HV 2021-59
ISSN 2298-9137

HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Helstu niðurstöður vistfræðileiðangurs í Austurdjúp á RS Árna Friðrikssyni í maí 2021

Sigurvin Bjarnason og Ayça Eleman

HAFNARFJÖRÐUR - DESEMBER 2021

Helstu niðurstöður vistfræðileiðangurs í Austurdjúp á RS Árna Friðrikssyni í maí 2021

Sigurvin Bjarnason og Ayça Eleman

Haf- og vatnarannsóknir
Marine and Freshwater Research in Iceland

HAFRANNSÓKNASTOFNUN
Rannsókna- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Upplýsingablað

Titill: Helstu niðurstöður vistfræðileiðangurs í Austurdjúp á RS Árna Friðrikssyni í maí 2021		
Höfundar: Sigurvin Bjarnason og Ayça Eleman		
Skýrsla nr: HV 2021-59	**Verkefnisstjóri:** Sigurvin Bjarnason	**Verknúmer:** 9221
ISSN 2298-9137	**Fjöldi síðna:** 22	**Útgáfudagur:** 15. desember 2021
Unnið fyrir: Hafrannsóknastofnun	**Dreifing:** Opið	**Yfirfarið af:** Lísu A. Libungan

Ágrip

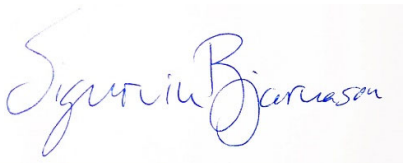
Hafrannsóknastofnun hefur verið þátttakandi í árlegum alþjóðlegum vistfræðileiðangri í Austurdjúpi í maí frá upphafi hans árið 1995. Markmið leiðangursins er að rannsaka umhverfisskilyrði, svifdýrasamfélög, fylgjast með útbreiðslu og mæla stofnstærð og göngur norsku vorgotssíldarinnar og kolmunna í Austurdjúpi og á Austur- og Norðausturmiðum. Niðurstöður íslenska hluta leiðangursins á RS Árna Friðrikssyni í ár sýndu að norsk-íslensk síld var að finna á stóru svæði austur og norðaustur af Íslandi sem og norðaustar í alþjóðlegu lögsögunni. Það bendir til svipaðs göngumynsturs og undanfarin ár. Mest mældist af 5 ára síld (2016 árganginum) en eldri síld (8 ára og 13-15 ára) var einnig áberandi, þá helst á austurhluta svæðisins. Mælingar sýndu að kolmunni (mestmegnis 5-7 ára) var víða dreifður í gisnum lóðningum í hlýsjónum austur af kalda Austur-Íslandsstraumnum. Magn átu var svipað og síðustu ár og var rauðáta jafnan algengust. Ítarlegur samanburður á átumagni og ástandi sjávar milli ára og svæða er gerður í sameiginlegri leiðangursskýrslu allra þátttökuþjóða. Þar eru einnig að finna upplýsingar um bergmálsvísitölur á síld og kolmunna fyrir öll leiðangurssvæði. Skráning og vöktun sjávarspendýra, sem voru nú gerðar í þriðja sinn í leiðangrinum, innihéldu 85 skráningar af 8 tegundum hvala.

Abstract

The Marine and Freshwater Research Institute has participated in the International Ecosystem Survey in Nordic Seas (IESNS) in May since initiated in 1995. The aim of the survey is to monitor the ocean climate, meso-zooplankton abundance and distribution and to estimate the abundance and distribution of Norwegian spring spawning herring and blue whiting in the Norwegian Sea and adjacent areas. The results of the Icelandic part of this year's survey on RV Árni Friðriksson showed a widely distribution of herring east and northeast of Iceland as well as in the International waters further northeast. It implies a

similar migration pattern as in most recent years. Five-year-old herring (2016 year-class) was most abundant overall while older herring (age 8 and age 13-15) were also abundant as in previous years, mostly in the eastern part of the survey area. Blue whiting was registered widely in weak layers in the warm Atlantic waters east of the cold East Iceland Current. The density of meso-zooplankton was comparable to recent years where Calanus finmarchicus *was normally most abundant. Comparisons of zooplankton density and environmental conditions among areas and years are presented in the compiled survey report from all the participating nations. It also provides abundance indices from the acoustical measurements of herring and blue whiting from all research areas. Dedicated marine mammal monitoring took place onboard and resulted in total 85 sightings of 8 identified species.*

Lykilorð: *Vorgotssíld, bergmál, Noregshaf, uppsjávarvistkerfi, umhverfi*

Undirskrift verkefnisstjóra:	**Undirskrift forstöðumanns sviðs:**
	

Efnisyfirlit

Bls.

Inngangur 1
Aðferðir 3
Leiðarlínur og sjórannsóknastöðvar 3
Sjórannsóknir 4
Átuháfasýni 5
Ljósátuvörpusýni 5
Bergmálsmælingar 6
Flotvörpusýni 6
Skráningar á sjávarspendýrum 7
Niðurstöður 8
Sjó- og áturannsóknir 8
Ljósátutrollstöðvar 10
Norsk-íslensk síld 11
Kolmunni og aðrir uppsjávarfiskar 16
Sjávarspendýr 17
Umræður 19
Þakkarorð 20
Heimildir 20
Viðauki 1: Listi yfir þátttakendur í Austurdjúpsleiðangrinum í maí 2021: 22

Töfluskrá

Tafla 1. Yfirlit um hámarksfjölda kvarnaðra og lengdarmældra fiska í Austurdjúpsleiðangri ef nægilega margir fiskar fást. 7
Tafla 2. Fisktegundir frá togsýnum í maí leiðangrinum 2021 og yfirlit mælinga á þeim. 7
Tafla 3. Yfirlit yfir fjölda síld eftir kynþroskastigi og stöðva númerum (sjá 6. mynd) í maí leiðangrinum 2021 ,og hrygningartíma samkvæmt því. 15
Tafla 4. Aldurs-lengdarlykill samkvæmt togsýnum í maí leiðangri 2021 fyrir norsk-íslenska síld. 15
Tafla 5. Meðalheildarlengd, meðalþyngd og fjöldi fiska eftir aldurshópum norsk-íslenskrar síldar og kolmunna í togsýnum í maí leiðangrinum 2021. 16
Tafla 6. Yfirlit spendýrategunda sem sáust í leiðangrinum í maí 2021 ásamt heildarfjölda skráðra dýra. 17

Myndaskrá

1. mynd. Áætlaðar leiðarlínur og sjórannsóknastöðvar (númeruð merki með bláum tíglum) í vistfræðileiðangrinum í Austurdjúp 2021 innan mismunandi undirsvæða (1-4) þar sem grænu línurnar voru ætlaðar RS Árna Friðrikssyni. Nyðri hluti rannsóknasvæðisins, og þar með talið Barentshaf, er ekki sýndur. Athugið að leiðarlínur fylgja stórbaug en ekki fastri breiddargráðu. 3
2. mynd. Leiðangurslínur RS Árna Friðrikssonar í maí 2021, staðsetning sondu stöðva (gráir hringir), WP-2 átuháfastöðvar (rauðar stjörnur), ljósátutrollstöðva (gulir demantar) og flotvörputogstöðvar (bláir þríhyrningar). Svörtu hringirnir sýna staðsetningu fastra sjórannsóknarstöðva (teknar frá árinu 2017). 4
3. mynd. Hitastig sjávar í maí 2021 samkvæmt sondu mælingum á RS Árna Friðrikssonar í yfirborði, á 50m, 100m, 200m og 400m dýpi. 8
4. mynd. Magn átu á 0-200 m (þurrvigt; g m-2) samkvæmt WP2 háfasýnum í maí leiðöngrum á RS Árna Friðrikssyni árin 2016-2021 (a-f). 9
5. Mynd. Magn allra átutegunda í ljósátrolli (a) blautvigt í grömmum og (b) sem hlutfall allra sýna. 10
6. mynd. Dreifing bergmálsgilda síldar á 1 sjómílna millibili eftir leiðarlínum (svartar) RS Árna Friðrikssonar í maí 2021. Hæð súlnanna er sköluð eftir hæsta SA gildi (5800). Ekki eru sýnd gildi á þverleggjum í norður-suður þar sem þau eru ekki notuð í magnútreikninga. 11
7. mynd. Lengdardreifing síldar frá mismunandi togstöðvum (sjá staðsetningar á korti) í maí 2021 þar sem blái liturinn táknar vestlægu stöðvarnar og rauði liturinn táknar austlægari stöðvar. Miðgildi mælinga er sýnt innan í hverjum kassa með svartri línu og boxin tákna 95% öryggismörk kringum miðgildið. Fjöldi mælinga (n) á hverri stöð er staðsett fyrir ofan boxin. 12
8. mynd. Boxplott af bergmálsgildum (SA) fyrir síld á 10 m dýptarbilum (til vinstri) og eftir tíma sólarhrings (til hægri) í maí 2021 þar sem rauðir punktar sýna meðaltalið, svörtu lóðréttu strikin miðgildi og bláu boxin 95% öryggismörk kringum miðgildið 13
9. mynd. Meðalþyngd síldar eftir lengd í maí leiðangri 2021 (appelsínugult) borið saman við maí leiðangra Hafrannsóknastofnunar yfir árin 2009-2020 (grátt). 14
10. mynd. Boxplott af fituinnihaldi síldar (%) eftir fisklengd þar sem rauðir punktar sýna meðaltalið, svörtu lóðréttu strikin miðgildi og bláu boxin 95% öryggismörk kringum miðgildið. 18
11. mynd. Staðsetningar mismunandi hvalategunda samkvæmt kerfisbundnum (heilar línur; 213 klukkustundir) skráningum í leiðangri RS Árna Friðrikssonar í maí 2021. Tegundirnar eru steypireyður (blue whale), langreyður (fin whale), hnúfubakur (humback whale), hrefna (minke whale), háhyrningur (killer whales), andarnefja (northern bottlenose whale), hnýðingur (white beaked dophin), hnísa (harbour porpoise) sem og ógreindir skíðishvalir (unidentified baleen whale) og ógreindir hvalir (unidentified catacean). 18

Inngangur

Allt frá árinu 1995 hefur Hafrannsóknastofnun verið þátttakandi í árlegum Alþjóðlegum vistfræðileiðangri í maí mánuði í Austurdjúpi, eða Noregshafi og nágrenni þess. Meginmarkmið leiðangursins er þríþætt, að rannsaka: (a) magn og dreifingu uppsjávarfiska, einkum norsk-íslenskrar síldar; (b) ástand hafsins með tilliti til hita og seltu; (b) magn, samsetningu og dreifingu smáátu (m.a. rauðátu, *Calanus finmarchicus*, og pólátu, *C. hyperboreus*). Í gegnum tíðina hafa svo ýmis verkefni komið til viðbótar svo sem að ákvarða styrk næringarefna, mæla flúorljómun, rannsaka samsetningu, dreifingu og magn stórátu (m.a. ljósátu) og skrá sjávarspendýr á siglingarleiðinni. Fimm þátttökuaðilar hafa tekið þátt í leiðangrinum: Ísland, Færeyjar, Noregur, Rússland og Evrópusambandið. Undanfarin ár hafa Danir tekið þátt í leiðangrinum á vegum Evrópusambandsins.

Noregshaf og hafsvæði í kringum það einkennast af mikilli framleiðni sem m.a. helgast af sjógerðum, straumum og lóðréttri blöndun vatnsmassa að vetri og vori (Skjoldal et al. 2004). Hlýr og seltu- og næringarríkur Atlantssjór kemur að sunnan inn í Noregshaf og heldur áfram Norður í Grænlandshaf og Barentshaf. Vestan til berst hinsvegar pólsjór úr norðri með Austur-Íslandsstraumnum (Skjoldal 2004) og því eru skörp hitaskil milli þessara sjógerða vestan til Í Noregshafi. Þrír af stærstu uppsjávarfiskistofnum í Norður Atlantshafi nota Noregshaf sem sumarbeitarsvæði og er stærð stofnanna beintengd þessari háu framleiðni hafsvæðisins (Skjoldal et al. 2004; Utne et al. 2012; Trenkel et al. 2014). Þetta eru norsk-íslenski síldarstofninn, makríll og kolmunni. Þessir fiskistofnar éta einkum sviflæg krabbadýr (krabbaflær, ljósátur og sviflægar marflær) á þessu hafsvæði en einnig önnur sviflæg dýr (t.d. vængjasnigla og pílorma; Bachiller et al. 2016; Óskarsson et al. 2016; Kvaavik et al. 2019). Fæðuvefur uppsjávarkerfisins er flókinn. Plöntusvif er undirstaða framleiðninnar, einkum kísilþörungar og svipuþörungar, og er það étið af smávöxnu dýrasvifi (eða átu) en dýrasvifið er síðan fæða annarra lífvera, s.s. stærri dýrasvifstegunda og fiska (Skjoldal et al. 2004).

Meginmarkmið leiðangursins beinast að uppsjávarfiski. Þegar leiðangurinn á sér stað í maí hefur norsk-íslenska síldin nýlokið við hrygningu við vesturströnd Noregs og er í fæðugöngu í vestur. Samanburður við niðurstöður vistfræðileiðangurs í júlí sýnir að síldin hefur ekki náð á meginfæðuslóð stofnsins í maí þar sem útbreiðsla hennar í júlí er mun vestlægari, eða norðan Íslands og milli Íslands og Færeyja (ICES 2021c). Leiðangurinn í maí gefur því ekki fullkomnar upplýsingar um beitarsvæði stofnsins að sumarlagi, en er mikilvægur hlekkur í að skilja farleiðir hans og það sem er mikilvægast, nær vel yfir allt útbreiðslusvæði hans á þessum tíma og gefur því góða mynd af stærð síldarstofnsins og aldurssamsetningu. Töluverður hluti ókynþroska hluta kolmunnastofnsins er að finna innan leiðangursvæðisins. Leiðangurinn dekkar hinsvegar ekki allt útbreiðslusvæði fullorðnahluta stofnsins á þessum tíma og vísitölur

um hann hafa því ekki verið notaðar í stofnmati. Á svipaðan hátt er makrílstofninn ekki nema að litlum hluta genginn inn á leiðangurssvæðið á þessum árstíma úr suðri frá hrygningarstöðvum stofnsins. Niðurstöður frá leiðangrinum um makrílgengd hafa því ekki þýðingu í stofnmati.

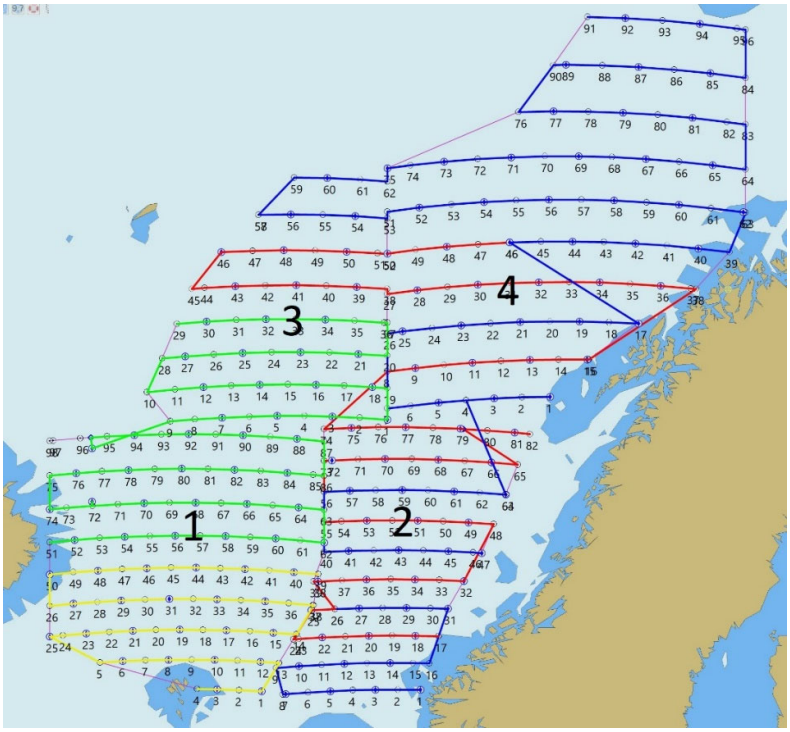
Tímaseríurnar frá þessum leiðangri sem eru orðnar 25 ára langar, eru mikilvægar í stofnmati norsk-íslenska síldarstofnsins og að meta breytileika í umhverfi og vistkerfi hafsins. Stofnvísitölur um fjölda eftir aldri síldar, sem fást frá bergmálsmælingum og sýnatökum úr síldarlóðningum, eru mikilvægar í samstillingu í stofnmatslíkani fyrir stofninn (ICES 2020a). Þá hafa vístölur um magn átu, sem þurrvigt á flatarmálseiningu, sýnt mikinn breytileika yfir tímabilið. Þær hafa m.a. mikla þýðingu fyrir ICES vinnuhóp um vistfræðilega stjórnun veiða hafsvæðisins og verið hvati að ýmiskonar vistfræðirannsóknum rannsóknum s.s. að rannsaka tengsl milli þéttleika uppsjávarfiska og átu (ICES 2021a). Loks eru sjómælingarnar sem eru gerðar með sondu niður á 1000 m dýpi mikilvægur hlekkur í neti árlegra sjómælinga í norðurhöfum og þannig notaðar til að lýsa breytingum á umhverfi og sem inntaksgögn inn í haffræðilíkön (ICES 2021a).

Hér verður greint frá megin niðurstöðum íslenska hluta leiðangursins í maí 2021. Sameiginleg skýrsla allra þátttökuaðila (ICES 2021b) hefur verið kynnt og birtist í ágúst 2021 á vefsíðum þeirra stofnana sem koma að leiðangrinum. Hún gerir grein fyrir bergmálsmælingum síldar í öllu Noregshafi og einnig bergmálsmælingum á ungsíld í Barentshafi á sama tíma sem hafa verið gerðar af Rússum.

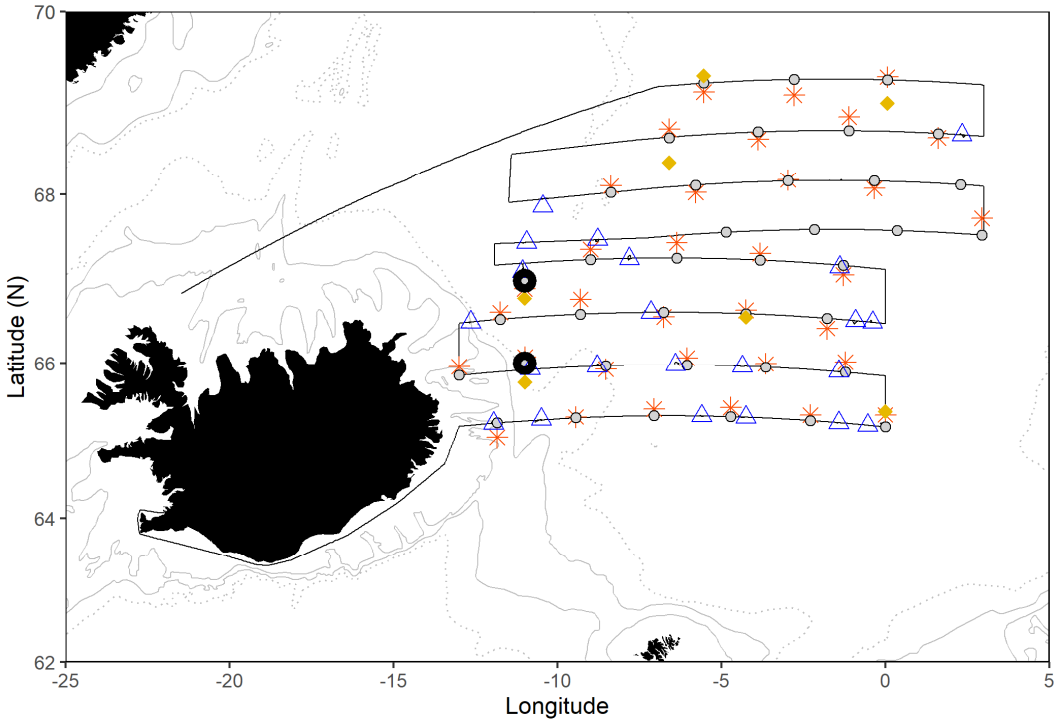
Aðferðir

Leiðarlínur og sjórannsóknastöðvar

Leiðarlínur allra þátttökuskipanna eru ákveðnar áður en leiðangur hefst sem og staðsetning sjórannsóknastöðva (sonda og háfar). Árið 2020 voru skilgreind ný undirsvæði („strata“) innan leiðangurssvæðisins og þau voru einnig notuð í ár (1. mynd). Þessi undirsvæði voru ákvörðuð útfrá greiningu á þéttleika og stærðarsamsetningu síldar frá 2015 til 2019 og ná yfir meginútbreiðslusvæði stofnsins. Þéttleiki leiðarlína innan hvers undirsvæðis er alltaf sá sami og ræðst staðsetning þeirra að tilviljunarkenndri ákvörðun á staðsetningu fyrstu línu. Þéttleiki leiðarlína hvers undirsvæðis ákvarðast bæði af dekkun svæðanna áður fyrr svo og á líkum á að síld sé á svæðunum. Sjórannsóknastöðvarnar eru svo settar út á svipaðan hátt þar sem tilviljun ræður staðsetningu fyrstu stöðvarinnar á syðstu leiðarlínunni en svo raðast þær með um 60 sjómílna millibili eftir leiðangurslínunum. Önnur hver leiðarlína er með sjórannsóknastöðvum á sömu lengdargráðu meðan að á hinum lenda þær milli stöðvanna og víxlast þannig. Áætlaðar leiðarlínur og sjórannsóknastöðvar í leiðangrinum 2021, settar fram með þessum forsendum, má sjá á 1. mynd og raunstöðvar á 2. mynd.



1. mynd. Áætlaðar leiðarlínur og sjórannsóknastöðvar (númeruð merki með bláum tíglum) í vistfræðileiðangrinum í Austurdjúp 2021 innan mismunandi undirsvæða (1-4) þar sem grænu línurnar voru ætlaðar RS Árna Friðrikssyni. Nyðri hluti rannsóknasvæðisins, og þar með talið Barentshaf, er ekki sýndur. Athugið að leiðarlínur fylgja stórbaug en ekki fastri breiddargráðu.



2. mynd. Leiðangurslínur RS Árna Friðrikssonar í maí 2021, staðsetning sondu stöðva (gráir hringir), WP-2 átuháfastöðvar (rauðar stjörnur), ljósátutrollstöðva (gulir demantar) og flotvörputogstöðvar (bláir þríhyrningar). Svörtu hringirnir sýna staðsetningu fastra sjórannsóknarstöðva (teknar frá árinu 2017).

Sjórannsóknir

Sondu (CTD) með fjórum sjótökum á rósettunni var slakað niður á 1000 m dýpi (eða niður að botni ef botndýpi var grynnra) og skráði hún upplýsingar um hitastig, seltu og blaðgrænu með meters bili. Sjósýni voru tekin á mesta dýpi til kvörðunar á seltumælingum. Einnig voru tekin sjósýni á 0 m, 20 m og 50 m fyrir mælingar á næringarefnum, kvörðunar á blaðgrænumælingum og tegundagreiningar á plöntusvifi. Kvörðunarsýnin fyrir seltu og blaðgrænu voru unnin í landi að loknum leiðangri sem og næringarefnagreiningarnar (sýni fryst um borð). Blaðgrænusýnin voru síuð á pappír sem var rúllað upp og settur í merkt glas ásamt asetoni (5 ml af 90% lausn) og geymd í frysti. Í þessari skýrslu verður ekki greint frá niðurstöðum næringarefnagreininga né greininga á blaðgrænu og tegundasamsetningu plöntusvifsins. Alls voru teknar 38 sondustöðvar í leiðangrinum (2. mynd).

Til viðbótar við hefðbundnar sondustöðvar hafa tvær fastar sondustöðvar verið teknar síðan 2017 (67°N, 11°W og 66°N, 11°W). Ætlunin er að þær verði teknar framvegis í þessum leiðangri. Sama söfnun á sér stað á þeim og lýst er að ofan. Þá var síriti hafður á allan leiðangurinn sem skráir hitastig, seltu og blaðgrænu yfirborðssjávar á siglingunni.

Átuháfasýni

Smáu dýrasvifi („meso-zooplankton“) var safnað með fínriðnum háfum (WP2, 200µ) á hverri sjósýnastöð. Teknir voru þrír háfar á hverri stöð, tveir niður á 50 m (annað sýnið varðveitt í formalín og hitt fryst) og einn á 200 m dýpi (hálft sýni í formalín og hálft í frost). Áður en sýnin voru fryst voru þau stærðarflokkuð (<1000 µm og >1000 µm) sem og að stærri tegundir voru tíndar úr >1000 µm hlutanum (t.d. ljósáta, marflær og pílormar). Þurrvigt frystisýnanna var mæld í landi til að fá mat á lífmassa dýrasvifsins sem gaf þurrvigt dýrasvifs á flatareiningu út frá skráðri síun (m) og flatarmáli háfsins. Til að ákvarða lóðrétta síun háfsins var notaður merktur vír (á 50 og 200m) og flæðismælir.

Sýnin sem varðveitt voru í formalíni eru ætluð fyrir greiningar á tegundasamsetningu og þroskastigum svifdýrasamfélagsins. Þær greiningar verða gerðar síðar undir víðsjá og/eða með sjálfvirkum myndgreini („ZooImage“) og niðurstöður þess því birtar á öðrum vettvangi. Alls voru teknar 34 WP-II stöðvar í leiðangrinum (2. mynd).

Ljósátuvörpusýni

Stórátu (t.d. ljósátu) og öðrum miðsjávarlífverum var safnað með ljósátutrolli. Þessar rannsóknir hafa verið gerðar með sambærilegum hætti allt frá árinu 2016 og eru sambærilegar við sýnasöfnun Norðmanna með samskonar trolli (ICES 2019). Áætlað var að taka um átta tog fyrir austan land á sjórannsóknarstöðvum og voru þær valdar með það í huga að hafa þær jafndreifðar og að vera bæði í pólsjó og Atlantssjó. Vegna veðurs þurfti bæði að hliðra til staðsetningum og sleppa ljósátutrollinu og voru því aðeins sjö ljósátutog tekin (2. mynd). Togin fóru þannig fram að ljósátutrollinu var sökkt hægt niður á 1000 m dýpi (eða eins og dýpi leyfði) og það híft upp á hægri siglingu (um 2 hnúta hraða). Lengd toga var skráð nákvæmlega í brú frá vegmæli en skilgreining á byrjun togs var þegar mesta dýpi hafði verið náð og hífing byrjar og það endaði þegar toghlerar voru komnir upp í gálga. Útlistun og lýsing á ljósátutrollinu og útbúnaði þess (t.d. toghlerar, grandara lengd, lóð, og víralengd) er gefin í handbók leiðangursins (óútgefið, Hafrannsóknastofnun).

Úrvinnsla á afla ljósátutrollsins var þannig að heildarþyngdin var skráð og stórar lífverur voru tíndar úr heilu sýni (þ.e. fiskar, stórar hveljur og kolkrabbar), greindar til tegunda, lengdarmældar og vigtaðar. Síðan voru tekin hlutsýni ef afli var mikill og sá hluti flokkaður í tegundir, fyrir hverja tegund var fjöldi og heildarþyngd ákvörðuð og loks hver tegund/hópur sett í poka og frystur. Jafnframt voru lengdarmældir 100 einstaklingar af ljósátu og sviflægum marflóm (*Hyperiidae*), þær settar í poka og frystar.

Bergmálsmælingar

Í leiðangrinum í Austurdjúpi í maí var bergmálsgögnum safnað á fimm tíðnum, 18, 38, 70, 120 og 200 KHz, niður á 500 m dýpi. Hráskrár voru vistaðar á hefðbundinn hátt og bergmálsgögn túlkuð í LSSS forritinu með því að nota þröskuld fyrir átu við -72dB (ICES 2015). Túlkun bergmálsgagna byggir á nokkrum þáttum, m.a.; aflasamsetningu togsýna, lögun og einkenni lóðninga, svörun við breytingum á þröskuldi, svörun á mismunandi tíðnum, og stærðardreifingu endurvarps. Í lok leiðangurs voru túlkanir fyrir hverja tegund vistaðar á 1 sjómílna millibili og á 10 m dýptarbili. Þetta eru skrárnar sem bergmálsvísitölurnar byggja á. Aðeins voru notaðir mælingar á austur-vestur leggjum en ekki þverleggjum.

Flotvörpusýni

Til að fá upplýsingar um tegunda- og lengdarsamsetningu fiska var togað í fisklóðningum þegar þurfa þótti. Alls voru tekin 22 trollsýni í leiðangrinum (2. mynd). Líkt og undanfarin ár var notuð svokölluð Multpelt832 flotvarpa í leiðangrinum með 20 mm loðnupoka í endanum. Þetta veiðarfæri skemmdist í yfirborðstogi (tog nr. 7) og þurfti að nota vara flotvörpuna (með 40 mm makrílpoka) í næstu 15 togin eða sama veiðarfæri og notað er í stöðluðu togunum í makrílleiðangrinum í júlí (Nøttestad et al. 2016). Upplýsingar um tíma, stað, dýpi, togtíma, veður, ástand trolls, gæði togs og fleira voru skráðar fyrir hvert tog.

Þegar aflinn var kominn í móttöku var þyngd hverrar tegundar ákvörðuð og tekin hlutsýni af hverri tegund til frekari mælinga (Tafla 1). Umfang mælinga fyrir hverja tegund var mismunandi og voru fiskar annaðhvort einungis lengdarmældir eða teknir til kvörnunar. Fiskar sem teknir voru til kvörnunar voru lengdarmældir að næsta heilum cm (0,5 cm fyrir neðan), vegnir (0.01 g nákvæmni), kynkirtlar vegnir (0,01 g), kynþroskastig og kyn ákvörðuð, hreistur (síld) eða kvarnir (aðrar tegundir) teknar fyrir aldursgreiningar, magar frystir til greiningar á magainnihaldi síðar (10 fyrstu fiskar í kvörnun), þyngd maga ákvörðuð (0.01 g; af fiskum númer 11-20 í kvörnun), og fituinnihald 25 sílda á stöð mælt með Distell leiðnimælum (https://www.distell.com/products/; týpa FFM-992 og kvörðun Herring-2). Aldurgreiningar á síld og kolmunna voru gerðar um borð í leiðangrinum en á loðnu í landi strax að leiðangri loknum. Tafla 2 gefur yfirlit um tegundir og mælingar á afla þessara 22 togsýna.

Tafla 1. Yfirlit um hámarksfjölda kvarnaðra og lengdarmældra fiska í Austurdjúpsleiðangri ef nægilega margir fiskar fást.

Tegund	**Fjöldi kvarnaðra**	**Fjöldi lengdarmældir**
Síld	100	300
Kolmunni	50	50*
Makríll	50	50
Lax	Allir	
Loðna	100	
Loðna (0-grúbba)		30
Brynstirtla	50	50
Aðrar tegundir (að öllu jöfnu)		30

* Kyn og kynþroski einnig skráð.

Tafla 2. Fisktegundir frá togsýnum í maí leiðangrinum 2021 og yfirlit mælinga á þeim.

Tegund	Fjöldi lengdar-mældir.	Fjöldi aldurs-greindir	Fjöldi kynþroska-greindir	Fjöldi vigtaðir	Fjöldi safnaðra magasýna	Afli (kg)
Kolmunni, (*Micromesistius poutassou*)	372	220	372	372	60	210.5
Hrognkelsi, (*Cyclopterus lumpus*)	11		5	2		12.5
Litla geirsíli, (*Arctozenus rissoi*)	49					1.74
Gullkarfi, (*Sebastes norvegicus*)	1					0,01
Loðna, (*Mallotus villosus*)	215	203	204	215		673.17
Smokkfiskur,(Todarodes)	5					0.214
Blágóma, (Anarhichas denticulatus)	1					0.5
Marglytta, (*Scyphozoa*)						5.9
Ísalaxsíld, (Benthosema glaciale)	31					4.7
Síld, (*Clupea harengus*)	5537	1531	1548	1551	174	14295.9
Samtals	**6222**	**1954**	**2129**	**2140**	**234**	**15205.7**

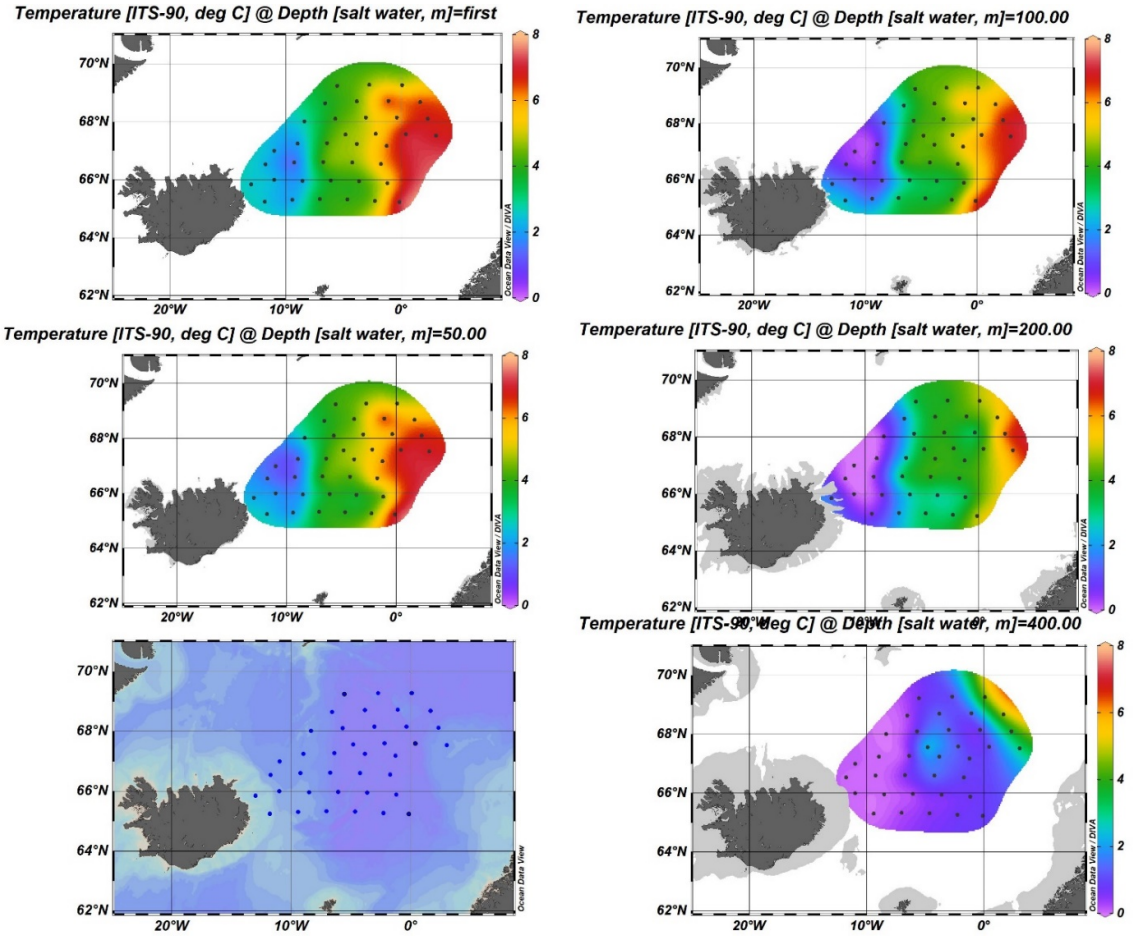
Skráningar á sjávarspendýrum

Skráning og vöktun sjávarspendýra sem sáust frá skipinu voru gerðar allan leiðangurinn. Tveir aðillar voru við vöktun og skráningu sjávarspendýra allan leiðangurinn. Notast var við Steiner Navigator 7x50 kíkja frá toppi brúar (11,5m hæð yfir sjávarmáli) frá kl. 5:00 til 21:30 hvern dag þegar aðstæður leyfðu. Þegar aðstæður voru slæmar var vöktunin gerð úr brú eða brúarturni. Skráningar innihéldu m.a. tegundaheiti (ef mögulegt), fjölda dýra, stefnu og fjarlægð, tíma dags, staðsetningu, atferli og veru sjófugla í nágrenninu. Þá voru hvalir ljósmyndaðir með Nikon D90 DSLR myndavél með 80-200 mm linsu og Canon EOS 70D DSLR myndavél með 18-300 mm linsu til nánari greininga á tegund o.fl. Þessi gögn verða m.a. notuð í doktors og meistaraverkefni við Háskóla Íslands.

Niðurstöður

Sjó- og áturannsóknir

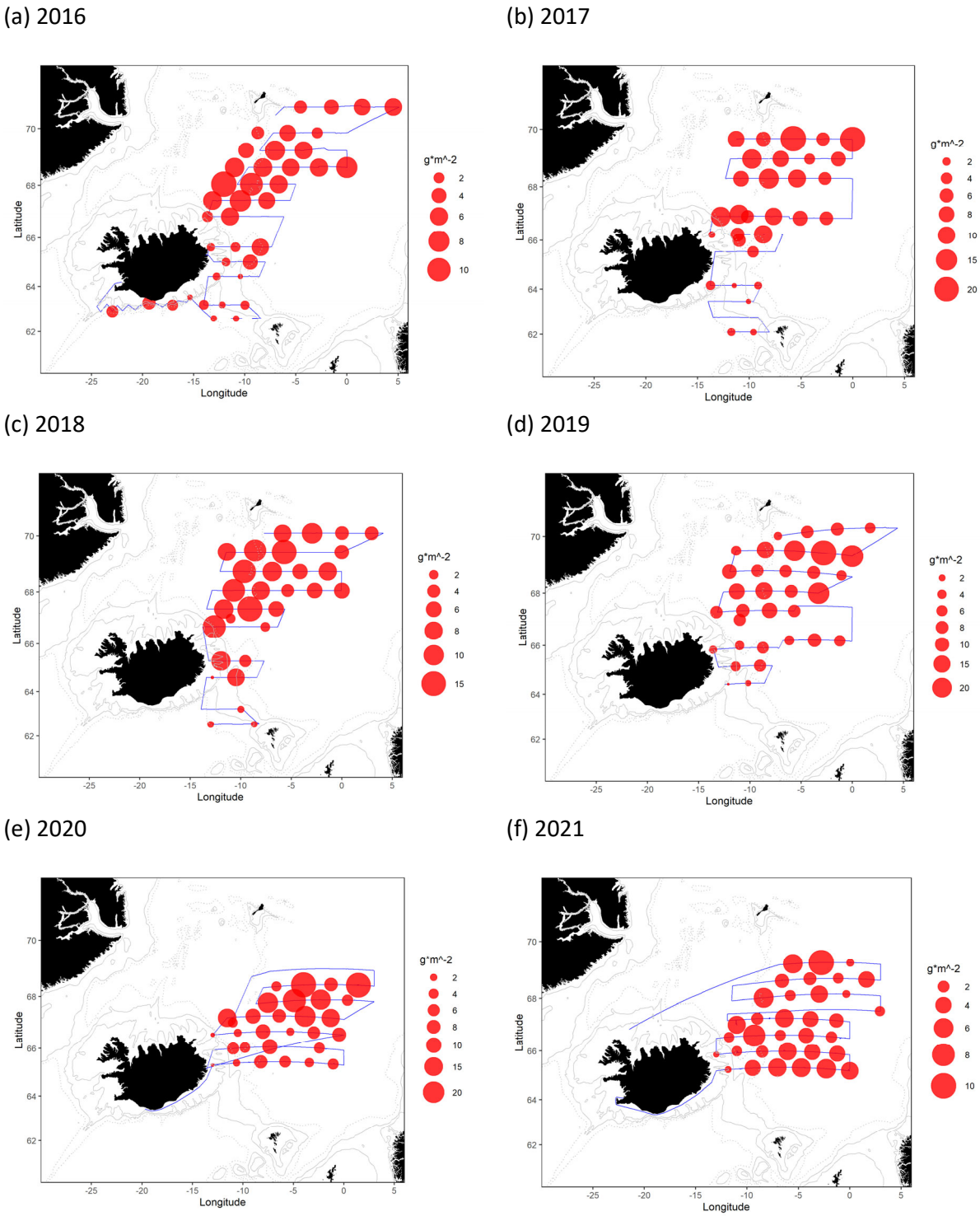
Niðurstöður hitastigsmælinga á leiðangurssvæði RS Árna Friðrikssonar í maí 2021 eru sýndar á 3. mynd fyrir fimm dýpi, frá yfirborði til 400 m dýpis. Líkt og í leiðangrinum í maí 2020 var hlýnun yfirborðsjávar skammt á veg komin þótt vorblóminn hafi engu að síður verið kominn af stað. Ekki er gerður samanburður hér á hitastig við fyrri ár en í því tilliti er vísað í sameiginlega leiðangursskýrslu (ICES 2021b) og kafla um umhverfisbreytingar í hafinu við Ísland úr Hvítbók Hafrannsóknastofnunar (Steingrímur Jónsson og Sólveig R. Ólafsdóttir2021).



3. mynd. Hitastig sjávar í maí 2021 samkvæmt sondu mælingum á RS Árna Friðrikssonar í yfirborði, á 50m, 100m, 200m og 400m dýpi.

Magn átu í efstu 200 m var hæst á norðurhluta rannsóknarsvæðisins en jafnari dreifing var á átu á leiðangurssvæðinu en síðustu ár (4. mynd). Almennt var rauðáta algengust í öllum sýnum en fjöldi kaldsjávar dýrasvifstegunda, eins og pólátu sem berst inn á svæðið með Austur-Íslandsstraumnum, var áberandi á norðurhluta leiðangurssvæðisins. Í samanburði við árin 2016-2020 er magn átu svipað en þessi samanburður er varhugaverður þar sem

yfirferðasvæði leiðangrana hefur verið að nokkru leyti misjafn. Ítarlegri og ábyggilegri samanburður milli ára og svæða er gerður í sameiginlegri skýrslu leiðangursins (ICES 2021b).

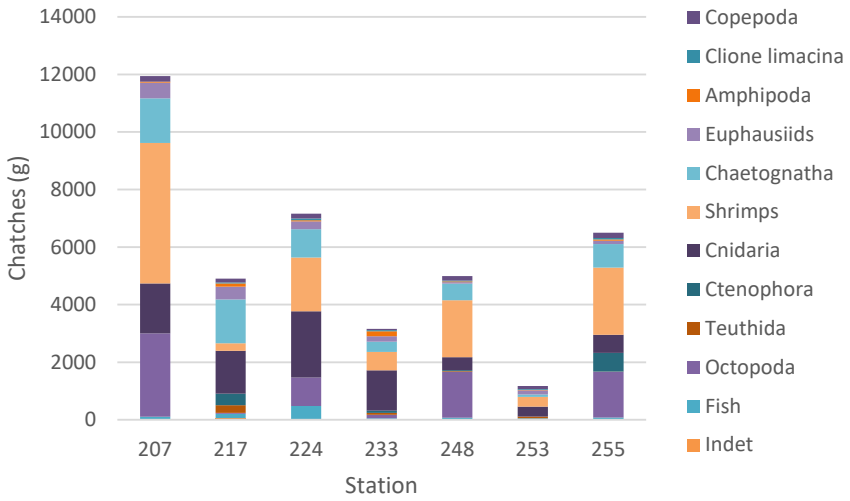


4. mynd. Magn átu á 0-200 m (þurrvigt; g m-2) samkvæmt WP2 háfasýnum í maí leiðöngrum á RS Árna Friðrikssyni árin 2016-2021 (a-f).

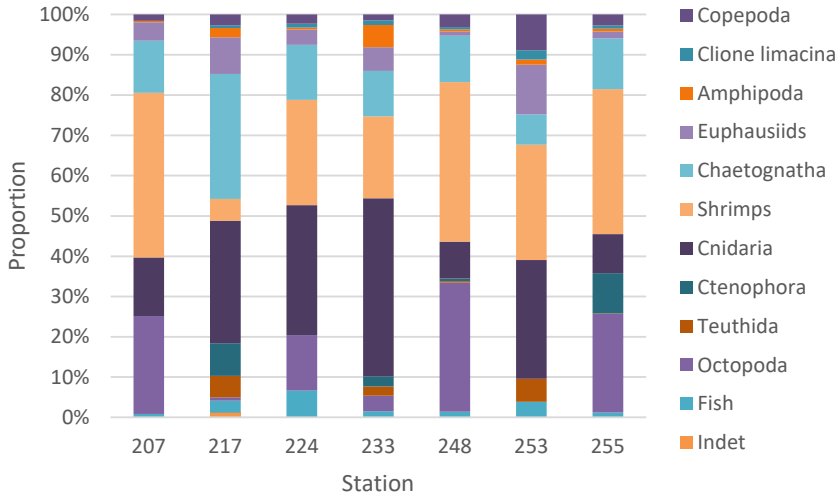
Ljósátutrollstöðvar

Eins og áður hefur komið fram voru sjö ljósátutroll tekin í leiðangrinum og náðu þau öll niður á 1000 metra dýpi. Samsetning og magn átu var svipuð á öllum stöðvum nema á tveimur vestustu stöðvunum (st. 217 og 233; 5. mynd) þar sem kaldsjávar tegundir af sviflægum marflóm (*P. libellula)* og ljósátu (*Thysanoessa inermis*) voru meira áberandi en á hinum stöðvunum. Þetta endurspeglar áhrif Austur-Íslandsstraumsins sem ber kalda vatnsmassa úr norðri inná leiðangurssvæðið.

(a)



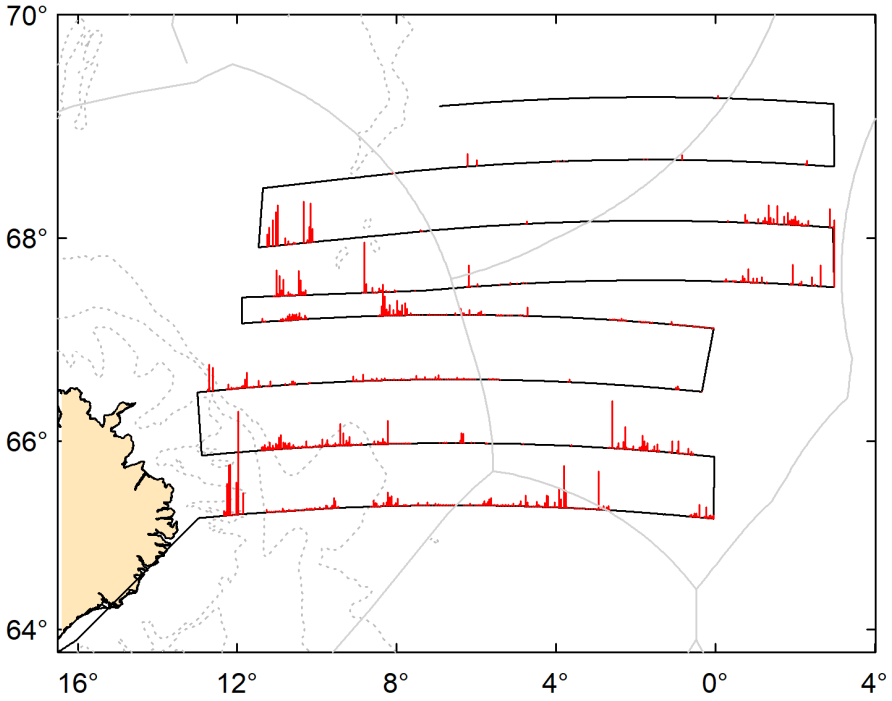
(b)



5. mynd. Magn allra átutegunda í ljósátrolli (a) blautvigt í grömmum og (b) sem hlutfall allra sýna.

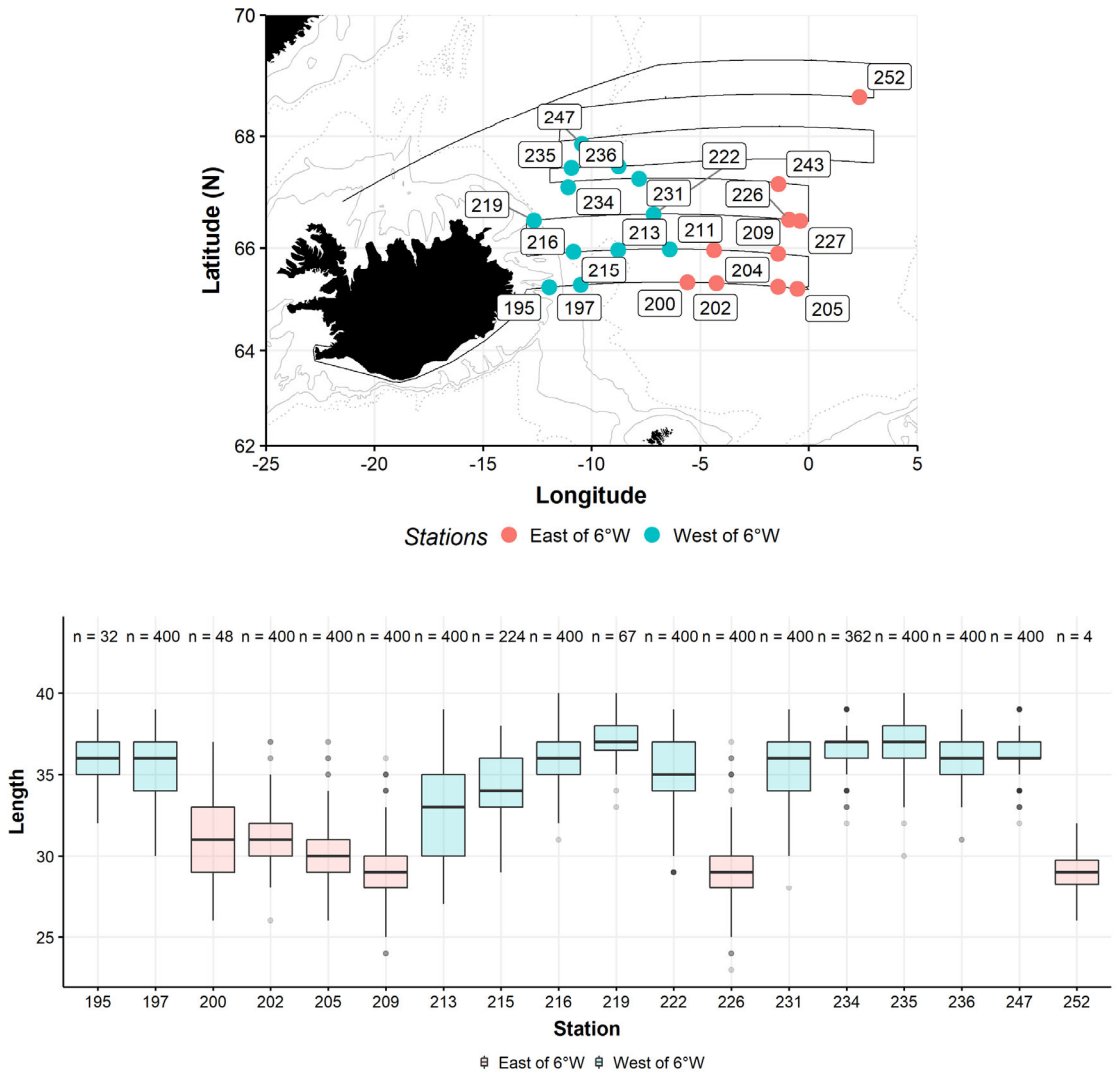
Norsk-íslensk síld

Síld var að finna á stóru svæði austur af landgrunnsbrúninni austur af landinu sem og í alþjóðlegu lögsögunni (6. mynd). Síldin var einnig áberandi á norðausturhluta svæðisins og þurfti að framlengja það svæði til þess að ná utanum útbreiðsluna. Lítið af síld var þó að finna í nyrsta hluta leiðangurssvæðisins.

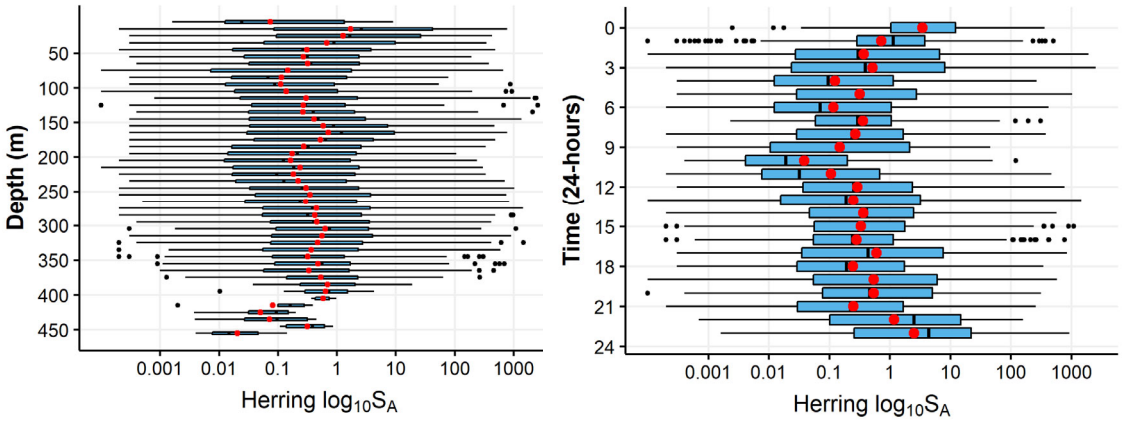


6. mynd. Dreifing bergmálsgilda síldar á 1 sjómílna millibili eftir leiðarlínum (svartar) RS Árna Friðrikssonar í maí 2021. Hæð súlnanna er sköluð eftir hæsta SA gildi (5800). Ekki eru sýnd gildi á þverleggjum í norður-suður þar sem þau eru ekki notuð í magnútreikninga.

Trollsýni sýndu að austur af Íslandi var um að ræða stóra og gamla síld, líkt og fyrri ár, en austar var mest megnist smærri síld (7. mynd). Bergmálsmælingar sýndu að síld var að finna á víðu dýptarbili, eða frá yfirborði og niður á um 450m dýpi, en mesti meðalþéttleiki mældist á um 30m dýpi (8. mynd, vinstri). Ekki var að sjá að kerfisbundinn munur væri á heildarþéttleika síldar eftir tíma dags (8. mynd, hægri) sem bendir til þess að síld hafi til dæmis ekki verið að víkja sér undan skipinu í stórum stíl að næturlagi þegar hún stóð grynnst.



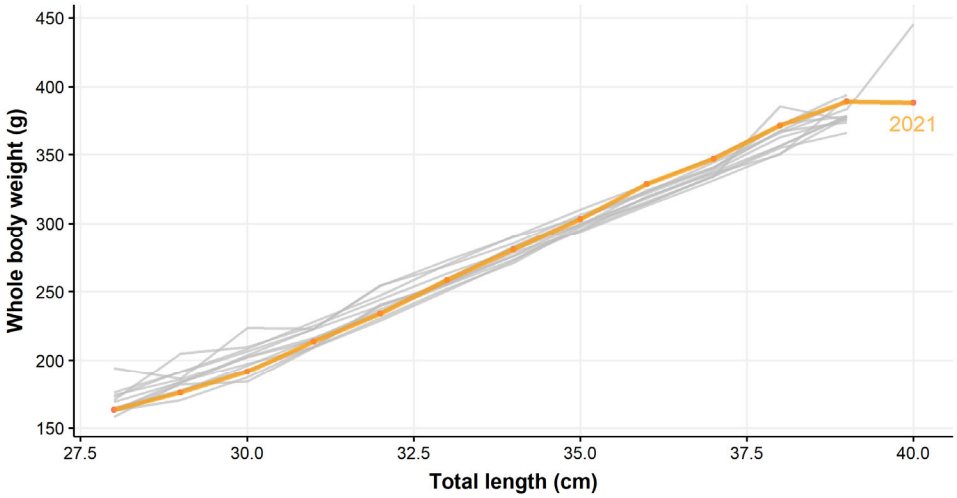
7. mynd. Lengdardreifing síldar frá mismunandi togstöðvum (sjá staðsetningar á korti) í maí 2021 þar sem blái liturinn táknar vestlægu stöðvarnar og rauði liturinn táknar austlægari stöðvar. Miðgildi mælinga er sýnt innan í hverjum kassa með svartri línu og boxin tákna 95% öryggismörk kringum miðgildið. Fjöldi mælinga (n) á hverri stöð er staðsett fyrir ofan boxin.



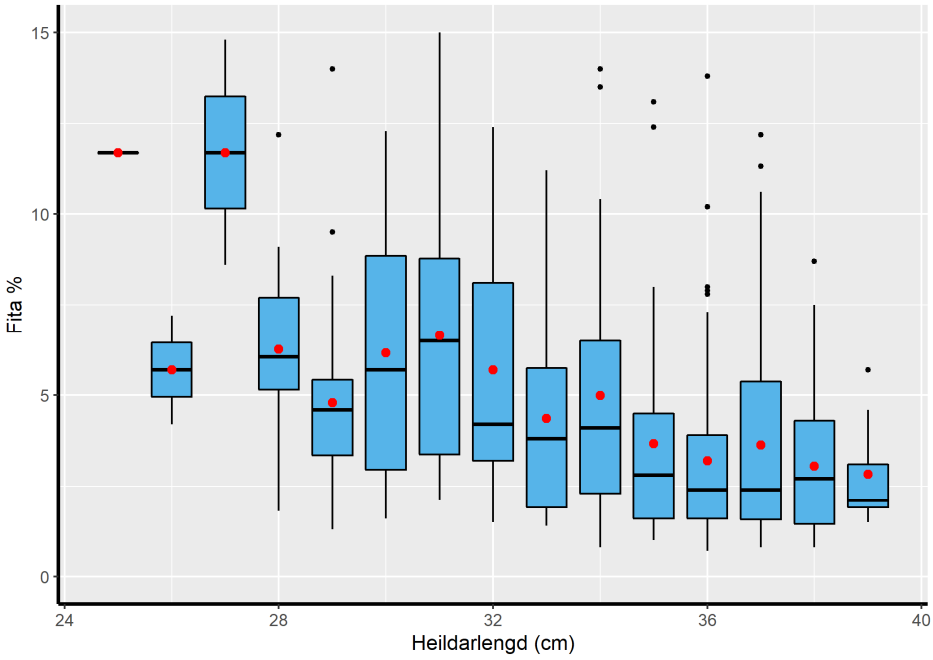
8. mynd. Boxplott af bergmálsgildum (SA) fyrir síld á 10 m dýptarbilum (til vinstri) og eftir tíma sólarhrings (til hægri) í maí 2021 þar sem rauðir punktar sýna meðaltalið, svörtu lóðréttu strikin miðgildi og bláu boxin 95% öryggismörk kringum miðgildið

Í samanburði við fyrri leiðangra í maí voru meðalþyngdir eftir lengd fremur háar fyrir stærri lengdarhópa síldar (>35 cm), en lágar fyrir fyrir minni síld (<32 cm; 9. mynd). Fituinnihald síldarinnar var breytilegt og að meðaltali 4,5% (staðal skekkja=0,2, miðgildi=3,6). Stærri síld er almennt með minni fituprósentu og gæti það tengst því að hún er kominn lengra í fæðugöngu sinni eða að stærri og kynþroska síldin er nýhrygnd eða byrjuð að eyða orku í að þroska kynkirtla (10. mynd). Ákvörðun á kynþroskastigi sýndi að aðeins 1,2% af síldinni voru á kynþroskastigi 1 og 2 sem flokkast sem ókynþroska síld og 3,7% af síldinni voru á kynþroskastigi 3-5 (kynkirtlar að þroskast eða orðnir fullþroskaðir) sem veiddust mest á vestlægustu stöðvunum og flokkast sem sumargotssíld á þessum árstíma meðan að 95% var fullorðin vorgotsíld sem var á kynþroskastig 7 (nýhrygnd) eða 8 (hvíldarstig) (tafla 3).

Togsýnin sýndu mestan fjölda af 5 ára (2016 árganginum; 31%), 8 ára (2013 árganginum; 12%) og 13-15 ára síld (2005-2007 árg., ~8% hver; tafla 4), þar sem sú yngri var austar á leiðangurssvæðinu samanber aldurslengdarlykil (tafla 5) og lengdardreifingar (6. mynd).



9. mynd. Meðalþyngd síldar eftir lengd í maí leiðangri 2021 (appelsínugult) borið saman við maí leiðangra Hafrannsóknastofnunar yfir árin 2009-2020 (grátt).



10. mynd. Boxplott af fituinnihaldi síldar (%) eftir fisklengd þar sem rauðir punktar sýna meðaltalið, svörtu lóðréttu strikin miðgildi og bláu boxin 95% öryggismörk kringum miðgildið.

Tafla 3. Yfirlit yfir fjölda sílda eftir kynþroskastigi og stöðva númerum (sjá 6. mynd) í maí leiðangrinum 2021 ,og hrygningartíma samkvæmt því.

	Togstöðvar																		
Kynþroskastig	**195**	**197**	**200**	**202**	**205**	**209**	**213**	**215**	**216**	**219**	**222**	**226**	**231**	**234**	**235**	**236**	**247**	**252**	**Samtals**
1						1													1
2			2			8	1					7							18
3	3	2			1	4	1	6	6	2	2		1	2	1	1	1		33
4	3							3	3	3	4		3				3		22
5	1								1							1			3
6		3																	3
8	25	95	46	100	99	87	96	90	90	62	94	93	96	98	99	98	96	4	1468
Samtals	32	100	48	100	100	100	98	99	100	67	100	100	100	100	100	100	100	4	1548
Ókynþroska %	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	9.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
Sumar hrygnandi. %	21.9	2.0	0.0	0.0	1.0	4.0	1.0	9.1	10.0	7.5	6.0	0.0	4.0	2.0	1.0	2.0	4.0	0.0	3.7
Vor hrygnandi. %	78.1	98.0	95.8	100.0	99.0	87.0	98.0	90.9	90.0	92.5	94.0	93.0	96.0	98.0	99.0	98.0	96.0	100.0	95.0

Tafla 4. Aldurs-lengdarlykill samkvæmt togsýnum í maí leiðangri 2021 fyrir norsk-íslenska síld.

Lengd\Aldur	**NA**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**Total**	**%**
24			4															4	0.3
25			5															5	0.3
26			7	13														20	1.3
27			2	15														17	1.1
28			1	56														57	3.7
29		1	2	116	1													120	7.7
30				116	1													117	7.5
31			1	88	5													94	6.1
32				55	9	7	8	2										81	5.2
33			1	14	8	19	45	2	3									92	5.9
34	1			3	4	15	80	12	6	1	1							123	7.9
35	2				1	6	40	19	18	10	10	5	8	4	1	2		126	8.1
36	8					2	7	17	34	40	32	38	38	26	19	1		262	16.9
37	6						1	6	25	20	31	27	54	58	49	7	1	285	18.4
38	3							2	3	3	3	9	11	31	38	17	2	122	7.9
39												2	2	8	5	6	2	25	1.6
40																1		1	0.1
Samtals	20	1	23	476	29	49	181	60	89	74	77	81	113	127	112	34	5	1551	
%	1.3	0	1.5	30.	1.9	3.2	11.	3.9	5.7	4.8	5.0	5.2	7.3	8.2	7.2	2.2	0.3		

Tafla 5. Meðalheildarlengd, meðalþyngd og fjöldi fiska eftir aldurshópum norsk-íslenskrar síldar og kolmunna í togsýnum í maí leiðangrinum 2021.

	Norsk-íslensk síld			Kolmunni		
Aldur	Meðal- lengd (cm)	Meðal-þyngd (g)	Fjöldi	Meðal-lengd (cm)	Meðal-þyngd (g)	Fjöldi
1				18.9	40.5	55
2				24.5	93.2	59
3	29.0	189.4	1	26.3	112.9	41
4	26.4	147.9	23	26.8	117.6	20
5	29.8	192.4	476	28.3	151.0	12
6	32.3	246.8	29	29.9	188.3	12
7	33.5	270.9	49	30.8	193.6	17
8	34.0	280.2	181	30.7	204.6	3
9	35.2	302.9	60	31.0	209.3	1
10	35.9	318.3	89			
11	36.2	328.3	74			
12	36.3	333.6	77			
13	36.6	337.9	81			
14	36.7	343.1	113			
15	37.1	357.1	127			
16	37.2	355.9	112			
17	37.8	363.4	34			
18	38.2	392.9	5			
Total			1531			220

Kolmunni og aðrir uppsjávarfiskar

Leiðangurslínur RS Árna Friðrikssonar lágu norðan við Íslands-Færeyjar hrygginn (1. mynd) þar sem þéttleiki kolmunna er jafnan mestur, allt norður að köldu tungu Austur Íslandsstraumsins (3. mynd). Kolmunni heldur sig jafnan ekki í kaldari sjó en 3°C og þar af leiðandi mældist lítið af kolmunna í leiðangri RS Árna Friðrikssonar í ár, líkt og í fyrra. Túlkanir bergmálsgagna sýna gisnar lóðningar af kolmunna á 200-400 m dýpi í hlýjum Atlantssjónum á ysta hluta rannsóknarsvæðisins og var 79% hans 5-7 ára gamall (tafla 5).

Stór loðna fannst á landgrunninum austur af Íslandi. Á þessum tíma árs er ekki algengt að sjá stóra loðnu á þessum slóðum en hefur þó verið skráð í eldri leiðangrum (gögn Hafrannsóknastofnunar). Mestmegnis af loðnunni var metin á hvíldarstigi (ekki á leið í hrygningu) en það hrygningarstig er erfitt að staðfesta án frekari rannsókna. Ekki fékkst neinn makríll í leiðangrinum frekar en fyrri ár. Aðrar fisktegundir sem fengust í togsýnunum eru tíundaðar í töflu 2.

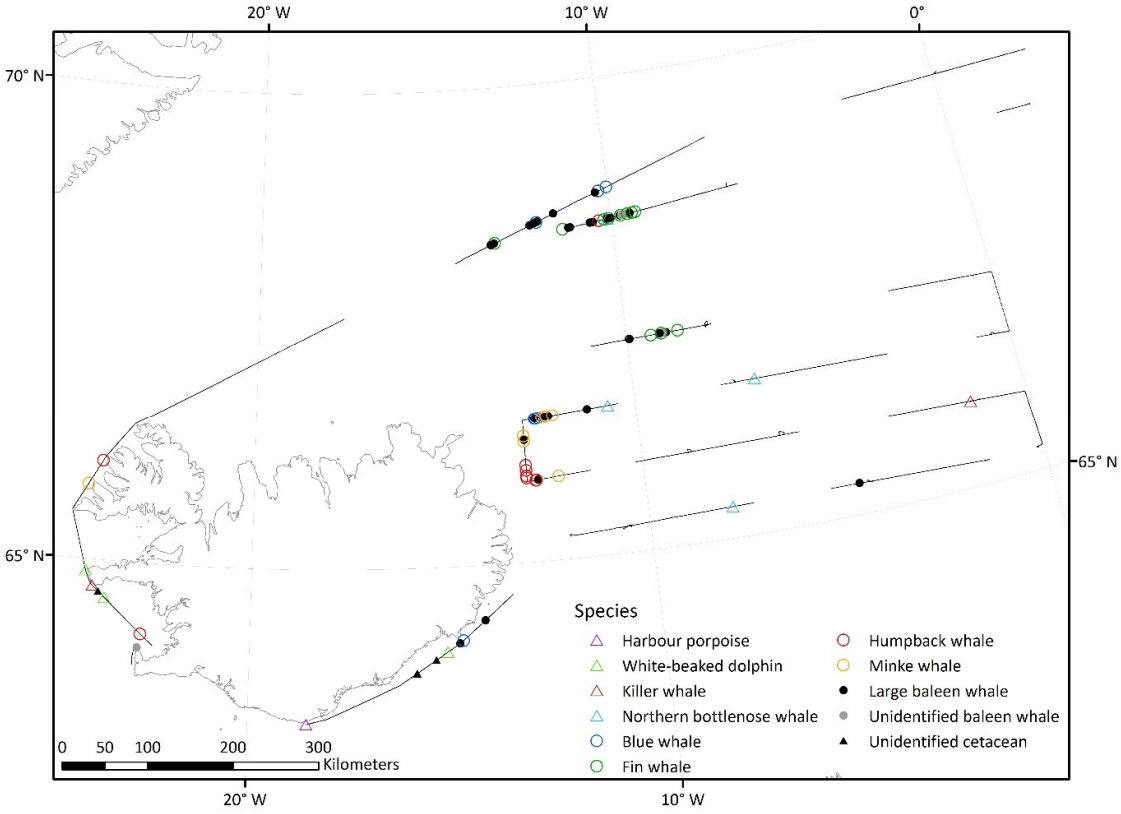
Sjávarspendýr

Alls voru 85 skráningar á hvölum í leiðangrinum í þær 212 klukkustundir og 56 mínútur sem vöktunin náði yfir. Hver skráning innihélt annaðhvort stakt dýr eða fleiri í hóp og náðu yfir 8 tegundir hvala og eins voru skráningar á ógreindum tegundum. Algengustu tegundirnar voru langreyður (*Balaenoptera physalus*) og hnúfubakur (*Megaptera novaeangliae*) með 11 og 9 skráningar, þar á eftir komu hrefnur (*Balaenoptera acutorostrata*) (8), steypireyður (*Balaenoptera musculus*) (7), andanefja (*Hyperoodon ampullatus*) (4), hnýðingur (*Lagenorhynchus albirostris*) (3) , háhyrningur (*Orcinus orca*)(2) og hnísa (*Phocoena phocoena*) (1) (tafla 6).

Tafla 6. Yfirlit spendýrategunda sem sáust í leiðangrinum í maí 2021 ásamt heildarfjölda skráðra dýra.

Tegund	Heildar fjöldi skráninga	Heildar fjöldi dýra
Steypireyður	7	7
Langreyður	11	16
Hnúfubakur	9	11
Hrefna	8	8
Andanefja	4	18
Háhyrningur	2	11
Hnýðingur	3	15
Hnísa	1	3
Stór skíðishvalur	33	39
Óskilgreindur skíðishvalur	4	7
Óskilgreindur hvalur	3	3
Total	85	138

Hnýðingar voru stærsti hópurinn sem sást með 9 einstaklingum í hverjum hópi. Ekki var hægt að bera kennsl á tegund í 40 tilvika vegna fjarlægðar eða tímatakmarkana. Af þessum voru 33 ógreindir stórhvalir og 7 voru ógreindar hvalategundir. Með tillit til megintilgangs þessa verkefnis voru einu skráningar háhyrninga mjög austarlega á leiðangurssvæðinu (mynd. 11). Líklega eru þetta háhyrningar frá ströndum Noregs sem hafa fylgt eftir síldinni í fæðugöngu sinni.



11. mynd. Staðsetningar mismunandi hvalategunda samkvæmt kerfisbundnum (heilar línur; 213 klukkustundir) skráningum í leiðangri RS Árna Friðrikssonar í maí 2021. Tegundirnar eru steypireyður (blue whale), langreyður (fin whale), hnúfubakur (humback whale), hrefna (minke whale), háhyrningur (killer whales), andarnefja (northern bottlenose whale), hnýðingur (white beaked dophin), hnísa (harbour porpoise) sem og ógreindir skíðishvalir (unidentified baleen whale) og ógreindir hvalir (unidentified catacean).

Umræður

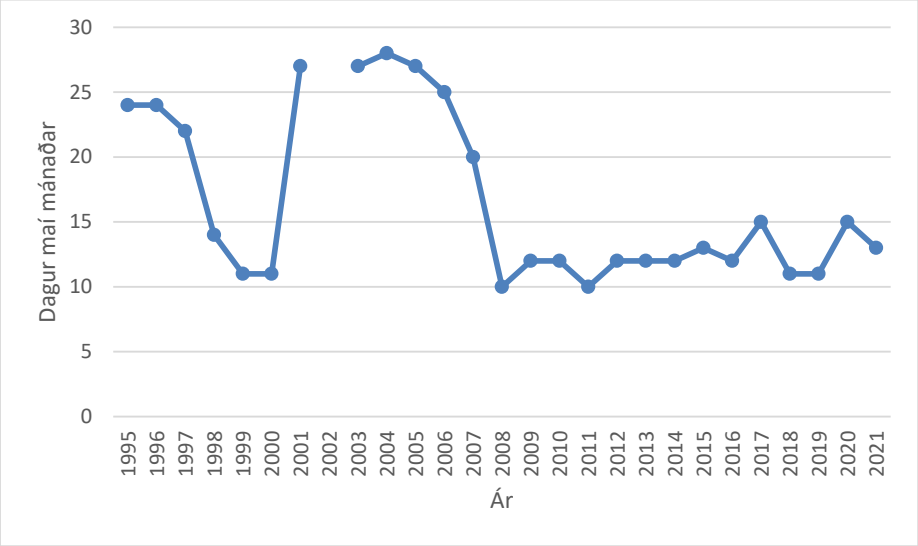
Norsk-íslenska síldin var komin jafn langt vestur í fæðugöngu sinni og á sama tíma í fyrra (ICES 2020b), en einnig var hún í auknu mæli í norðvestur horni rannsóknasvæðisins sem er ólíkt fyrri árum (ICES 2020b, 2019b, 2018). Síldin er í fæðugöngu á þessum tíma og seinna um sumarið mun dreifing hennar liggja yfir hafsvæðið milli Íslands og Færeyja og norður fyrir Ísland (ICES 2021c).

Mat á magni síldar í leiðangri RS Árna Friðrikssonar er ekki kynnt hér á nokkurn hátt þar sem hann dekkaði ekki allt íslenska hafsvæðið eins og á árum áður. Skipulagning leiðangursins nú krefst þess að niðurstöður allra þátttökuþjóða séu teknar saman til að fá áreiðanlegt mat fyrir hvert svæði og í heild. Slík vinna hefur farið fram og hafa þær niðurstöður verið kynntar á vettvangi ICES (ICES 2021b).

Síldin var að miklu leyti á vestur hluta rannsóknarsvæðisins þar sem 2013- og 2005-2007 árgangarnir voru mest áberandi en einnig var mikið af síld á suðaustur hluta svæðisins þar sem 2016 árgangurinn var allsráðandi. Þetta er algeng birtingarmynd stofnsins þar sem yngri fiskurinn er nær uppeldisstöðvum sínum í Barentshafi. 2016 árgangurinn, sem var jafnframt mest áberandi í sýnasöfnun með 31% hlutdeild, lofar enn góðu og verður líklega meginuppistaða veiðistofnsins á komandi árum.

Stóri 2004 árgangurinn, sem um árabil hefur verið allsráðandi í stofninum, er enn áberandi í eldri hluta stofnsins en ekki þó eins og fyrri ár og nú er 2006 og 2007 árgangurinn álíka stór hluti í sýnum leiðangursins. Hlutföll eldri árganga síldar eru breytileg milli ára en þetta ósamræmi er líklegast tilkomið vegna erfiðleika og óvissu við að aldursgreina svo gamla síld en afleiðingarnar á stofnmatið eru litlar þar sem allir þessir árgangar tilheyra plús-grúppu þar (12+). Fyrir liggur þó að skoða þetta betur með líkanagerð og áframhaldandi samanburði og skiptum á hreistri og kvörnum milli þjóðanna, en Færeyingar og Danir nota kvarnir við aldurslestur á meðan að aðrir nota hreistur. Í leiðangrinum í ár voru kvarna-og hreisturssýnum safnað úr síld á vestursvæði leiðangursins (þar sem stærri síld er að finna) sem mun nýtast á fyrirhugaðri vinnustofu sem aðildarþjóðirnar munu skipuleggja.

Eins og kemur fram að ofan þá er síldin enn í fæðugöngu vestur og norður þegar þessi leiðangur á sér stað. Samanburður milli ára á landfræðilegri dreifingu síldar samkvæmt leiðangrinum getur því bæði endurspeglað breytileika í tímasetningu síldarganganna svo og í tímasetningu leiðangursins. Tímasetning leiðangursins hefur verið mjög svipuð síðustu 14 ár (2008-2021; 12. mynd) og því má segja að hegðan stofnsins stjórni séðum breytileika á dreifingu síðustu ára.



12. Mynd. Dagsetning maí mánaðar þar sem íslenska rannsóknarskipið í maí leiðöngrum áranna 1995-2021 hefur verið í kringum 66°N og 5°W (aðeins júní og júlí leiðangrar árið 2002).

Þakkarorð

Höfundur vill þakka öllu leiðangursfólkinu, áhöfn RS Árna Friðrikssonar og öllum þeim sem komu að úrvinnslu og frágangi gagna eftir leiðangurinn fyrir vel unnin störf.

Heimildir

Bachiller E, Skaret G, Nøttestad L, Slotte A. (2016). Feeding ecology of Northeast At-lantic mackerel, Norwegian spring-spawning herring and blue whiting in the Norwegian Sea. *PLoS One*; 11: e0149238. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149238 PMID: 26895485

Guðmundur J. Óskarsson, Ásta Guðmundsdóttir, Sveinn Sveinbjörnsson & Þorsteinn Sigurðsson. (2016). Feeding ecology of mackerel and dietary overlap with herring in Icelandic waters. *Marine Biology Research*, 12, 16-29.

ICES. (2015). *Notes from acoustic scrutinizing workshop in relation to the International Ecosystem Survey in Nordic Seas (IESNS).* Workshop of "Working group of International Pelagic Surveys (WGIPS), 3 – 5 March 2015, Reykjavik, Iceland. 7 bls.

ICES. (2018a). Report of the Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE), 28 August- 3 September 2018, Torshavn, Faroe Islands. *ICES CM* 2018/ACOM: 23. 488 bls.

ICES. (2019a). Report of the Working Group on Integrated Ecosystem Assessments for the Norwegian Sea (WGINOR). ICES WGINOR report, 26-30 November 2018. Reykjavik, Iceland. *ICES CM* 2018/IEASG:10. 123 bls.

ICES. (2019b). *International ecosystem survey in the Nordic Sea (IESNS) in May to June 2019*. WD No. 01 to Working Group on International Pelagic Surveys (WGIPS 2020) and Working Group on Widely distributed Stocks (WGWIDE), Santa Cruz Tenerife, Spain, 28 August - 3 September 2019. 35 bls.

ICES. (2020a) Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE). *ICES Scientific Reports*. 2:82. 1019 pp. http://doi.org/10.17895/ices.pub.7475

ICES. (2020b). *International ecosystem survey in the Nordic Sea (IESNS) in May to June 2020*. WD10 to Working Group on International Pelagic Surveys (WGIPS) and Working Group on Widely distributed Stocks (WGWIDE) WebEx-meeting, 26. August - 1. September 2020. 30 pp.

ICES. (2021a). *Working Group on the Integrated Assessments of the Norwegian Sea (WGINOR; outputs from 2020 meeting).* ICES Scientific Reports. 3:35. 114 pp. https://doi.org/10.17895/ices.pub.8021

ICES. (2021b). *International ecosystem survey in the Nordic Sea (IESNS) in May to June 2021*. WD10 to Working Group on International Pelagic Surveys (WGIPS) and Working Group on Widely distributed Stocks (WGWIDE) WebEx-meeting, 15.-18. June 2021. 37 pp.

ICES. (2021c). *Cruise report from the International Ecosystem Summer Survey in the Nordic Seas (IESSNS) 30st June – 3rd August 2021.* Working Document to ICES Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE, No.09), ICES HQ, Copenhagen, Denmark (digital meeting), 25.-31. August 2021. 60pp.

Kvaavik C, Oskarsson GJ, Danielsdóttir AK, Marteinsdottir G. (2019). *Diet and feeding strategy of Northeast Atlantic mackerel (*Scombrus scomber*) in Icelandic waters*. PLoS ONE 14(12): e0225552. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0225552

Nøttestad, L., Utne, K.R., Óskarsson, G.J., Jónsson, S.Þ., Jacobsen, J.A., Tangen, Ø., Anthonypillai, V., Aanes, S., Vølstad, J.H., Bernasconi, M., Debes, H., Smith, L., Sveinbjörnsson, S., Holst, J.C., Jansen, T. og Slotte, A. (2016). Quantifying changes in abundance, biomass and spatial distribution of Northeast Atlantic mackerel (Scomber scombrus) in the Nordic seas from 2007 to 2014. *ICES Journal of Marine Science*, 73, 359-373.

Skjoldal, H.R. (2004). *An introduction to the Norwegian Sea ecosystem. In Hein Rune Skjoldal (ed). The Norwegian Sea Ecosystem.* Tapir academic press, Trondheim, Norway, 15-32.

Skjoldal, H.R., Dalpadado, P., Dommasnes, A. (2004). *Food webs and trophic interactions*. In Hein Rune Skjoldal (ed). The Norwegian Sea Ecosystem. Tapir academic press, Trondheim, Norway, 447-506.

Steingrímur Jónsson og Sólveig R. Ólafsdóttir. (2021). *Umhverfisbreytingar í hafinu við Ísland*. Í Guðmundur J. Óskarsson (ritstj.), Staða umhverfis og vistkerfa í hafinu við Ísland og horfur næstu áratuga. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2021-14.

Trenkel, V.M., G. Huse, B.R. MacKenziec, P. Alvarez, H. Arrizabalaga, M. Castonguay, N. Goñi, F. Grégoire, H. Hátún, T. Jansen, J.A. Jacobsen, P. Lehodey, M. Lutcavage, P. Mariani, G.D. Melvin, J.D. Neilson, L. Nøttestad, Guðmundur J. Óskarsson, M.R. Payne, D.E. Richardson, I. Senina, D.C. Speirs. (2014). Comparative ecology of widely distributed pelagic fish species in the North Atlantic: implications for modelling climate and fisheries impacts. *Progress in Oceanography*, 129, 219-243. http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2014.04.030.

Utne, K.R. Huse G., Ottersen G., Holst J.C., Zabavnikov V., Jacobsen J.A., Óskarsson G.J., and Nøttestad L. (2012). Horizontal distribution and overlap of planktivorous fish stocks in the Norwegian Sea during summers 1995-2006. *Marine Biology Research*, 8 (5-6), 420-441.

Viðauki 1: Listi yfir þátttakendur í Austurdjúpsleiðangrinum í maí 2021:

Rannsóknarfólk
Sigurvin Bjarnason, leiðangursstjóri og bergmálsmælingar
Anna Heiða Ólafsdóttir, bergmálsmælingar
Ragnhildur Ólafsdóttir, sýnavinnsla
Svandís Eva Aradóttir, sýnavinnsla
Sólrún Sigurgeirsdóttir, sýnavinnsla og áta
Ayça Eleman (nemi), talning og myndun sjávarspendýra
Barbara Neubarth (nemi), talning og myndun sjávarspendýra

Skipstjóri:
Kristján H. Kristinsson

HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókna- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna