

HV 2023-07  
ISSN 2298-9137



# HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

*MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND*

Helstu niðurstöður vistfræðileiðangurs í Austurdjúp á  
RS Árna Friðrikssyni í maí 2022

*Sigurvin Bjarnason, Hildur Pétursdóttir, Michelle Marie Dutro,  
Paulus Jacobus Wensveen*

---

HAFNARFJÖRÐUR - MARS 2023



Helstu niðurstöður vistfræðileiðangurs í  
Austurdjúp á RS Árna Friðrikssyni í maí 2022

*Sigurvin Bjarnason, Hildur Pétursdóttir, Michelle Marie Dutro,  
Paulus Jacobus Wensveen*

## Upplýsingablað

<b>Titill:</b> Helstu niðurstöður vistfræðileiðangurs í Austurdjúpi á RS Árna Friðrikssyni í maí 2022		
<b>Höfundur:</b> Sigurvin Bjarnason, Hildur Pétursdóttir, Michelle Marie Dutro, Paulus Jacobus Wensveen		
<b>Skýrsla nr:</b> HV 2023-07	<b>Verkefnisstjóri:</b> Sigurvin Bjarnason	<b>Verknúmer:</b> 9221
<b>ISSN</b> 2298-9137	<b>Fjöldi síðna:</b> 24	<b>Útgáfudagur:</b> 20. mars 2023
<b>Unnið fyrir:</b> Hafrannsóknastofnun	<b>Dreifing:</b> Opið	<b>Yfirið af:</b> Guðmundur J. Óskarsson
<b>Ágrip</b> <p>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.</p> <p>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. Það bendir til svipaðs göngumynsturs og undanfarin ár. Mest mældist af 6 ára síld (2016 árganginum), þá helst á austurhluta svæðisins en eldri síld, að stærstum hluta 2013 árgangurinn, var einnig áberandi. Mælingar sýndu töluverða aukningu í kolmunna (mestmegnis 1-2 ára) sem var að finna víða í hlýsjónum, austur af kalda Austur-Íslandsstraumnum og helgast það af sterkri nýliðun síðustu ára. 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 þáttökupjóða. Þar eru einnig að finna upplýsingar um bergmálsvísitölur á síld og kolmunna fyrir öll leiðangurssvæði. Skráning og vöktun sjávarspendýra, sem voru nú gerðar í fjórða sinn í leiðangrinum, innihéldu 67 skráningar af 4 tegundum hvala.</p>		
<b>Abstract</b> <p><i>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</i></p>		

year's survey on RV Árne Friðriksson showed a wide distribution of herring east and northeast of Iceland. It implies a similar migration pattern as in most recent years. Six-year-old herring (2016-year class) was most abundant overall, particularly in the eastern part while older herring (predominantly the 2013-year class) were also abundant as in previous years. Young blue whiting (mostly 1-2 years old) was registered widely in the warm Atlantic waters east of the cold East Iceland Current. This is consistent with previous estimates of strong blue whiting recruitment in recent years. 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 67 sightings of 4 identified species.

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

**Undirskrift verkefnisstjóra:**



**Undirskrift forstöðumanns sviðs:**



<b>Efnisyfirlit</b>	<b>Bls.</b>
Töfluskra	i
Myndaskra	i
Inngangur	1
Aðferðir	3
Leiðarlínur og sjórannsóknastöðvar	3
Sjórannsóknir	4
Átuháfasýni	5
Ljósátuvörpusýni	5
Bergmálmælingar	6
Flotvörpusýni	6
Skráningar á sjávarspendýrum	8
Niðurstöður	8
Sjó- og áturannsóknir	8
Ljósátutrollstöðvar	11
Norsk-íslensk síld	13
Kolmunni og aðrir uppsjávarfiskar	18
Umræður	21
Þakkarorð	22
Heimildir	23
Viðauki	24

## **Töfluskra**

Tafla 1. Yfirlit um hámarksfjölda kvarnaðra og lengdarmældra fiska í maí leiðangrinum 2022 ef nægilega margir fiskar fást.	7
Tafla 2. Fisktegundir frá togsýnum í maí leiðangrinum 2022 og yfirlit mælinga á þeim.	7
Tafla 3. Yfirlit yfir fjölda sílda eftir kynþroskastigi og stöðva númerum (sjá 6. mynd) í maí leiðangrinum 2022 og hrygningartíma samkvæmt því.	17
Tafla 4. Aldurs-lengdarlykill samkvæmt togsýnum í maí leiðangri 2022 fyrir norsk-íslenska síld.	17
Tafla 5. Meðalheildarlengd, meðalþyngd og fjöldi fiska eftir aldurshópum norsk-íslenskrar síldar og kolmunna í togsýnum í maí leiðangrinum 2022.	18
Tafla 6. Yfirlit spendýrategunda sem sáust í leiðangrinum í maí 2022 ásamt heildarfjölda skráðra dýra.	20

## **Myndaskra**

1. mynd. Sigldar leiðarlínur í vistfræðileiðangrinum í Austurdjúpi 2022 innan mismunandi undirsvæðum (1-4) þar sem gulu línurnar voru teknar af RS Árna Friðrikssyni. Athugið að leiðarlínur fylgja stórbaug en ekki fastri breiddargráðu.	3
2. mynd. Leiðangurslínur RS Árna Friðrikssonar í maí 2022, staðsetning sondu stöðva (gráir hringir), WP-2 átuháfastöðvar (rauðar stjörnur), ljósátutrollstöðva (gulir demantar) og flotvörputogstöðvar (bláir þríhyrningar). Fjólubláu kassarnir sýna staðsetningu tveggja fastra sondu og átuháfastöðva.	4
3. mynd. Hitastig sjávar í maí 2022 samkvæmt sondu mælingum á RS Árna Friðrikssonar í yfirborði, á 50m, 100m, 200m og 400m dýpi.	9

4. mynd. Magn átu á 0-200 m (þurrvigt; g m-2) samkvæmt WP2 háfasýnum í maí leiðöngrum á RS Árna Friðrikssyni árin 2017-2022 (a-f).....	10
5. mynd. Magn allra dýrahópa í ljósátutrolli sem blautvigt í grömmum í maí 2022.....	11
6. mynd. Magn algengustu tegunda ljósátu (a), og algengustu tegunda marflóa (b) sem blautvigt í grömmum úr ljósátutrolltogum í maí 2022.....	12
7. mynd. Dreifing bergmálgilda síldar á 1 sjómílna millibili eftir leiðarlínum (svartar) RS Árna Friðrikssonar í maí 2022. Hæð súlnanna er sköluð eftir hæsta SA gildi (6268). Ekki eru sýnd gildi á þverleggjum í norður-suður þar sem þau eru ekki notuð í m.....	13
8. mynd. Lengdardreifing síldar frá mismunandi togstöðvum (sjá staðsetningar á korti) í maí 2022 þar sem blái liturinn táknar vestlægu stöðvarnar og rauði liturinn táknar austlægari stöðvar. Miðgildi mælinga er sýnt innan í hverjum kassa með svartri línu. ....	14
9. mynd. Boxplott af bergmálgildum (SA) fyrir síld á 10 m dýptarbilum (til vinstri) og eftir tíma sólarhrings (til hægri) í maí 2022 þar sem rauðir punktar sýna meðaltalið, svörtu lóðréttu strikin miðgildi og bláu boxin 95% öryggismörk kringum miðgildið.....	15
10. mynd. Meðalþyngd síldar eftir lengd í maí leiðangri 2022 (appelsínugult) borið saman við maí leiðangra Hafrannsóknastofnunar yfir árin 2009-2021(grátt).....	16
11. mynd. Fitumæling síldar eftir lengd í maí 2019-2022. Stærð svörtu punktanna táknar hversu margir einstaklingar voru mældir. Bláu línurnar og tölfræðin efst sýna sambandið milli fituprósentu og lengdar þar sem * táknar marktæk sambönd, $p < 0.05$ , og ** ómarktæk, $p > 0.05$ ) .....	16
12. mynd. Dreifing bergmálgilda loðnu (fjólublá) og kolmunna (blátt) á 1 sjómílna millibili eftir leiðarlínum (svartar) RS Árna Friðrikssonar í maí 2022. Hæð súlnanna er sköluð eftir hæsta SA gildi loðnu (2857) og kolmunna (488). Ekki eru sýnd gildi á þverleggjum í norður-suður þar sem þau eru ekki notuð í magnútreikninga. ....	19
13. mynd. Staðsetningar mismunandi hvalategunda samkvæmt kerfisbundnum (gráar línur; góð skilyrði og svartar línur; slæm skilyrði þar sem sjónlína er $< 1$ sjómíla eða ölduhæð $> 4$ m) skráningum í leiðangri RS Árna Friðrikssonar í maí 2022. Tegundirnar eru hnúfubakur (humbback whale), hrefna (minke whale), háhyrningur (killer whales), andarnefja (northern bottlenose whale) sem og ógreindir skíðishvalir (unidentified baleen whale) og ógreindir hvalir (unidentified catacean).....	20
14. mynd. Dagsetning maí mánaðar þar sem íslenska rannsóknarskipið í maí leiðöngrum árána 1995-2022 hefur verið í kringum $66^{\circ}$ N og $5^{\circ}$ W (aðeins júní og júlí leiðangrar árið 2002). ....	22

## 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 þrjúþætt, 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 og flúorljómunar í vatnssúlunni, rannsaka samsetningu, dreifingu og magn stórátu (m.a. ljósátu) og skrá sjávarspendýr á siglingarleiðinni. Fimm þátttökuaðilar hafa jafnan tekið þátt í leiðangrinum, Ísland, Færeyjar, Noregur, Rússland og Evrópusambandið. Undanfarin ár hafa Danir tekið þátt í leiðangrinum á vegum Evrópusambandsins. Til viðbótar tók Bretland þátt í leiðangrinum í fyrsta skipti árið 2022 og mun auka þátttöku sína á næstu árum. Rússar tóku hinsvegar ekki þátt í leiðangrinum árið 2022.

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. Þrjú af stærstu uppsjávarfiskistofnum í Norður Atlantshafi nota Noregshaf sem sumarreitarsvæði 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 flókin. Plöntusvif er undirstaða framleiðninnar, einkum kísilþörungur og svipuþörungur, og er það étíð af smávöxnu dýrasvifi (eða átu) en dýrasvifið er síðan fæða annarra lífvera, s.s. stærri dýrasvifstegunda og fiska (Skjoldal et al. 2004).

Meginmarkmið leiðangursins hefur frá upphafi beinst að norsk-íslenska síldarstofninum. 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 2022a). 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. Leiðangurinn gefur einnig upplýsingar um kolmunna þar sem 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 leiðangursvæðið á þessum árstíma úr suðri frá hrygningarstöðvum stofnsins. Niðurstöður frá leiðangrinum um makrílgengd hafa því ekki þýðingu í stofnmati.

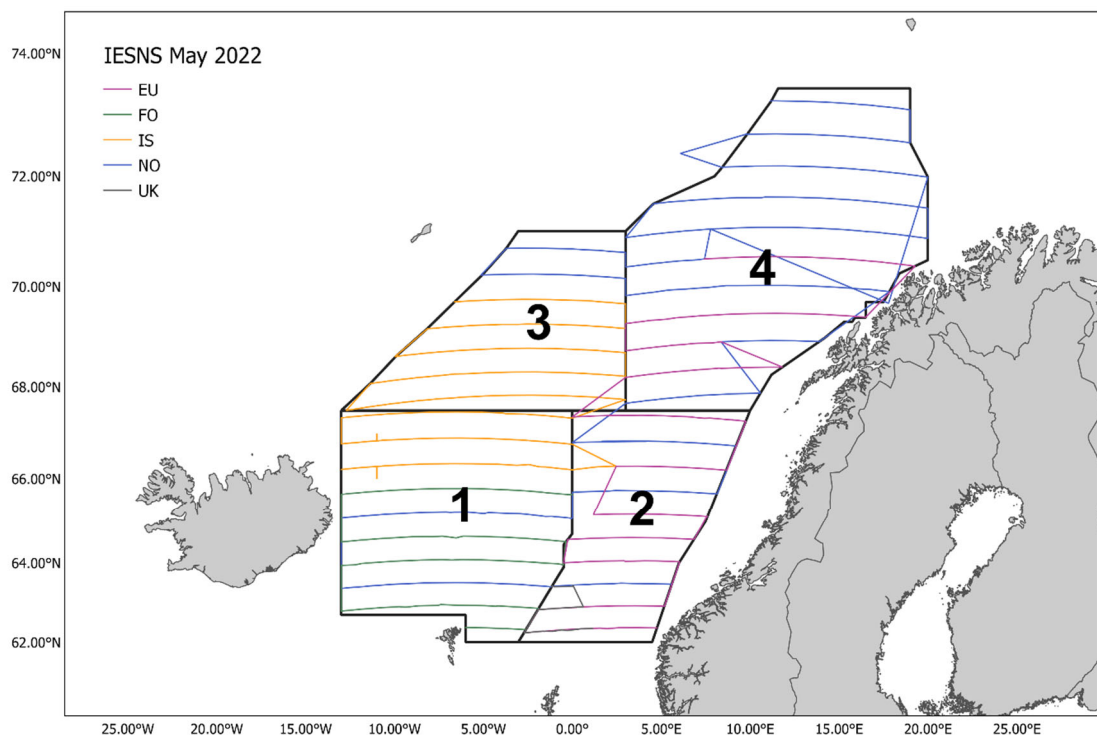
Tímaseiriurnar frá þessum leiðangri, sem eru orðnar 26 ára langar, eru mikilvægar í stofnmati norsk-íslenska síldarstofnsins og að meta breytileika í umhverfi og vistkerfi hafsins. Stofnvísitölur um fjölda eftir síldar, sem fást frá bergmálmælingum og sýnatökum úr síldarlóðningum, eru mikilvægar í samstillingu í stofnmatslíkani fyrir stofninn (ICES 2021a). Eins hafa gögnin nýst fyrir margsskonar rannsóknir á síldarstofninum (t.d. Eliassen et al. 2021; í Hömrum et al. 2022 ). Þá hafa vísitölur 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 s.s. að rannsaka tengsl milli þéttleika uppsjávarfiska og átu (ICES 2021b). 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 2021b).

Hér verður greint frá meginniðurstöðum íslenska hluta leiðangursins í maí 2022. Sameiginleg skýrsla allra þátttökuaðila (ICES 2022b) hefur verið kynnt og birtist í ágúst 2022 á vefsíðum þeirra stofnana sem koma að leiðangrinum. Hún gerir grein fyrir bergmálmælingum síldar í öllu Noregshafi.

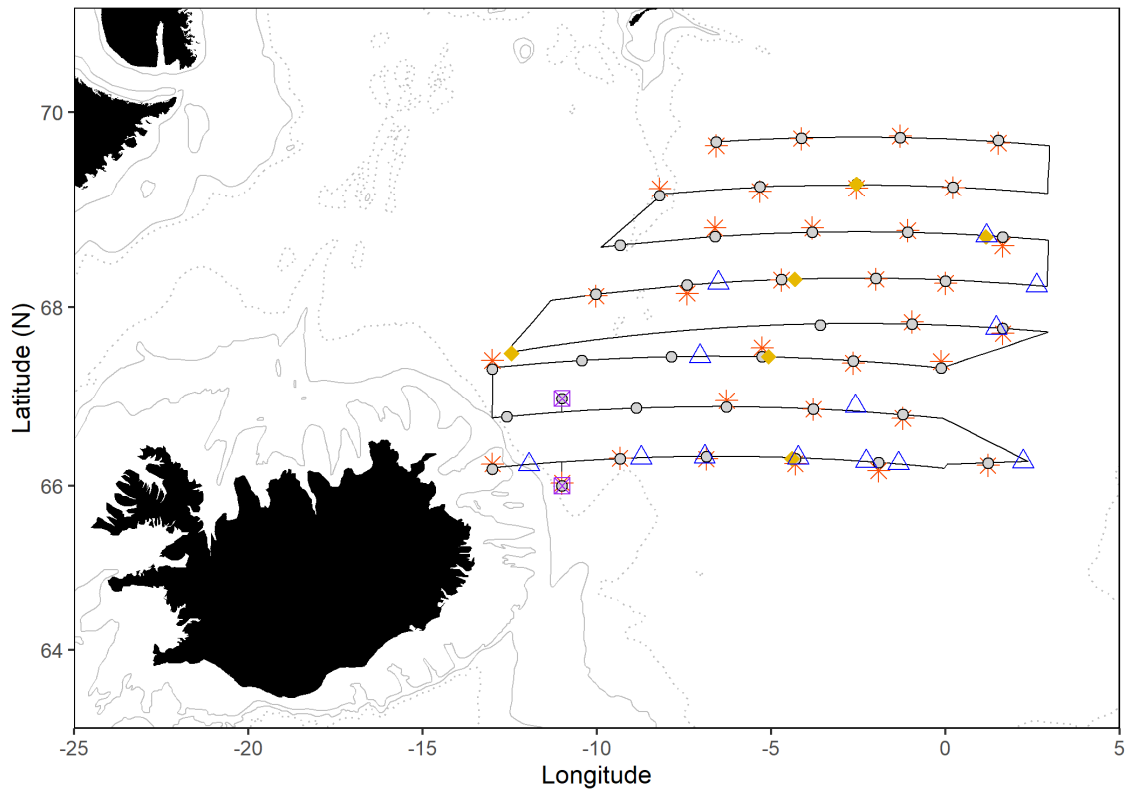
## Aðferðir

### 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 2021 og nú 2022 (1. mynd). Þessi undirsvæði voru ákvörðuð út frá 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 af 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 (2. mynd). Önnur hver leiðarlína er með sjórannsóknastöðvum á sömu lengdargráðu meðan að á hinum lenda þær milli stöðvanna og víxlast þannig. Leiðarlínur fyrir öll þátttökuskip í leiðangrinum 2022, settar fram með þessum forsendum, má sjá á 1. mynd og raunstöðvar íslenska hluta leiðangursins á 2. mynd.



1. mynd. Sigldar leiðarlínur í vistfræðileiðangrinum í Austurdjúpi 2022 innan mismunandi undirsvæðum (1-4) þar sem gulu línurnar voru teknar af RS Árna Friðrikssyni. Athugið að leiðarlínur fylgja stórbaug en ekki fastrí breiddargráðu.



2. mynd. Leiðangurslínur RS Árna Friðrikssonar í maí 2022, staðsetning sondu stöðva (gráir hringir), WP-2 átuháfastöðvar (rauðar stjörnur), ljósátutrollstöðva (gulir demantar) og flotvörputogstöðvar (bláir þríhyrningar). Fjólubláu kassarnir sýna staðsetningu tveggja fasta sondu og átuháfastöðva.

### ***Sjóransóknir***

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 vegna kvörðunar á blaðgrænumælingum og tegundagreiningar á plöntusvifi. Engin sýni voru tekin vegna mælinga á næringarefnum líkt og fyrri ár. Kvörðunarsýnin fyrir seltu og blaðgrænu voru unnin í landi að loknum leiðangri. 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 greininga á blaðgrænu og tegundasamsetningu plöntusvifsins. Alls voru teknar 40 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 og til viðbótar voru tekin umhverfiserfðaefnasýni (eDNA) á fjórum dýpum (0m, 20m, 50 og 100m). Ekki verður unnið

úr eDNA sýnunum strax en ástæða þótti til að hefja söfnun og myndun tímaraðar. Þá var síriti hafður á allan leiðangurinn sem skráir hitastig, seltu og blaðgrænu yfirborðssjár á siglingunni.

### **Átuháfasýni**

Smáu dýrasvifi („meso-zooplankton“) var safnað með fínriðnum háfum (WP-II, 200µ) á hverri sjósýnastöð, þegar veður leyfði. Teknir voru þrjú háfar á hverri stöð, tveir niður á 50 m (annað sýnið varðveitt í formalín og hitt fryst) og einn á 200 m dýpi (hálf sýni í formalín og hálf 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 rúmmálseiningu út frá skráðri síun (m) og flatarmáli háfsins. Til að ákvarða lóðréttu 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 („Zoolmage“) og niðurstöður þess því birtar á öðrum vettvangi. Alls voru teknar 36 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 2022b). Áætlað var að taka um átta tog fyrir austan land á sjórannsóknastöðvum 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 sex ljósátutog tekin (2. mynd). Tugin 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 flokkaðar 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 (*Hyperiididae*), þær settar í poka og frystar.

### **Bergmálmælingar**

Í leiðangrinum í Austurdjúpi í maí var bergmálgögnum safnað á fimm tíðnum, 18, 38, 70, 120 og 200 KHz, niður á 500 m dýpi. Hráskrár voru vistaðar á hefðbundinn hátt og bergmálgögn túlkuð í LSSS forritinu með því að nota þröskuld fyrir átu við -72dB (ICES 2015). Túlkun bergmálgagna byggir á nokkrum þáttum, m.a. aflsamsetningu 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 14 trolsýni í leiðangrinum (2. mynd). Líkt og undanfarin ár var notuð svokölluð Mulpelt832 flotvarpa í leiðangrinum með 20 mm loðnupoka í endanum. Sama veiðarfæri er notað í stöðluðu togunum í makrilleiðangrinum 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), kinkirtlar 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, loðnu og kolmunna voru gerðar um borð í leiðangrinum. Tafla 2 gefur yfirlit um tegundir og mælingar á aflu þessara 14 togsýna.

Tafla 1. Yfirlit um hámarksfjölda kvarnaðra og lengdarmældra fiska í maí leiðangrinum 2022 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-grúbbba)		30
Brynstirtla	50	50
Aðrar tegundir (að öllu jöfnu)		30

\* Kyn og kynþroski einnig skráð.

Tafla 2. Fisktegundir frá togsýnum í maí leiðangrinum 2022 og yfirlit mælinga á þeim.

Tegund	Fjöldi lengdar-mældir	Fjöldi aldurs-greindir	Fjöldi kynþroska-greindir	Fjöldi vigtaðir	Fjöldi safnaðra magasýna	Fjöldi fitumældra	Afli (kg)
Kolmunni, Blue whiting ( <i>Micromesistius poutassou</i> )	539	289	539	539	69		450
Hrognkelsi, Lump fish ( <i>Cyclopterus lumpus</i> )	9						10.3
Litla geirsíli, White barracudina ( <i>Arctozenus rissoi</i> )	8						0.2
Ýsa, Haddock ( <i>Melanogrammus aeglefinus</i> )	1						3.4
Loðna, Capelin ( <i>Mallotus villosus</i> )	100	100	100	100			473.9
Smokkfiskur, Squid (Todarodes)	1						0.3
Marglytta, Jelly fish (Scyphozoa)							4.2
Síld, Herring/NSSH ( <i>Clupea harengus</i> )	2747	863	864	864	110	238	2093.2
<b>Samtals</b>	<b>3405</b>	<b>1252</b>	<b>1503</b>	<b>1503</b>	<b>179</b>	<b>238</b>	<b>3035.5</b>

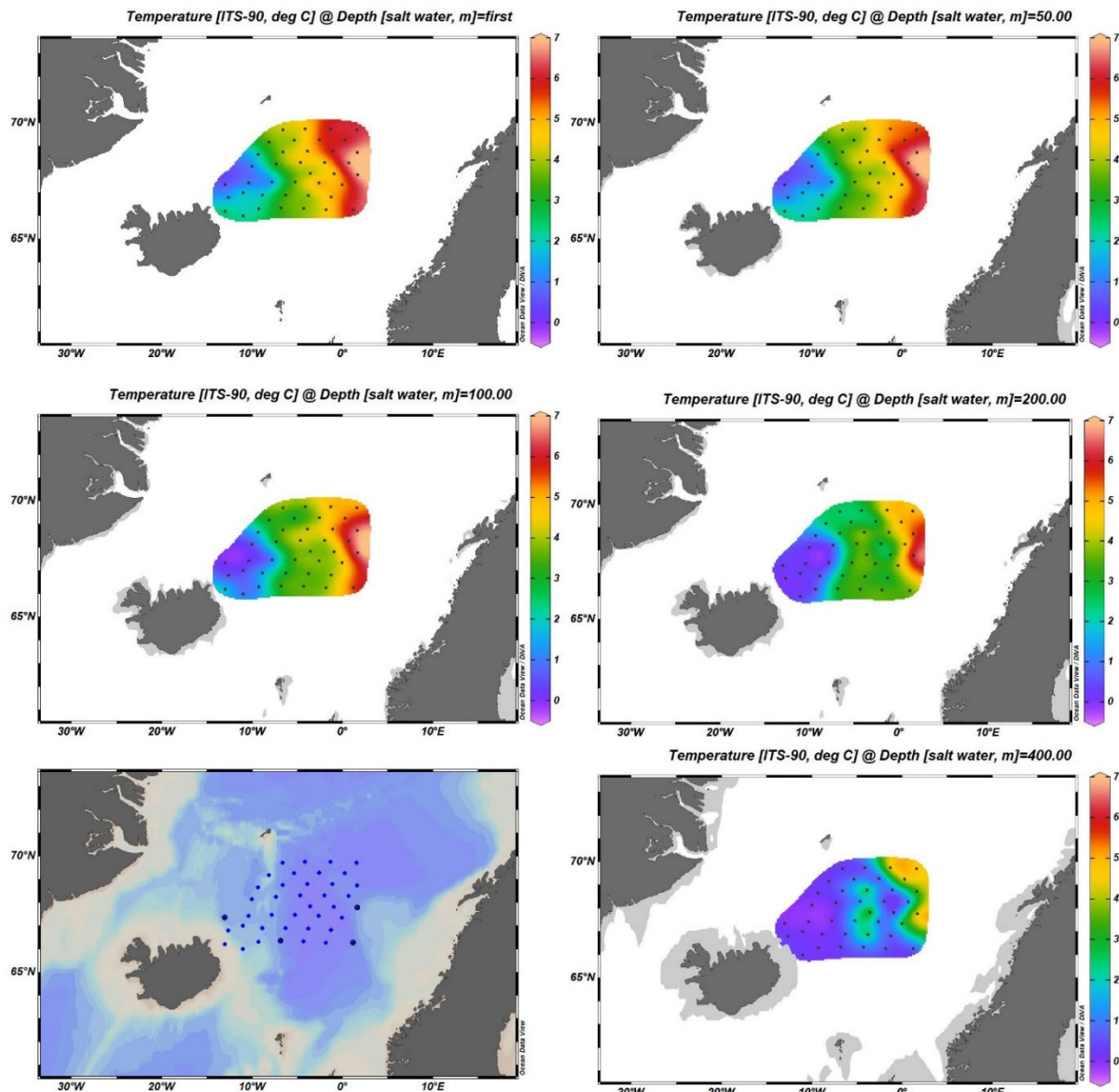
## ***Skráningar á sjávarspendýrum***

Skráning og vöktun sjávarspendýra sem sáust frá skipinu voru gerðar allan leiðangurinn. Fjórir aðillir frá Háskóla Íslands voru við vöktun og skráningu sjávarspendýra á tveimur vöktum. Meginmarkmið spendýraskráninga var að safna upplýsingum um andarnefju ásamt öðrum sjávarpendýrum á leiðangurssvæðinu. Notast var við Steiner Navigator 7x50 kíkja frá toppi brúar (11,5m hæð yfir sjávarmáli) frá kl. 4:00 til 23:00 hvern dag þegar aðstæður leyfðu. Þegar aðstæður voru slæmar (þoka eða ölduhæð >4m) 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 Canon EOS 7D DSLR myndavél með 100-400 mm linsu til nánari greininga á tegund o.fl. Þegar andarnefjur sáust frá skipinu og aðstæður leyfðu, var léttabátur settur út og reynt að merkja dýrin með gervihnattamerkjum og frekari sýnum safnað. Þessi gögn verða m.a. notuð í doktors og meistaraverkefni við Háskóla Íslands.

## **Niðurstöður**

### ***Sjó- og áturannsóknir***

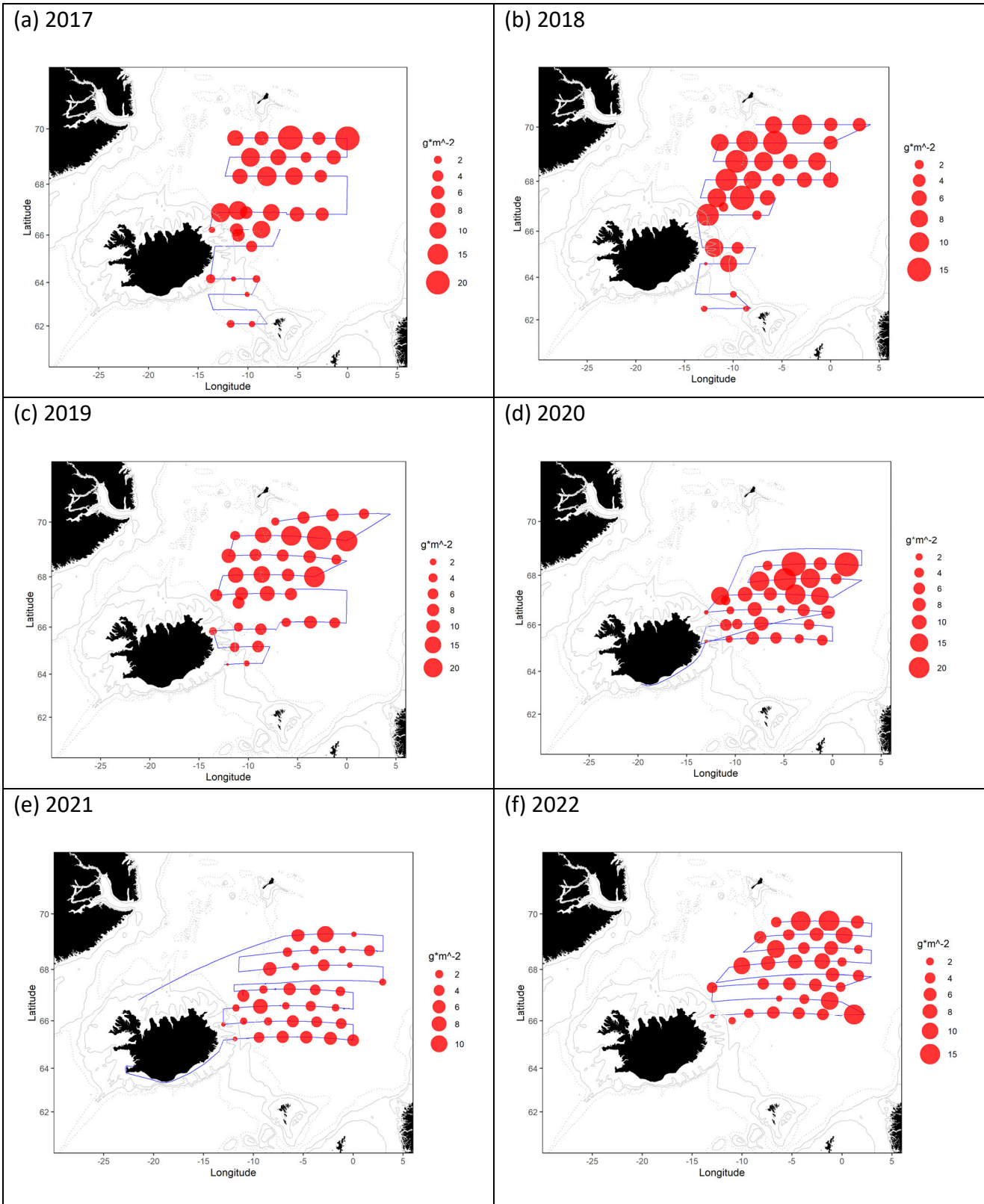
Niðurstöður hitastigsmælinga á leiðangurssvæði RS Árna Friðrikssonar í maí 2022 eru sýndar á 3. mynd fyrir fimm dýpi; frá yfirborði til 400 m dýpis. Líkt og í leiðangrinum í maí 2021 var hlýnun yfirborðsjávar skammt á veg komin þótt vorblóminn hafi engu að síður verið kominn af stað. Ekki er gerður samanburður hér á hitastig við fyrri ár en í því tilliti er vísað í sameiginlega leiðangursskýrslu (ICES 2022b) og grein um umhverfisbreytingar í hafinu við Ísland eftir Steingrím Jónsson og Sólveigu R. Ólafsdóttir (2021).



3. mynd. Hitastig sjávar í maí 2022 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 norðausturhluta 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 2016-2021 er magn átu svipað, en þessi samanburður er varhugaverður þar sem yfirferðasvæði leiðangrana hefur verið að nokkru leyti misjafnt. Ítarlegri og ábyggilegri samanburður milli ára og svæða er gerður í sameiginlegri skýrslu leiðangursins (ICES 2022b).

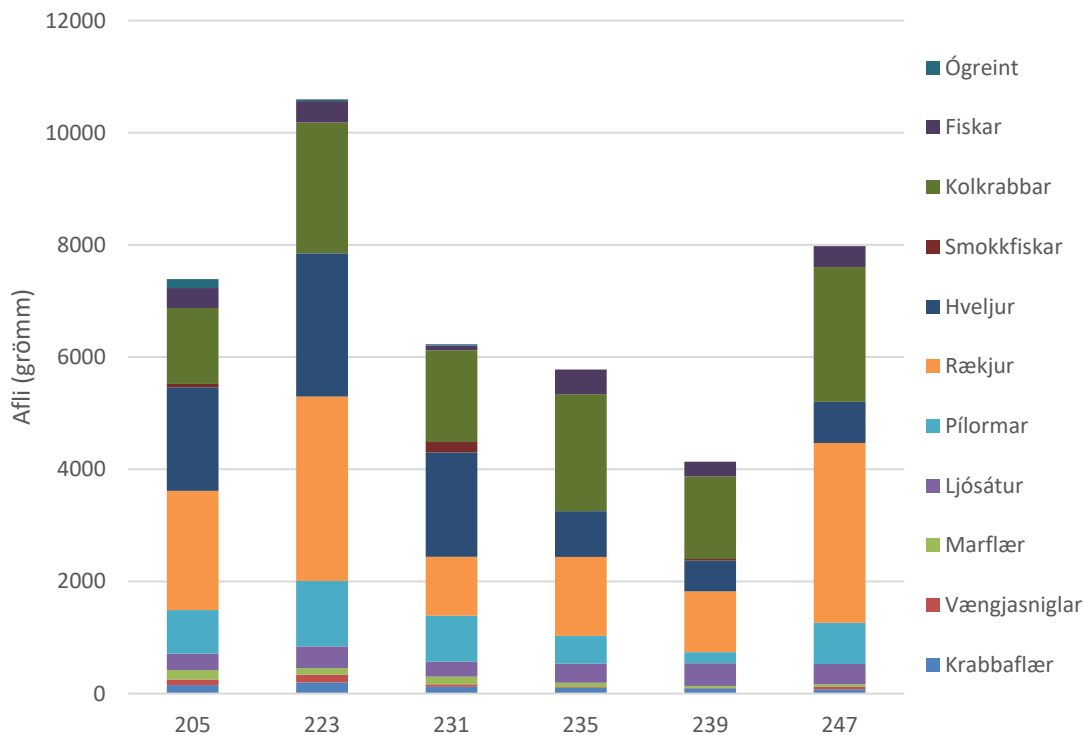




4. mynd. Magn átu á 0-200 m (þurrvig;  $g \cdot m^{-2}$ ) samkvæmt WP2 háfasýnum í maí leiðöngnum á RS Árna Friðrikssyni árin 2017-2022 (a-f).

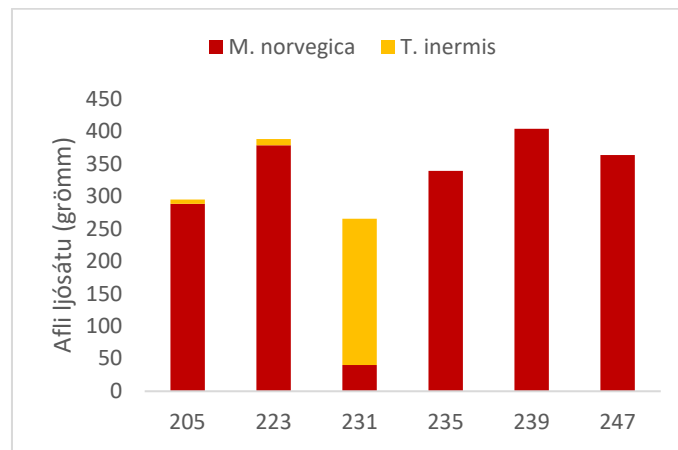
## Ljósátutrollstöðvar

Sex ljósátutroll voru tekin í leiðangrinum og náðu þau öll niður á 1000 metra dýpi. Af þessum sex stöðvum var vestasta stöðin (stöð 231) í kaldasta vatnsmassanum (4. mynd) en sú austasta (stöð 239) í heitasta vatnsmassanum. Samsetning og magn dýrahópa var svipuð á öllum stöðvum (5. mynd). Þegar litið er eingöngu á tegundasamsetningu marflóa og ljósátu kemur í ljós að á vestustu stöðinni (6. mynd a og b) voru kaldsjávar tegundir af sviflægum marflóm (*P. libellula*) og ljósátu (*Thysanoessa inermis*) mun meira áberandi en á hinum stöðvunum. Þetta endurspeglar áhrif Austur-Íslandsstraumsins sem ber kalda vatnsmassa úr norðri inná leiðangurssvæðið. Einnig sést þetta munstur að einhverju leyti á stöðvum 205 og 223 þar sem sjórinn eru heldur kaldari en á hinum stöðvunum.

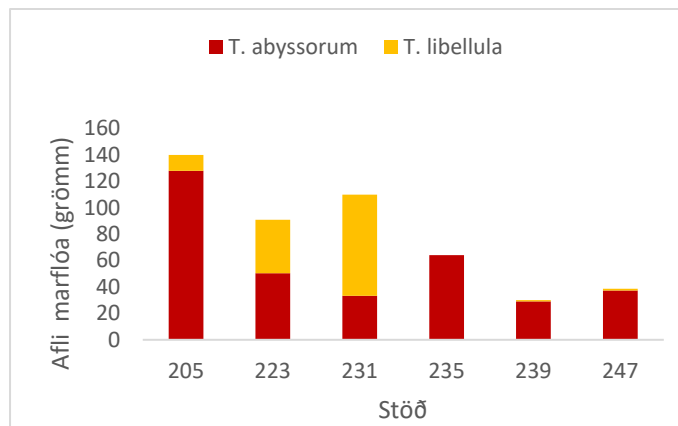


5. mynd. Magn allra dýrahópa í ljósátutrolli sem blautvigt í grömmum í maí 2022.

(a)



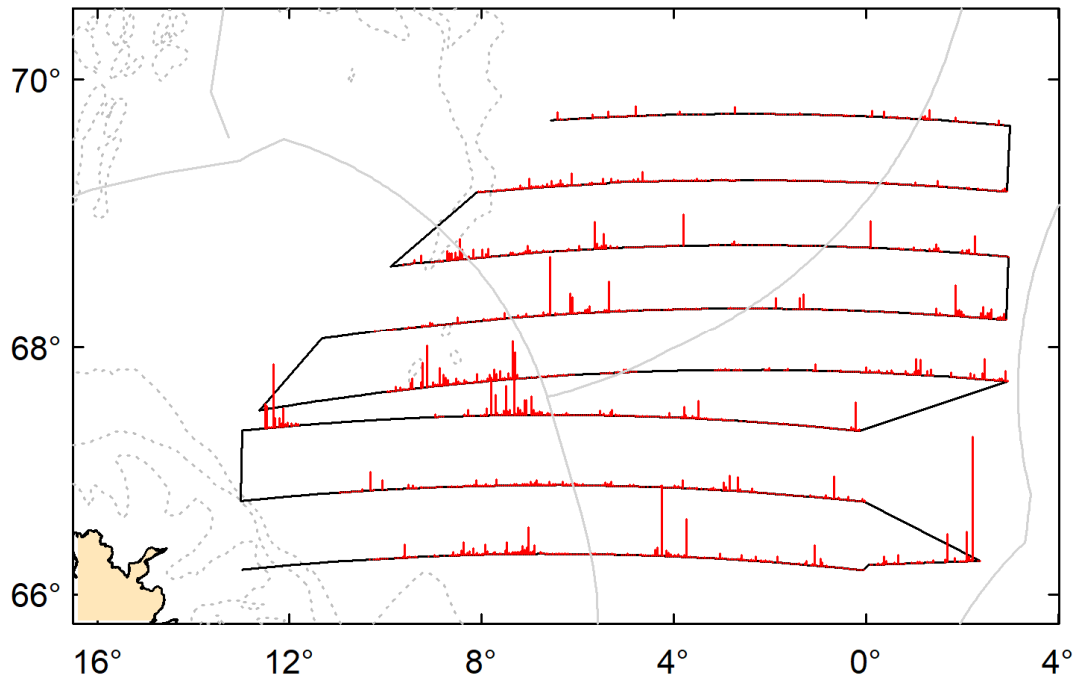
(b)



6. mynd. Magn algengustu tegunda ljósátu (a), og algengustu tegunda marflóa (b) sem blautvigt í grömmum úr ljósátutrolltogum í maí 2022.

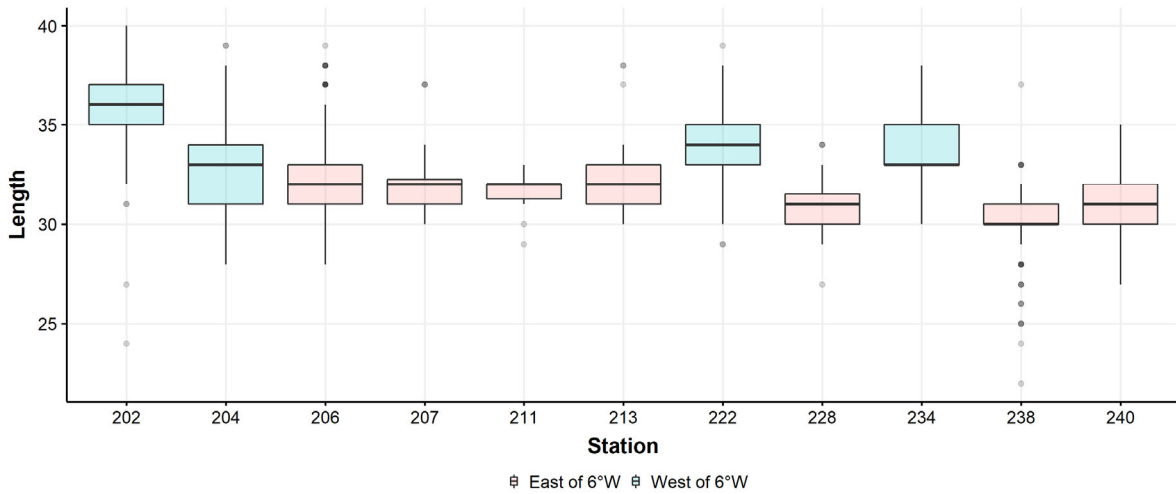
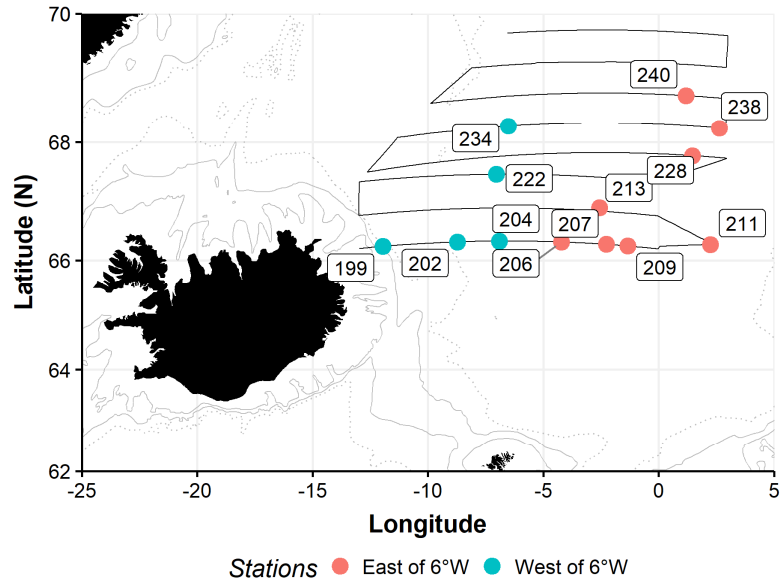
## Norsk-íslensk síld

Síld var að finna víða á rannsóknarsvæðinu austur af landgrunnsbrún Íslands (7. mynd). Lítið var þó af síld í nyrsta hluta leiðangurssvæðisins, svipað og í leiðöngrum fyrri ára.

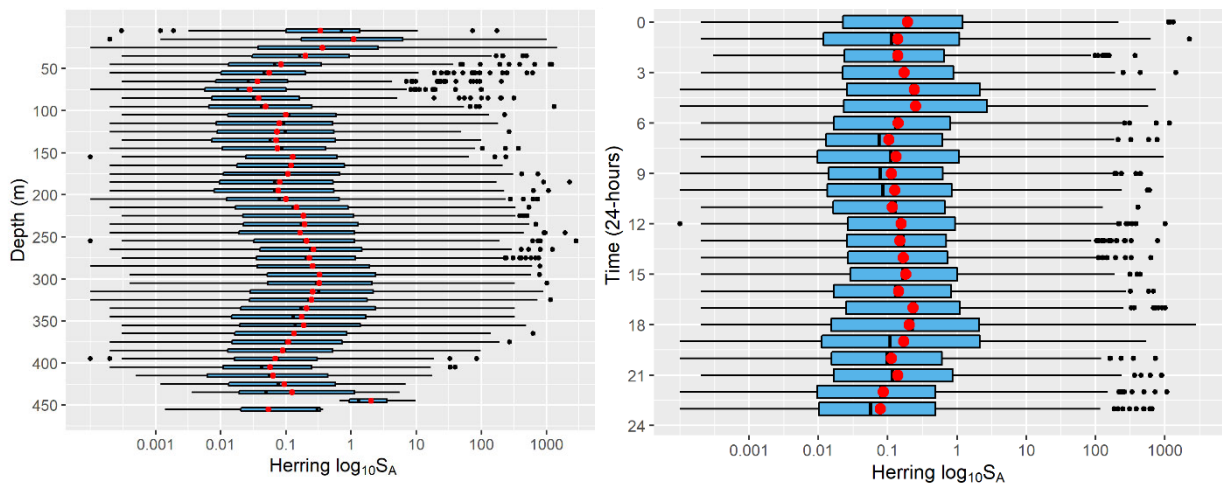


7. mynd. Dreifing bergmálgilda síldar á 1 sjómílna millibili eftir leiðarlínum (svartar) RS Árna Friðrikssonar í maí 2022. Hæð súlnanna er sköluð eftir hæsta SA gildi (6268). Ekki eru sýnd gildi á þverleggjum í norður-suður þar sem þau eru ekki notuð í m

Trollsýni sýndu að í vesturenda svæðisins var um að ræða stærri og eldri síld, líkt og fyrri ár, en austar var mest megnis smærri síld (8. mynd). Bergmálmælingar sýndu að síld var að finna á víðu dýptarbili, eða frá yfirborði og niður á um 450m dýpi, en mesti meðalþéttleiki mældist á um 250m dýpi (9. mynd, vinstri). Ekki var að sjá að kerfisbundinn munur væri á heildarþéttleika síldar eftir tíma dags (9. 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 grynnt.



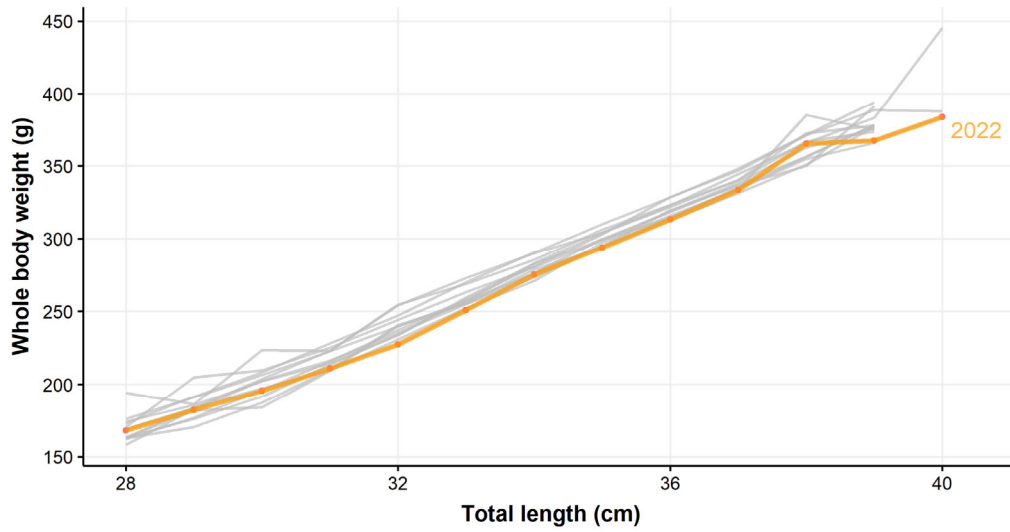
8. mynd. Lengdardreifing síldar frá mismunandi togstöðvum (sjá staðsetningar á korti) í maí 2022 þar sem blái liturinn táknar vestlægu stöðvarnar og rauði liturinn táknar austlægar stöðvar. Miðgildi mælinga er sýnt innan í hverjum kassa með svartri línu.



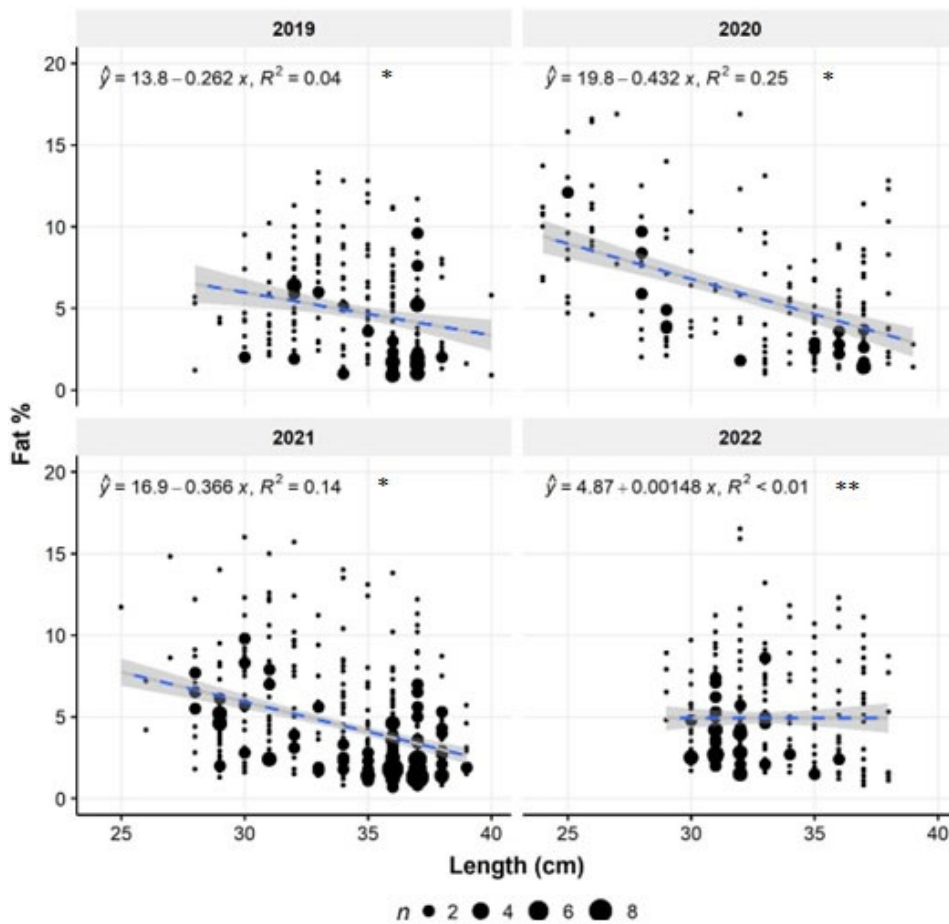
9. mynd. Boxplott af bergmálgildum (SA) fyrir síld á 10 m dýptarbilum (til vinstri) og eftir tíma sólarhrings (til hægri) í maí 2022 þar sem rauðir punktar sýna meðaltalið, svörtu lóðréttu strikin miðgildi og bláu boxin 95% öryggismörk kringum miðgildið.

Í samanburði við fyrri leiðangra í maí voru meðalþyngdir síldar eftir lengd með því lægsta fyrir alla lengdarflokka að undarskildum 38 cm stærð (10. mynd). Fituinnihald síldarinnar var breytilegt og að meðaltali 4,9% (staðalskekkja=0,2, miðgildi=4,3). Í leiðangrinum í ár var ekki að sjá fylgni milli stærðar og fituprósentu ( $R^2 < 0,01$ ). Fyrri leiðangrar sýna að stærri síld er almennt með minni fituprósentu og gæti það tengst því að hún er komin lengra í fæðugöngu sinni eða að stærri og kynþroska síldin er nýhrygnd eða byrjuð að eyða orku í að þroska kynkirtla (11. mynd). Ákvörðun á kynþroskastigi sýndi að aðeins 0,1% af síldinni voru á kynþroskastigi 1 og 2 sem flokkast sem ókynþroska síld og 3,6% af síldinni voru á kynþroskastigi 3-5 (kynkirtlar að þroskast eða orðnir fullþroskaðir) sem veiddust mest á vestlægustu stöðvunum og flokkast sem sumargotsíld á þessum árstíma meðan að rúm 96% var fullorðin vorgotsíld sem var á kynþroskastig 7 (nýhrygnd) eða 8 (hvíldarstig) (tafla 3).

Togsýnin sýndu langmestan fjölda af 6 ára (2016 árganginum; 63%), 9 ára (2013 árganginum; ~9%) og 5 ára og 8 ára síld (2017 og 2014 árg., ~5% hvor; tafla 4), þar sem sú yngri var austar á leiðangurssvæðinu samanber aldurslengdarlykil (tafla 4) og lengdardreifingar (8. mynd).



10. mynd. Meðalþyngd síldar eftir lengd í maí leiðangri 2022 (appelsínugult) borið saman við maí leiðangra Hafrannsóknastofnunar yfir árin 2009-2021 (grátt).



11. mynd. Fitumæling síldar eftir lengd í maí 2019-2022. Stærð svörtu punktanna táknar hversu margir einstaklingar voru mældir. Bláu línurnar og tölfræðin efst sýna sambandið milli fituprósentu og lengdar þar sem \* táknar marktæk sambönd,  $p < 0.05$ , og \*\* ómarktæk,  $p > 0.05$

Tafla 3. Yfirlit yfir fjölda sílda eftir kynþroskastigi og stöðva númerum (sjá 6. mynd) í maí leiðangrinum 2022 og hrygningartíma samkvæmt því.

Kynþroskastig	202	204	206	207	211	213	222	228	234	238	240	Samtals
Óeðlilegt	2											2
2										1		1
3	1	1			1						1	4
4	7	10					4	1		1	1	24
5							2		1			3
6	1									1		2
8	89	89	100	24	13	27	94	98	99	97	98	828
Samtals	100	100	100	24	14	27	100	99	100	100	100	864
Ókynþroska %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,1
Sumar hrygnandi, %	8,0	11,0	0,0	0,0	7,1	0,0	6,0	1,0	1,0	1,0	2,0	3,6
Vor hrygnandi, %	90,0	89,0	100,0	100,0	92,9	100,0	94,0	99,0	99,0	98,0	98,0	96,1

Tafla 4. Aldurs-lengdarlykill samkvæmt togsýnum í maí leiðangri 2022 fyrir norsk-íslenska síld.

Lengd\Aldur	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Samtals	%
24	1																	1	0,1
25					1													1	0,1
26			1															1	0,1
27			1	1	1													3	0,3
28			1	5	1													7	0,8
29		4	2	14	31													51	5,9
30			2	13	101	2												118	13,
31			3	7	175	1												186	21,
32				1	136	3	1	1										142	16,
33				1	79	9	14	10		1								114	13,
34					14	8	14	28		1								65	7,5
35					1	2	10	25	4	7	3	4	2		1	1		60	7,0
36							3	9	4	12	6	3	4	5	1	2		49	5,7
37								2	1	6	4	8	10	7	4	2		44	5,1
38										2	1	3	1	3	3	3		16	1,9
39														1	1	1	1	4	0,5
40															1			1	0,1
Samtals	1	4	10	42	540	25	42	75	9	29	14	18	17	16	11	9	1	863	
%	0,1	0	1,2	4,9	62,6	2,9	4,9	8,7	1,0	3,4	1,6	2,1	2,0	1,9	1,3	1,0	0,1		

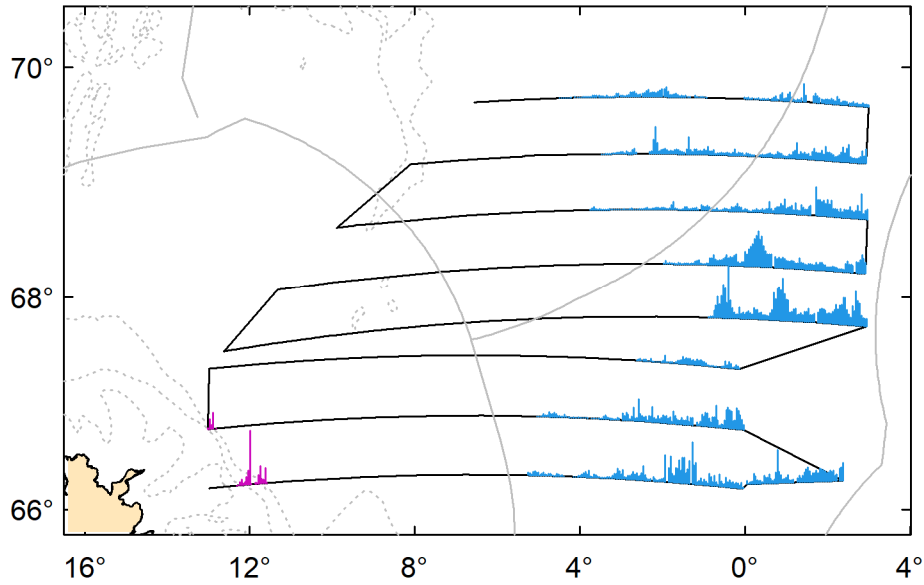


Tafla 5. Meðalheildarlengd, meðalþyngd og fjöldi fiska eftir aldurshópum norsk-íslenskrar síldar og kolmunna í togsýnum í maí leiðangrinum 2022.

Aldur	Norsk-íslensk síld			Kolmunni		
	Meðal- lengd (cm)	Meðal- þyngd (g)	Fjöldi	Meðallengd (cm)	Meðal- þyngd (g)	Fjöldi
1				18,4	37,6	84
2	22,0	83,8	1	23,2	74,3	136
3	29,0	196,9	4	24,3	86,0	59
4	29,1	195,0	10	26,0	99,9	1
5	29,6	184,8	42	27,8	130,1	4
6	31,3	217,2	540	27,0	127,7	1
7	33,0	256,6	25	32,0	182,4	1
8	34,0	276,7	42	29,7	172,1	3
9	34,5	288,0	75			
10	35,7	301,8	9			
11	35,9	313,8	29			
12	36,2	318,1	14			
13	36,6	324,8	18			
14	36,6	321,9	17			
15	37,0	342,0	16			
16	37,5	349,7	11			
17	37,1	325,0	9			
18	39,0	364,3	1			
Samtals			863			289

### ***Kolmunni og aðrir uppsjávarfiskar***

Leiðangurslínur RS Árna Friðrikssonar lágu norðan við Íslands-Færeyjar hrygginn (1. mynd) en þéttleiki kolmunna er jafnan mestur sunnan og austan við köldu tungu Austur Íslandsstraumsins (3. mynd). Kolmunni heldur sig jafnan ekki í kaldari sjó en 3°C og þar af leiðandi mældist oft lítið af kolmunna í þessum leiðangri RS Árna Friðrikssonar. Túlkanir bergmálgagna sýna þó að í ár var töluverð aukning í fjölda kolmunna og mældust lóðningar á 200-400 m dýpi í hlýjum Atlantssjónum á austur hluta rannsóknarsvæðisins (12. mynd). Helgast það af sterkri nýliðun síðustu ára en 2 ára kolmunni var í mestum fjölda (2020 árgangur; 47% ) og 1 árs (2021 árgangur; 30%) þar á eftir (tafla 5).



12. mynd. Dreifing bergmálgilda loðnu (fjólublá) og kolmunna (blátt) á 1 sjómílna millibili eftir leiðarlínunum (svartar) RS Árna Friðrikssonar í maí 2022. Hæð súlnanna er sköluð eftir hæsta SA gildi loðnu (2857) og kolmunna (488). Ekki eru sýnd gildi á þverleggjum í norður-suður þar sem þau eru ekki notuð í magnútreikninga.

Stór loðna fannst á landgrunninum austur af Íslandi (12. mynd). Á þessum tíma árs er ekki algengt að sjá stóra loðnu á þessum slóðum en svipað magn fannst þar á sama tíma í fyrra. Í eldri leiðangrum hafa verið skráðar loðnuprúfur á þessu svæði en yfirleitt er um unglóðnu að ræða (gögn Hafrannsóknastofnunar). Mestmegnis af loðnunni var 3 ára og metin á kynþroskastigi 2 (ekki á leið í hrygningu) en um 30% af loðnunni var 4 ára og kynþroska (kynþroskastig >3). Ekki fékkst neinn makríll í leiðangrinum frekar en fyrri ár. Aðrar fisktegundir sem fengust í togsýnunum eru tíundaðar í töflu 2.

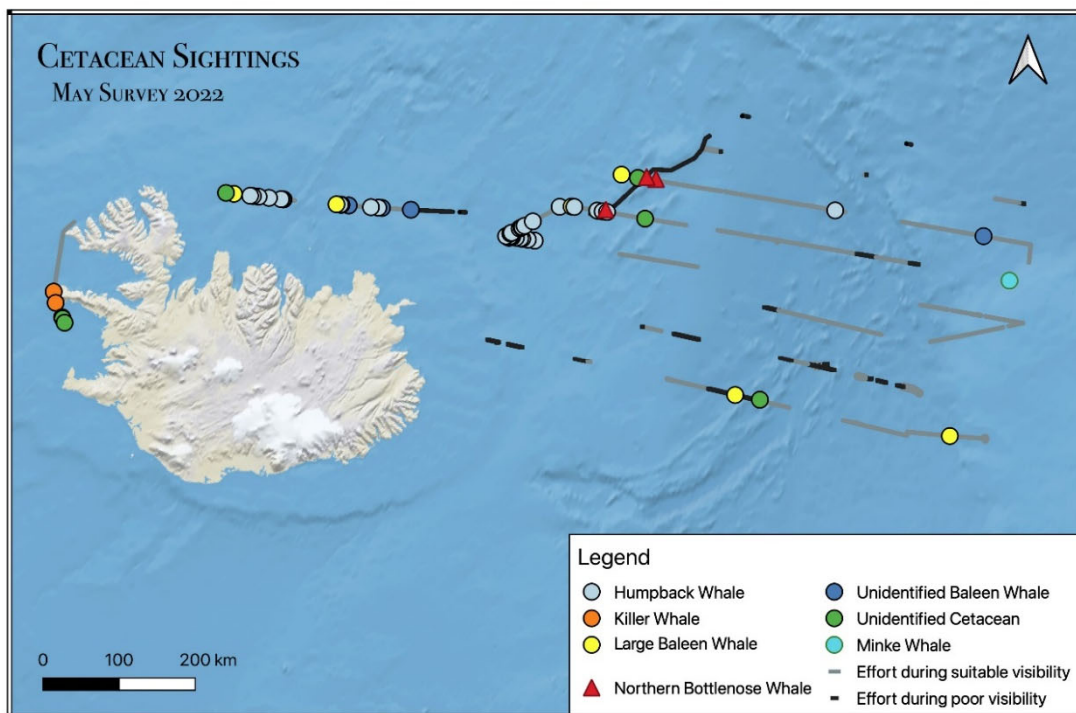
### **Sjávarspendýr**

Alls voru 63 skráningar á hvölum í leiðangrinum í þær 199 klukkustundir sem vöktunin náði yfir (tafla 6). Hver skráning innihélt annaðhvort stakt dýr eða fleiri í hóp og náðu yfir 4 tegundir hvala og eins voru skráningar á ógreindum tegundum. Algengasta tegundin var hnúfubakur (*Megaptera novaeangliae*) með 40 skráningar, þar á eftir komu andarnefja (*Hyperoodon ampullatus*) (3), háhyrningur (*Orcinus orca*) (2) og hrefnur (*Balaenoptera acutorostrata*) (1).

Tafla 6. Yfirlit spendýrategunda sem sáust í leiðangrinum í maí 2022 ásamt heildarfjölda skráðra dýra.

Tegund	Heildar fjöldi skráninga	Heildar fjöldi dýra
Hnúfubakur	40	43
Hrefna	1	1
Andarnefja	3+	16
Háhyrningur	2	8
Stór skíðishvalur	6	6
Óskilgreindur skíðishvalur	5	6
Óskilgreindur hvalur	6	13
Total	63	93

Ekki var hægt að bera kennsl á tegund í 17 tilvikum vegna fjarlægðar eða tímatakmarkana. Af þessum voru 11 ógreindir skíðishvalir og 6 voru ógreindar hvalategundir. Með tillit til megintilgangs þessa verkefnis voru allar skráningar andarnefju, þar af 3 staðfestar- og 2 líklegar skráningar, nálægt Jan Mayen hryggnum (mynd. 11). Vegna veðurs var aðeins hægt að nota léttabát einu sinni til þess að gera tilraunir til að merkja andarnefju. Ekki tókst að merkja andarnefju eða taka húðsýni en mikil þoka var yfir svæðinu.



13. mynd. Staðsetningar mismunandi hvalategunda samkvæmt kerfisbundnum (gráar línur; góð skilyrði og svartar línur; slæm skilyrði þar sem sjónlína er <1 sjómíla eða ölduhæð >4m) skráningum í leiðangri RS Árna Friðrikssonar í maí 2022. Tegundirnar eru hnúfubakur (humpback whale), hrefna (minke whale), háhyrningur (killer whales), andarnefja (northern bottlenose whale) sem og ógreindir skíðishvalir (unidentified baleen whale) og ógreindir hvalir (unidentified cetacean).

## Umræður

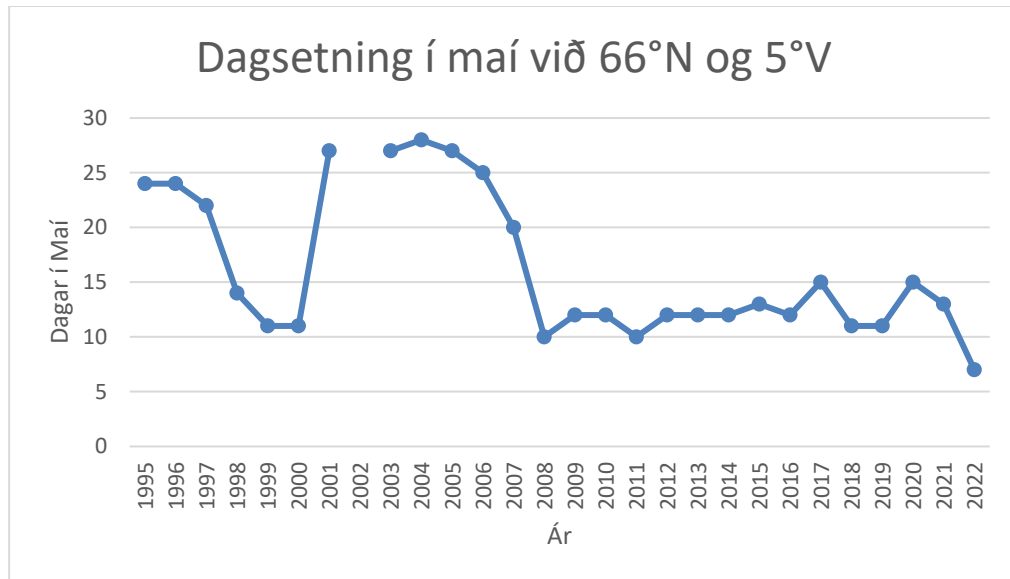
Norsk-íslenska síldin var ekki komin jafn langt vestur í fæðugöngu sinni og á sama tíma í fyrra (ICES 2021b), og ekki í jafn miklu mæli í norðvestur horni rannsóknasvæðisins sem er þó svipað fyrri árum (ICES 2020, 2019, 2018). Síldin er í fæðugöngu á þessum tíma og seinna um sumarið mun dreifing hennar liggja yfir hafsvæðið milli Íslands og Færeyja og norður fyrir Ísland (ICES 2022a).

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 þátttökupjóða 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 2022b).

Dreifing síldarinnar um rannsóknarsvæðið var jafnari nú en fyrri ár, en þó sást að í vestur endanum og þar að leiðandi fremst í göngunni, var eldri og stærri síld áberandi en þó ekki jafn áberandi og í fyrri leiðöngrum þar sem minni síld kom í bland við þá stærri í flestum síldartogum. Einnig var mikið af síld á austur hluta svæðisins þar sem 2016 árgangurinn var allsráðandi. Slík austlægari dreifing á yngri síld er algeng og gæti helgast af norðlægari hrygningu yngri síldar (Slotte 1999), seinni hrygningu yngri síldar (Slotte et al. 2000) eða styttri gönguvegalengdar smærri síldar (Nöttestad et al. 1999). 2016 árgangurinn, sem var jafnframt mest áberandi í sýnasöfnun með 63% hlutdeild, virðist vera fullgenginn inn í veiðistofninn og verður líklega meginuppistaða veiðinnar á komandi árum.

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 endurspeglad breytileika í tímasetningu göngu síldar svo og í tímasetningu leiðangursins. Tímasetning leiðangursins hefur verið mjög svipuð síðustu 15 ár (2008-2022; 13. mynd) og því má segja að hegðun stofnsins stjórn sé þeim breytileika á dreifingu síðustu ára.

Mikil aukning sást í magni ungmanna á svæðinu en alþjóðlegir kolmunnatúrar höfðu gefið vísbendingar um að sterkir árgangar, einkum sá frá 2020 en einnig frá 2021, væru að koma inn í stofninn (ICES 2021a). Niðurstöður úr vistfræðileiðangrinum í júlí staðfestu einnig þessa aukningu (ICES 2022a). Stór loðna fannst við landgrunnsbrúnina austur af Íslandi í leiðangrinum í maí. Mestmegnis var þetta loðna sem var ekki á leið í hrygningu en um 30% af henni var þó kynþroska. Ekki er þó ljóst hver afdrif þessara loðnu verður eða hvar sú hrygning á sér stað og krefst frekari rannsókna.



14. mynd. Dagsetning maí mánaðar þar sem íslenska rannsóknarskipið í maí leiðöngurum árunna 1995-2022 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

Aril Slotte. (1999) Effects of fish length and condition on spawning migration in Norwegian spring spawning herring (*Clupea harengus* L., *Sarsia*, 84:2, 111-127, DOI: [10.1080/00364827.1999.10420439](https://doi.org/10.1080/00364827.1999.10420439)

A. Slotte, A. Johannessen, O. S. Kjesbu. (2000) Effects of fish size on spawning time in Norwegian spring-spawning herring. *Journal of Fish biology* 56:295-310. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb02107.x>

Bachiller E, Skaret G, Nøttestad L, Slotte A. (2016). Feeding ecology of Northeast Atlantic 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

Eliassen SK, Homrum EÍ, Jacobsen JA, Kristiansen I, Óskarsson GJ, Salthaug A and Stenevik EK. (2021) Spatial Distribution of Different Age Groups of Herring in Norwegian Sea, May 1996–2020. *Front. Mar. Sci.* 8:778725. doi: 10.3389/fmars.2021.778725

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. (2018). *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. (2019). *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. 2020. *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 of International Pelagic Surveys (WGIPS). *ICES Scientific Reports*. 3:40. 481pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8055>

ICES. (2021b). Working Group on Widely Distributed Stocks(WGWIDE).*ICES Scientific Reports*. 3:95. 874pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.8298>

ICES. (2021c) *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. (2022a) *Cruise report from the International Ecosystem Summer Survey in the Nordic Seas (IESSNS) 1 st July – 3 rd August 2022*. ICES Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE, No. 1) ICES HQ, Copenhagen, Denmark, (hybrid meeting) 24. – 30. August 2022

ICES. (2022b). *International ecosystem survey in the Nordic Sea (IESNS) in May to June 2022. WD10 to Working Group on International Pelagic Surveys (WGIPS) and Working Group on Widely distributed Stocks (WGWIDE) Teams-meeting*, 14.-16. June 2022. 36 pp.

Homrum EÍ, Óskarsson GJ, Ono K, Hølleland S and Slotte A. (2022). Changes towards stable good somatic condition and increased gonad investment of Norwegian springspawning herring (*Clupea harengus*) after 2005 are linked to extended feeding period. *Front. Mar. Sci.* 9:803171. doi: 10.3389/fmars.2022.803171

Kvaavik C, Óskarsson GJ, Daní elsdóttir AK, Marteinsdóttir 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, Giske J, Holst JC, Huse G. (1999) A length-based hypothesis to explain feeding migrations in pelagic fish. *Can J Fish Aquat Sci* 56:26–34.

Nøttestad, L., Utne, K.R., Óskarsson, G.J., Jónsson, S.P., 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. MacKenzie, 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

---

Listi yfir þátttakendur í Austurdjúpsleiðangrinum í maí 2022:

### Rannsóknarfólk

---

Sigurvin Bjarnason, leiðangursstjóri og bergmálmælingar

Anna Heiða Ólafsdóttir, bergmálmælingar

Ragnhildur Ólafsdóttir, sýnavinnsla

Svandís Eva Aradóttir, sýnavinnsla

Sólrún Sigurgeirsdóttir, sýnavinnsla og áta

Paulus Jacobus Wensveen, verkefnastjóri, talning og myndun sjávarspendýra

Caroline Elisabeth Haas(nemi), talning og myndun sjávarspendýra

Michelle Marie Dutro (nemi), talning og myndun sjávarspendýra

Barbara Neubarth (nemi), talning og myndun sjávarspendýra

---

### Skipstjóri:

---

Heimir Örn Hafsteinsson



# HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna