJÚP / AUSTUR KANTUR SÍÐUGRUNNS

Samkvæmt skipstjórnarmönnum var kóral að finna á erfiðum botni á 440 m dýpi út af Síðugrunni en þar var ekki togað (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004). Brattur kantur er út af djúpinu. Við austurhornið á Síðugrunni var

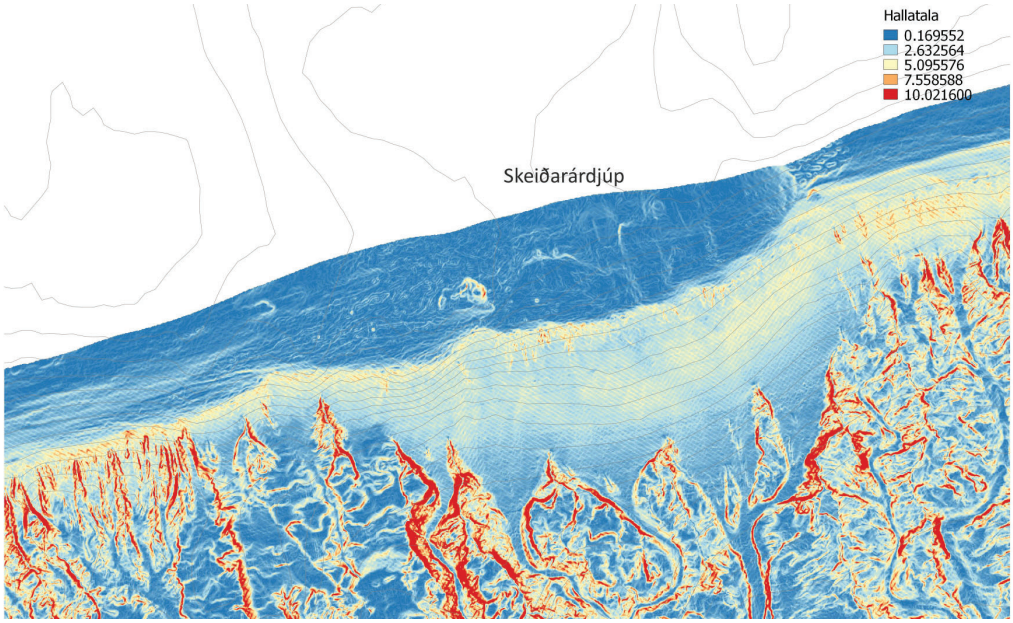


37. mynd. Þrívíð mynd af vestara kóralsvæðinu í Skeiðarárdjúpi. Jökulrákirnar skera yfirborðið og keilulaga myndanir eru all víða.

kórall á 256 m dýpi. Ekki var í ofangreindri heimild minnst á kóral í Skeiðarárdjúpi en við fjölgeislamælingar árið 2005 komu berlega í ljós miklir hólar vestan til í djúpinu og að horni Síðugrunns (37. mynd).



38. mynd. Skeiðarárdjúp. Litlu myndirnar sýna afstöðu rannsóknasvæðisins við suðurströnd landsins og rauðir flekkir á litlu myndinni til hægri sýna líkleg kóralrif innan svarta rammans.

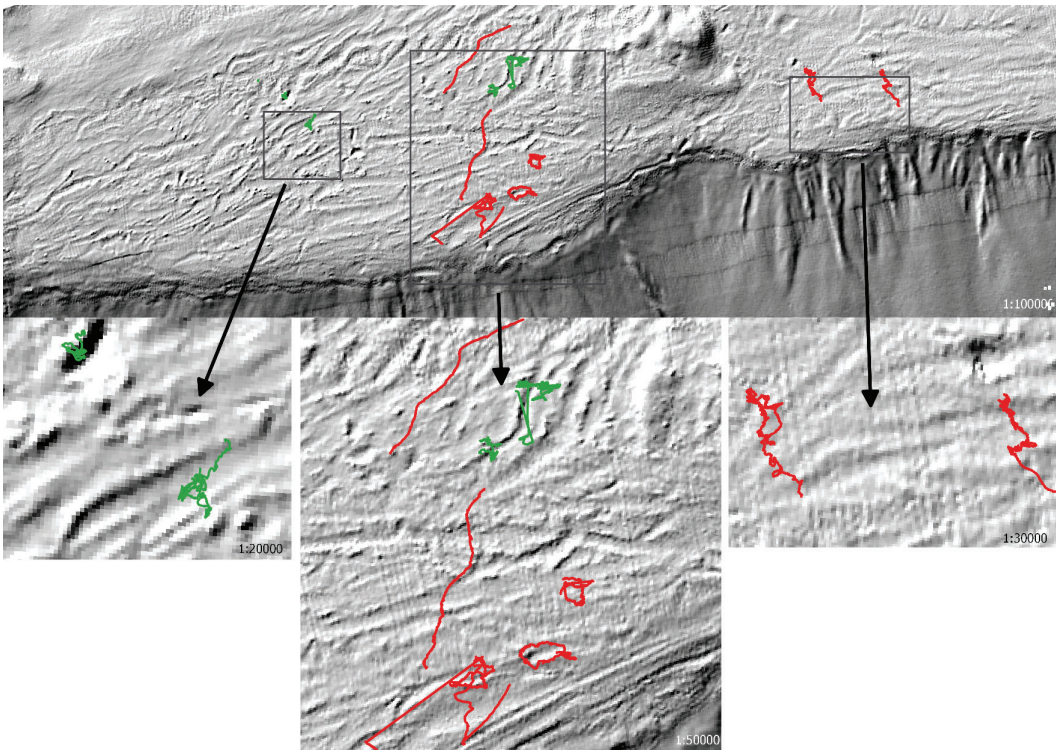


39. mynd. Greining á hallatölu fyrir Skeiðarárdjúp. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan.

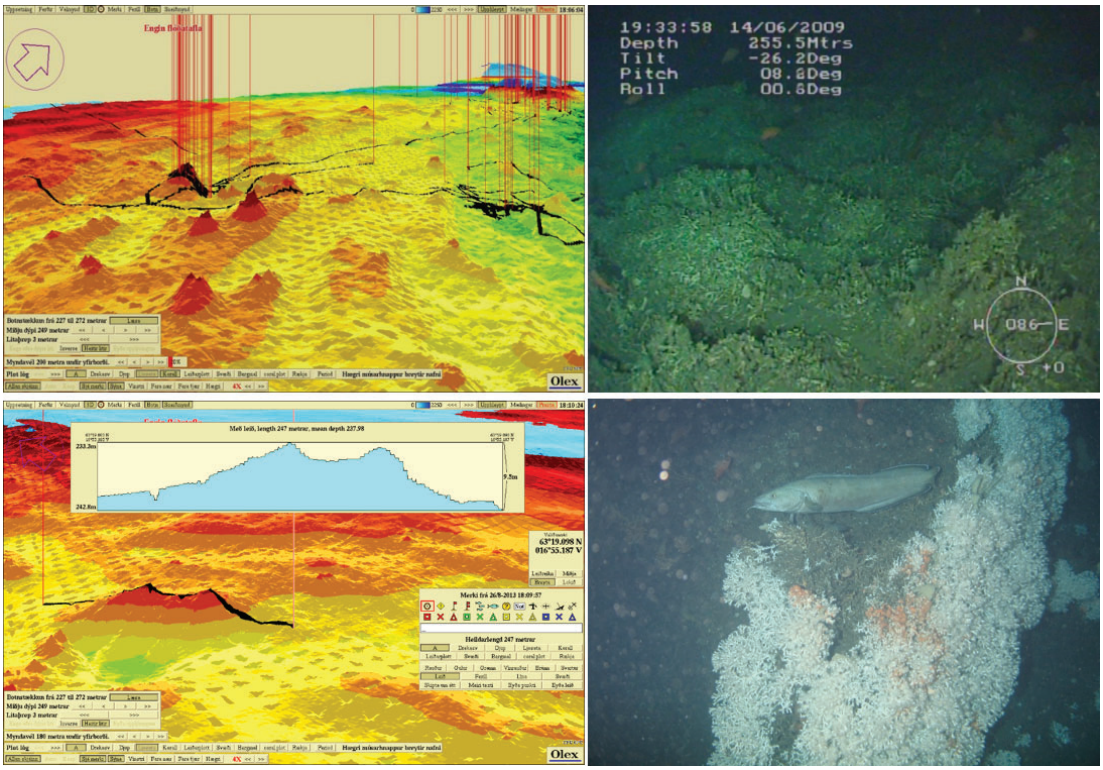
Staðhættir

Skeiðarárdjúp er um 22 km á breidd horna á milli (38. mynd). Kanturinn út af djúpinu

er nokkuð brattur en sléttur niður á um 1000 m dýpi, en þá taka við gil og hryggir (39. mynd). Að minnsta kosti 35 km^2 stórt svæði með keilulaga hólum var frá austurhorni Síðugrunns að miðju Skeiðarárdjúpi (37. og 38. mynd). Þarna voru jafnframt djúpar



40. mynd. Rannsóknasnið 2004, 2009 og 2010 í Skeiðarárdjúpi. Efri mynd sýnir öll sniðin en neðri myndir sýna nærmyndir af rannsóknasniðunum. Til vinstri liggja tvö snið yfir kóralrif, í miðju voru snið tekin yfir jökulrákir og kóralrif og til hægri voru snið tekin fyrir miðju djúpi en þar reyndust vera dauð kóralrif.

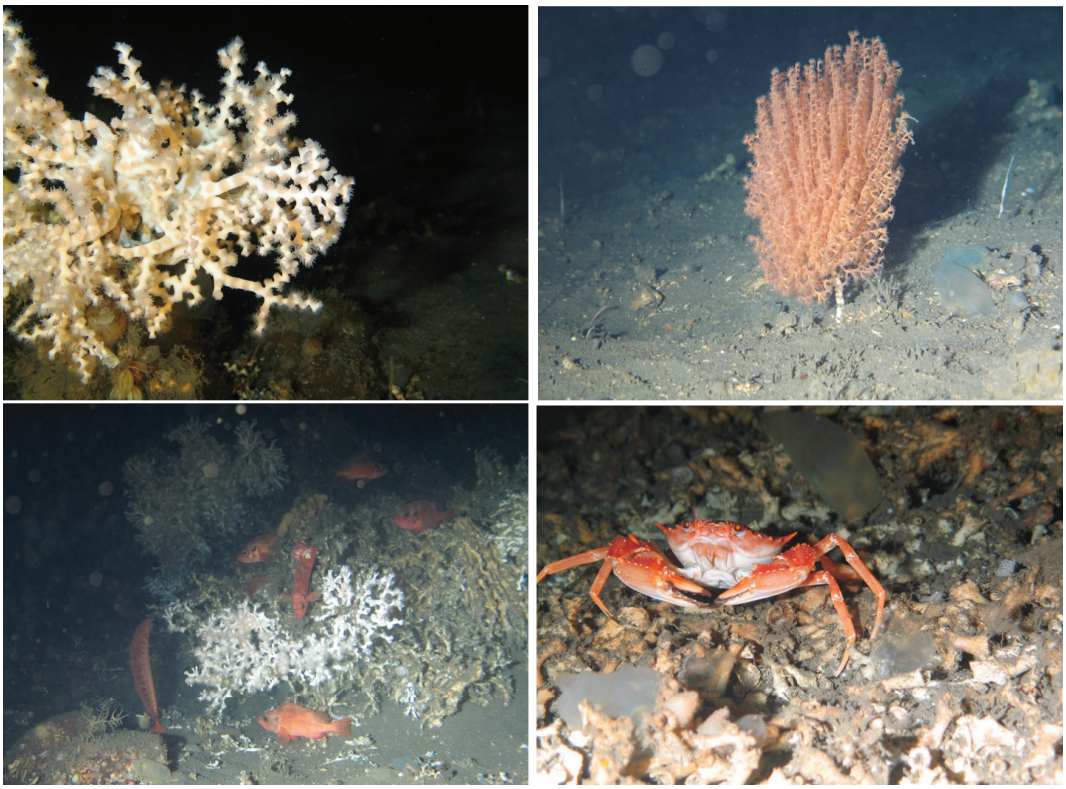


41. mynd. Þrívíð mynd sem sýnir kóralhólana í Skeiðarárdjúpi og hvernig umhorfs var á þeim. Kóralhólarnir eru keilulaga. Svörtu rákirnar eru ferlar myndavélarinnar.

jökulrákir allt að 150 m breiðar og 6 m djúpar og á börmum þeirra voru einnig hólar (41. mynd).

Rannsóknir

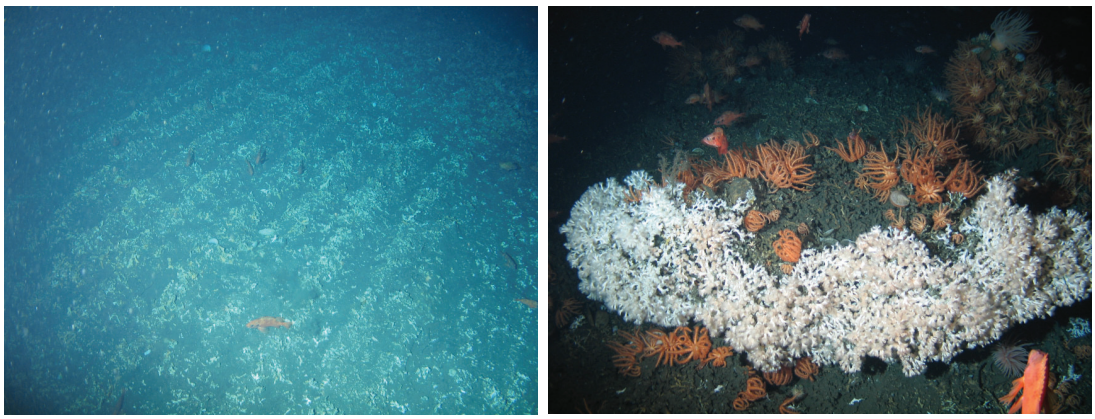
Kóralrif úti fyrir miðju Skeiðarárdjúpi voru mynduð árið 2004 en þau reyndust vera eyðilögð af völdum veiðarfæra (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004). Við vesturkantinn voru 447 hólar taldir af fjölgeislakorti (38. mynd). Heildarflatarmál þeirra var reiknað 151,7 ha. Rifin voru allt frá 0,07 ha til 1,56 ha og meðalflatarmál þeirra var 0,34 ha. Rannsóknir árið 2004, 2009 og 2010 staðfestu að hólarnir voru myndaðir af kóral. Alls voru skoðaðir 19 af þessum 447 hólum eða 4,25% (40. mynd). Myndefni frá 2010 sýndi að kórallinn sunnarlega á svæðinu var illa farinn (43. mynd). Þá voru tekin tvö snið, annað 370 m hitt 1460 m langt, á 240 -260 m dýpi (40. mynd rauðir ferlar, 41. mynd). Á öðru sniðinu var farið yfir fimm eyðilögð kóralrif en á tveimur rifum voru ummerki um að kórall væri að vaxa upp aftur.



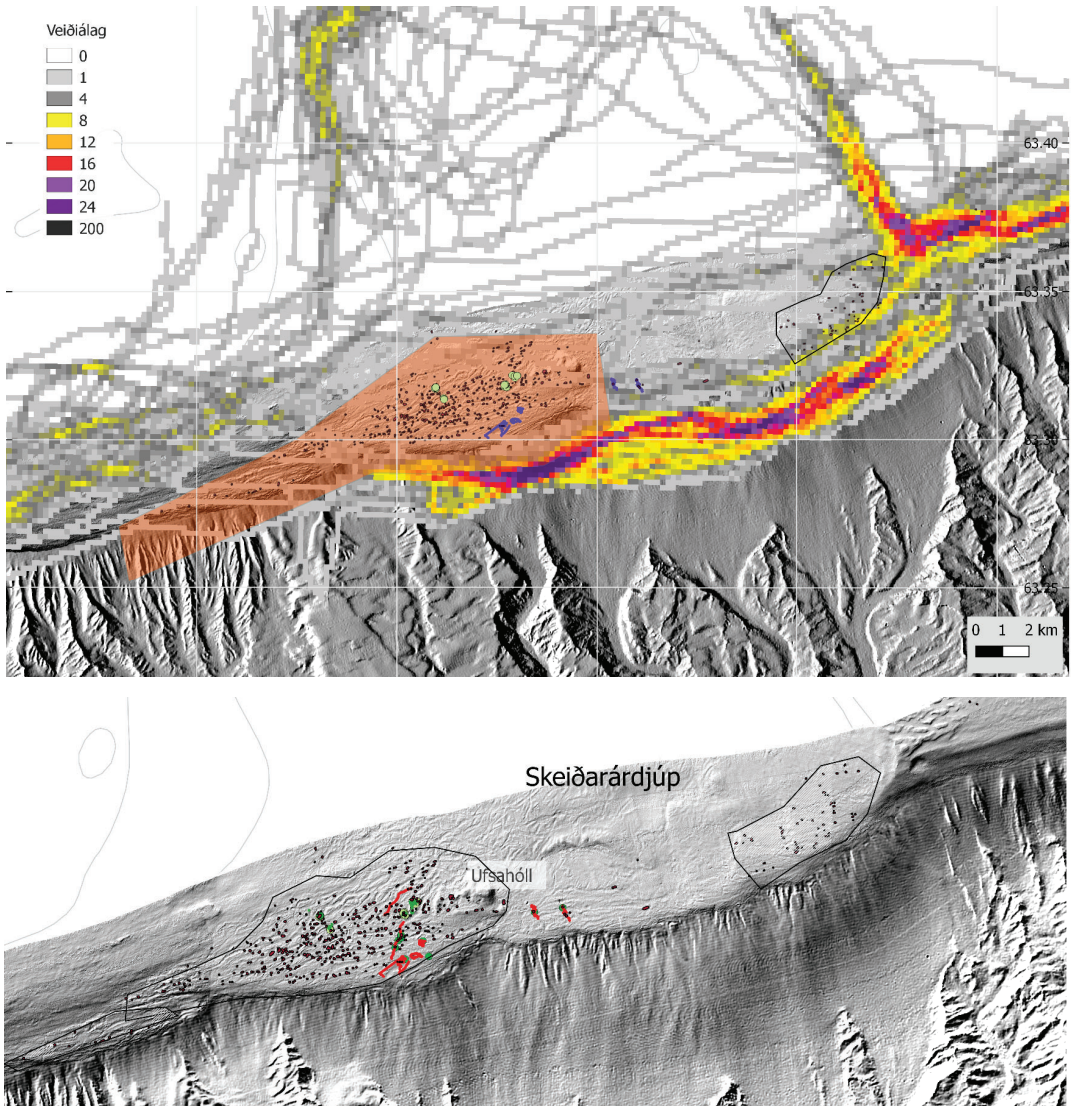
42. mynd. Kórall í Skeiðarárdjúpi. Efri myndir: *Madrepora oculata* (t.v.); *Acanella arbuscula* á mjúkum botni (t.h.). Neðri myndir: *Lophelia pertusa* ásamt karfa og sæfjörður (t.v.); stóri sundkrabbi á brotnum kóral (t.h.).

Lífríkið

Í Skeiðarárdjúpi var fjöldi keilulaga kóralrifa. Áhugavert væri að rannsaka aldur þeirra og hversu lengi þau hafa verið að myndast. Margar tegundir kórala fundust í Skeiðarárdjúpi; postulínskórall, glókórall, *Paramuricea* sp., cf. *Anthothela grandiflora*, bambuskórall og sæfjaðrirnar *Kophobelemnon* sp., *Halipteris* sp., *Pennatula grandis* og *Pennatula* sp. Sæfjaðrir og bambuskórall voru á mjúkum botni en stein- og hornkóralar á hörðu undirlagi. Rifin voru byggð upp af postulínskóral. Á mjúkum botni milli rifa voru sæfjaðrir og pípuhreinsara svampar *Asbestopluma pennata*. Á hörðum botni og grjóti voru vasa- og blaðlaga svampar og stakar greinar af glókóral. Karfi var innan um kóralrifin (42. mynd).



43. mynd. Kóralrif í Skeiðarárdjúpi. Til vinstri sést hvernig veiðarfæri hafa leikið kóralinn sumstaðar en til hægri er lifandi kóralrif.



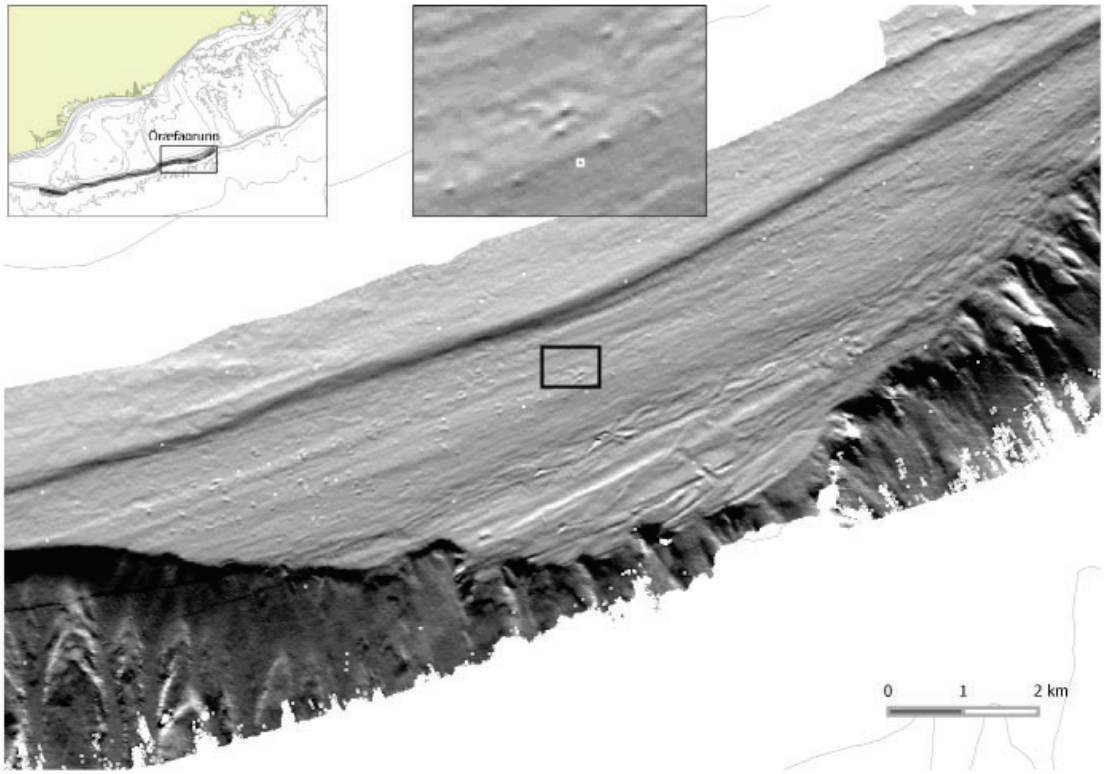
44. mynd. Veiðiálag togskipa við Skeiðarárdjúp út frá ELB og VMS gögnum 2013. Appelsínugulur flötur sýnir lokað hólf til verndar kórals. Austar í Skeiðarárdjúpi er annað svæði sem sýnir hringlaga hóla en þeir hafa ekki verið rannsakaðir. Rauðir og grænir ferlar sýna rannsónasnið 2004, 2009 og 2010.

Verndun

Kóralsvæðið í vesturhluta Skeiðarárdjúps og að austurkanti Síðugrunns var friðað með reglugerð 2011 eftir að rannsóknir fóru fram 2009 og 2010 (44. mynd, appelsínugulur flötur). Fyrir miðju djúpi var kórall svo illa farinn að ekki þótti ástæða til að vernda hann árið 2005. Líkur eru á að kóralhólarnir nái lengra til norðurs en þar hefur ekki verið fjölgeislamælt og því ekki hægt að staðfesta það. Austar á svæðinu eru margar hringlaga myndanir sem þyrfti að skoða betur til að staðfesta hvort um kóralrif sé að ræða (44. mynd). Togskip sneiða hjá svæðinu sem gefur von um að þar gætu verið lifandi kóralrif.

6.6 ÖRÆFAGRUNN

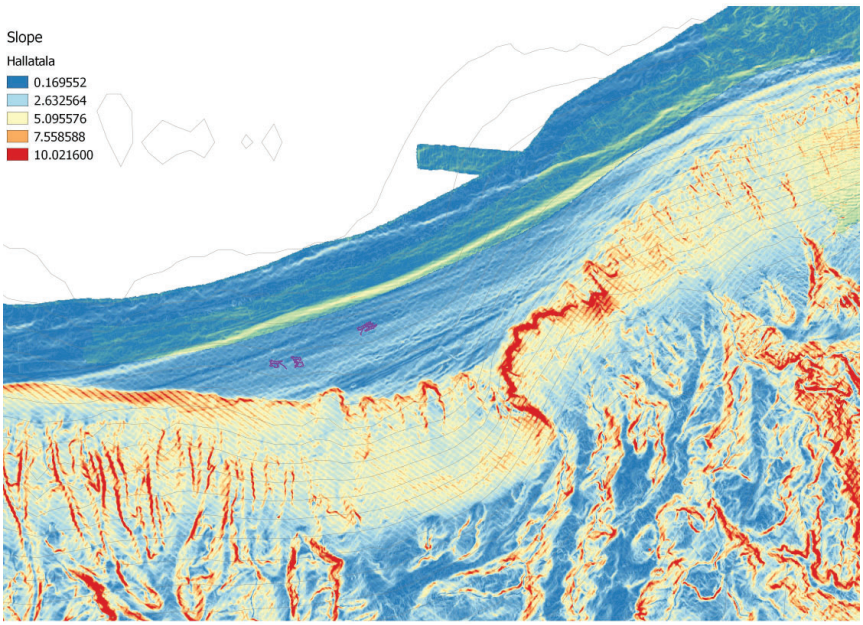
Kórall var þekktur áður fyrr á báðum hornum Öræfagrunns á 200-220 m dýpi og voru svæðin talin vera 68 og 30 km^2 að stærð. Miklar veiðar fóru fram við kóralsvæðin á árunum 1991-2002 og er talið að kórallinn sé nú horfinn (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004). Hins vegar var á þessum tíma talið að um 5 km^2 stórt kóralsvæði væri enn til staðar á 230-280 m dýpi á leirbotni úti fyrir miðjum suðurenda Öræfagrunns.



45. mynd. Öræfagrunn. Litla myndin til vinstir sýnr afstöðu svæðisins til lands. Litla myndin til hægri sýnir kóralhóla innan svarta rammanns.

Staðhættir

Öræfagrunn liggur á milli Skeiðarárdjúps og Breiðamerkurdjúps (45. mynd). Yst, úti fyrir miðju grunni sýna fjölgeislakort hringlaga hóla á 225-300 m dýpi, líkt og við Skaftárdjúp. Þarna er sléttur og mjúkur botn og því eru þessir hólar áberandi. Hólarnir eru sunnan við brot í botnlagið þar sem um 20-30 m hár kantur og um 18 km langur liggur utarlega fyrir miðju grunninu. Þetta er að líkindum svæðið sem getið var um árið

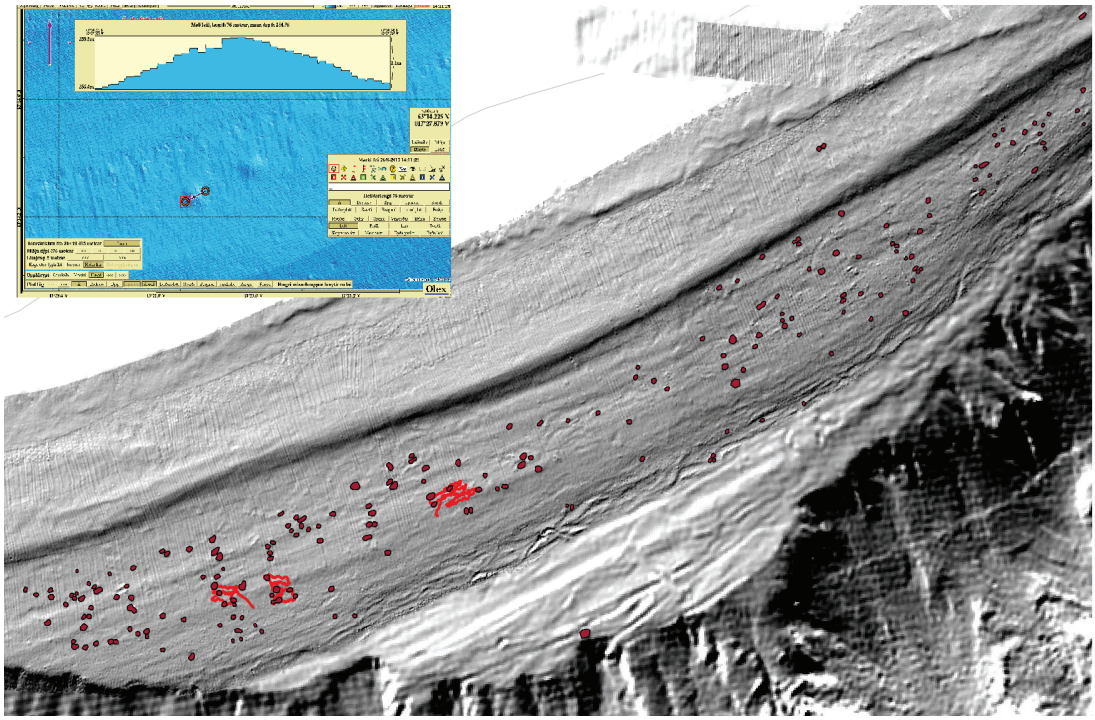


46. mynd. Hallatala reiknuð fyrir Öræfagrunn. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan.

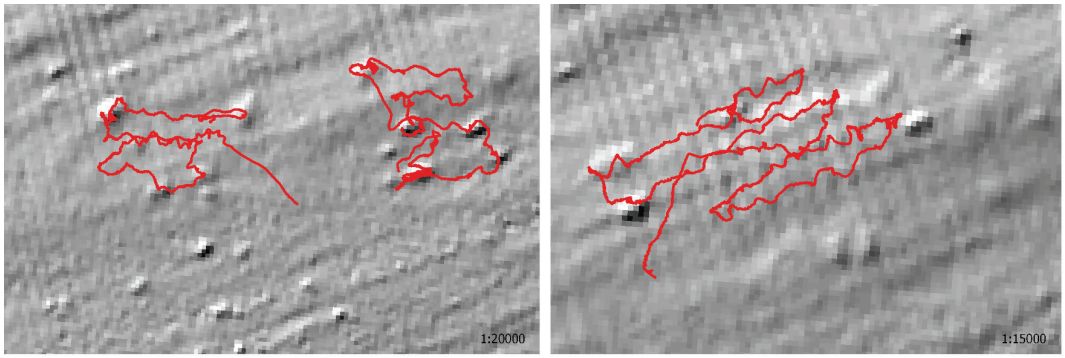
2003 og þá talið að enn gæti verið óraskað kóralsvæði. Kanturinn út af Öræfagrunni er brattur (46. mynd) og á fjölgeislkortum sjást hólar í kantinum en tilvist kórala þar hefur ekki verið staðfest.

Rannsóknir

Út frá fjölgeislakorti voru taldir 212 líklegir kóralhólar á dýptarbilinu 220-290 m (47. og 48. mynd). Heildarflatarmál þeirra var 56,9 ha, allt frá 0,07 ha til 0,9 ha. Meðalflatarmál var 0,3 ha. Árið 2004 voru 12 hólar (5,6%) skoðaðir sem allir reyndust



47. mynd. Hringlaga myndanir (rauðir flekkir) á Öræfagrunni. Hver rauður hringur táknar líklegt kóralrif. Rauðir ferlar sýna rannsóknasnið frá 2004. Litil mynd sýnir nærmynd af kóralrifi og þversnið yfir það. Rifið var 76 m í þvermál og rúmir þrír m á hæð.



48. mynd. Nærmynd af rannsóknasvæðinu og ferlum djúpkanna á Öræfagrunni 2004.

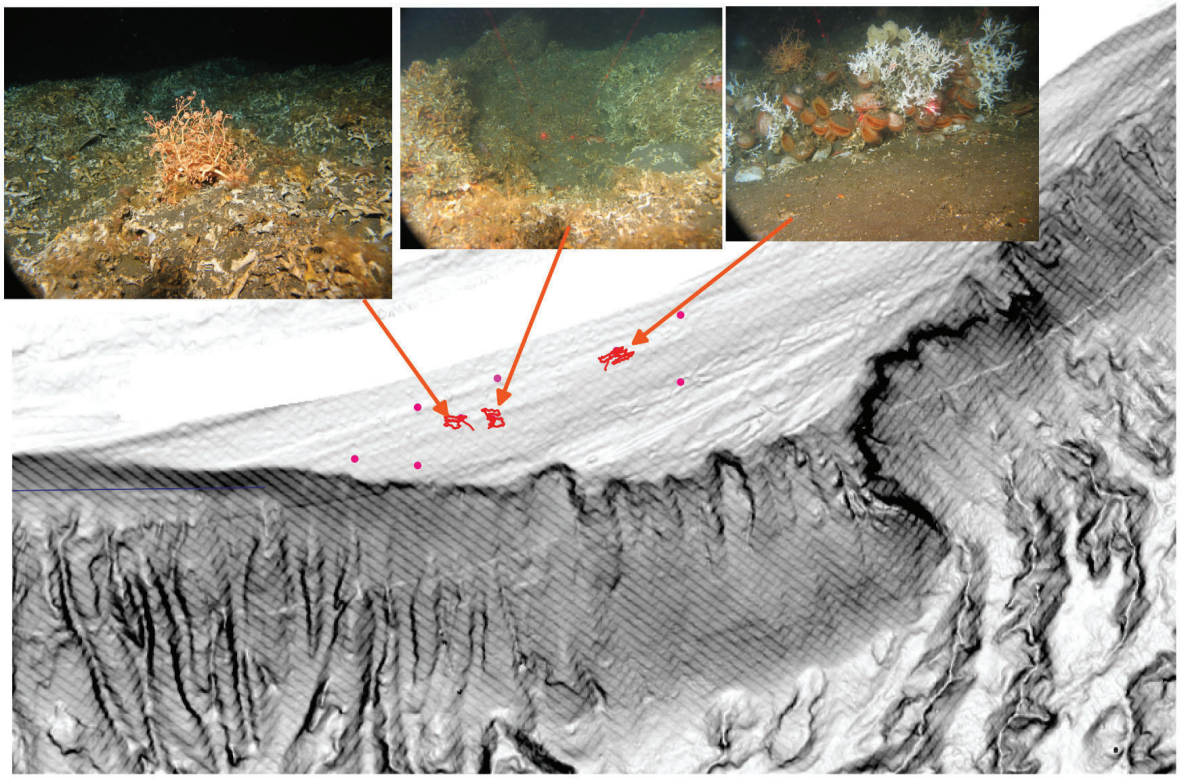
vera kóralrif (48. mynd). Öll rifin voru eyðilögð af völdum veiðarfæra og djúpar rákir eftir toghlera sjást í niðurbrotnum kóralrifunum (49. mynd). Horn Öræfagrunns hafa ekki verið rannsökuð en yfirgnæfandi líkur eru á að þar sé ekki kórall lengur vegna mikils veiðiálags.

Lífríkið

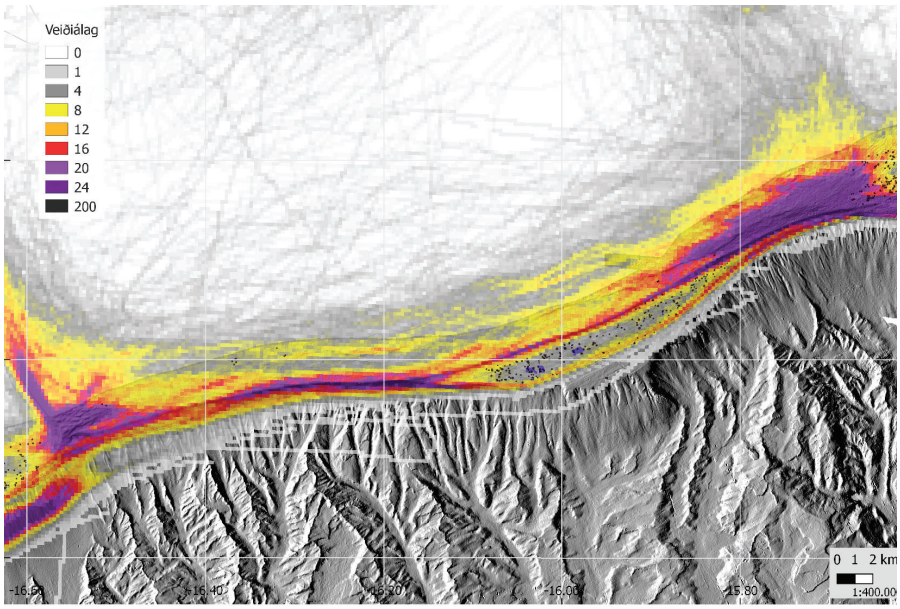
Fjölmörg kóralrif eru á Öræfagrunni þó flest þeirra séu nú eyðilögð. Lifandi postulínskóralgreinar voru á þremur hólum sem skoðaðir voru en annars var allur kórall gjöreyðilagður (49. mynd). Línur og slitin net voru rækilega flækt í méluðum kóralnum.

Verndun

Árið 2004 voru örfáar sjáanlegar lifandi kóralgreinar á kóralrifum í Öræfagrunni en mest allt var dautt. Því var ekki lagt til að vernda svæðið gegn botnveiðum. Miklar



49. mynd. Ástand kóralsvæðisins við Öræfagrunn árið 2004. Kóralrif voru brotin niður. Efst til vinstri má sjá marflækju (*Gorgonocephalus* sp.) á méluðum kóral, í miðju sést djúpt far um 50 cm breitt eftir toghlera. Til hægri vou greinar af lifandi kóral.

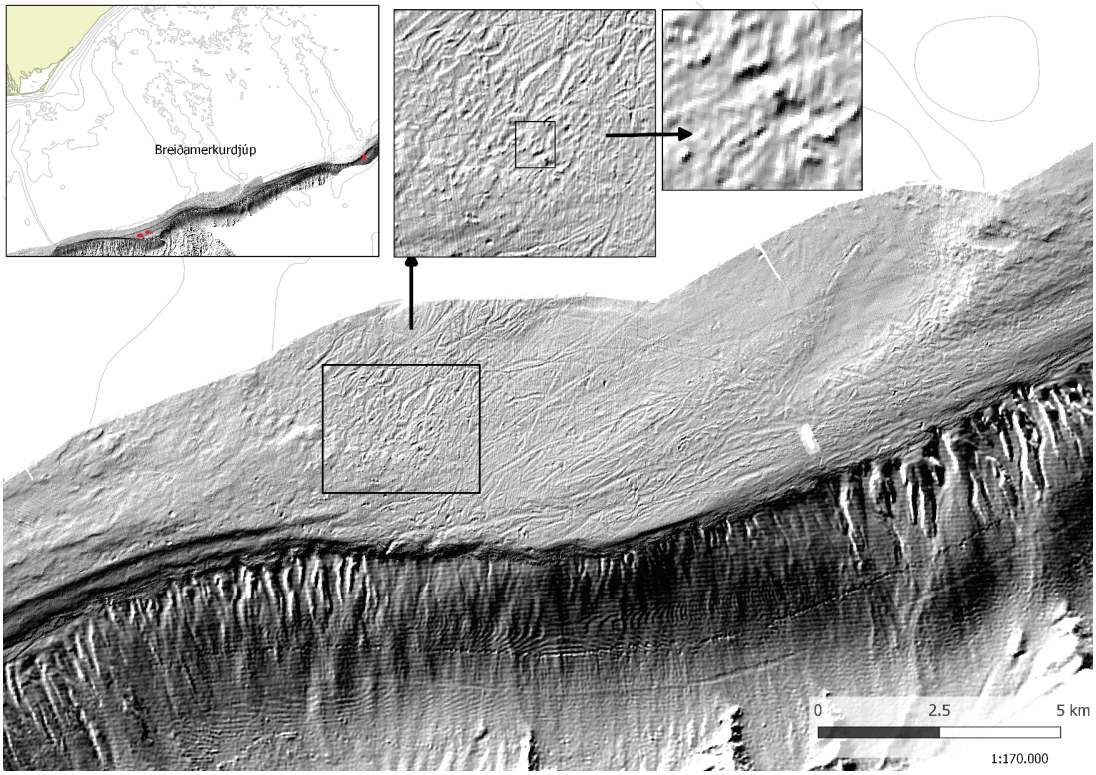


50. mynd. Togveiðar á Öræfagrunni út frá VMS og ELB meðaltölum frá 2008 til 2013.

veiðar fara fram á svæðinu (50. mynd) en ekki er togað yfir mesta kóralsvæðið. Það gæti gefið von um að einhver lifandi kórall finnist á svæðinu þó líkurnar séu litlar og óvíst hvort nægilega mikið sé af kóral til að geta byggt rifin upp á ný.

6.7 BREIÐAMERKURDJÚP

Kórall var áður í vesturkanti djúpsins (suðausturhorn Öræfagrunns) og á 220 m dýpi á afmörkuðu svæði í djúpinu sjálfu en ekki var getið um kóral á svæðinu árið 2003



51. mynd. Yfirlitsmynd af Breiðamerkurdjúpi. Lítil mynd til vinstri sýnir afstöðu til lands. Til hægri sjást stækkaðar myndir af jökulrákum og hringlaga myndunum.

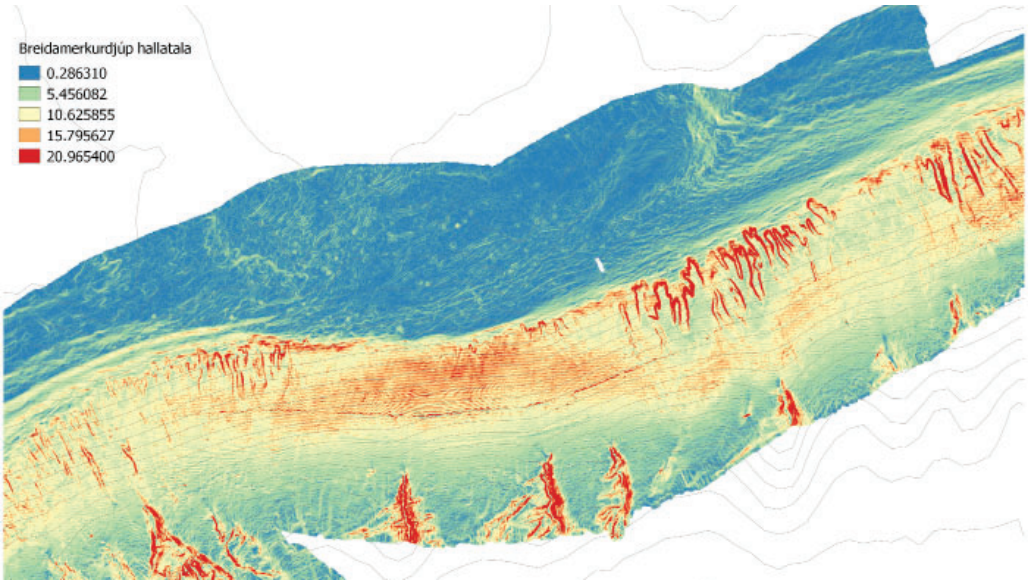
(Sigmar A Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004). Miklar veiðar hafa átt sér stað á þessum stöðum og því ekki miklar líkur á að þar sé lifandi kórall.

Staðhættir

Breiðamerkurdjúp er um 15 km breitt hornanna á milli. Því svipar til Skeiðarárdjúps með mikið af jökulrákum fyrir miðju djúpi einkum vestan til og hringlaga hóla (51. mynd). Alls voru taldir 281 líklegir kóralhólar út frá fjölgeislakorti og reiknast heildarflatarmál þeirra 78,4 ha, allt frá 0,1 ha til 1,1 ha. Meðalstærð var um 0,3 ha. Hólarnir voru 1-4 m á hæð sem virðist algeng hæð kóralhóla við djúp og grunn suður af landinu. Kanturinn út af Breiðamerkurdjúpi er sléttur úti fyrir miðju djúpi en er skorinn af gljúfrum austan megin (52. mynd).

Rannsóknir

Tvær stuttar kafanir voru gerðar með ROV í Breiðamerkurdjúpi árið 2005 á 250 m dýpi. Vegna tæknilegra örðugleika voru ekki fleiri kafanir gerðar og ferill rannsóknatækisins var ekki skráður.



52. mynd. Hallatala reiknuð fyrir Breiðamerkurdjúp. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan.

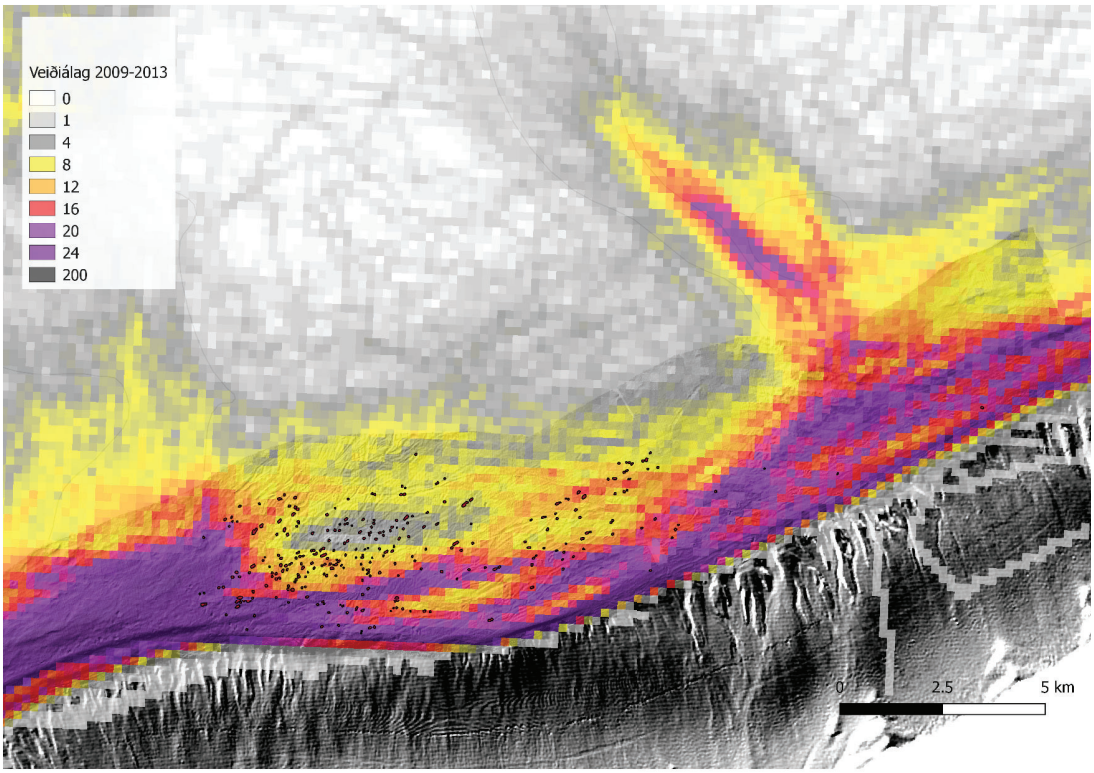
53. mynd. Til vinstri: Neðansjávarmynd frá köfun 2005 sem sýnir niðurbrotinn kóral í Breiðamerkurdjúpi. Til hægri: Sæfjöður *Pennatula* cf. *grandis* á mjúkum botni ásamt brotnum kóral.

Lífríkið

Enginn lifandi *Lophelia pertusa* sást en ljóst er að farið var yfir brotið kóralsvæði. Sæfjaðrirnar *Halipteris* sp. og *Pennatula* cf. *grandis* voru á svæðinu (53. mynd).

Verndun

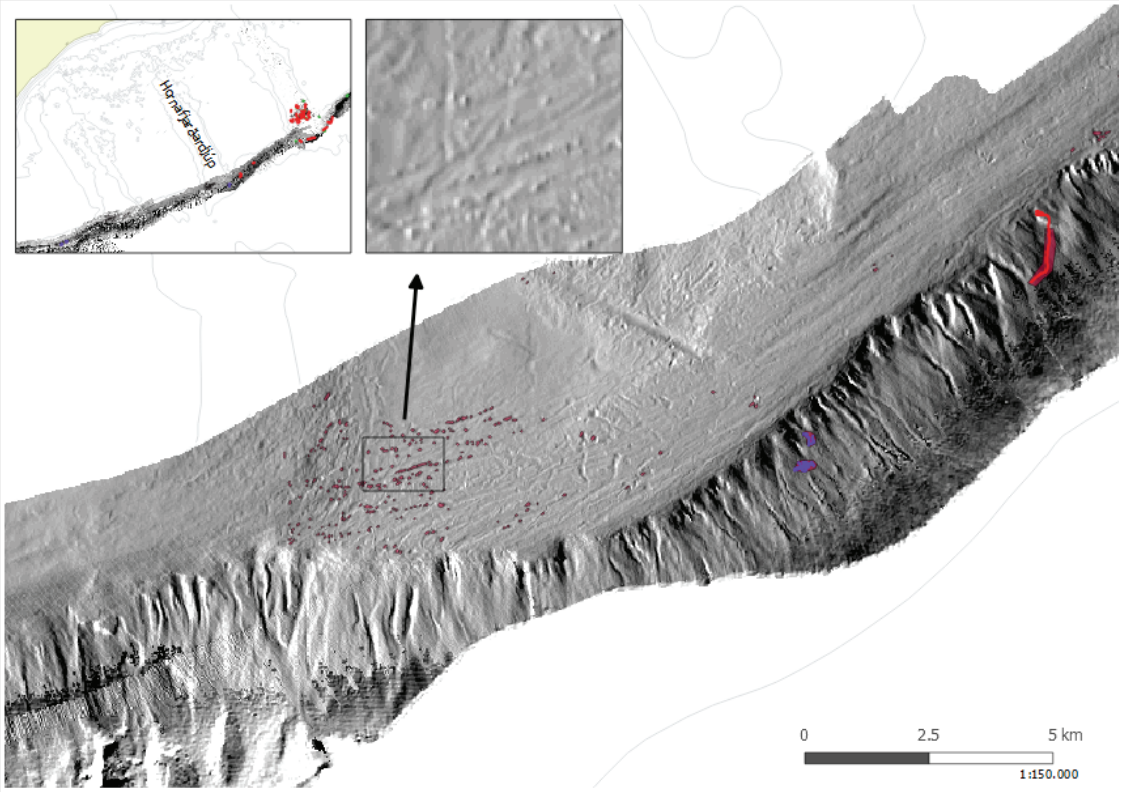
Veiðiálag er mikið í Breiðamerkurdjúpi (54. mynd). Það dregur úr líkum á að þarna sé lifandi kórall en frekari rannsóknir þarf til svo hægt sé að staðfesta það.



54. mynd. Veiðiálag togskipa við Breiðamerkurdjúp samkvæmt ELB og VMS meðaltölum 2008-2013. Mikið veiðiálag var við horn djúpsins og út við kantinn. Hringlaga myndanir sem mögulega gætu verið kóralrif eru merktar á myndina sem dökkir fletir.

6.8 HORNAFJARÐARDJÚP

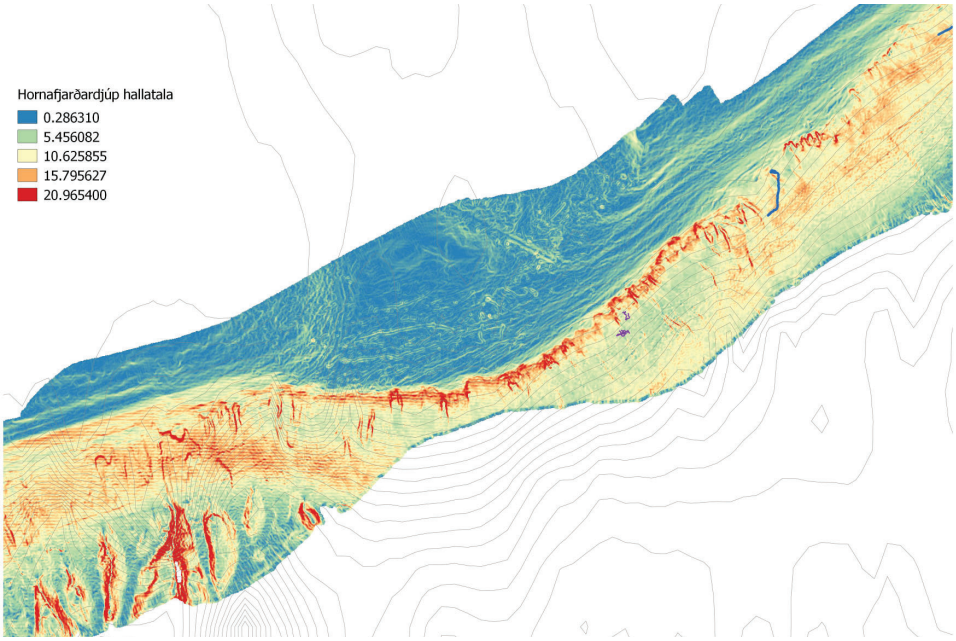
Við austurhorn Mýragrunns (sem liggur að Hornafjaðrardjúpi) átti að hafa verið kóralsvæði allt að 22 km^2 að stærð árið 1994 (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004). En um 2003 var talið að mest af þeim kóral væri horfinn og nú væri hann bara á stangli, einkum á um 1 km^2 svæði syðst á 250 m dýpi. Kóralrif eða -haft var einnig þekkt við útkantinn á Hornafjaðardjúpi um 12 km^2 að stærð. Talið var að Þjóðverjar hafi á sínum tíma við veiðar á karfa molað niður kóralrif sem var rétt við útkantinn á djúpinu (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004).



55. mynd. Yfirlitsmynd af Hornafjarðardjúpi. Litla myndin til vinstri sýnir afstöðu frá landi og litla myndin til hægri sýnir nærmynd af jökulrákum og hringlaga myndunum.

Staðhættir

Hornafjarðardjúp er líkt og fleiri djúp SA af landinu mótað af völdum jökla. Það er um 12 km að breidd næst landgrunnskantinum (55. mynd). Á vesturhorni djúpsins eru hringlaga myndanir og fyrir miðju djúpi jökulrákir. Út frá fjölgeislakorti voru 219 hólar taldir. Þeir voru um 2-3 m háir rísu upp af sléttum botninum (55. mynd). Heilarflatarmál þeirra mældist um 78,1 ha, allt frá 0,1 ha til 8,3 ha. Meðalflatarmál

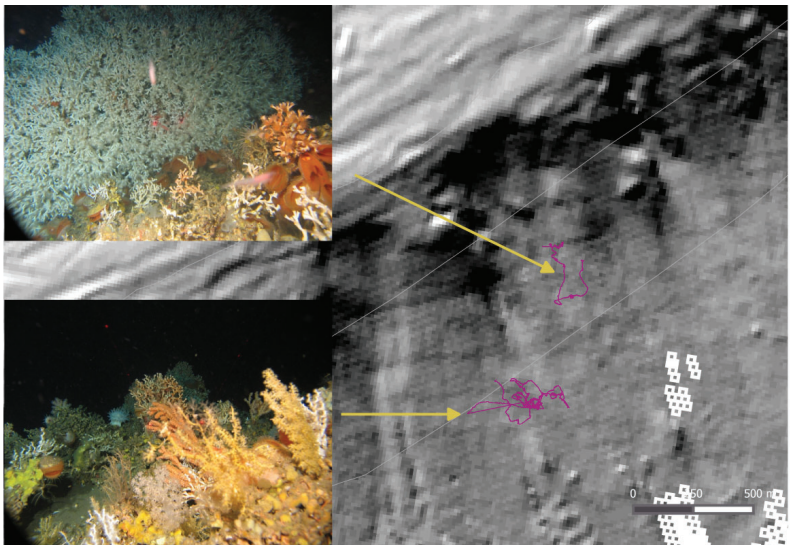


56. mynd. Hallatala reiknuð fyrir Hornafjarðardjúp. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan.

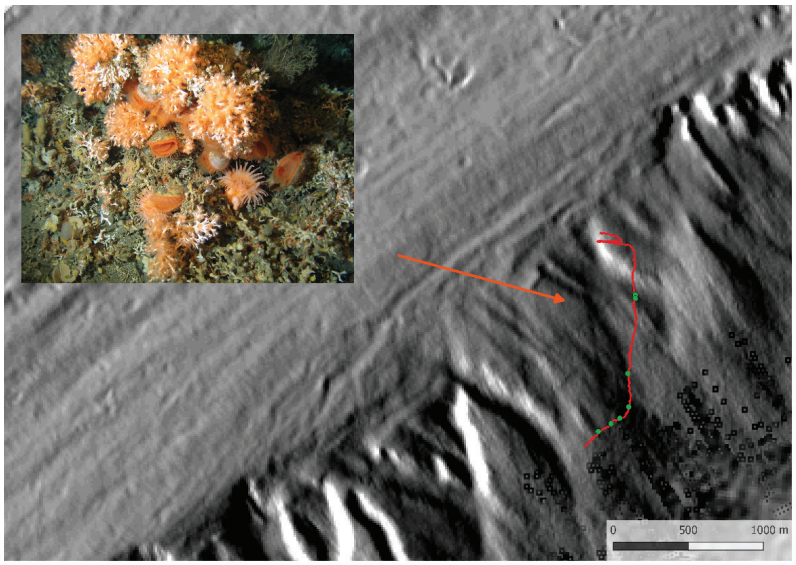
var 0,4 ha. Brattur kantur með giljum og hryggjum niður á 500 m dýpi liggur úti fyrir djúpinu en fyrir neðan virðist kanturinn vera nokkuð sléttur (56. mynd).

Rannsóknir

Tvær kafanir voru gerðar árið 2004 með djúpkanna á 445-518 m dýpi í kantinum úti fyrir Hornafjarðardjúpi (57. mynd efri). Tekið var 2370 m langt snið austar í kantinum með campod árið 2010 á 360-520 m dýpi (57. mynd neðri). Botngerð var möl, sandur og grjót.



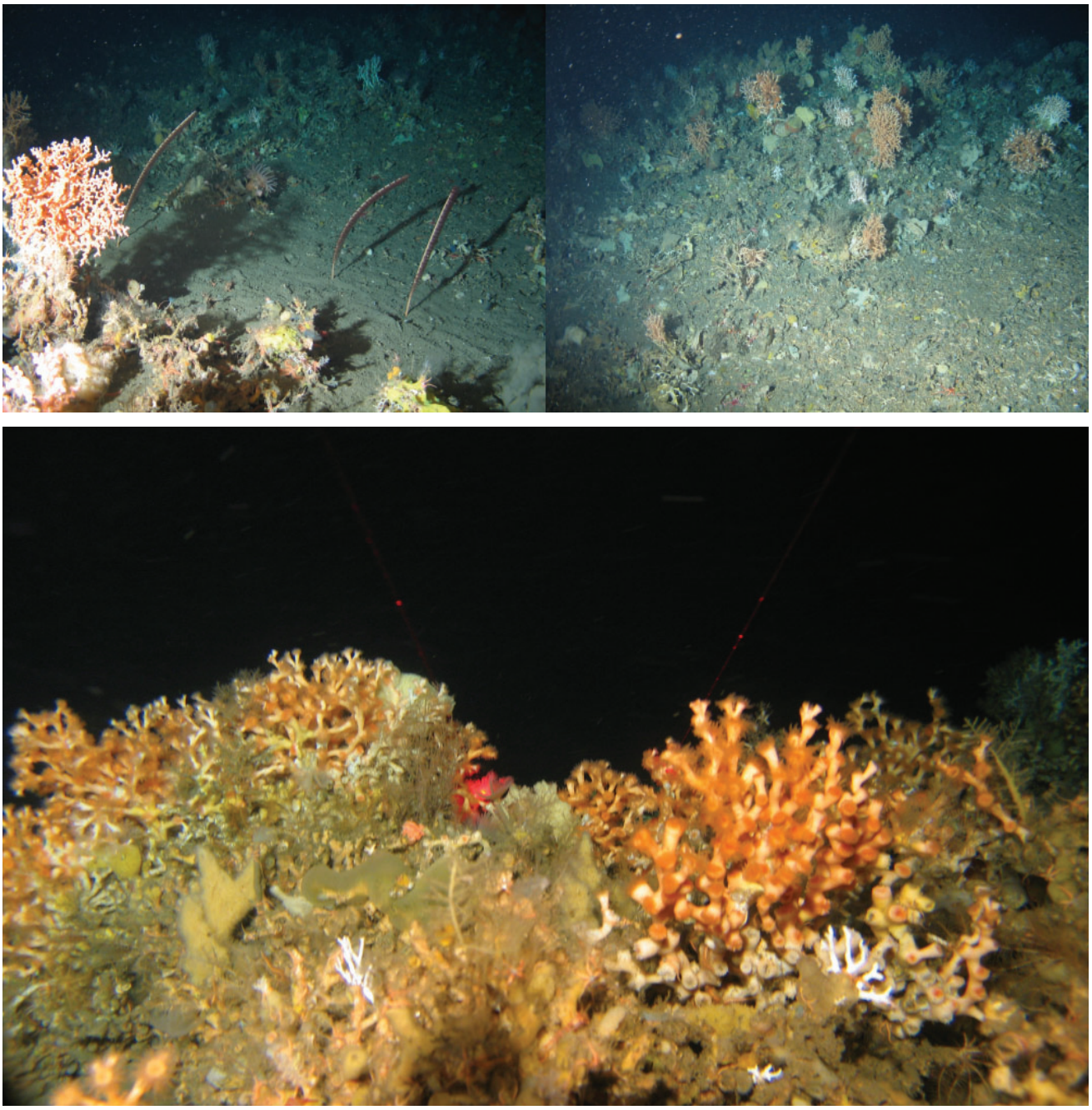
57. mynd. Efri mynd: Rannsóknasnið 2004 í kantinum úti fyrir Hornafjarðardjúpi. Nær samfelld kóralbreiða var eftir báðum sniðum. Litla efri myndin sýnir hvíta og appelsínugula kórala af sömu tegund (*L. pertusa*). Litla neðri myndin sýnir steinkóral, kóraltré og mjúkan kóral.



Neðri mynd: Rannsóknasnið 2010 í kantinum úti fyrir eystra horni Hornafjarðar. Kórall var víða eftir sniðinu.

Lífríkið

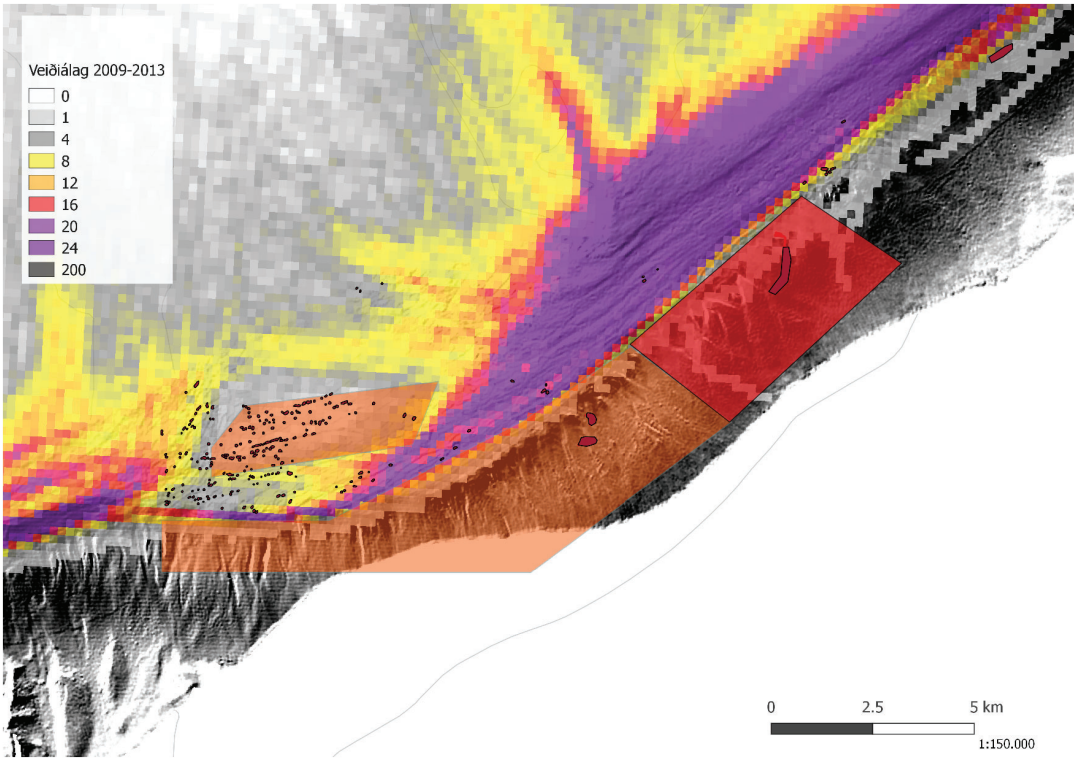
Litríkt lífríki var í kantinum úti fyrir Hornafjarðardjúpi þar sem *Lophelia pertusa* var ráðandi kóraltegund (57 og 58. mynd). Kóralbreiða óx á eldra kórallagi (58. mynd). Þjóðverjar hættu veiðum hér um 1975 þegar landhelgin var færð út í 200 sjómílur. Það gefur þá rúmlega 40 ára svigrúm fyrir endurreisn svæðisins og spyrja má hvort sá tími sé nægur til að eyðilögð kóralsvæði hafi náð þeirri endurreisn sem myndirnar gefa til kynna. Vaxtarhraði kórals hefur ekki verið rannsakaður hér við land en hefur verið mældur 4-25 mm á ári (Mortensen og Lepland, 2007, Orejas o.fl., 2008). Kóralgreinarnar sem vaxa á svæðinu eru allt að 20 cm háar svo það gæti staðist að svæðið sé að taka við sér aftur.



58. mynd. Lífríki í kantinum úti fyrir Hornafjarðardjúpi. Hér sést hvernig kórallinn vex upp af hörðum botni sem virðist blanda af kóralbrotum og möl.

Verndun

Í kjölfar leiðangursins 2004 voru tvö hólf friðuð. Annað var vestarlega í sjálfu djúpinu en hitt utar í kantinum (59. mynd). Togað var nálægt minna hólfinu sem er ofan á kantinum og rennan milli svæðanna er reglulega toguð. Kóralsvæðið virðist þó teygja sig austar eins og rannsóknin 2010 sýndi. Ekki virðist togað í kantinum austan við lokaða hólfið en það gæti verið rökrétt að lengja neðra hólfið til austurs inn á Stokksnesgrunn svo það nái utan um kóralinn sem þar er (59. mynd).



59. mynd. Veiðálag togskipa við Hornafjarðardjúp út frá ELB og VMS meðaltölum frá 2008-2013. Appelsínugulir reitir sýna friðuð svæði frá 2005. Svartir punktar sýna afmarkaðar hringlaga myndanir. Rauður reitur sýnir hugsanlega lengingu friðunarsvæðis inna á vesturkantinn á Stokksnesgrunni.

6.9 STOKKSNESGRUNN

Kóralhryggur var sagður liggja út af vesturhorni Stokksnesgrunns og neðan við hrygginn var kórall á 290 m dýpi en nákvæm staðsetning var ekki þekkt (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004).

Staðhættir

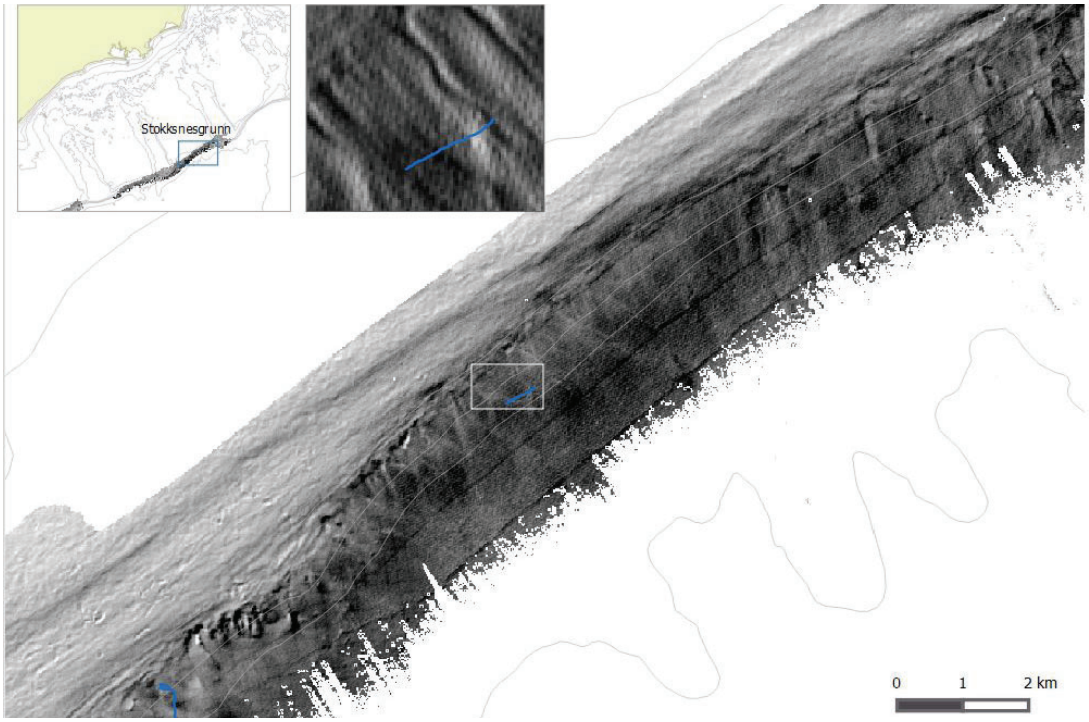
Stokksnesgrunn er á 150-300 m dýpi og er það nokkuð slétt að minnsta kosti syðst þar sem búið er að fjölgeislamæla (60. mynd). Á kantinum við vesturhorn Stokksnesgrunns voru litlir flekkir, hugsanlega kóralrif. Neðan við brúnina var kanturinn brattur.

Rannsóknir

Eitt snið sem var 3,1 km að lengd var tekið um miðjan kantinn úti fyrir Stokksnesgrunni á 430-470 m dýpi (61. mynd). Samkvæmt fjölgeislakortum var lítið sem benti til að þarna væri kórall en sniðið var tekið á bröttum kafla og nær yfir gil í kantinum. Botninn var harður, möl, ljós sandur og kóralmulningur.

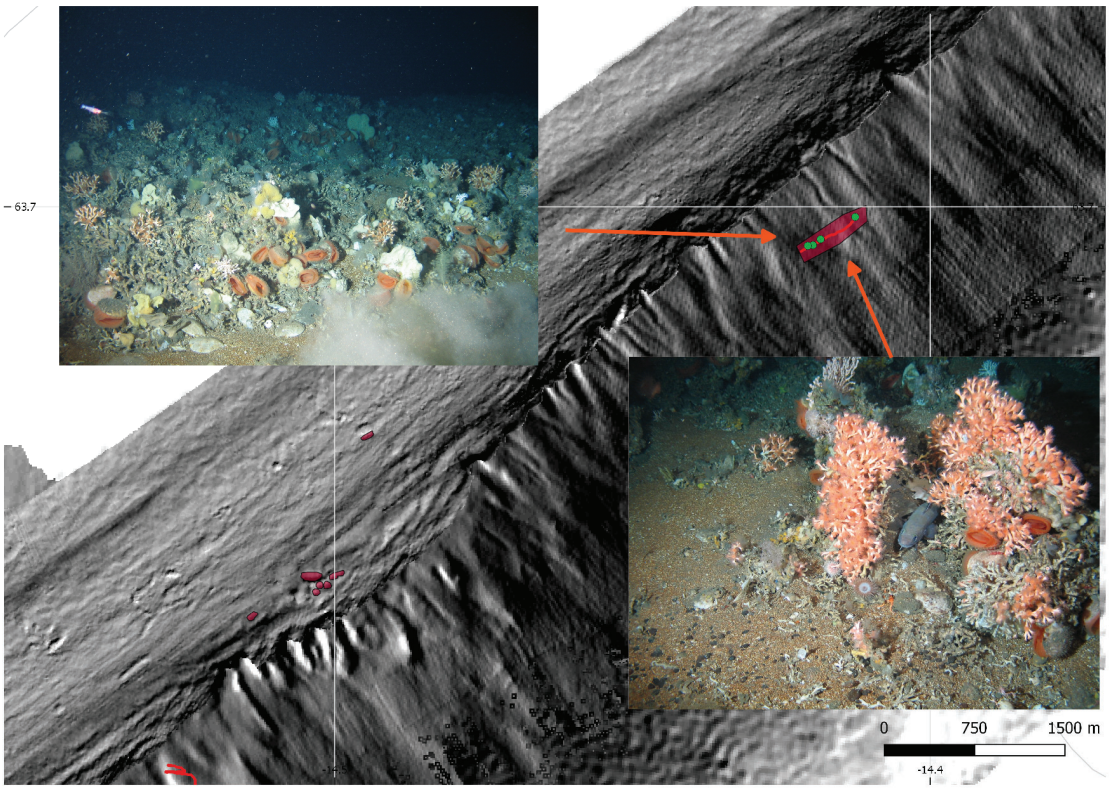
Lífríkið

Kóralrif voru í kantinum úti fyrir Stokksnesgrunni á yfir 400 m dýpi. Postulínskórall



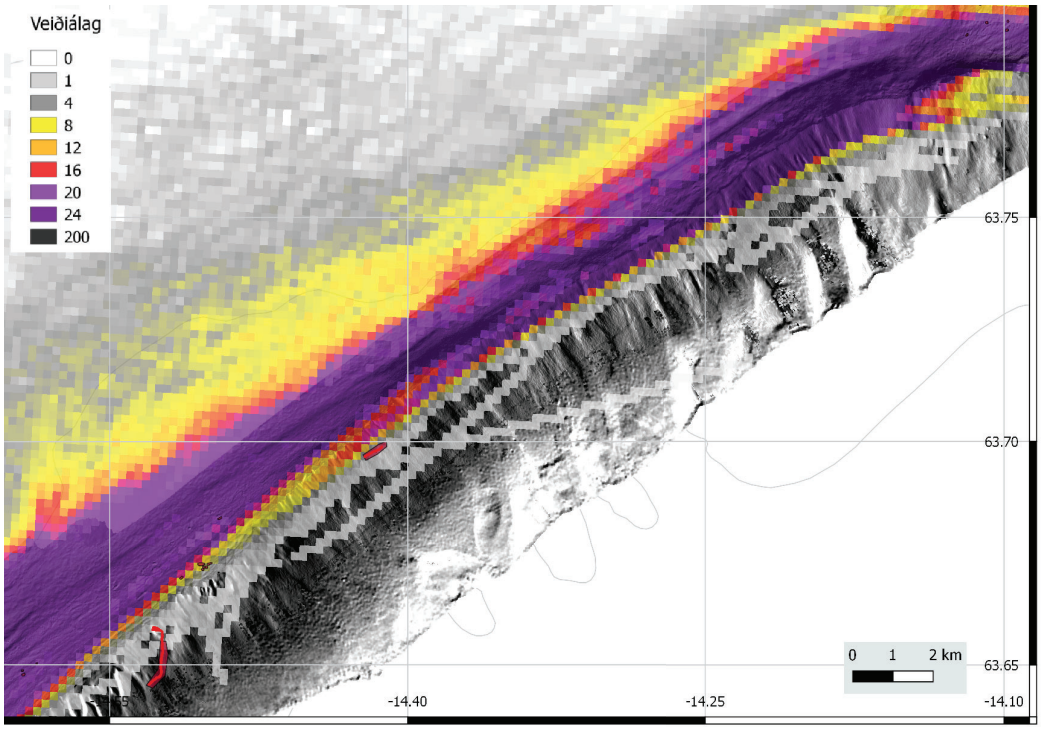
60. mynd. Yfirlitsmynd af Stokksnesgrunni. Litla myndin til vinstri sýnir afstöðu frá landi og litla myndin til hægri sýnir nærmynd af rannsóknasniði teknu 2010.

Lophelia pertusa og glókórall *Madrepora oculata* auk *Paramuricea* sp. Kóralbrot voru á stórum hluta rannsóknasniðsins og greinileg nýmyndun kórals. Ekki er vitað hvort um samfellt kóralsvæði er að ræða, þ.e. með tengingu við kóralinn í Hornafjarðardjúpi en á milli rannsóknasniðanna eru um 5 km.



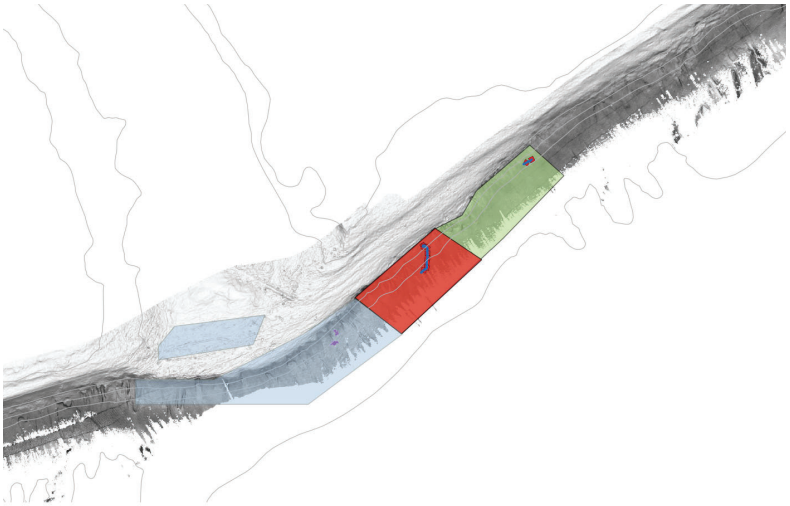
61. mynd. Lífríki í kantinum út af Stokksnesgrunni. Kórall er að vaxa upp á brotnu kóral svæði sem sýnir að svæðið er byrjað að jafna sig. Lifandi kóralgreinar eru um 10-25 cm á hæð sem þýðir að þær hafa verið að vaxa í þó nokkur ár.

Ljóst er að kórall vex frá vestur hluta kantsins úti fyrir Hornafjarðardjúpi og að minnsta kosti að miðjum kanti úti fyrir Stokksnesgrunni. Þar hefur hann verið leikinn illa en greinileg nýliðun á sér stað og frekara rask myndi eyðileggja endurvöxt hans. Eins og sést á 62. mynd er mikið veiðiálag ofan á kantinum og eitthvað niður í kantinn. Ekki er líklegt að kórall sé lifandi uppi á kantinum en hann virðist vera lifandi á 350 – 500 metra dýpi eftir kantinum. Svæðið sem var myndað árið 2010 er rétt fyrir neðan mesta togálagið. Ef vernda á kóral á svæðinu þarf að vernda hann neðan við 400 m dýptarlínu, hugsanlega í framhaldi af friðunarsvæði frá 2005 í kantinum úti fyrir Hornafjarðardjúpi þannig að svæðið verði lengt um að minnsta kosti 5,5 km til austurs, frá brún kantsins



62. mynd. Veiðiálag togskipa við Stokksnesgrunn, VMS og ELB meðaltöl frá 2008-2013.

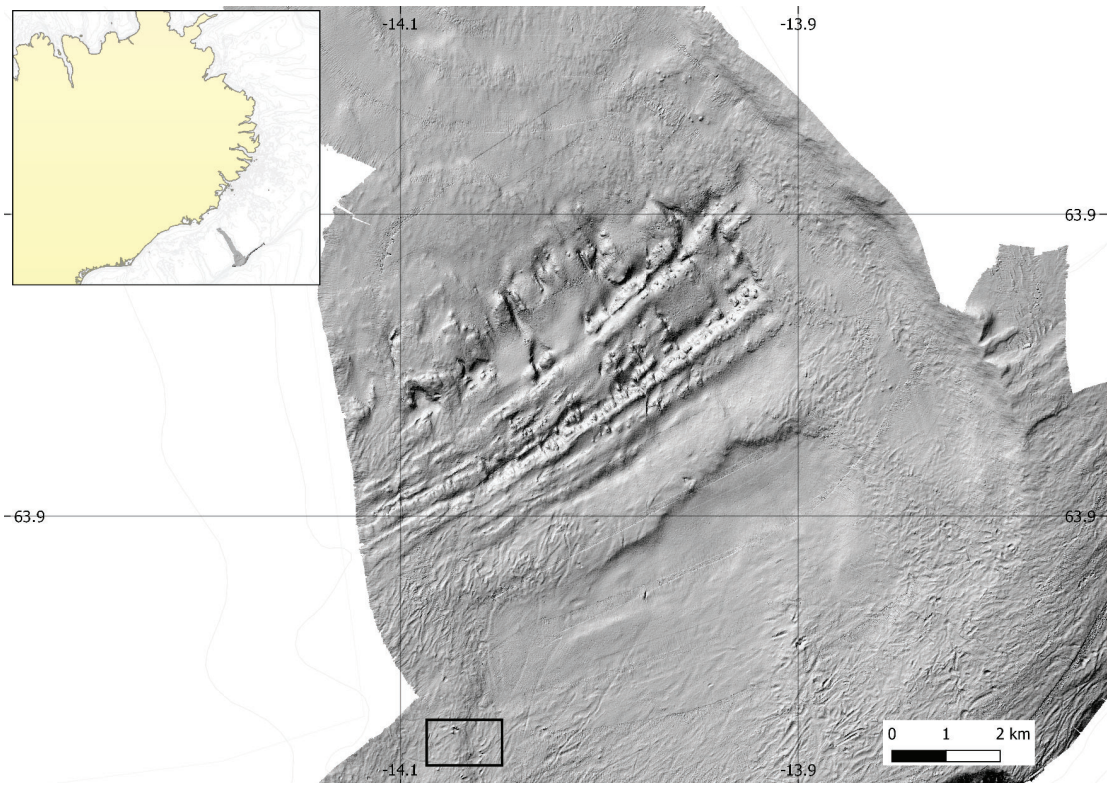
og niður á um 750 m (63. mynd). Hins vegar væru frekari rannsóknir á útbreiðslu og umfangi æskilegar til að geta sett niður nákvæmari mörk einkum þar sem ekki er hægt að sjá kóral á fjölgeislakortunum í þessum halla.



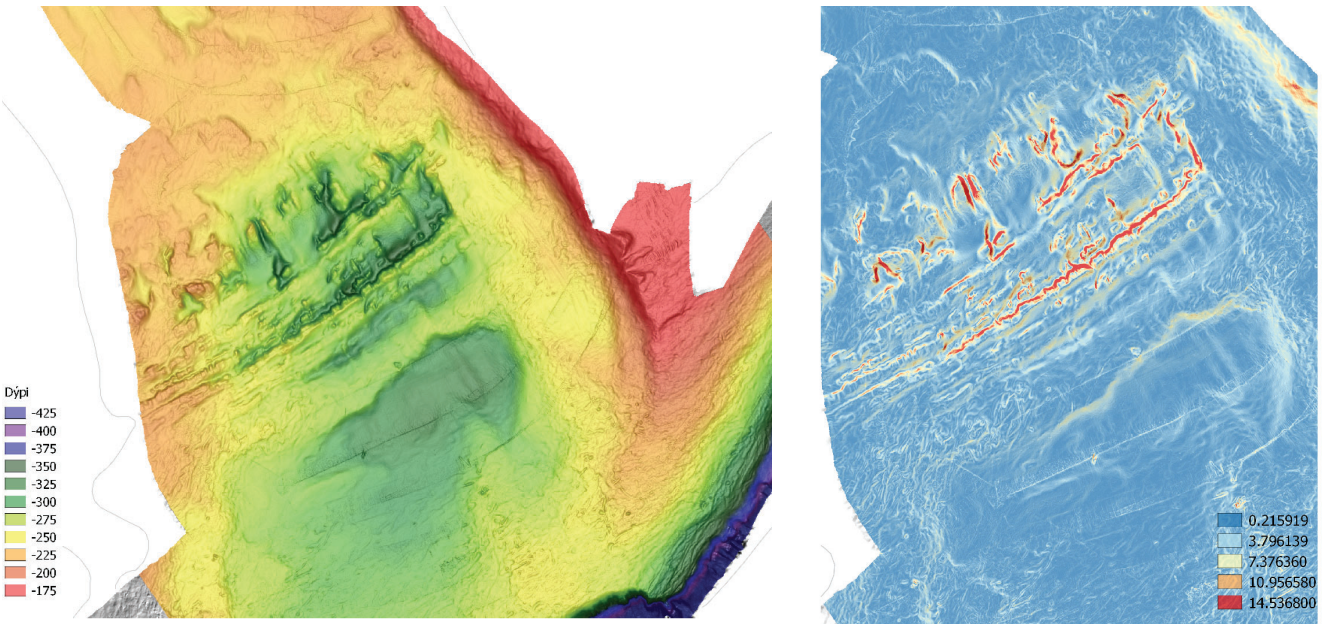
63. mynd. Grænu og rauðu fletirnir sýna hvernig hægt væri að tengja friðun á kóral úti fyrir Stokksnesgrunni við friðað hólf í kantinum við Hornafjarðardjúp (blár flötur).

6.10 LÓNSDJÚP

Við austurhorn Stokksnesgrunns var áður kórall sem náði niður í útkannt Lónsdjúps. Eins háttaði til austan til, nálægt vesturhorni Papagrunns. Stærsta kóralsvæðið í Lónsdjúpi er án efa í miðju djúpinu en þar er dæld og þvert yfir hana ganga hryggir eða garðar. Þetta hefur lengi verið þekkt kóralsvæði meðal sjómanna sem menn forðuðust að toga (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004). Rétt við þetta svæði er hins vegar gríðarleg sókn og línuveiðar hafa verið stundaðar innan þess.



64. mynd. Yfirlitsmynd af Lónsdjúpi. Lítla myndin sýnir afstöðu til lands.



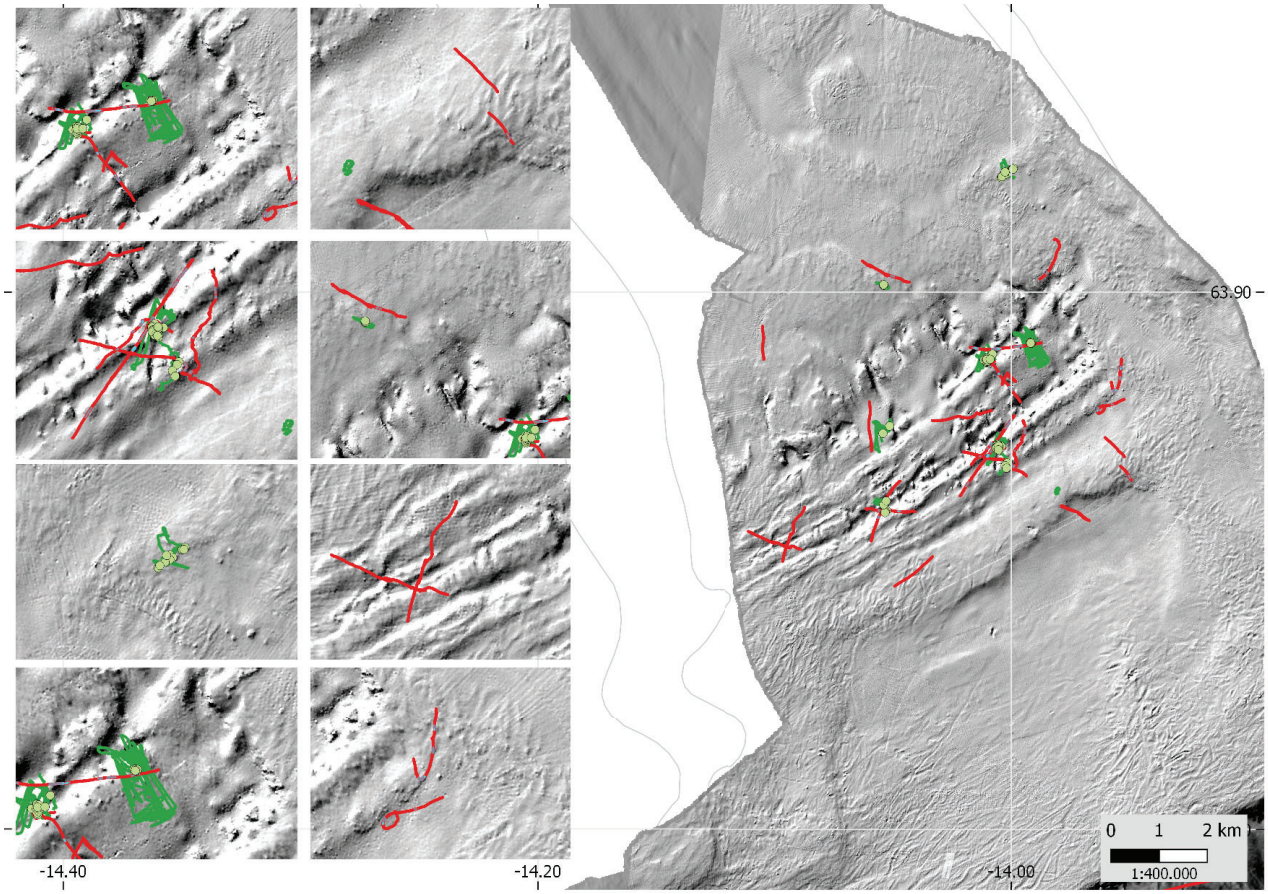
65. mynd. Myndin til vinstri sýnir dýpi í Lónsdjúpi. Til hægri sést reiknaður halli fyrir Lónsdjúp. Rauður er mestur halli en blár minnstur.

Staðhættir

Lónsdjúp er talið hafa myndast af ís á jökulskeiði ísaldar (Kjartan Thors og Guðrún Helgadóttir, 2014). Áberandi sethryggir með austur-vestur stefnu og norður-suður stefnu þvera um 50 m djúpa dæld sunnarlega í miðju djúpinu (65. og 66. mynd). Hryggirnir eru úr hörðum setlögum og taldir vera mótaðir af rofi (Kjartan Thors og Guðrún Helgadóttir, 2014) en milli þeirra er mjúkur botn. Sandbotn er austan við dældina, norðan við er leir og leirsandur og umhverfis dældina eru jökulrákir.

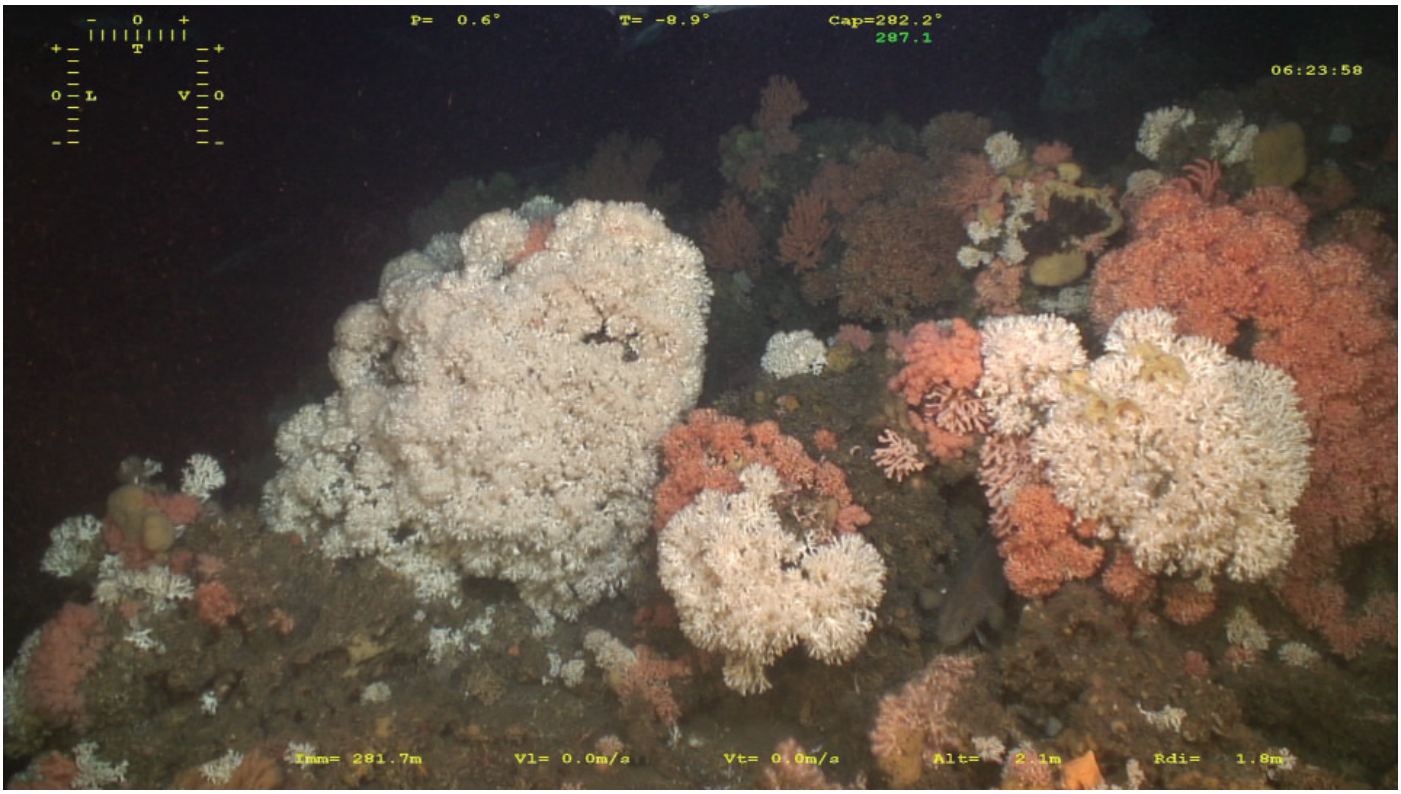
Rannsóknir

Lónsdjúp var rannsóknasvæði fyrir evrópuverkefnið CoralFISH (http://eu-fp7-coralfish.net/, Stefán Áki Ragnarsson o.fl., 2018) og er því mest rannsakaða kóralsvæði við Ísland. Alls hafa 30 snið verið tekin á svæðinu, 12 árið 2009 og 18 árið 2010. Markmið CoralFish verkefnisins var að safna upplýsingum um útbreiðslu kórals á

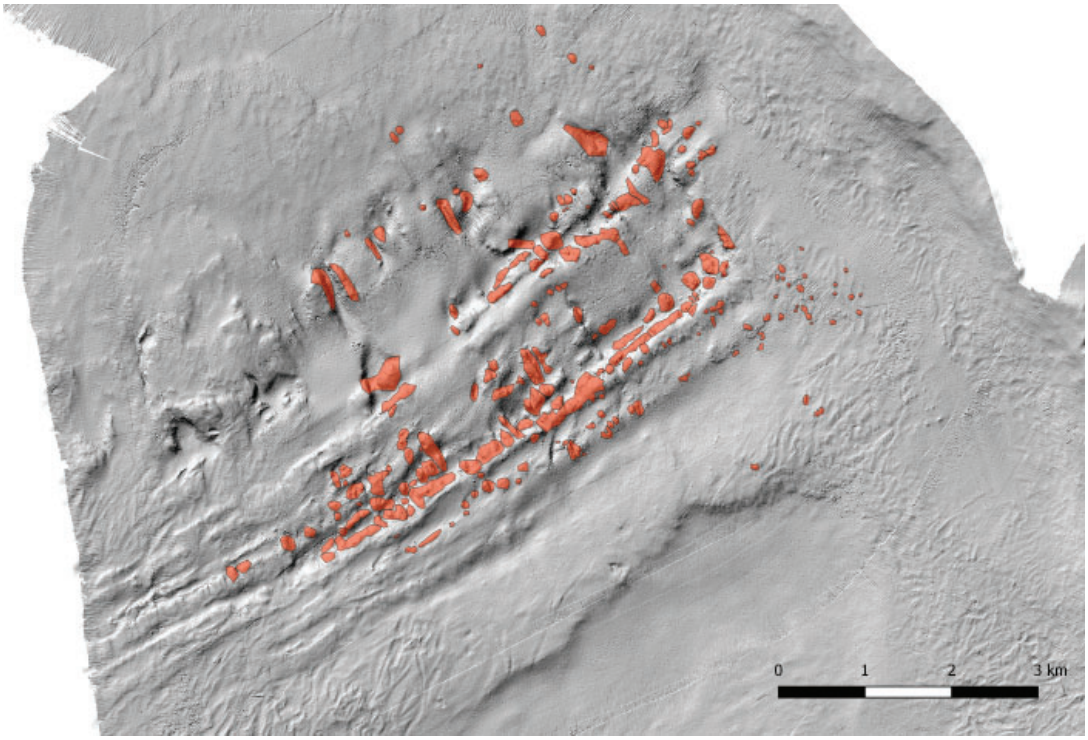


66. mynd. Rannsóknasvæðið í Lónsdjúpi. Nærmyndir af rannsóknasniðum, grænir ferlar frá 2009 og rauðir ferlar frá 2010.

svæðinu, greina og telja fisktegundir, atferli þeirra og samspil við kóralinn. Auk þess að safna upplýsingum með neðansjávarmyndavélum voru gerðar bergmálsmælingar til að skoða fiskitorfur og endurvarp sviflægra lífvera. Tvö sýni af lífverum voru tekin með Tucker háfi og botndýrum var safnað á fimm stöðvum með þríhyrnu. Til að skoða fisktegundir á svæðinu var lögð hefbundinn beitt lína (Stefán Áki Ragnarsson og Julian Burgos, 2018). Lónsdjúp er mjög nálægt straumaskilum kaldsjávar sem berst suður með Austfjörðum og hlýsjávar sem flæðir á móti meðfram Íslands-Færeyjahryggnum. Auk rannsóknanna sem tengdust CoralFISH var einnig tekið langt snið á svæðinu með



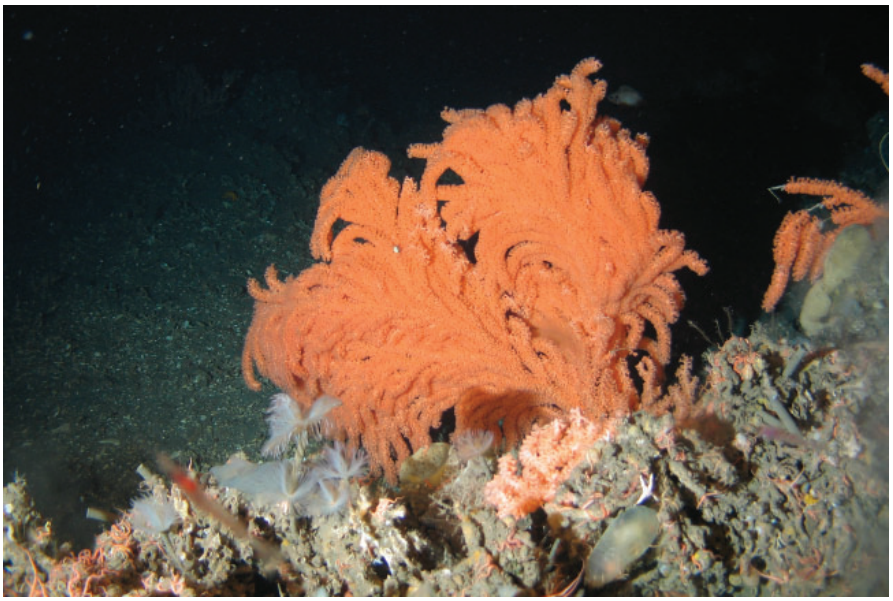
67. mynd. Kóralrif í Lónsdjúpi. *Ljósmynd: ICECTD Ifremer*



68. mynd. Kóralrif í Lónsdjúpi. Rauðir fletir sýna hvar áætlað er að kóralrif séu í Lónsjúpi. Gögnin byggja á rannsóknum 2009, 2010 og 2012.

djúpkanna árið 2012 í tengslum við franska ICECTD verkefnið. Þau gögn hafa ekki verið unnin en staðfesta að mikill kórall var á svæðinu og upplýsingar frá þessu sniði

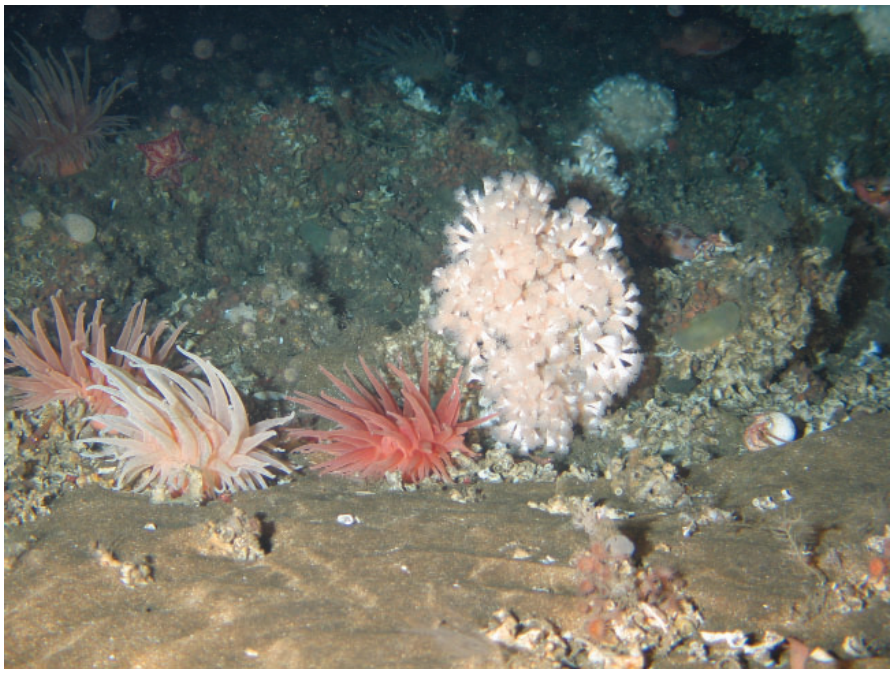
voru notaðar til að afmarka kóralrif (67. mynd). Út frá fjölgeislakorti voru 305 rif talin (68. mynd, rauðir flekkir). Heildarflatarmál þeirra var 168,8 ha, allt frá 0,06 ha til 6,38 ha. Meðalflatarmál var 0,55 ha. Alls hafa 30 rif verið staðfest með myndavélum árið 2009 og 2010 (9,8%), auk 11 í franska leiðangrinum árið 2012 (3,6%) eða 13,4% þeirra kóralrifa sem talin voru á svæðinu.



69. mynd. Kóraltré *Primnoa resedaeformis* sem hefur verið kallað skeljungskórall/hrískórall eða risengrynkoral á norsku og sea corn eða rice coral á ensku. Kóraltréð ásamt fleiri lífverum situr á kórlarifi.

Lífríkið

Kóral var fyrst og fremst að finna á sethryggjum sem ganga í vestur-austur stefnu í miðju djúpinu. Bólsturlaga kóralrif (*Lophelia pertusa*) voru í hlíðum hryggjanna (67. mynd). Slíkir bólstrar sjást þar sem kóralrif eru í góðu ásigkomulagi. Á dauða hluta kóralrifsins voru krossfiskar af ætt Brisingidae ("freyjudjásn") í töluverðu magni. Kóraltré af tegundunum *Primnoa resedaeformis* (69. mynd), *Paramuricea* sp(p). *Paragorgia arborea* og cf. *Anthothelia grandiflora* voru einnig í Lónsdjúpi. Þessar tegundir nýta sér kóralrifin sjálf sem undirlag. Milli hryggjanna var mjúkur botn og þar voru sæfjaðrirnar *Pennatula* sp., *Pennatula grandis* og *Kophobelemnon* sp. Austan við dældina var sandbotn en

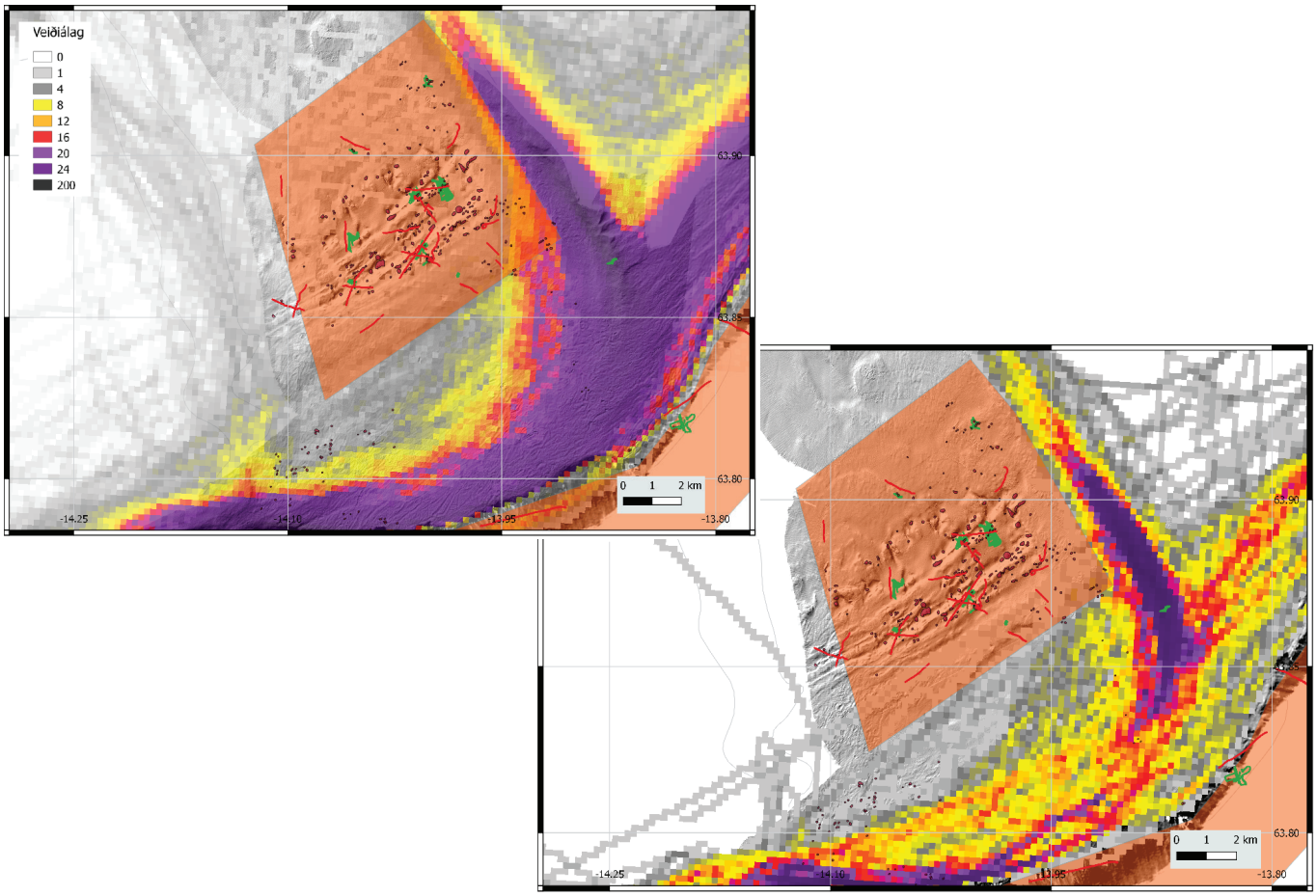


70. mynd. Jaðar kóralrifs í austurhluta Lónsdjúps.

norðaustan við hana voru einnig kóralrif (70. mynd). Suðvestan í dældinni var *Filograna implexa* sem er kalkmyndandi burstaormur sem myndar stór sambýli og á mjúkum botni norðan við dældina voru litli skessukrabbi (*Geryon longipes*) og humar (*Nephrops norvegicus*).

Verndun

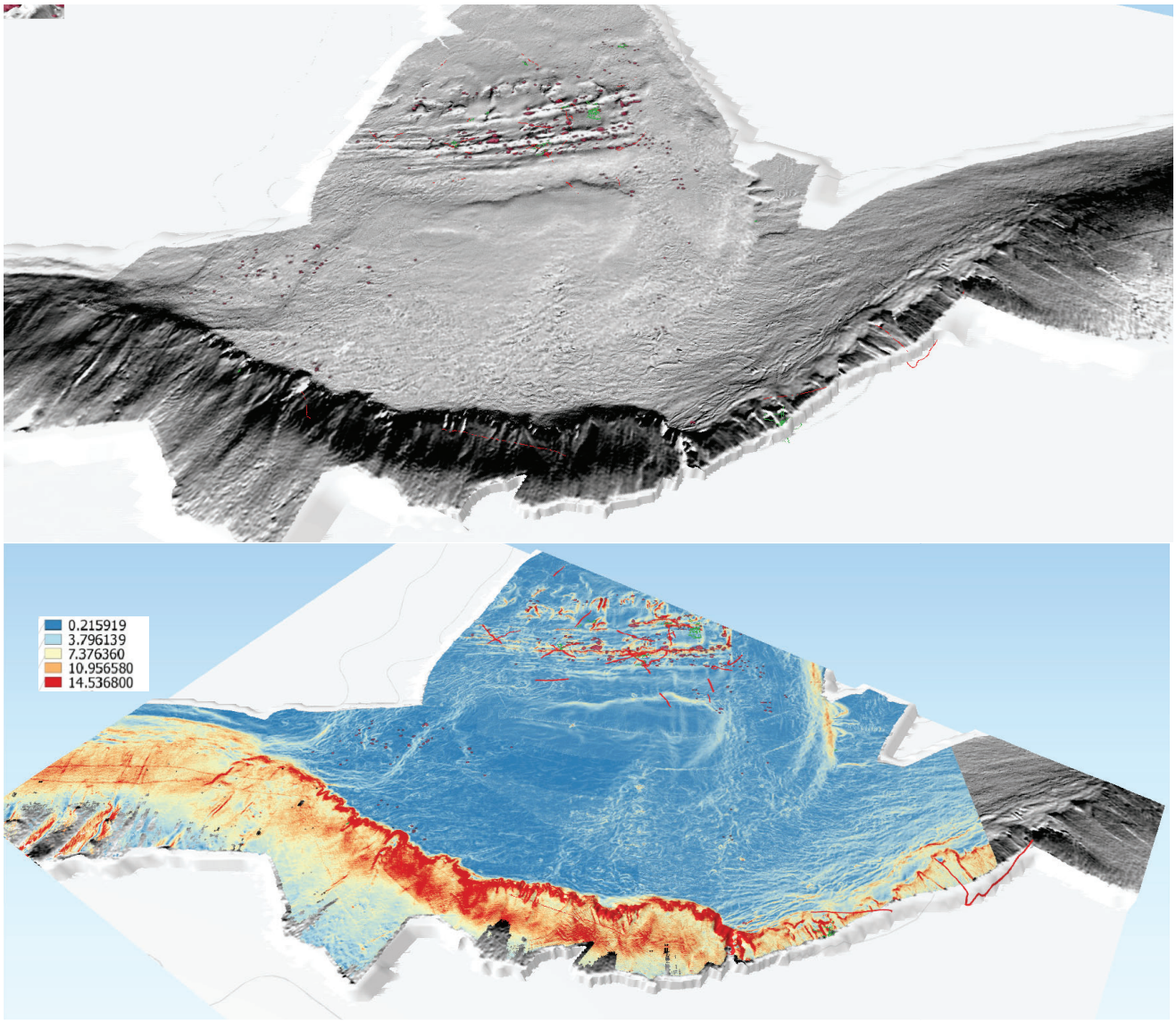
Kóralsvæðið í Lónsdjúpi var verndað 2011 (Reglugerð 1095/2011) (71. mynd). Áður hafði þetta svæði verið friðað til skamms tíma og er hægt að kynna sér aðdraganda og ástæður þess í ítarlegri samantekt Sigfúsar A. Schopka "Friðun svæða og skyndilokanir" (2007). En í stuttu máli þá var Lónsdjúp meðal karfafriðunarsvæða sem sett voru á í september 1994, en þá var lokað á veiðar milli kl. 8:30 til 20:00. Skipstjóra- og stýrimannafélagið Sindri lagði á það áherslu að á svæðinu, ásamt öðrum við suðurströndina, væri mikill kórall sem þyrfti að vernda. Sú friðun stóð þó stutt og eftir ýmsar reglugerðabreytingar féll hún alveg úr gildi þann 1. september 1998 (Reglugerð nr. 494, 12. ágúst 1998, um friðunarsvæði við Ísland. Stj. B 70-1998, bls. 1629-1632).



71. mynd. Friðað hólf í miðju Lónsdjúpi (appelsínugulur flötur). ELB og VMS togveiðigögn frá 2010 fyrir lokun friðaða hólfsins (t.h.) og eftir friðun 2013 (t.v).

6.11 KANTUR ÚT AF LÓNSDJÚPI OG VESTRA HORNI PAPAGRUNNS

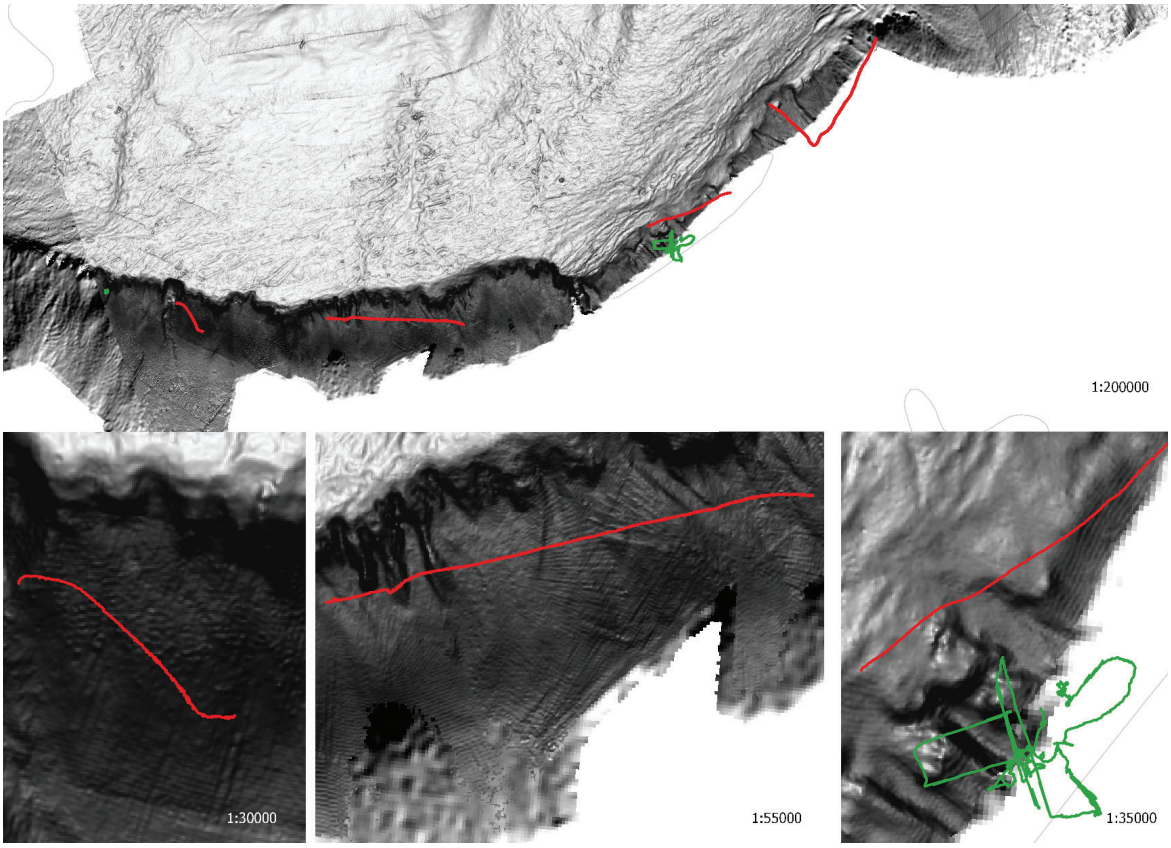
Ekki komu fram ábendingar um kóral í kantinum úti fyrir Lónsdjúpi í skýrslu Sigmars og Sólmundar (2004). Upplýsingar um að kórall væri mögulega í hættu á þessum slóðum komu fram í tengslum við nýjar upplýsingar sem aflað var fyrir leiðangrana 2009 og 2010. Skipstjórnarmenn höfðu stikað út mikið kóralsvæði í kantinum vestur af Papagrunni allt að Lónsdjúpi.



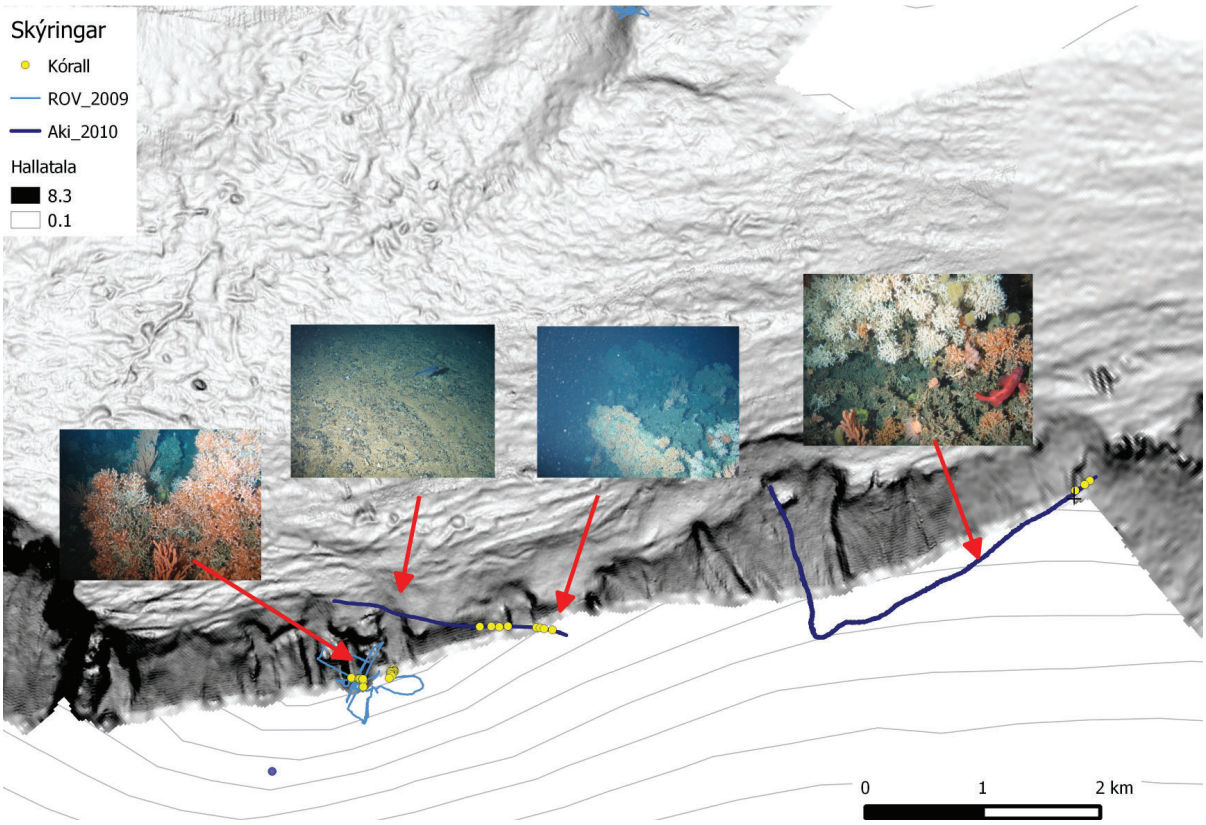
72. mynd. Landgrunnskanturinn úti fyrir Lónsdjúpi. Efri myndin sýnir svæðið sem hefur verið fjölgeislamælt í Lónsdjúpi og niður í landgrunnskantinn. Neðri myndin sýnir reikaðann halla þar sem rauður sýnir mestan halla en blár minnstan.

Staðhættir

Landgrunnskanturinn úti fyrir Lónsdjúpi er mjög brattur (72. mynd). Vestantil og fyrir miðju djúpi eru ummerki um mikið rof í kantinn og þar er brúnin snarbrött. Austar er brúnin meira aflíðandi en kanturinn sjálfur er þó brattur. Ekki var hægt að sjá neina hringlaga hóla út frá fjölgeislakorti í kantinum.



73. mynd. Rannsóknasnið í kantinum úti fyrir Lónsdjúpi og Papagrunni.

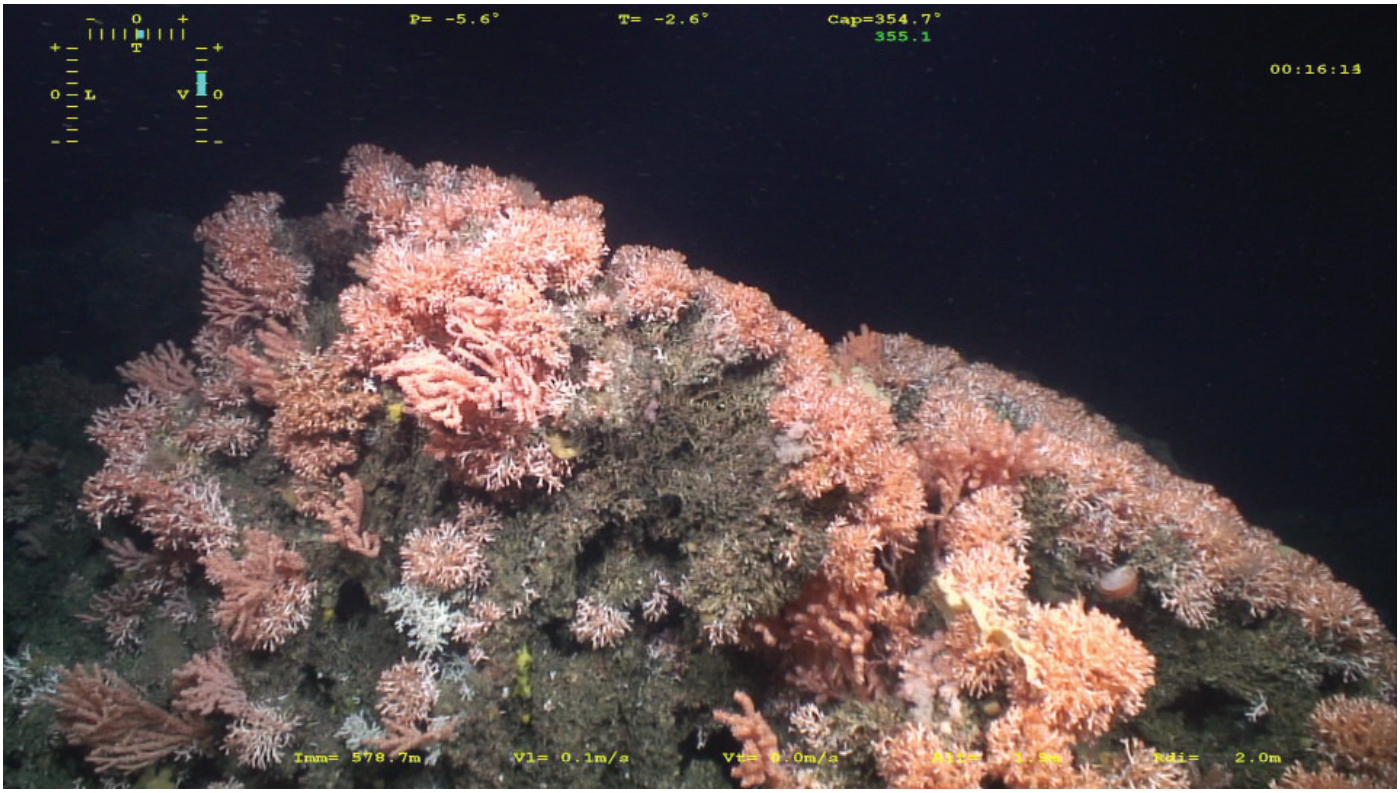


74. mynd. Lífríkið í landgrunnskantinum úti fyrir Lónsdjúpi og Papagrunni. Eins og sést nær austasta sniðið út úr svæðinu sem hefur verið fjölgeislamælt. Þarna er mesta kóralrif sem skoðað hefur verið við Ísland.

Eftir nýjar ábendingar um kóralsvæði var ákveðið að rannsaka kantinn út af Lónsdjúpi 2009. Ekki voru neinar nákvæmar staðsetningar gefnar upp um hvar kóralinn væri að finna og út frá fjölgeislagögnum var ekki hægt að setja út líklega staði. Því var siglt meðfram kantinum og bergmálsgögnum safnað til að skoða hvort þau gæfu einhverjar vísbendingar en þekkt er að kórall getur gefið frá sér sérstakt endurvarp sem stundum er hægt að sjá á bergmálsmæli. Slíkar vísbendingar komu fram á mörgum stöðum í kantinum einkum austarlega. Ákveðið var að kanna þetta nánar með djúpkanna. Miklir straumar eru á svæðinu og því erfitt að koma djúpkannanum niður á 450 m dýpi til þess að hefja tökur. Þetta olli því að aðeins voru teknar tvær stuttar kafanir með um 200 m millibili (73. mynd, grænn ferill). Árið eftir voru þrjú snið tekin með campod (73. mynd, rauðir ferlar) í kantinum úti fyrir Lónsdjúpi. Eitt snið var tekið vestarlega í kantinum 930 m langt á 380-530 m dýpi, annað 3 km langt fyrir miðjum kanti á 430-540 m dýpi og þriðja um 2 km langt á 344-487 m dýpi. Þriðja sniðið var tekið á svipuðum slóðum og þau snið sem voru tekin ári fyrr.

Gullrifið

Í kantinum út af vesturhorni Papagrunns var tekið um það bil 5 km langt snið eftir kantinum frá 490-600 m dýpi og síðan þvert upp kantinn á 420 m dýpi (74. mynd). Þetta svæði var skoðað eftir ábendingar frá skipstjórnarmönnum sem stikuðu út 13 km langt svæði frá austurhorni Lónsdjúps inn á kantinn neðan við Papagrunn. Myndað hefur verið innan þessa svæðis á fjórum stöðum sem staðfesti að um stórt kóralsvæði var að ræða. Líklegt er að úti fyrir Papagrunni sé kórall á belti sem er um 1 km breitt og allt að 13 km langt. Þetta myndi þýða að þarna væri hið minnsta um 13 km^2 kóralrif að ræða. Þess má geta að stærsta kaldsjávarkóralrif sem þekkt er, Røst rifið við Noreg, er 3 km breitt og 35 km langt, eða um 100 km^2. Næst stærsta rif Noregs, Sula rifið, er 13 km langt og 700 m breitt. Munurinn á þessum kóralrifum er sá að Sula rifið er í raun



75. mynd. "Gullrifið". Stærsta kóralrif við Ísland. *Ljósmynd: ICECTD Ifremer*

fjölmargar þyrpingar af litlum kóralrifum. Bæði Røst og að líkindum rifið utan við Papagrunn og Lónsdjúp eru hins vegar samhangandi breiður af kóral.

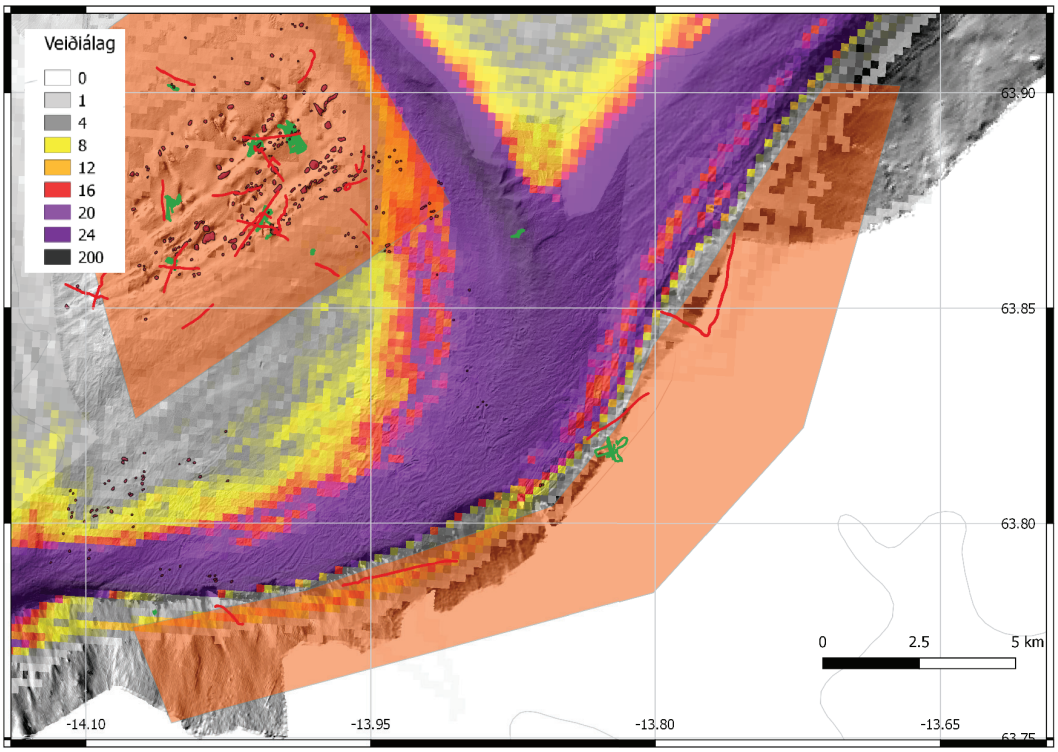
Ef til vill mætti gefa þessu rifi nafnið Gullrif, bæði með það í huga að það er gullfallegt, ásamt tilvísun í skipstjóra Gullvers sem lagði til að þetta rif yrði skoðað.

Lífríkið

Kóral var að finna á öllum sniðum sem tekin voru í kantinum úti fyrir Lónsdjúpi en í mismiklu magni og ástandi (76. mynd). Svo virðist sem þéttleiki kórals aukist til austurs eftir kantinum. Litlar kóralgreinar uxu á grjóti vestast en þar var aðallega malarbotn. Nokkur lítil kóralrif voru á 400- 450 m dýpi. Samfelld breiða af kóral var í bröttum kantinum við austurhorn Lónsdjúps frá að minnsta kosti 450 m niður á rúmlega 500 m. Kórallinn virtist liggja bæði austan og vestan megin utan í giljum sem liggja niður kantinn. Í kantinum úti fyrir vestanverðu Papagrunni á 450-600 m dýpi er eins og áður hefur komið fram stærsta kóralsvæði sem staðfest hefur verið hér við land.

76. mynd. Lífríkið í kantinum úti fyrir Lónsdjúpi og vesturhorni Papagrunns. Karfi og bláriddari leynast víða innan um kóralinn.

Þetta er stórkostlegt kóralsvæði með þétta breiðu af kóral sem var nær samfelld niður á a.m.k. 600 m dýpi, en dýpra var ekki kafað (74. og 75. mynd). Þarna voru *Lophelia pertusa, Primnoa resedaeformis, Paramuricea* sp., cf. *Callogorgia* sp., og "blúndukórall " (Stylasterida eða oft nefndur Hydrocoral eða lace coral á ensku).



77. mynd. Veiðiálag togveiða í Lónsdjúpi út frá ELB og VMS meðaltalsgögnum frá 2008-2013. Appelsínugula svæðið er hólfið sem var friðað 2011.

Verndun

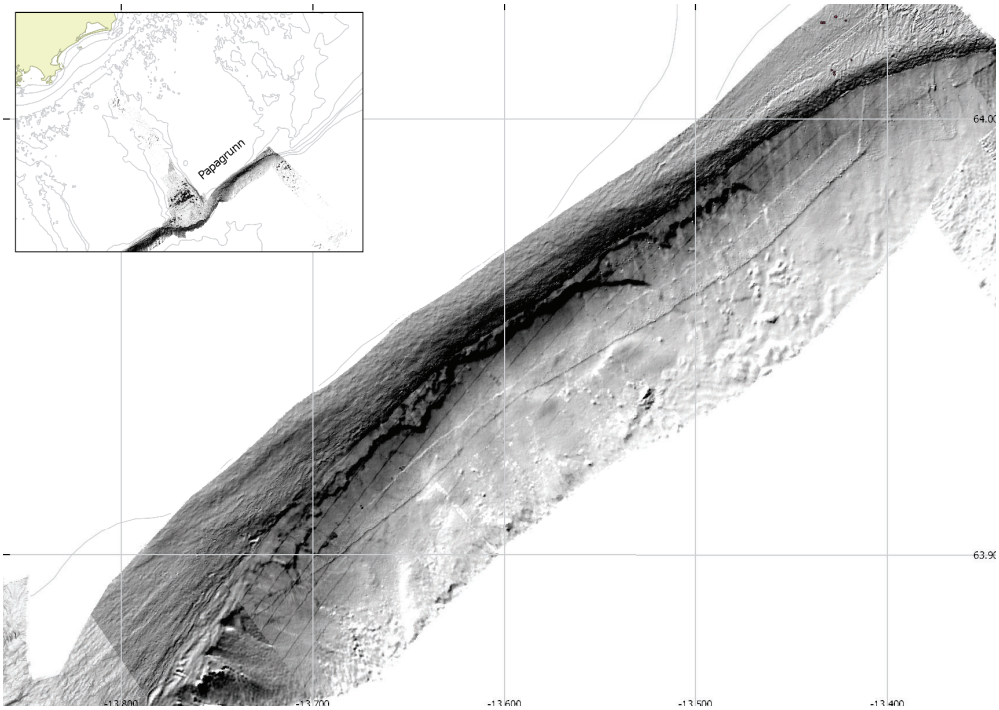
Kanturinn úti fyrir Lónsdjúpi og vesturhorn Papagrunns hefur nú verið friðaður samkvæmt reglugerð 1095/2011 (77. mynd). Mikil sókn var ofan á kantinum en litlar veiðar fóru fram í sjálfum kantinum.

6.12 PAPAGRUNNSKANTUR OG BERUFJARÐARÁLL

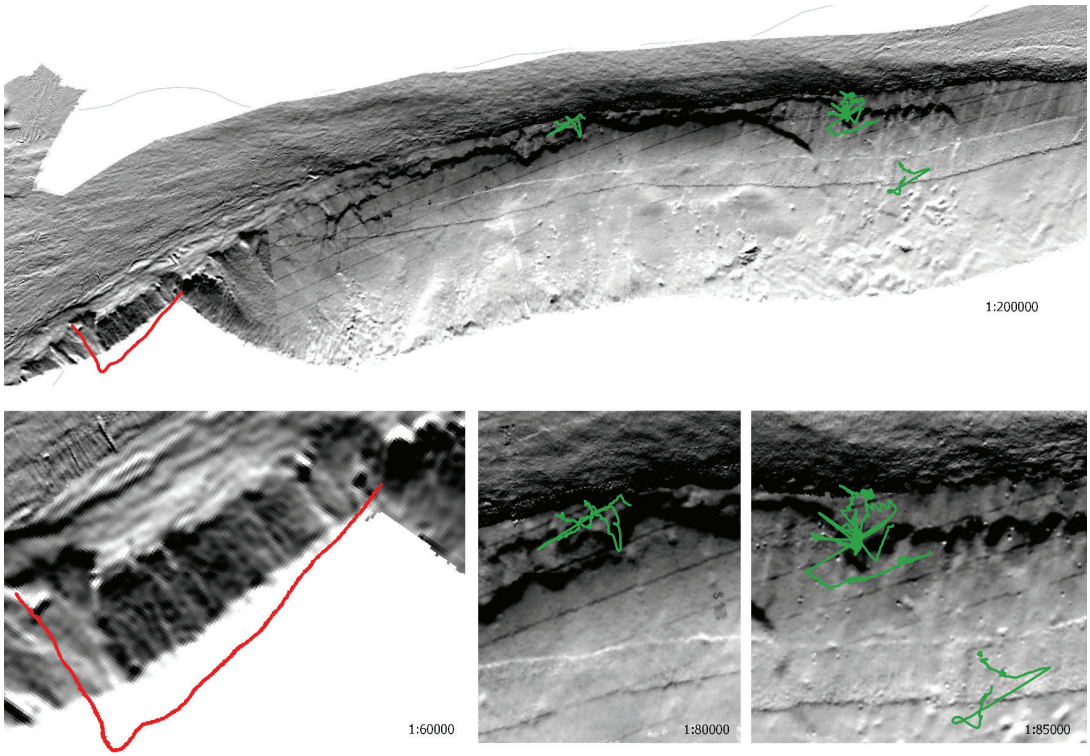
Kórall var þekktur rétt vestan við Berufjarðarál á 275-300 m dýpi og var þar einkum átt við stór "kóraltré", allt að 4 m há, en ekki rifmyndandi kóral. Hins vegar benda sagnir um Þjóðverja, sem voru að veiðum á þessum slóðum, til þess að þar hafi verið steinkórall, því þeir eru sagðir hafa stundað það að brjóta niður kóral með því að toga eingöngu með hlerum og bobbingum. Árið 2003 var talið að kórall væri enn á 690-730 m dýpi sunnan við ákveðna dýpislínu í kantinum úti fyrir Papagrunni (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004).

Staðhættir

Kanturinn er mjög brattur og straumar miklir (Perkins o.fl., 1998). Ekki var búið að mæla Berufjarðarál með fjölgeislamæli en á mynd 78 sést örlítið af vestra horni hans.



78. mynd. Yfirlitsmynd af kantinum úti fyrir Papagrunni. Lítil mynd sýnir afstöðu til lands.

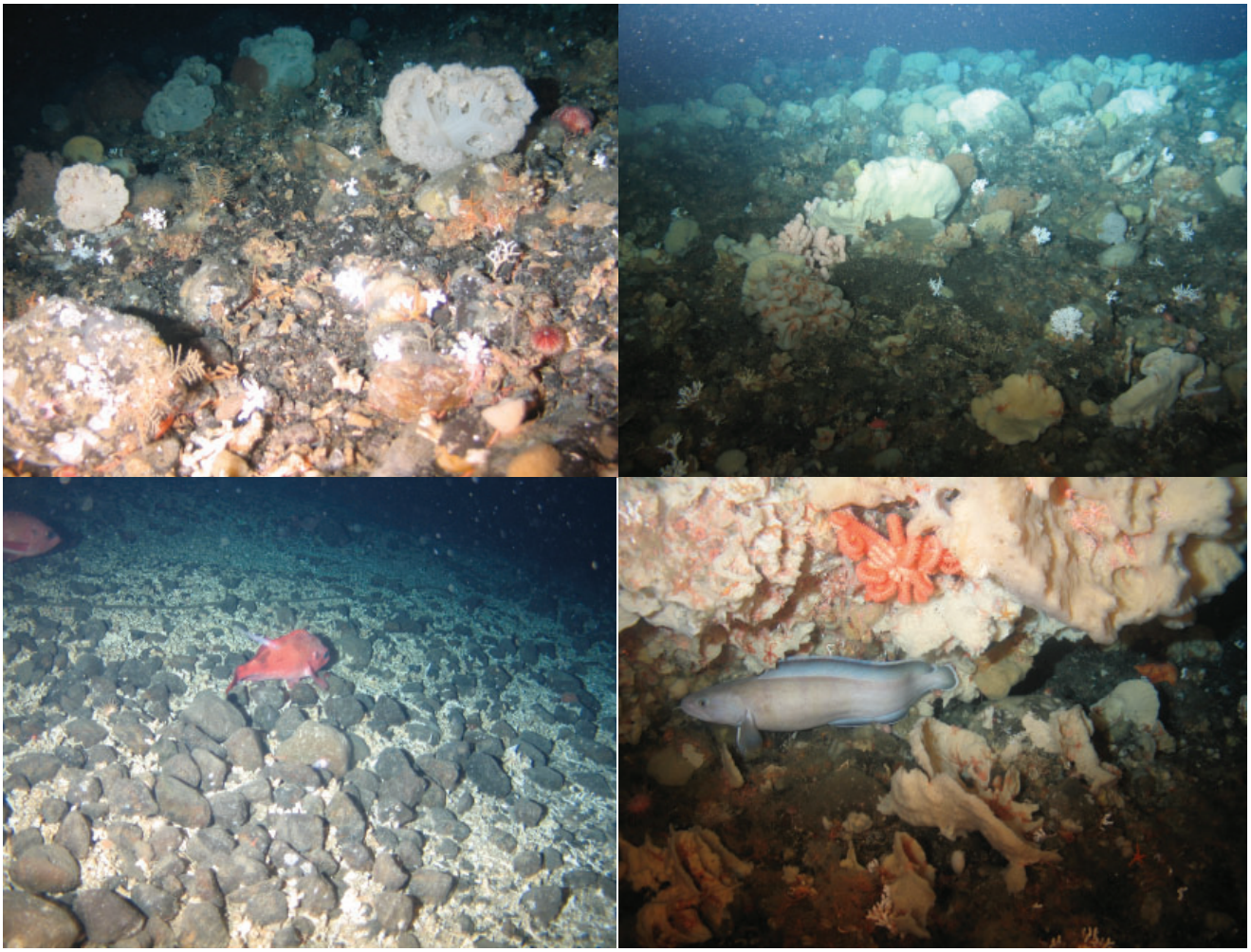


79. mynd. Nærmynd af ferlum djúpkanna (grænir) í kantinum úti fyrir Papagrunni. Rauði ferillinn er sá sami og fjallað var um í kaflanum á undan.

Þar má telja um 13 hringlaga hóla en svæðið hefur ekki verið rannsakað nógu ítarlega til að fjalla um það hér.

Rannsóknir

Árið 2009 var kanturinn út af Papagrunni skoðaður með djúpkanna (79. mynd). Það



80. mynd. Lífríkið á 600 m dýpi út af Papagrunni. Efri myndir: Blómkálskórall, ígulker, krossfiskar, slöngustjörnur og blúndukórall (t.v.). Svampabreiða ásamt blómkálskórölum, blúndukórölum og slöngustjörnum (t.h.). Neðri myndir: Karfar á grjót- og kóralmulningsbotni (t.v). Stór steinn þakinn svömpum, freyjudjásn krossfiskum og slöngustjörnum og við steininn er keila (t.h.).

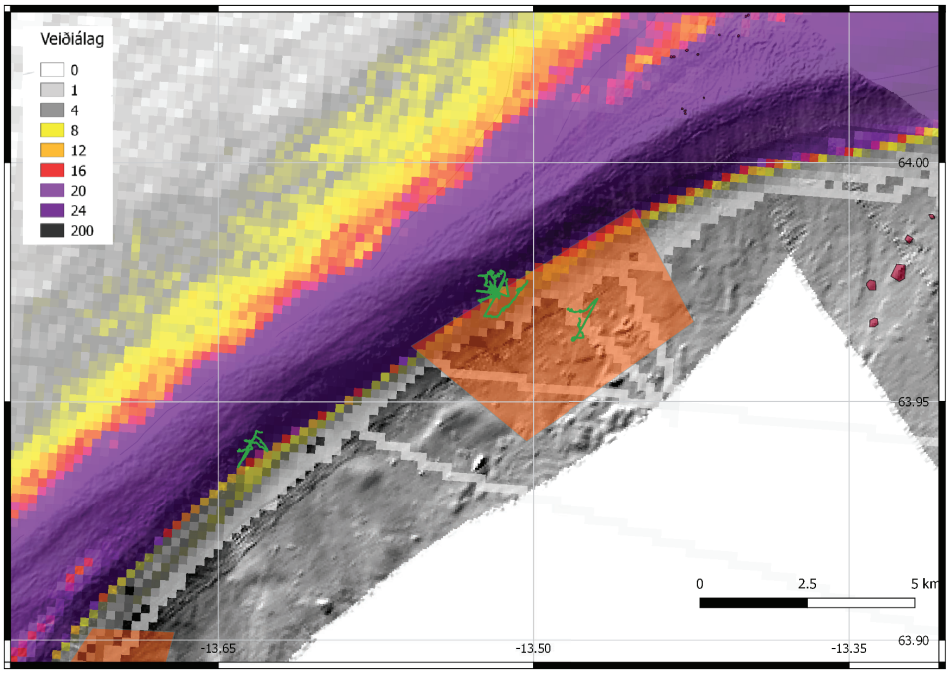
var enginn hægðarleikur að vinna með það tæki á þessum stað. Erfiðlega gekk að koma því niður á botn og ekki var hægt að stjórna stefnu þess. Til að kanna lífríkið betur var notuð þríhyrna til að taka sýni í kantinum.

Lífríkið

Kórall kom upp í þríhyrnu ofarlega í kantinum. Köfun með djúpkanna neðar í kantinum tókst betur og kafað var niður á um 600 m dýpi. Þar var búsvæði með svampabreiðu og blómkálskórölum (*Drifa glomerata* og *Duva florida*). Fjölmargar aðrar tegundir botndýra nýttu sér þetta búsvæði, meðal annars slöngustjörnur, „blúndukórall“, og keila (80. mynd).

Verndun

Vegna fjölbreytts lífríkis og kórals var svæði í bröttum kanti Papagrunns verndað rétt neðan við togslóð (81. mynd). Veiðiálag var mikið ofan á kantinum en sjálfur kanturinn var mjög brattur og ekki auðvelt að toga í honum. Gögnin gefa ekki tilefni til að leggja til verndun á svæðinu við Berufjarðarál, sérstaklega skortir fjölgeislamælingar á því svæði og þar af leiðandi hefur ekki verið farið með myndavélar þangað. Veiðiálag á



81. mynd. Veiðiálag togveiða við Papagrunn samkvæmt ELB og VMS meðaltala frá 2008-2013. Appelsínuguli reiturinn sýnir friðað hólf frá 2011.

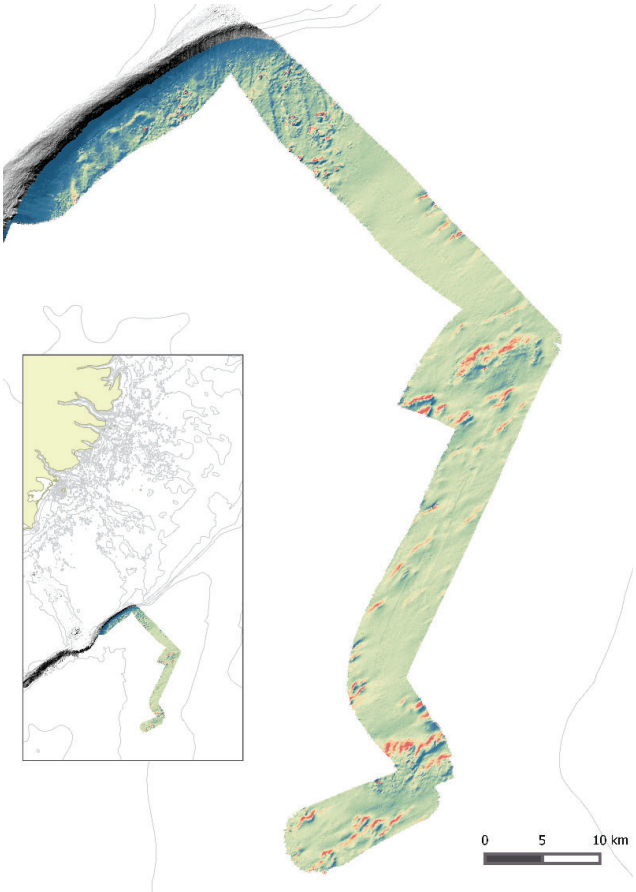
svæðinu gefur einnig litla von um að þar séu lifandi kóralar.

6.13 RÓSAGARÐUR / ÍSLANDS-FÆREYJAHRYGGUR

Töluvert var af kóral í Rósagarðinum, en fyrir 1980 stunduðu Þjóðverjar veiðar þar og gáfu svæðinu nafn „Rosengarten“. Árið 2004 skráðu Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson niður þrjú svæði þar sem kórall á að hafa verið á þeim árum er Þjóðverjar voru við veiðar í Rósagarði. Alls voru þessi svæði að minnsta kosti 23 km^2 að stærð.

Staðhættir

Fjölgeislamælingar fóru fram á svæðinu árið 2004 út frá fyrrgreindum upplýsingum (82. mynd). Þetta svæði væri vert að skoða betur.



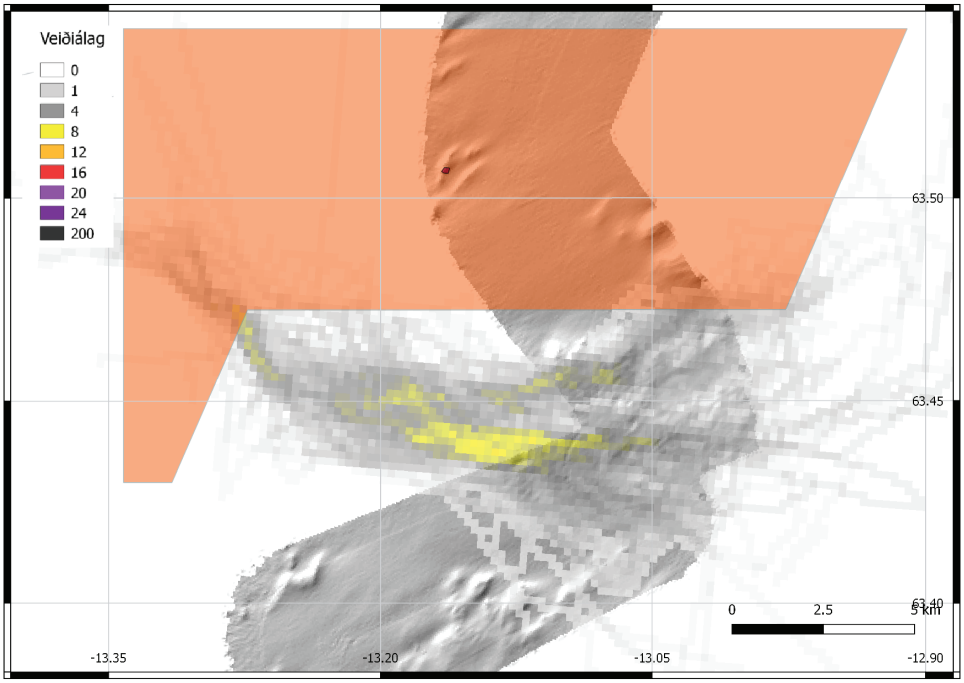
82. mynd. Fjölgeislamælt svæði á Islands-Færeyjahryggnum.

Rannsóknir

Svæðin sem kórall var talinn vera á voru töluvert langt frá landi og á miklu dýpi sem gerir rannsóknir erfiðar með þeim neðansjávarmyndavélabúnaði sem Hafrannsóknastofnun hefur yfir að ráða og því var ákveðið að bíða með rannsóknir á svæðinu.

Verndun

Stærsta einstaka svæði við Ísland sem verndað er í dag vegna kórals er á Íslands-Færeyjahryggnum, alls 164 km². Svæðið afmörkuðu sjómenn í stað þeirra sem tiltekin voru í skýrslu Sigmars A. Steingrímssonar og Sólmundar T. Einarssonar (2004). Félag skipstjórnarmanna kom með tillögu að verndun sem fól í sér þær breytingar að í stað þeirra þriggja svæða sem nefnd voru í skýrslunni, skyldi fremur vernda eitt stórt svæði sem þeir töldu vera mun meira kóralsvæði en þau fyrrnefndu. Fallist var á þessa tillögu og hún sett inn í reglugerð um verndun kórals árið 2011 (83. mynd). Ekki hefur verið færi á að rannsaka svæðið með neðansjávarmyndavélum og því má telja það einstakt að



83. mynd. Veiðiálag togveiða syðst á fjölgeislamælda svæðinu frá VMS og ELB meðaltalsgögnum frá 2008-2013. Appelsínuguli flöturinn er friðað svæði samkvæmt reglugerð 2011.

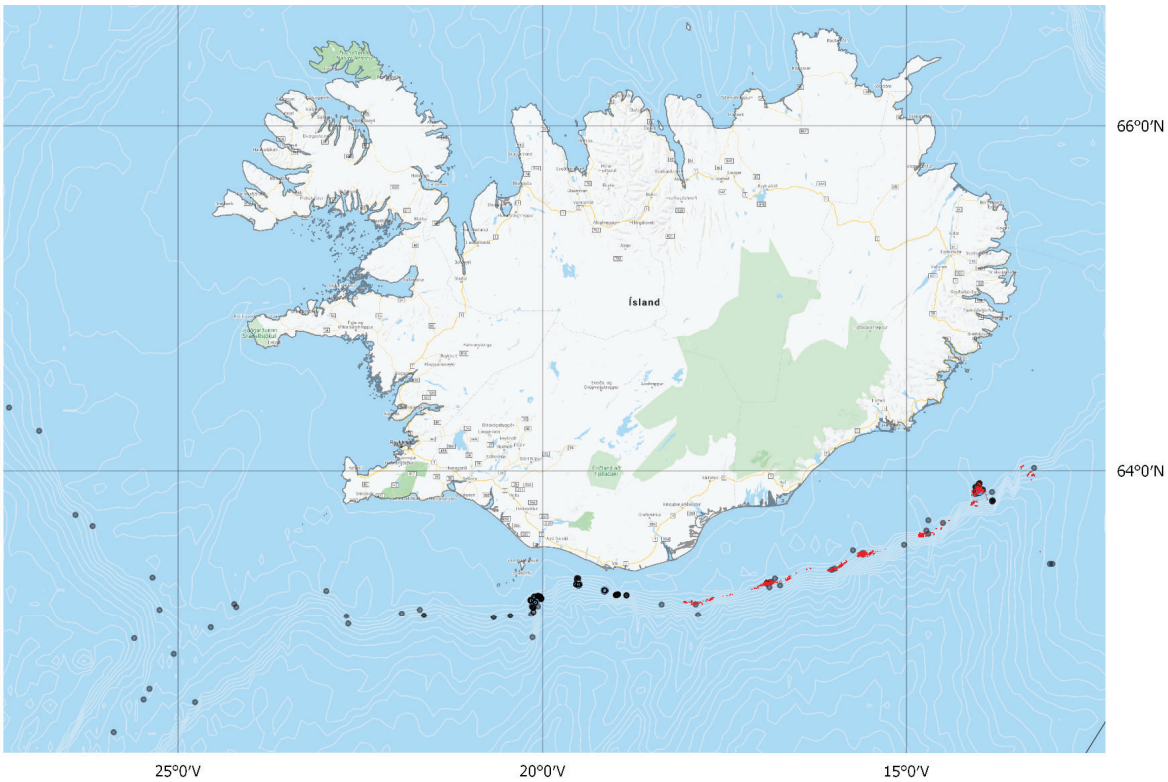
svæðið skuli hafa verið verndað án þess að slík rannsókn færi fram. Veiðiálag er nokkuð sunnan við svæðið.

7. Samantekt

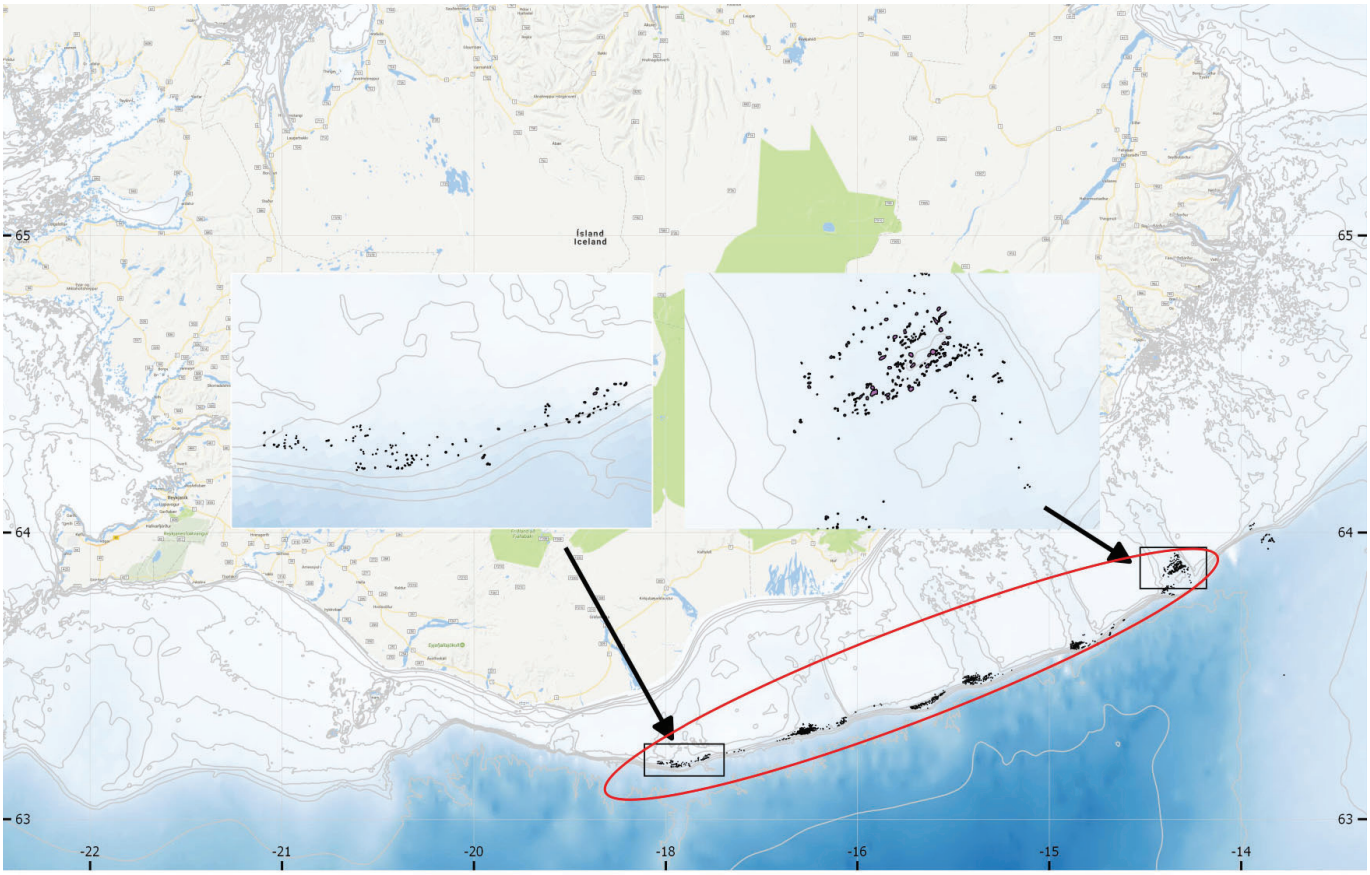
7.1 STAÐA ÞEKKINGAR Á KÓRALSVÆÐUM VIÐ ÍSLAND Í DAG

Kóralrif við Ísland eru í landgrunnskantinum undan suðurströndinni, allt frá Íslands-Færeyjahrygg vestur að Reykjaneshrygg og út af Jökuldjúpi (Sigmar Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson, 2004, BIOICE gögn, rannsóknir Hafrannsóknastofnunar, 84. mynd).

Kotlanging og rannsóknir hafa nú farið fram víða á landgrunnskantinum milli Háfadjúps og Papagrunns og á Reykjaneshrygg. Fjölgeislakort hafa gefið vísbendingar

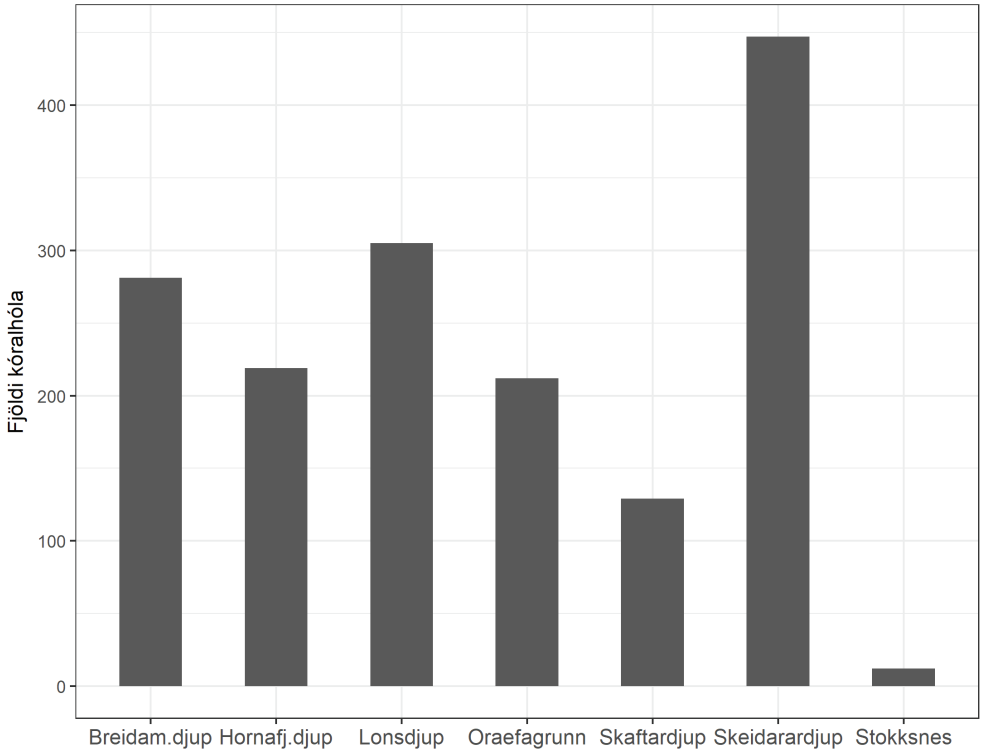


84. mynd. Skráningar á kórölum (gráir hringir) og hringlaga myndunum (rauðir hringir).



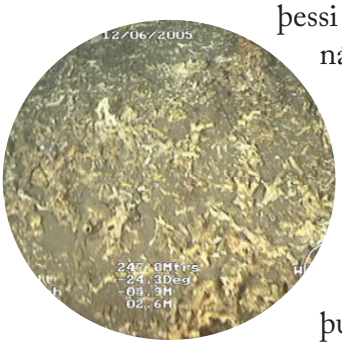
85. mynd. Talningar á hringlaga myndunum innan rauða svæðisins sem í sumum tilfellum hefur verið staðfest að eru kóralrif. Tvö svæði, Skaftárdjúp og Lónsdjúp eru stækkuð til að sýna betur hvernig þessar myndanir hafa verið merktar.

um kóralrif þar sem þau mynda hringlaga rif á landgrunnskantinum. Alls hafa 1648 slíkar myndanir eða þústir verið taldar (85. mynd), flestar við Skeiðarárdjúp, eða yfir 400 (86. mynd). Í þessu verkefni hefur tilvist kórala verið staðfest með myndatökum á mörgum slíkum þústum. Ekki er hægt að fullyrða að allar slíkar myndanir séu kóralrif. Rannsóknirnar hafa einnig staðfest að mikið af kóralrifum hafa verið eyðilögð af togveiðarfærum. Stærð kóralrifa á suðurkantinum var gróflega mæld og voru þau að meðaltali um 0,25 ha (87. mynd).



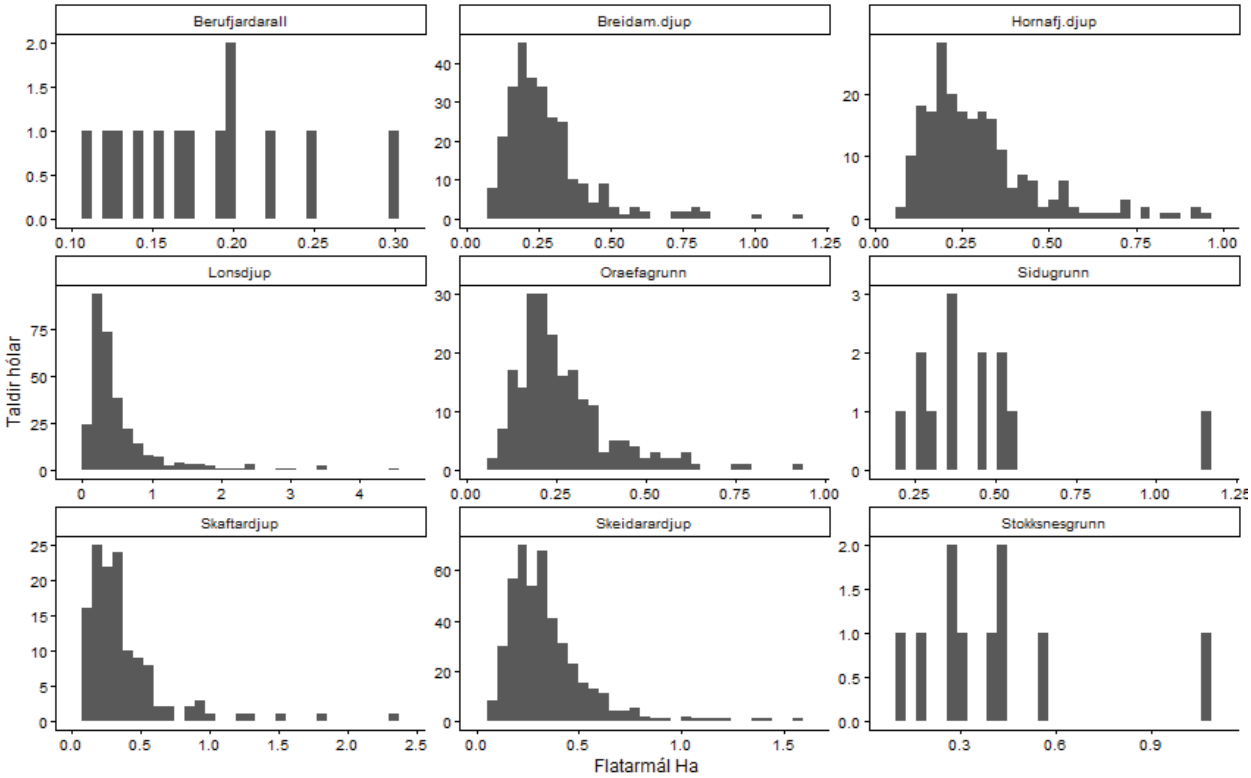
86. mynd. Talningar á kóralhólum frá Skaftárdjúpi að Lónsdjúpi.

Kóral var að finna út af vesturlandi og ef til vill Vestfjörðum en umfang hans hefur ekki fengist staðfest og skortir nákvæmar staðsetningar. Auk rifmyndandi kórala eru hér margar tegundir hornkórala sem eru greinóttir og geta orðið nokkuð stórir. Þeir kallast oft "tré" eða "kóraltré". Þessi kóraltré hafa einnig helst fundist fyrir sunnan og vestan land á yfir 500 m dýpi (BIOICE gögn, Madsen 1944). Nokkrar tegundir sæfjaðra eru einnig við Ísland, flestar fyrir sunnan og vestan en sumar tegundir finnast helst fyrir norðan (BIOICE gögn). Fyrir nokkrum árum kom upp í fiskibát stórt kóraltré (*Paragorgia arborea*) með veiðarfærum rétt við Grímsey á Skjálfanda og áætlaði áhöfnin að það hafi verið allavega 3-5 metra hátt. Þessi fundarstaður er norðar en talið var að þessi tegund færi hér við land. Kórall er á afmörkuðum svæðum og án nákvæmrar staðsetningar er erfitt að finna hann. Þegar snið voru tekin 2009 og 2010 voru fjargögn (VMS) og gögn úr rafrænni afladagbók (ELB) ekki tiltæk. Síðar við athugun þeirra gagna komu í ljós fleiri svæði sem áhugavert væri að skoða. Kóralrar eru yfirleitt á hörðum botni, en sumir kóralar og sérstaklega sæfjaðrir eru á mjúkum botni. Aldur sumra kóraltegunda hefur verið metinn og getur verið frá nokkrum tugum ára til yfir fjögur þúsund ára (Roark o.fl., 2009; Sherwood og Edinger, 2009). Sæfjaðrir frá Íslandi sem voru veiddar 2016 höfðu þá verið að vaxa frá því upp úr 1950. Sem þýðir að þær voru um 60 ára (de Moura Neves o.fl., 2018).



Kostnaðarsamt er að leggja í leiðangur til þess eins að „leita“ að kóral, og því er reynt að leita leiða til að spá fyrir um útbreiðslu hans á grundvelli fyrirliggjandi þekkingar og umhverfisgagna. Til þess þarf þó að hafa töluvert góða þekkingu á þeim umhverfisþáttum sem henta kórölunum, en ekki sækja allar tegundir í sömu aðstæður.

Enn er margt óþekkt varðandi kórala við Ísland. Fleiri tegundir eiga án efa eftir að finnast og útbreiðsla kórala er alls ekki nægilega vel þekkt.



87. mynd. Fjöldi hóla og flatarmál þeirra í ha. frá Skaftárdjúpi að Lónsdjúpi.

7.2 TENGSL KÓRALS OG BOTNLAGS

Við Ísland finnst kórall á afar fjölbreyttu botnlagi. Kórall er á virku eldsumbrotasvæði, í gljúfrum, á hryggjum, á landgrunninu og í landgrunnskantinum. Ýmis fyrirbæri, eins og jökulruðningar, jökulrákir, hraun, sethryggir og grjót eru dæmi um undirlag sem kórall nýtir sér.

Djúp og grunn

Landgrunnið suður af landinu er nokkuð slétt og er jökulframburður áberandi, þ.e. blanda af mjúku seti og grjóti af ýmsum stærðum. Ofan í grunnið eru ristar lægðir eða djúp sem ganga út frá landinu að landgrunnsbrúninni. Þessi djúp nefnast Háfadjúp, Reynisdjúp, Skaftárdjúp, Skeiðarárdjúp, Breiðamerkurdjúp, Hornafjarðardjúp, Lónsdjúp og Berufjarðaráll. Milli þessara djúpa eru svo grunn sem kallast Kötlugrunn, Síðugrunn, Öræfagrunn, Mýragrunn, Stokksnesgrunn og Papagrunn. Austar er svo Hvalbaksgrunn en rannsóknasvæðið einskorðist við Háfadjúp að Papagrunni.

Ís hefur hefur líklega haft mest áhrif á myndun djúpanna suður af landinu (Kjartan Thors og Guðrún Helgadóttir, 2014). Skriðjöklar frá ísaldarjöklum lágu á grunninu og eru ummerki um þá greinleg upp á land og hægt að rekja sig til einstakra skriðjökla sem

enn í dag koma niður úr Vatnajökli (Boulton, 1998). Ísjakar hafa síðar sorfið útkanta þessara djúpa og skilið eftir sig djúpar jökulrákir og óregluleg för í botninum. Utarlega fyrir miðju djúpanna eru stundum uppstreymisop (pockmarks) en reynt hefur verið að tengja kóralrif við slík fyrirbæri (Hovland og Risk, 2003). Jökulsorfin botngerð hentar vel fyrir kóral eins og *Lophelia pertusa*. Við Hola svæðið út af Vesterålen í Norður Noregi eru hringlaga og aflöng kóralrif sem rísa upp af sléttum botni (Buhl-Mortensen o.fl., 2012) og þau líkjast þeim rifum sem eru á landgrunninu hér við land.

Eldvirkt hraunsvæði

Reykjaneshryggur er hluti af mið-Atlantshafshryggum þar sem gliðnun á sér stað með tilheyrandi umbrotum á sjávarbotni. Botngerðin er hrjúf og einkennist af úfnu hrauni, fjöllum og gígum. Kórall á Reykjaneshrygg hefur lengi verið þekktur meðal sjómanna. Rannsóknir okkar á Reykjaneshrygg fóru fram á svæði sem er um 200-250 km^2 að stærð. Þar var að finna mismunandi búsvæði eins og hraun þakið svömpum, mjúkt set með sæfjöðrum, sæbjúgum og ígulkerum, bakteríuskán á bólstrabergi, neðansjávarfjöll þakinn grjóti á toppnum en snauð af lífríki. Minna sást af kóral við rannsóknirnar á Reykjaneshrygg en búist var við og kannski er virkt jarðhræringarsvæði ekki ákjósanlegt fyrir langlífar botnfastar tegundir eins og kóral. Ummerki um hversu óheppileg slík staðsetning getur verið sást berlega þar sem hraun hafði runnið yfir kóralþyrpingu. Lífríki á Reykjaneshrygg er víða nokkuð vel varið af náttúrunnar hendi fyrir veiðum þar sem botninn er illfær fyrir botnvörpu. Línuveiðar eru stundaðar þar og við rannsóknirnar sást fjöldi slitinna lína á botninum. Kóral er að finna víða sunnar á mið-Atlantshafshryggnum, meðal annars við Azor eyjar og Charlie Gibbs brotabeltið (MAR-ECO) en að mestu voru það stakir kóralar en ekki kóralrif (Molodtsova o.fl., 2008).

Gljúfur og gil

Neðansjávargil og gljúfur eru þekkt fyrir mikinn líffræðilegan fjölbreytileika (Morris o.fl., 2013; Davies o.fl., 2014; van den Beld o.fl., 2017). Rannsóknir í Háfadjúpi sýndu fjölbreytt lífríki sem mótaðist af botnlagi, setgerð og dýpi (Óðinsson o.fl., 2020). Bambuskóralgarður í bland við sæfjaðrir var á mjúkum botni. Kórall og svampar voru á harðari botni, bæði á grjóti og hörðum móbergsflákum. Í Háfadjúpi eru gömul kóralrif hálf grafin undir setlagi. Það leiðir hugann að því að Háfadjúp er einungis um 15 km frá landi hvar eru eldfjöll sem hafa valdið miklum framhlaupum vatns og samfara þeim miklum framburði sets til sjávar. Auk þess eru Kötluhryggir taldir hafa mótast af eðjustraumum eftir eldgos. Þá læðist að sá grunur að kóralrif í djúpinu hafi í gegnum tiðina grafist í set og að sá kórall sem er þar nú gæti einnig horfið við næsta Kötlugos. Árið 2012 var kóralsýnum safnað í Háfadjúpi með það í huga að skoða hvort hægt væri að greina áhrif frá Kötlugosum í kóralnum (ICECTD verkefni IFRMER).

Landgrunnskanturinn

Kanturinn við suðurströndina er víða mjög brattur og skorinn með giljum og hryggjum. Kórall vex á þessum slóðum en rannsóknir eru enn sem komið er takmarkaðar við nokkur snið sem liggja í kantinum milli Háfadjúps og Reynisdjúps, út af Kötlugrunni,

út af Hornafjarðardjúpi, út af Stokksnesgrunni, út af Lónsdjúpi og út af Papagrunni. Kóralbreiður í landgrunnskantinum eins og þær sem er að finna úti fyrir Lónsdjúpi og úti fyrir Papagrunni er ekki hægt að sjá á fjölgeislakortum og því ekki vitað um útbreiðslu kóralrifa í kantinum. Veiðiálag var ekki mikið í þessum bröttu köntum en veiðar fara mest fram við brúnina eftir landgrunninu.

7.3 KÓRALTEGUNDIR

Rannsóknir Hafrannsóknastofnunar hafa fram til þessa einkum beinst að steinkóralnum *Lophelia pertusa* sem getur byggt upp kóralrif. Hins vegar eru mun fleiri kóraltegundir við Ísland og þegar eru þekktar um 60 kóraltegundir af ætt steinkórala, hornkórala og svartkórala auk 17 tegunda af sæfjöðrum (Ólafsdóttir o.fl. í undirbúningi). Margar þessara tegunda eru smáar og ekki hægt að greina á neðansjávarmyndum. Oft ekki hægt að greina milli einstakra tegunda á myndum og því látið nægja að tilgreina ættkvíslina eða jafnvel ættina. Til að mynda eru sennilega 5 tegundir af Paramuricea en ómögulegt er að greina á milli þeirra á myndum. Margar tegundir finnast helst neðan við landgrunnskantinn á yfir 500 – 1000 m dýpi og allt niður á tæplega 3000 m. Því er ljóst að einungis hluti af þeim kóraltegundum sem finnast við landið hafa til þessa sést á tiltæku myndefni.

8. Næstu skref

Kórall vex víða en hann byggir ekki upp rif hvar sem er. Vissir staðir eða svæði virðast henta betur en önnur. Kóralrifin þarf að kortleggja betur og fylgjast þarf með hvort veiðimynstur breytist þannig að veiðar færist yfir á ný svæði sem getur haft slæmar afleiðingar fyrir þessi viðkvæmu svæði. Margt er enn óþekkt varðandi kóralsvæðin hér við land, vistfræði þeirra, lífríkið sem þau geyma og hlutverkið sem þau gegna. Með frekari rannsóknum eiga án efa eftir að koma í ljós fleiri svæði og tegundir. Vaxtarhraði rifmyndandi kórals hér við land er ekki þekktur. Við Noreg er talið að hann geti verið allt að 25 mm á ári (Mortensen og Lepland, 2007). Við vitum ekki hvenær kóralrif fóru að byggjast upp hér við land né hvaðan tegundirnar bárust hingað. Almennt er lítið vitað um útbreiðsluleiðir kórals um höfin en víða eru í gangi rannsóknir á DNA sýnum sem innan fárra ára gætu varpað ljósi á skyldleika kóralrifa í Atlantshafi.

Sjógerðir, straumar, hitastig og dýpi hafa að líkindum mikið að segja. Þekking á dreifingu kórallirfa er enn lítil en er mikilvægur hlekkur í því að skilja tengsl milli kóralsvæða. Lirfur *Lophelia pertusa* virðast geta verið á reki í allt að 4-6 vikur áður en þær setjast (Larsson o.fl., 2014). Þetta tímabil skiptir því miklu máli fyrir útbreiðslu kóralsins. Möguleikar lirfanna á að þroskast í fullorðna einstaklinga eru háðir því hvar þær setjast niður og þeim aðstæðum sem þar eru. Rask og minnkun kóralsvæða getur valdið breytingum eða skert samskipti og dreifingu kórala og þannig haft neikvæð áhrif á genaflæði og viðhald þeirra. Mikið kappsmál er að skoða þessi atriði og fá betri skilning á virkni og eðli þessara mikilvægu svæða.

Spálíkön (Habitat suitability modelling) fyrir útbreiðslu kórals eru víða í þróun (Elith og Leathwick, 2009; Reiss o.fl., 2014; Rengstorf o.fl., 2013). Sérfræðingar Hafrannsóknastofnunar hafa í samstarfi við sérfræðinga hjá

systurstofnunum í Bergen og í Torshavn unnið að slíku líkani fyrir útbreiðslu kórals frá Færeyjum að Svalbarða (Buhl-Mortensen o.fl., 2019; Burgos o.fl., 2020). Þar var raðað saman botnlagi, botnhörku og umhverfisþáttum eins og dýpi, hita og næringarefnum frá þekktum fundarstöðum kórala og þeim þáttum varpað yfir á stærri svæði. Markmiðið var að útbúa spákort yfir það hvar líkleg útbreiðslusvæði mismunandi kóraltegunda gæti verið að finna. Þannig mætti draga fram þau svæði sem rannsaka þyrfti betur og sjá hvar veiðar væru líklegar til að hafa neikvæð áhrif.

9. Þakkir

Bestu þakkir til þeirra mörgu sem komu að þessum rannsóknum og veittu okkur aðstoð. Guðrún Helgadóttir veitti ómetanlega aðstoð við túlkun fjölgeislagana og útskýringar á jarðfræði hafsbotnsins. Páll Reynisson útbjó fjölgeislaskrár, Eric Dos Santos sá um greiningar á kóral út frá myndbandsefni. Páll Arnar Þorsteinsson, John Sales, Haraldur Arnar Einarsson, Arnþór Bragi Kristjánsson og Björn Sigurðarson sáu um tæknimál og stjórnun myndavéla í leiðöngrunum. Hrönn Egilsdóttir, Svanildur Egilsdóttir og Alice Benoit-Cattin komu að undirbúningi og aðstoð í leiðöngrum. Ásmundi Sveinssyni og Ingva Friðrikssyni skipstjórum á Bjarna Sæmundssyni og áhöfnum allra leiðangranna þökkum við ómælda þolinmæði og aðstoð. Þakkir til þeirra sjómanna sem veittu upplýsingar um kóralsvæði eða ábendingar sem nýttust við val á rannsóknastöðvum. Einnig þökkum við Svanhildi Egilsdóttur fyrir aðstoð við uppsetningu á skýrslu, Ólafi Ástþórssyni og Hrönn Egilsdóttur fyrir yfirlestur og gagnlegar athugasemdir.

Tveir leiðangranna voru að hluta fjármagnaðir með styrkfé frá Evrópuverkefninu CoralFISH (http://eu-fp7-coralfish.net/) sem einnig kostaði úrvinnslu á VMS gögnum.

10. Heimildir

Althaus, F., Williams, A., Schlacher, T., Kloser, R., Green, M., Barker, B., Bax, N., Brodie, P., Hoenlinger-Schlacher, M. (2009). Impacts of bottom trawling on deep-coral ecosystems of seamounts are long-lasting. *Marine Ecology Progress Series* 397, 279–294. doi:10.3354/meps08248

Anon. (2005). Friðun viðkvæmra hafssvæða við Ísland. Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneyti 21. september 2005.

Arnaud-Haond, S., Van den Beld, I.M.J., Becheler, R., Orejas, C., Menot, L., Frank, N., Grehan, A., Bourillet, J.F. (2015). Two "pillars" of cold-water coral reefs along Atlantic European margins: Prevalent association of Madrepora oculata with Lophelia pertusa, from reef to colony scale. *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* doi:10.1016/j.dsr2.2015.07.013

Astþórsson, O.S., Gíslason, A., Jónsson, S. (2007). Climate variability and the Icelandic marine ecosystem. *Deep-Sea Research II*, 54:2456-2477.

Astþórsson, O.S., Valdimarsson, H., Guðmundsdóttir, A., Óskarsson, G.J. (2012). Climate related variations in the distribution and abundance of mackerel in Icelandic waters. *ICES Journal of Marine Science,* 69: 1289-1297.

Boulton, G. S., Thors, K., Jarvis, J. (1988). Dispersal of glacially derived sediment over part of the continental shelf of south Iceland and the geometry of the resultant sediment bodies. *Marine Geology* 83(1–4), 193–223.

Buhl-Mortensen, L., Bøe, R.,Dolan, M.F.J.,Buhl-Mortensen, P.,Thorsnes, T.,Elvenes,S.&Hodnesdal, H. (2012). Banks, troughsand canyons on the continental margin off Lofoten, Vesterålen, andTroms, Norway.In: Harris,P.&Baker, E. (eds). *Seafloor Geomor-phology as Benthic Habitat: GeoHab Atlas of Seafloor GeomorphicFeatures and Benthic Habitats*. Elsevier Insights E-Book, Amsterdam, 703 – 715

Buhl-Mortensen, L., Olafsdottir, S.H., Buhl-Mortensen, P., Burgos, J.M., Ragnarsson, S.A. (2015). Distribution of nine cold-water coral species (Scleractinia and Gorgonacea) in the cold temperate North Atlantic: effects of bathymetry and hydrography. *Hydrobiologia* 759, 39–61. doi:10.1007/s10750-014-2116-x

Buhl-Mortensen, P. (2006). Utvikling av et nytt redskap for visuelle hav-bunnsundersökelser på dypt vann (No. Rapport, desember 2006). Havforskningsinstituttet, Bergen.

Burgos, J.M., Buhl-Mortensen, L., Buhl-Mortensen, P., Ólafsdóttir, S.H., Steingrund, P., Ragnarsson, S.Á., Skagseth, Ø. (2020). Predicting the Distribution of Indicator Taxa of Vulnerable Marine Ecosystems in the Arctic and Sub-arctic Waters of the Nordic Seas. F*rontiers in Marine Science* 7:131. doi: 10.3389/fmars.2020.00131

de Moura Neves, B., Edinger, E., Wareham Heys, V., Devine, B., Weeland, L., Layne, G. (2018). Size metrics, longevity, and growth rates in *Umbellula encrinus* (Cnidaria: Pennatulacea) from the eastern Canadian Arctic. *Arctic Science* 4, 722-749.

Carlgren, O. (1939). Actiniaria, Zoantharia, and Madreporaria. *The Zoology of Iceland.* 2: 20 pp. ISSN 0084-5655

Chapron, L., Peru, E., Engler, A., Ghiglione, J.F., Meisterzheim, A.L., Pruski, A.M., Purser, A., Vétion, G., Galand, P.E., Lartaud, F. (2018). Macro- and

microplastics affect cold-water corals growth, feeding and behaviour. *Scientifc reports* 8: 15299.

Copley, J.T.P., Tyler, P.A., Sheader, M., Murton, B.J., German, C.R. (1996). Megafauna from sublittoral to abyssal depths along the Mid-Atlantic Ridge south of Iceland. *Oceanologica Acta* 19, 5, 549-559.

Davies J.S., Howell, K.L., Stewart, H.A., Guinan, J., Golding, N. (2014). Defining biological assemblages (biotopes) of conservation interest in the submarine canyons of the SouthWest Approaches (offshore United Kingdom) for use in marine habitat mapping. *Deep Sea Research II Topical Studies In Oceanography* 104, 208–229.

Elith, J., Leathwick, J.R. (2009). Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. A*nnual Review of Ecology Evolution, and Systematics* 40, 677–697. doi:10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159

Freiwald, A., Fosså, J.H., Grehan, A., Koslow, T., Roberts, J.M. (2004). Cold-water coral reefs. UNEP-WCMC Camb. UK 84.

Gass, S.E., Roberts, J.M. (2006). The occurrence of the cold-water coral Lophelia *pertusa* (Scleractinia) on oil and gas platforms in the North Sea: Colony *growth*, recruitment and environmental controls on distribution. *Marine Pollution Bulletin* 52, 549–559.

German, C.R., Briem, J., Chin, C., Danielsen, M., Holland, S., James, R., Jónsdóttir, A., Ludford, E., Moser, C., Ólafsson, J., Palmer, M.R., Rudnicki, M.D. (1994). Hydrothermal activity on the Reykjanes Ridge: the Steinahóll vent-field at 63°06'N. *Earth and Planetary Science Letters* 121, 647-654.

Guðmundur Guðmundsson, Jón Gunnar Ottósson, Guðmundur Víðir Helgason. (2014). *Botndýr á Íslandsmiðum (BIOICE)*. Náttúrufræðistofnun Íslands NÍ 4004.

Guinotte, J.M., Orr, J., Cairns, S., Freiwald, A., Morgan, L., George, R. (2006). Will human-induced changes in seawater chemistry alter the distribution of deep-sea scleractinian corals? *Frontiers in Ecology and Environment* 4: 141–146.

Gylfi Geirsson. (2011). Case Study of the Icelandic Integrated System for Monitoring, Control and Surveillance. Í: *FAO Fisheries and Aquaculture Circular.* No. 1053. Rome, FAO. 2011. 44p.

Hall–Spencer, J., Allain, V., Fosså, J.H. (2002). Trawling damage to Northeast Atlantic ancient coral reefs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences.* 269, 507–511.

Hovland, M., Risk, M. (2003). Do Norwegian deep-water coral reefs rely on seeping fluids? *Marine Geology* 198, 83–96.

ICES. (2016). Report of the Joint ICES/NAFO Working Group on Deep-water Ecology (WGDEC), 15–19 February 2016, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2016/ACOM:28. 82 pp.

Jón Sólmundsson, Einar Jónsson, Höskuldur Björnsson. (2007). *Aukin útbreiðsla skötusels við Ísland.* Náttúrufræðingurinn, 75(1), 13-20.

Jungersen, H. (1904). Pennatulida, in: *The Danish Ingolf-Expedition, The Danish Ingolf-Expedition.* Copenhagen.

Jungersen, H. F. E. (1915). The Alcyonaria, Antipatharia and Madreporaria. *Meddelelser*

om Grønland 23 XIII.

Kjartan Thors, Guðrún Helgadóttir, Sveinn Jakobsson, Kristján Jónasson, Sigurður Steinþórsson, Steinunn Hauksdóttir, Þorsteinn I. Sigfússon, Jón Viðar Sigurðsson, Guðmundur Pálmason, Guðrún Sverrisdóttir, Hrefna Kristmannsdóttir, Halldór Ármannsson, Hjalti Franzon. (1992). *Rannsóknir á mangangrýti á Reykjaneshrygg.* Hafsbotnsnefnd iðnaðarráðuneytisins, Reykjavík, 81 s.

Kjartan Thors, Guðrún Helgadóttir. (2014). *Hryggir í Lónsdjúpi*. Tímarit hins íslenska náttúrfræðifélags, Náttúrufræðingurinn 84. árgangur 1-2 hefti: 43-48.

Kramp, P. L. (1939). Octocorallia. *The Zoology of Iceland* 2(7):13 pp

Larsson, A.I., Järnegren, J., Strömberg, S.M., Dahl, M.P., Lundälv, T., Brooke, S. (2014). Embryogenesis and Larval Biology of the Cold-Water Coral *Lophelia pertusa:* e102222. *PLoS One* 9. doi:http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0102222

Madsen, F. J. (1944). Octocorallia: Stolonifera–Telestacea–Xeniidea–Alcyonacea–Gorgonacea. *The Danish Ingolf-Expedition* 13: 1–65.

Malmberg, S.-A. (2004). *The Iceland Basin - Topography and Oceanographic Features-*. Hafrannsóknir 41.

Mastrototaro F., Chimienti, G., Acosta, J., Blanco, J., Garcia, S., Rivera, J., R. Aguilar, R. (2017). *Isidella elongata* (Cnidaria: Alcyonacea) facies in the western Mediterranean Sea: visual surveys and descriptions of its ecological role, *The European Zoological Journal* 84:1, 209-225, DOI: 10.1080/24750263.2017.1315745

Molodtsova, T.N., Sanamyan, N.P., Keller, N.B. (2008). Anthozoa from the northern Mid-Atlantic Ridge and Charlie-Gibbs Fracture Zone. *Marine Biology Research* 4, 112–130. doi:10.1080/17451000701821744

Morris, K.J., Tyler, P.A., Masson, D.G., Huvenne, V.I.A., Rogers, A.D. (2013). Distribution of cold-water corals in the Whittard Canyon, NE Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research II* 92, 136–144.

Mortensen, P. B., Rapp, H.T. (1998). Oxygen and carbon isotope ratios related to growth line patterns in skeletons of *Lophelia pertusa* (L) (Anthozoa, Scleractinia): Implications for determination of linear extension rate. *Sarsia* 83, 433–446.

Óðinsson D.Þ., Ólafsdóttir S.H., Burgos J. (2019). Characterization of the geomorphology and biotopes of the Háfadjúp canyon, south Iceland. Í *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat: GeoHab Atlas of seafloor geomorphic features and benthic habitats* -2nd Edition. Eds: Peter Harris & Elain Baker. 1076 s.

O'Neill, F.G., Summerbell, K. (2011). The mobilisation of sediment by demersal otter trawls. *Marine Pollution Bulletin* 62, 1088–1097. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.01.038

Orejas, C., Gori, A., Gili, J.M. (2008). Growth rates of live *Lophelia pertusa* and *Madrepora oculata* from the Mediterranean Sea maintained in aquaria. *Coral Reefs* 27, 255–255. doi:10.1007/s00338-007-0350-7

Orr, J.C., Fabry, V.J., Aumont, O., Bopp, L., Doney, S.C., Feely, R.A., Gnanadesikan, A., Gruber, N., Ishida, A., Joos, F., Key, R.M., Lindsay, K., Maier-Reimer, E., Matear, R., Monfray, P., Mouchet, A., Najjar, R.G., Plattner, G.-K., Rodgers, K.B., Sabine, C.L., Sarmiento, J.L., Schlitzer, R., Slater, R.D., Totterdell, I.J., Weirig, M.-F., Yamanaka, Y., Yool, A. (2005). Anthropogenic ocean acidification

over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature* 437, 681–686. doi:10.1038/nature04095

Palmer, M.R., Ludford, E.M., German, C.R., Lilley, M.D. (1995). Dissolved methane and hydrogen in the Steinahóll hydrothermal plume, 63°N, Reykjanes Ridge. *Geological Society, London, Special Publications,* 87, 111-120. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1995.087.01.10.

Palgan, D., Devey, C.W., Yeo, I.A. (2017). Volcanism and hydrothermalism on a hotspot-influenced ridge: Comparing Reykjanes Peninsula and Reykjanes Ridge, Iceland . *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 348, 62-81. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2017.10.017

Perkins, H., Hopkins, T.S., Malmberg, S.-A., Poulain, P.-M., Warn-Varnas, A. (1998). Oceanographic conditions east of Iceland. *Journal of Geophysical Research* 103, 21,531-21,542.

Ragnarsson, S.Á., Burgos, J.M. (2018). Associations between fish and cold-water coral habitats on the Icelandic shelf. *Marine Environmental Research* 136, 8-15. https://doi.org/10.1016/j. marenvres.2018.01.019

Reiss, H., Birchenough, S., Borja, A., Buhl-Mortensen, L., Craeymeersch, J., Dannheim, J., Darr, A., Galparsoro, I., Gogina, M., Neumann, H., Populus, J., Rengstorf, A.M., Valle, M., Hoey, G. van, Zettler, M.L., Degraer, S. (2014). Benthos distribution modelling and its relevance for marine ecosystem management. *ICES Journal of Marine Science* 72 (2): 297-315. doi:10.1093/icesjms/fsu107

Rengstorf, A.M., Yesson, C., Brown, C., Grehan, A.J. (2013). High-resolution habitat suitability modelling can improve conservation of vulnerable marine ecosystems in the deep sea. *Journal of Biogeography* 40, 1702–1714. doi:10.1111/jbi.12123

Roark, E.B., Guilderson, T.P., Dunbar, R.B., Fallon, S.J., Mucciarone, D.A. (2009). Extreme longevity in proteinaceous deep-sea corals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of U. S. A.* 106, 5204–5208. doi:10.1073/pnas.0810875106

Roberts, J.M., Davies, A. J., Henry, L. A., Dodds, L. A., Duineveld, G. C. A., Lavaleye, M. S. S., Maier, C., van Soest, R.W.M., Bergman, M.J.N., Hühnerbach, V., Huvenne, V.A.I., Sinclair, D.J., Watmough, T., Long, D., Green, S.L., Van Haren, H. (2009). Mingulay reef complex: An interdisciplinary study of cold-water coral habitat, hydrography and biodiversity. *Marine Ecology Progress Series* 397, 139-151. https://doi.org/10.3354/meps08112

Rogers, A.D. (1999). The biology of *Lophelia pertusa* (Linnaeus 1758) and other deep-water reef-forming corals and impacts from human activities. *International Review of Hydrobiology,* 84 (4), 315-406.

Sigfús A. Schopka. (2007). F*riðun svæða og skyndilokanir á Íslandsmiðum - Sögulegt yfirlit. Areal closures in Icelandic waters ant the real-time closure system - A hisitorical review.* Hafrannsóknir nr. 133. Reykjavík 2007. 86 s.

Sigmar A. Steingrímsson, Sólmundur T. Einarsson. (2004). *Kóralsvæði á Íslandsmiðum: Mat á ástandi og tillaga um aðgerðir til verndar þeim.* Fjölrit nr. 110. Hafrannsóknastofnun, Reykjavík.

Stefán Áki Ragnarsson, Julian M. Burgos, Steinunn Hilma Ólafsdóttir (2018). *Overview of the contribution of the Marine and Freshwater Research Institute to the CoralFISH project (2008-2012)*. Haf-og vatnarannsóknir HV 2018-38.

Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Julian Mariano Burgos. (2012). *Friðun kóralsvæða við*

Ísland og í Norður Atlantshafi / Cold water coral conservation in Iceland and the North Atlantic. Þættir úr vistfræði sjávar 2011. Environmental conditions in Icelandic waters 2011. Hafrannsóknastofnun, Fjölrit nr. 162.

Steinunn H. Ólafsdóttir, Julian Burgos. (2018). *Kortlagning búsvæða við Ísland – Rannsókn B6-2011.* Haf-og vatnarannsóknir HV 2018-48.

Van den Beld, I.M.J, Bourillet, J-F., Arnaud-Haond, S., de Chambure L., Davies, J.S., Guillaumont, B., Olu, K., Menot, L. (2017). Cold-Water Coral Habitats in Submarine Canyons of the Bay of Biscay. *Frontiers of Marine Science* 4, 118.

Wheeler, A.J., Bett, B.J., Billett, D.S.M., Masson, D.G., Mayor, D. (2004). The impact of demersal trawling on NE Atlantic deepwater coral habitats: the case of the Darwin Mounds, United Kingdom, in: Barnes, P. (Ed.), *Benthic Habitats and the Effects of Fishing.* American Fisheries Society, pp. 807–817.

Netsíður:

CoralFISH

http://eu-fp7-coralfish.net/

http://www.mar-eco.no/index.html

MAR-ECO patterns and processes of the ecosystem of the northern and mid-Atlantic

http://www.epoca-project.eu/

Kortagerð:

QGIS Development Team (2016). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. http://qgis.osgeo.org

Töflur og myndir

TÖFLUR

Tafla 1. Friðunarhólf til verndar kóral úti fyrir Suður- og Suðausturlandi. Allar veiðar nema veiðar á uppsjávarfiski með flotvörpu og hringnót bannaðar á eftirgreindum svæðum: 15

Tafla 2. Rannsóknasvæði sem könnuð voru með neðansjávarmyndavélum í leiðöngrum 2004, 2005, 2009-10. Mynd. Rannsóknasvæðið á Reykjaneshrygg. Litla myndin til vinstri sýnir afstöðu svæðisins við land. Rauðar línur sýna ferla myndavéla. Bláleita þrívíða myndin til hliðar sýnir landslagið við Steinahól, en horft er í suðurátt. 19

MYNDIR

1. mynd. Kóralrif við suðausturströnd Íslands. 4

2. mynd. Djúpkanni – Remote Operated Vehicle (ROV). Efsta mynd: Djúpkanni og gulur ljósleiðarakapall. Neðri myndir: Djúpkanni settur í sjóinn. 10

3. mynd. Þrífætt grind (Campod). Myndavélum, staðsetningabúnaði og ljósum er raðað á grindina. Gulur ljósleiðarakapall tengir grindina við skipið. 11

4. mynd. Efri myndir: Rannsóknaaðstaða um borð í Bjarna Sæmundssyni. Myndefni frá upp-tökuvélinni var streymt á einn skjá og frá ljósmyndavélinni á annan skjá. Þegar mynda-vélagrindinni var tyllt niður voru ljósmyndir teknar handvirkt í gegnum tölvu (t.v.). Stjórnun djúpkanna (t.h.). Neðri myndir: Landslag hafsbotnsins sést á Olex skjá (t.v.) og ferlar skips og myndavélargrindar (t.h.).. 12

5. mynd. Lituðu svæðin sýna fjölgeislamælingar í kringum Ísland 2000-2016. 13

6. mynd. Veiðiálag umhverfis Ísland með botnveiðarfærum samkvæmt rafrænni afladagbók og fjareftirlitsgögnum (ELB og VMS gögn) á árunum 2008-2013. Litaskali táknar tog pr. einingu.. 14

7. mynd. Kóralsvæði friðuð samkvæmt reglugerð 1140 14.des. 2005 (blá) og reglugerð 1095/2011 (rauð).. . . . 16

8. mynd. Veiðiálag samkvæmt rafrænni afladagbók árið 2009 við Lónsdjúp (litaskali sýnir fjölda toga pr. einingu og nær frá gulum yfir í fjólublátt sem táknar mesta álag) (t.v.). Til hægri eru tillögur að friðunarsvæði við Lónsdjúp og hvernig þær þróuðust eftir því sem nákvæmari VMS ferilgögn bættust við ELB gögnin. Rauður rammi sýnir fyrstu tillögu að lokun, en fjólublár rammi sýnir lokatillögu sem unnin var í samráði við skipstjórnarmenn. Með nákvæmum ferilgögnum sem sýna álag veiða var hægt að minnka áhrif lokunar á veiðislóð en jafnframt að vernda kóralsvæði. 17

9. mynd. Kortlagning búsvæða 2004, 2009-2012. Rauðar línur sýna hvar snið hafa verið tekin með neðansjávarmyndavélum. 17

10. mynd. Rannsóknasvæðið á Reykjaneshrygg. Litla myndin til vinstri sýnir afstöðu svæðisins við land. Rauðar línur sýna ferla myndavéla. Bláleita þrívíða myndin til hliðar sýnir lands-lagið við Steinahól, en horft er í suðurátt. 20 19

11. mynd. Norður- mið- og suðurhluti rannsóknasvæðisins á Reykjaneshrygg. Myndirnar sýna útreiknaðan halla þar sem blár er lítill halli en rauður er mikill halli. Dökkbláir ferlar sýna snið. Litlar myndir til hægri sýnir hvar hraunlög hafa verið lituð. 20

12. mynd. Kort af norðurhluta rannsóknasvæðisins á Reykjaneshrygg sem kallað hefur verið Gullhólsþyrping. Snið voru tekin sunnan við Stóra Brand (A), sunnan og vestan við Ufsahól (B og D) og vestan við og á Gullhól (C) (rauðir ferlar). Litlu myndirnar á kortinu sýna dæmi um lífríkið á þessum sniðum. Neðstu myndirnar sýna svampa á hrauninu og karfa sem sækja í slík búsvæði. 21

13. mynd. Kort af miðhluta rannsóknasvæðis á Reykjaneshrygg sem kallað hefur verið Steina-hólsþyrping. Snið voru tekin við Þríbura (A), Steinahól (C) og Jóa Klakk (E). Einnig voru tekin snið milli Steinahóls og Þríbura (B) og mili Steinahóls og Jóa Klakks (D). Litlu myndirnar á kortinu sýna dæmi um lífríkið á þessum sniðum (mynd á fyrri síðu). Myndirnar fjórar saman vinstra megin hér fyrir ofan eru teknar á Þríburunum. Efri myndirnar sýna hraun og grjót ofan á hólnum og þéttan sand/leir neðan til í hlíðum hans. Neðri myndirnar sýna sprungu og bakteríuskán í hliðum hennar. Myndirnar þrjár saman til hægri eru frá Steinahóli. Efri mynd sýnir svartar og gulbrúnar útfellingar. Neðar til vinstri sjást útfellingar sem þekja kóral og til hægri sést bakteríuskán á bólstrabergi. 23

14. mynd. Kort af syðsta hluta rannsóknasvæðisins á Reykjaneshrygg. Fimm snið voru tekin á þessu svæði (rauðir ferlar). Litlu myndirnar á kortinu sýna dæmi um lífríkið á svæðinu. A) ógreindur kórall á sniði við Jóa-klakk. B) *Lophelia pertusa* og ægisdrekka. C) fínt set á sléttum botni austan við sprungusvæðið. Í efri myndaröð er dæmi um fjölbreytt lífríki á 500 m dýpi innan ramma B. Til vinstri eru ægisdrekkur og blómkálskórall, í miðjunni er cf. *Callogorgia* kóraltré og til hægri er grjót þakið ýmsum tegundum botndýra. Neðri myndaröð sýnir lífríki á mjúkum botni austan við sprungusvæðið. Til vinstri eru kóralbrot, í miðjunni er krossfiskur af ætt Brisingidae (Freyjudjásn) á leirbotni og til hægri er sæbjúgað *Laetmogone violacea* (fjólu-fætla) á gulum sandi við Jóa-klakk. 24
15. mynd. Veiðiálag við Reykjaneshrygg út frá ELB og VMS gögnum frá 2008-2013. 25
16. mynd. Yfirlitsmynd af Háfadjúpi. Lítil mynd sýnir afstöðu til lands. Rauðir ferlar sýna rannsóknasniðin. . 26
17. mynd. Myndin sýna útreiknaðan halla í Háfadjúpi þar sem blár er lítill halli en rauður er mikill halli. . . .26
18. mynd. Vesturhluti Háfadjúps. Rauðir ferlar sýna rannsóknasniðin. Bláir punktar sýna staðsetningu kórals á sniðunum, grænir hringir sýna bambus og sæfjaðrir og bleikir punktar sýna sæfjaðrir. 27
19. mynd. Austur hluti Háfadjúps. Rauðir ferlar sýna rannsóknasniðin. Bláir punktar sýna kóral og bleikir punktar sýna sæfjaðrir. Ofan á kantinum, á 100 m dýpi, var grjótbotn og fábreytt lífríki. Langt snið var tekið eftir kantinum á 200-500 m dýpi og skiptist botn í möl, sand, skeljabrot og grjót. Þriðja sniðið var tekið neðar í kantinum á 540-720 m dýpi. Það náði yfir tvo hryggi og dali milli þeirra. Kóralrif eða kóralbreiður voru ofan á hryggjunum (blátt) en mjúkur leir og sandur með sæfjaðrir (bleikur) var á milli þeirra. 27
20. mynd. Samfélagsgerðir á hafsbotni og spálíkan um mögulega útbreiðslu þeirra í Háfadjúpi. Mynd frá Óðinsson o.fl., 2020. Búsvæði/biotopes: 1. Sæfjaðrir og bambuskóralar á mjúkum botni og 560-590 m dýpi. Ríkjandi tegundir voru *Kophobelemnon* sp., *Pennatula* sp., *Acanella arbuscula* og *Phorosoma placenta*. 2. Blandað samfélag sæfjaðra og Axinellidae svampa á mjúku og hörðnuðu seti á 668-703 m dýpi. 3. Sæfjaðrir á 580-625 m dýpi. Ríkjandi tegund *Kophobelemnon* sp. 4. Sæliljur á hörðum botni og kóralmulningi á 240-600 m dýpi. 5. Blaðlaga svampar og kóralflekkir/rif á hörðum botni í miklum halla á 550-626 m dýpi. 6. Fjölbreytt samfélag sem telur margar tegundir meðal annars svampa og kórala. Samfélagið var blönduðum botni á 350-500 m dýpi. 28
21. mynd. Ýmsar kóraltegundir í Háfadjúpi. Ógreind tegund líklega cf. *Callogorgia* (efst t.v.), bambuskórall Acanella arbuscula og sæfjaðrir Pennatula sp. (efst t.h.), *Anthothelia grandiflora* á kóralrifi (miðja t.v.), kóralrif (miðja t.h.), svartkórall cf. Bathypathes (neðst t.v.) og glókóralgreinar *Madrepora oculata* (neðst t.h.).. 29
22. mynd. Margir fiskar sáust í Háfadjúpi sem dæmi; Geirnyt (uppi t.v.), svartgóma (uppi t.h.), trjónufiskur (niðri t.v.), bláriddari og fiskur af halaætt (niðri t.h.).. 30
23. mynd. Veiðiálag togveiðiskipa í Háfadjúpi 2008-2013 samkvæmt ELB og VMS gögnum. Veiðarnar fara mest fram ofan við brúnina, einkum vestan til. 30
24. mynd. Kantiutinn milli Háfadjúps og Reynsidjúps. Reynisdjúp er til hægri á myndinni og skriðusár sést austast í djúpinu. Rauðir ferlar sýna rannsóknasniðin. Bláir hringir sýna kóral.. 31
25. mynd. Hallatala fyrir Reynisdjúp. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan. 32
26. mynd. Rannsóknasnið og lífríkið í kantinum milli Háfadjúps og Reynisdjúps. Á leirbotni vestast vou grænir skeiðormar. Í miðjunni var harður botn, möl og grjót. Austast voru móbergsflákar með kóral. Bláir hringir sýna staðsetningu kórals á sniðunum. 32
27. mynd. Myndirnar sýna lífríkið í kantinum milli Háfadjúps og Reynisdjúps. Efri mynd til vinstri sýnir sæliljur, til hægri eru ægisdrekkur og *Madrepora oculata*. Neðri mynd til vinstri sýnir kóraltré, bæði *Paramuricea* sp. og *Primnoa resedaeformis*. Til hægri er kóralrif með ýmsar tegundir.. 33
28. mynd. Lífríki á grjóti. Kóralbrot eru í kringum grjótið. 33
29. mynd. Veiðiálag togskipa 2013 í Reynisdjúpi. Ljósappesínuguli reiturinn sýnir verndar-svæði kórals skv. Reglugerðarfriðun frá 2005.. 34
30. mynd. Kantur út af Kötlugrunni. Rauð lína sýnir snið sem var tekið 2010. Innfellda myndin sýnir sæfífil.. 35
31. mynd. Skaftárdjúp. Lítil mynd sýnir hvar rannsóknasvæðið liggur út af suðurströnd Íslands. Rauðir ferlar sýna snið tekin 2010 og 2004.. 36
32. mynd. Greining á halla í Skaftárdjúpi. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan.. 36
33. mynd. Kóralrif í Skaftárdjúpi út frá fjölgeislagögnum. Mælingar sýna fylgni hæðar og þvermáls, þar sem hæstu rifin mældust um 4 m og yfir 150 m í þvermál. 37
34. mynd. Yfirlits- og nærmynd af ferlum myndavéla í Skaftárdjúpi. Efri myndin til hægri sýnir feril djúpkannans yfir kóralrifin og neðri myndin sýnir ferla campodsins yfir jökulgarð. 37
35. mynd. Lífríki í Skaftárdjúpi. Efri myndirnar sýna lifandi kóral á kóralrifum fyrir miðju Skaftárdjúpi. Neðri myndirnar sýna grófan botn á jökulgarðinum en þar var mikið um karfa, blómkálskórala (t.v.)

og svampa (t.h.). 38
36. mynd. Veiðiálag í Skaftárdjúpi frá 2008-2013. Appelsínugulir reitir sýna verndarsvæði frá 2005. Svartir deplar sýna afmörkun á líklegum kóralrifum. 39
37. mynd. Þrívíð mynd af vestara kóralsvæðinu í Skeiðarárdjúpi. Jökulrákirnar skera yfirborðið og keilulaga myndanir eru all víða. 39
38. mynd. Skeiðarárdjúp. Litlu myndirnar sýna afstöðu rannsóknasvæðisins við suðurströnd landsins og rauðir flekkir á litlu myndinni til hægri sýna líkleg kóralrif innan svarta rammans.. 40
39. mynd. Greining á hallatölu fyrir Skeiðarárdjúp. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan. 40
40. mynd. Rannsóknasnið 2004, 2009 og 2010 í Skeiðarárdjúpi. Efri mynd sýnir öll sniðin en neðri myndir sýna nærmyndir af rannsóknasniðunum. Til vinstri liggja tvö snið yfir kóralrif, í miðju voru snið tekin yfir jökulrákir og kóralrif og til hægri voru snið tekin fyrir miðju djúpi en þar reyndust vera dauð kóralrif. 41
41. mynd. Þrívíð mynd sem sýnir kóralhólana í Skeiðarárdjúpi og hvernig umhorfs var á þeim. Kóralhólarnir eru keilulag. Svörtu rákirnar eru ferlar myndavélarinnar. 41
42. mynd. Kórall í Skeiðarárdjúpi. Efri myndir: Madrepora oculata (t.v.); Acanella arbuscula á mjúkum botni (t.h.). Neðri myndir: Lophelia pertusa ásamt karfa og sæfjörður (t.v.); stóri sundkrabbi á brotnum kóral (t.h.). 42
43. mynd. Kóralrif í Skeiðarárdjúpi. Til vinstri sést hvernig veiðarfæri hafa leikið kóralinn sumstaðar en til hægri er lifandi kóralrif. 43
44. mynd. Veiðiálag togskipa við Skeiðarárdjúp út frá ELB og VMS gögnum 2013. Appelsínugulur flötur sýnir lokað hólf til verndar kórals. Austar í Skeiðarárdjúpi er annað svæði sem sýnir hringlaga hóla en þeir hafa ekki verið rannsakaðir. Rauðir og grænir ferlar sýna rannsónasnið 2004, 2009 og 2010. . 43
45. mynd. Öræfagrunn. Litla myndin til vinstir sýnr afstöðu svæðisins til lands. Litla myndin til hægri sýnir kóralhóla innan svarta rammanns. 44
46. mynd. Hallatala reiknuð fyrir Öræfagrunn. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan. 45
47. mynd. Hringlaga myndanir (rauðir flekkir) á Öræfagrunni. Hver rauður hringur táknar líklegt kóralrif. Rauðir ferlar sýna rannsóknasnið frá 2004. Litil mynd sýnir nærmynd af kóralrifi og þversnið yfir það. Rifið var 76 m í þvermál og rúmir þrír m á hæð.. 45
48. mynd. Nærmynd af rannsóknasvæðinu og ferlum djúpkanna á Öræfagrunni 2004. 46
49. mynd. Ástand kóralsvæðisins við Öræfagrunn árið 2004. Kóralrif voru brotin niður. Efst til vinstri má sjá marflækju (*Gorgonocephalus* sp.) á méluðum kóral, í miðju sést djúpt far um 60 cm breitt eftir toghlera. Til hægri vou greinar af lifandi kóral. 46
50. mynd. Togveiðar á Öræfagrunni út frá VMS og ELB meðaltölum frá 2008 til 2013. 47
51. mynd. Yfirlitsmynd af Breiðamerkurdjúpi. Lítil mynd til vinstri sýnir afstöðu til lands. Til hægri sjást stækkaðar myndir af jökulrákum og hringlaga myndunum. 47
52. mynd. Hallatala reiknuð fyrir Breiðamerkurdjúp. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan. 48
53. mynd. Til vinstri: Neðansjávarmynd frá köfun 2005 sem sýnir niðurbrotinn kóral í Breiðamerkurdjúpi. Til hægri: Sæfjöður *Pennatula* cf. *grandis* á mjúkum botni ásamt brotnum kóral. 48
54. mynd. Veiðiálag togskipa við Breiðamerkurdjúp samkvæmt ELB og VMS meðaltölum 2008-2013. Mikið veiðiálag var við horn djúpsins og út við kantinn. Hringlaga myndanir sem mögulega gætu verið kóralrif eru merktar á myndina sem dökkir fletir. 49
55. mynd. Yfirlitsmynd af Hornafjarðardjúpi. Litla myndin til vinstri sýnir afstöðu frá landi og litla myndin til hægri sýnir nærmynd af jökulrákum og hringlaga myndunum. 50
56. mynd. Hallatala reiknuð fyrir Hornafjarðardjúp. Rauður sýnir mestan halla en blár minnstan. 50
57. mynd. Efri mynd: Rannsóknasnið 2004 í kantinum úti fyrir Hornafjarðardjúpi. Nær samfelld kóralbreiða var eftir báðum sniðum. Litla efri myndin sýnir hvíta og appelsínugula kórala af sömu tegund (*L. pertusa*). Litla neðri myndin sýnir steinkóral, kóraltré og mjúkan kóral. Neðri mynd: Rannsóknasnið 2010 í kantinum úti fyrir eystra horni Hornafjarðar. Kórall var víða eftir sniðinu. . . 51
58. mynd. Lífríki í kantinum úti fyrir Hornafjarðardjúpi. Hér sést hvernig kórallinn vex upp af hörðum botni sem virðist blanda af kóralbrotum og möl. 52
59. mynd. Veiðálag togskipa við Hornafjarðar-djúp út frá ELB og VMS meðaltölum frá 2008-2013. Appelsínugulir reitir sýna friðuð svæði frá 2005. Svartir punktar sýna afmarkaðar hringlaga myndanir. Rauður reitur sýnir hugsanlega lengingu friðunarsvæðis inna á vesturkantinn á Stokksnesgrunni. . . . 53
60. mynd. Yfirlitsmynd af Stokksnesgrunni. Litla myndin til vinstri sýnir afstöðu frá landi og litla myndin til hægri sýnir nærmynd af rannsóknasniði teknu 2010. 54
61. mynd. Lífríki í kantinum út af Stokksnesgrunni. Kórall er að vaxa upp á brotnu kóral svæði sem sýnir að svæðið er byrjað að jafna sig. Lifandi kóralgreinar eru um 10-25 cm á hæð sem þýðir að þær hafa

verið að vaxa í þó nokkur ár. 54
62. mynd. Veiðiálag togskipa við Stokksnesgrunn, VMS og ELB meðaltöl frá 2008-2013. 55
63. mynd. Grænu og rauðu fletirnir sýna hvernig hægt væri að tengja friðun á kóral úti fyrir Stokksnesgrunni við friðað hólf í kantinum við Hornafjarðardjúp (blár flötur). 55
64. mynd. Yfirlitsmynd af Lónsdjúpi. Lítla myndin sýnir afstöðu til lands. 56
65. mynd. Myndin til vinstri sýnir dýpi í Lónsdjúpi. Til hægri sést reiknaður halli fyrir Lónsdjúp. Rauður er mestur halli en blár minnstur. 56
66. mynd. Rannsóknasvæðið í Lónsdjúpi. Nærmyndir af rannsóknasniðum, grænir ferlar frá 2009 og rauðir ferlar frá 2010. 57
67. mynd. Kóralrif í Lónsdjúpi. *Ljósmynd: ICECTD Ifremer* *58*
68. mynd. Kóralrif í Lónsdjúpi. Rauðir fletir sýna hvar áætlað er að kóralrif séu í Lónsjúpi. Gögnin byggja á rannsóknum 2009, 2010 og 2012. 58
69. mynd. Kóraltré *Primnoa resedaeformis* sem hefur verið kallað skeljungskórall/hrískórall eða risengrynkoral á norsku og sea corn eða rice coral á ensku. Kóraltréð ásamt fleiri lífverum situr á kórlarifi. . . . 59
70. mynd. Jaðar kóralrifs í austurhluta Lónsdjúps.. 59
71. mynd. Friðað hólf í miðju Lónsdjúpi (appelsínugulur flötur). ELB og VMS togveiðigögn frá 2010 fyrir lokun friðaða hólfsins (t.h.) og eftir friðun 2013 (t.v). 60
72. mynd. Landgrunnskanturinn úti fyrir Lónsdjúpi. Efri myndin sýnir svæðið sem hefur verið fjölgeislamælt í Lónsdjúpi og niður í landgrunnskantinn. Neðri myndin sýnir reikaðann halla þar sem rauður sýnir mestan halla en blár minnstan. 61
73. mynd. Rannsóknasnið í kantinum úti fyrir Lónsdjúpi og Papagrunni. 62
74. mynd. Lífríkið í landgrunnskantinum úti fyrir Lónsdjúpi og Papagrunni. Eins og sést nær austasta sniðið út úr svæðinu sem hefur verið fjölgeislamælt. Þarna er mesta kóralrif sem skoðað hefur verið við Ísland.. 62
75. mynd. "Gullrifið". Stærsta kóralrif við Ísland. *Ljósmynd: ICECTD Ifremer* *63*
76. mynd. Lífríkið í kantinum úti fyrir Lónsdjúpi og vesturhorni Papagrunns. Karfi og 64
77. mynd. Veiðiálag togveiða í Lónsdjúpi út frá ELB og VMS meðaltalsgögnum frá 2008-2013. Appelsínugula svæðið er hólfið sem var friðað 2011. 65
78. mynd. Yfirlitsmynd af kantinum úti fyrir Papagrunni. Lítil mynd sýnir afstöðu til lands. 66
79. mynd. Nærmynd af ferlum djúpkanna (grænir) í kantinum úti fyrir Papagrunni. Rauði ferillinn er sá sami og fjallað var um í kaflanum á undan. 66
80. mynd. Lífríkið á 600 m dýpi út af Papagrunni. Efri myndir: Blómkálskórall, ígulker, kross-fiskar, slöngustjörnur og blúndukórall (t.v.). Svanpabreiða ásamt blómkálskórölum, blúndu-kórölum og slöngustjörnum (t.h.). Neðri myndir: Karfar á grjót- og kóralmulningsbotni (t.v). Stór steinn þakinn svömpum, freyjudjásn krossfiskum og slöngustjörnum og við steininn er keila (t.h.).. 67
81. mynd. Veiðiálag togveiða við Papagrunn samkvæmt ELB og VMS meðaltala frá 2008-2013. Appelsínuguli reiturinn sýnir friðað hólf frá 2011. 68
82. mynd. Fjölgeislamælt svæði á Islands-Færeyjahryggnum. 68
83. mynd. Veiðiálag togveiða syðst á fjölgeislamælda svæðinu frá VMS og ELB meðaltalsgögnum frá 2008-2013. Appelsínuguli flöturinn er friðað svæði samkvæmt reglugerð 2011. 69
84. mynd.Skráningar á kórölum (gráir hringir) og hringlaga myndunum (rauðir hringir). 70
85. mynd. Talningar á hringlaga myndunum innan rauða svæðisins sem í sumum tilfellum hefur verið staðfest að eru kóralrif. Tvö svæði, Skaftárdjúp og Lónsdjúp eru stækkuð til að sýna betur hvernig þessar myndanir hafa verið merktar. 70
86. mynd. Talningar á kóralhólum frá Skaftárdjúpi að Lónsdjúpi.. 71
87. mynd. Fjöldi hóla og flatarmál þeirra í ha. frá Skaftárdjúpi að Lónsdjúpi.. 71

HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókna- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna