



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR
MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Niðurstöður uppsjávarrannsóknaleiðangurs (IESSNS)
umhverfis Ísland á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023

Results of the Icelandic part of the International Ecosystem
Summer Survey in Nordic Seas (IESSNS) in July 2023
on R/V Árni Friðriksson

*Anna Heiða Ólafsdóttir, Svandís Eva Aradóttir,
James Kennedy, Thassya Christina dos Santos Schmidt*

Niðurstöður uppsjávarrannsóknaleiðangurs (IESSNS)
umhverfis Ísland á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023

Results of the Icelandic part of the International Ecosystem
Summer Survey in Nordic Seas (IESSNS) in July 2023
on R/V Árni Friðriksson

*Anna Heiða Ólafsdóttir, Svandís Eva Aradóttir,
James Kennedy, Thassya Christina dos Santos Schmidt*



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókná- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

MARINE & FRESHWATER RESEARCH INSTITUTE

Lykilsíða

Númer	HV 2024-09	Dagsetning	10. apríl 2024
ISSN	2298-9137	Dreifing	Opin
Fjöldi síðna	26	Verknúmer	9127
Titill	Niðurstöður uppsjávarrannsóknaleiðangurs (IESSNS) umhverfis Ísland á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023		
Title	<i>Results of the Icelandic part of the International Ecosystem Summer Survey in Nordic Seas (IESSNS) in July 2023 on R/V Árni Friðriksson</i>		
Höfundar	Anna Heiða Ólafsdóttir, Svandís Eva Aradóttir, James Kennedy og Thassya Christina dos Santos Schmidt		
Verkefnisstjóri	Anna Heiða Ólafsdóttir		
Yfirfarið af	Guðmundi J. Óskarssyni		
Unnið fyrir	Hafrannsóknastofnun		
Ágrip	<p>Hafrannsóknastofnun hefur frá árinu 2010 tekið þátt í alþjóðlegum uppsjávarleiðangri í norðaustur Atlantshafi að sumarlagi. Markmið leiðangursins er vistkerfisvöktun frá yfirborði sjávar niður á 500 m dýpi. Vöktunin fellst m.a. í mælingum á styrk næringarefna, hitastigi, seltu, magni og útbreiðslu átu, markríls, kolmunna, síldar, lax og hrognkelsa. Íslenski hluti leiðangursins fór fram dagana 3.-21. júlí 2023 á rannsóknaskipinu Árna Friðrikssyni. Rannsóknasvæðið var íslensk landhelgi að undanskildu svæðinu suðaustur af landinu sem færeyskt rannsóknaskip fór yfir. Alls voru sigldar 3250 sjómíllur, athuganir gerðar á 116 mælistöðvum og að auki tekin 100 sýni fyrir önnur rannsóknaverkefni. Makrill veiddist í 50% af stöðluðum yfirborðstogum á landgrunninu fyrir sunnan, vestan og austan landið en lítið var vart við hann norður af landinu. Þéttleiki makrills mældist minni en á árunum frá 2013 til 2019 en álíka og árin frá 2020 til 2022. Hitastig í yfirborðslagi sjávar var á bilinu 0,5 – 12,8 °C. Það var heitast fyrir sunnan land og kaldast í Grænlandssundi. Þurrvigt átu var breytilegt milli stöðva og mældist á bilinu 1,6 – 27,0 g*m⁻², með meiri lífmassi fyrir norðan landið og á landgrunninu fyrir sunnan landið heldur en á öðrum svæði. Vísitala um magn og útbreiðsla norsk-íslenskrar síldar við landið var lægri en undanfarin ár. Kolmunni mældist eftir landgrunnsbrúninni fyrir sunnan landið og við Kolluál. Þetta var mestmegnis 2-ára fiskur úr stóra 2021 árganginum. Heildarafli hrognkelsa í leiðangrinum var 183 kg sem er svipaður heildarafli og sumarið 2022. Alls voru 118 hrognkelsi merkt. Enginn lax veiddist í leiðangrinum.</p>		
Lykilorð	<i>Makrill, kolmunni, síld, hrognkelsi, stofnmæling, útbreiðsla, áta, hitastig, sumaruppsjávarleiðangur</i>		

Abstract

The Marine and Freshwater Research Institute (MFRI) has participated in the International Ecosystem Summer Survey in Nordic Seas (IESSNS) every summer since 2010. The aim of IESSNS is to monitor the pelagic ecosystem from surface to 500 m depth, including measurements of nutrients, primary production, temperature, salinity, zooplankton, and determine abundance and geographical distribution of mackerel (*Scomber scombrus*), blue whiting (*Micromesistius poutassou*), herring (*Clupea harengus*), salmon (*Salmon salar*), and lumpfish (*Cyclopterus lumpus*). In summer 2023, the Icelandic part of IESSNS was conducted July 3-21, on R/V Árni Friðriksson, and covered Icelandic waters, except the southeast area which was covered by a vessel from Faroe Islands. Survey transects were 3250 nautical miles and 216 stations were sampled, this included predetermined survey sampling and additional sampling for research projects. Mackerel was caught at 50% of surface trawl stations located west, south, and east of Iceland. Mackerel density was lower than measured from 2013 to 2019 and similar to densities observed from 2020 to 2022. Surface temperature, 10 m depth, ranged from 0.5 °C to 12.8 °, and was highest south of Iceland and coldest in the Denmark Strait. Mesozooplankton dry weight ranged from 1.6 – 27.0 g*m⁻². Biomass was higher north of Iceland and in shelf areas south of Iceland compared to other areas. Abundance index and distribution of Norwegian spring-spawning herring declined in Icelandic waters compared to recent years. Blue whiting was present along the shelf edge south of Iceland and part of the shelf west of Iceland. It was mostly age-2 blue whiting from the larger 2021 cohort. In total, 183 kg of lumpfish was caught, which is only similar catch as in 2022, and 118 specimens were tagged. No salmon was caught during the survey.

Keywords

Mackerel, blue whiting, herring, lumpfish, stock index, geographical distribution, zooplankton, temperature, International Ecosystem Summer Survey in Nordic Seas (IESSNS)

Samþykki verkefnisstjóra

Anna Heiða Ólafsdóttir

Samþykki sviðstjóra

Frederic J. Osborne

**HAFRANNSÓKNASTOFNUN**

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Niðurstöður uppsjávarleiðangurs umhverfis Ísland á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023.

Höfundar: Anna Heiða Ólafsdóttir, Svandís Eva Aradóttir, James Kennedy og Thassya Christina dos Santos Schmidt.

Ágrip

Hafrannsóknastofnun hefur frá árinu 2010 tekið þátt í alþjóðlegum uppsjávarleiðangri í norðaustur Atlantshafi að sumarlagi. Markmið leiðangursins er vistkerfisvöktun frá yfirborði sjávar niður á 500 m dýpi. Vöktunin fellst m.a. í mælingum á styrk næringarefna, hitastigi, seltu, magni og útbreiðslu átu, markríls, kolmunna, síldar, lax og hrognkelsa. Íslenski hluti leiðangursins fór fram dagana 3.-21. júlí 2023 á rannsóknaskipinu Árna Friðrikssyni. Rannsóknasvæðið var íslensk landhelgi að undanskildu svæðinu suðaustur af landinu sem færeyskt rannsóknaskip fór yfir. Alls voru sigldar 3250 sjómíllur, athuganir gerðar á 116 mælistöðvum og að auki tekin 100 sýni fyrir önnur rannsóknaverkefni. Makrill veiddist í 50% af stöðluðum yfirborðstogum á landgrunninu fyrir sunnan, vestan og austan landið en lítið var vart við hann norður af landinu. Þéttleiki makríls mældist minni en á árunum frá 2013 til 2019 en álíka og árin frá 2020 til 2022. Hitastig í yfirborðslagi sjávar var á bilinu 0,5 – 12,8 °C. Það var heitast fyrir sunnan land og kaldast í Grænlandssundi. Þurrviggt átu var breytilegt milli stöðva og mældist á bilinu 1,6 – 27,0 g*m⁻², með meiri lífmassi fyrir norðan landið og á landgrunninu fyrir sunnan landið heldur en á öðrum svæði. Vísitala um magn og útbreiðsla norsk-íslenskrar síldar við landið var lægri en undanfarin ár. Kolmunni mældist eftir landgrunnsbrúninni fyrir sunnan landið og við Kolluál. Þetta var mestmegnis 2-ára fiskur úr stóra 2021 árganginum. Heildarafli hrognkelsa í leiðangrinum var 183 kg sem er svipaður heildarafli og sumarið 2022. Alls voru 118 hrognkelsi merkt. Enginn lax veiddist í leiðangrinum.

Lykilorð: Makrill, kolmunni, síld, hrognkelsi, stofnmæling, útbreiðsla, dýrasvif, hitastig, sumaruppsjávarleiðangur.

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	vi
Töfluskra.....	vii
Myndaskra	vii
Viðauki	vii
1. Inngangur	1
2. Búnaður og aðferðir	2
2.1 Leiðangurslýsing	2
2.2 Togstöðvar og bergmál	4
2.3 Sjórannsóknir og dýrasvífssýni	4
2.4 Sýnataka fyrir ýmis rannsóknaverkefni	5
2.4.1 Söfnun á mögum lykiluppsjávartegunda.....	5
2.4.2 Mat á líkamsástandi lykiluppsjávartegunda.....	5
2.4.3 Merkingar á lifandi hrognkelsum	5
2.4.4 Sýnataka á fiskum úr miðsjávarlagi	6
2.4.5 Sýnataka á smokkfiskum og kolkröbbum.....	6
2.4.6 Erfðasýnasöfnun úr síld	6
2.4.7 Sýking í íslenskri sumargotssíld	6
2.4.8 Sýnataka ískóðs	6
2.4.9 Söfnun á kolmunna	6
3. Niðurstöður og umræður.....	7
3.1 Makrill.....	7
3.1.1 Langtímabreytingar í magni makrils og á umhverfisskilyrðum	9
3.2 Síld	11
3.3 Kolmunni.....	14
3.4 Hrognkelsi	15
3.5 Loðna	16
3.5 Sjórannsóknir	17
3.6 Dýrasvíf	18
3.7 Ýmis önnur rannsóknaverkefni.....	18
3.7.1 Merkingar á lifandi hrognkelsum	18
3.7.2 Ískóð	19
3.7.3 Fituinnihald makrils og síldar	20
Þakkarorð	21
Heimildaskra	22
Töflur.....	23
Viðauki	26

Töfluskrá

Tafla 1. Sýnataka á fyrirfram ákveðnum yfirborðstogstöðvum	23
Tafla 2. Fjöldi stöðva á svæði	23
Tafla 3. Lýsigögn togtöðva	24
Tafla 4. Heildarafli tegunda.....	25

Myndaskrá

1. mynd. Þátttaka Íslands í IESSNS 2023.	3
2. mynd. Afli makrils (<i>Scomber scombrus</i>).	7
3. mynd. Lengdardreifing makrils og meðalþyngd miðað við lengd.	8
4. mynd. Meðaltalsaflamagn makrils og umhverfisskilyrði 2010 – 2023.....	11
5. mynd. Endurvarpsgildi og afli síldar (<i>Clupea harengus</i>).	12
6. mynd. Lengdardreifing síldar og meðalþyngd eftir lengd.	13
7. mynd. Endurvarpsgildi og afli kolmunna (<i>Micromesistius poutassou</i>).....	14
8. mynd. Lengdardreifing kolmunna og meðalþyngd eftir lengd	15
9. mynd. Afli hrognkelsa (<i>Cylopterus lumpus</i>).	15
10. mynd. Afli loðnu (<i>Mallotus villosus</i>), lengdardreifing og meðalþyngd eftir lengdi.	16
11. mynd. Hitastig á 10, 50, 100 og 400 m dýpi	17
12. mynd. Þurrvigt dýrasvifs.....	18
13. mynd. Merkingar á lifandi hrognkelsum	18
14. mynd. Afli ískóða (<i>Boreogadus saida</i>), lengdardreifing og meðalþyngd eftir lengd	19
15. mynd. Fituinnihald síldar og makrils 2019 - 2023	20

Viðauki

Viðauki 1. Þátttakendur í sumaruppsjávarleiðangrinum 2023.	26
---	----

1. Inngangur

Hafrannsóknastofnun er þátttakandi í sumaruppsjávarleiðangri í Norðurhöfum, almennt kallaður IESSNS, sem stjórnar af ICES vinnuhóp um alþjóðlega uppsjávarleiðangra (WGIPS). Skýrsla þessi greinir frá niðurstöðum íslenska hluta leiðangursins sumarið 2023. Sameiginleg leiðangursskýrsla allra þátttakenda greinir frá heildarniðurstöðum leiðangursins (ICES, 2023). Meginmarkmið leiðangursins er að (1) rannsaka útbreiðslu og magn makrils (*Scomber scombrus*), norsk-íslensku vorgotssíldarinnar (*Clupea harengus*) og kolmunna (*Micromesistius poutassou*) með stöðluðum yfirborðstogum og bergmálmælingum, útbreiðslu og magn lax (*Salmon salar*) og hrognkelsa (*Cyclopterus lumpus*) með stöðluðum yfirborðstogum, ásamt því að (2) mæla umhverfisskilyrði og meta ástand dýrasvifssamfélaga.

IESSNS er árlegur vistfræðileiðangur sem fylgir fyrirfram ákveðnum leiðarlínum með fyrirfram ákveðnum rannsóknarstöðvum. Á hverri stöð eru framkvæmdar sjómælingar og dýrasvifssýni tekin ásamt stöðluðum yfirborðstogum með flotvörpu. Yfirborðstogin gefa aldursgreinda vísitölu fyrir makríl sem notuð er sem inntaksgögn fyrir stofnmatsmódel í árlegu stofnmati hjá ICES vinnuhóp fyrir dreifða stofna (WGWIDE). Bergmálgögn veita upplýsingar um magn og útbreiðslu síldar og kolmunna á sumarfæðuslóð þeirra. Markmiðið er að geta notað aldursgreindar vísitölur fyrir þá tvo stofnafið stofnmat þeirra þegar gagnaröðin hefur náð tilskyldri lengd. Sjómælingar og mat á magni dýrasvifs eru hluti af langtímaþróun á vistfærði uppsjávarlaga í Norðaustur Atlantshafi að sumarlagi.

Upphaf leiðangursins má rekja til ársins 2007 þegar farið var á tveimur skipum frá Hafrannsóknastofnuninni í Noregi (IMR). Sumarið 2010 bættust við Hafrannsóknastofnunin á Íslandi (MFRI) og Hafrannsóknastofnunin í Færeyjum. Síðan þá hefur leiðangurinn verið skipulagður árlega sem alþjóðlegur leiðangur innan vinnunefndar (Working Group on International Pelagic Surveys, WGIPS) Alþjóðahafrannsóknaráðsins (ICES). Náttúruauðlindastofnunin í Grænlandi slóst í hópinn árið 2013 og árið 2018 bættist Hafrannsóknastofnunin í Danmörku við. Upphaflega takmarkaðist leiðangurinn við Noregshaf en þegar sumarútbreiðslusvæði makrils stækkaði og fleiri þjóðir bættust í leiðangurinn þá jókst landfræðileg yfirferð hans. Vaxandi útbreiðsla makrils í vestur- og norðurátt frá hefðbundnum fæðuslóðum í Noregshafi (Astthorsson et al., 2012, Olafsdottir et al., 2019, Utne et al., 2012) varð til þess að leiðangurinn teygði sig yfir að vesturströnd Íslands árið 2010, að austurströnd Grænlands og suður fyrir Hvarf árið 2014. Norðursjór bættist við leiðangurinn árið 2018 til að ná betri yfirsýn yfir yngri hluta stofnsins. Yfirferðin leiðangursins í ár náði yfir u.þ.b. 2,4 milljón km². Fram til ársins 2015 var yfirferð leiðangursins mestmegnis ákvörðuð af útbreiðslu makrils en einnig að hluta til af útbreiðslu norsk-íslenskrar síldar. Leiðangurinn er því talinn hafa náð yfir meginhluta útbreiðslusvæðis makrils og norsk-íslenskrar síldar á sumarfæðuslóð í Norðurhöfum allt frá árinu 2010. Frá árinu 2016 var jafnframt haft það markmið að leiðangurinn næði einnig yfir útbreiðslu kolmunna og því hefur leiðangurinn teygst sig í suðurátt frá Íslandi allt að 60 °N. Það fól í sér að ekki er eingöngu togað á fyrirfram ákveðnum stöðvum, heldur líka á meira dýpi þegar bergmálsskráningar gefa tilefni til. Sumarið 2023 tóku fimm skip frá fjórum löndum þátt í leiðangrinum.

2. Búnaður og aðferðir

2.1 Leiðangurslýsing

Rannsóknarsvæði RS Árna Friðrikssonar í júlí 2023 náði yfir fjögur af ellefu skilgreindum IESSNS svæðum (1. mynd; tafla 1). Skipulagning leiðangursins felur í sér ákvörðun á staðsetningu yfirborðstoga og leiðarlínur fyrir bergmálmælingar. Leiðarlínur og togstöðvar eru ákvarðaðar kerfisbundið innan hvers svæðis þar sem staðsetning fyrstu línu og togstöðvar eru valin af handahófi og síðan eru aðrar leiðarlínur og stöðvar settar niður í framhaldinu. Fjarlægð milli yfirborðstoga og fjarlægð milli sniða er sú sama innan hvers svæðis og ákvarðast af dreifingu og magni makrils fyrri ára ásamt áætluðum leiðangurstíma. Á aðliggjandi sniðum eru stöðvarnar láttnar víxla samanber 1. mynd. Leiðarlínur voru frá austur til vesturs á öllum svæðum nema tveimur, norður af Íslandi og við suðurströnd Íslands þar sem leiðarlínur voru frá norðri til suðurs. Við bergmálmælingar eru leiðarlínur jafnan settar þvert á dreifingu fiskistofna og þvert frá landi að landgrunnsbrún, í stað þess að vera samsíða sem skýrir breytilega stefnu sniðanna. Nákvæmari leiðangurslýsingu má finna í ICES (2015).

Árið 2018 var svæðaskiptingu suður og vestur af Íslandi breytt til að endurspeglar betur þau svæði sem höfðu svipaðan þéttleika af makríl árin á undan. Sama skipting var notuð í leiðöngurum 2019-2021. Árið 2022 var svæðaskiptingu suður og vestur af Íslandi aftur breytt og var sama skipting notuð árið 2023. Íslandsdjúps svæðinu var sleppt vegna takmarkaðs magn af makríl á svæðinu síðan 2017. Til að fylgjast með mögulegum makríl í Íslandsdjúpi voru suðurmörk vestur af Ísland og suður Ísland gerð sveigjanleg þannig ef makrill mældist á suðurmörkum þessara svæða, breiddargráða $62^{\circ}45' \text{N}$, þá var leiðarlína skipsins lengd í suðurátt uns mörk makríl útbreiðslunnar fannst en ekki lengra en að breiddargráðu $60^{\circ}00' \text{N}$.

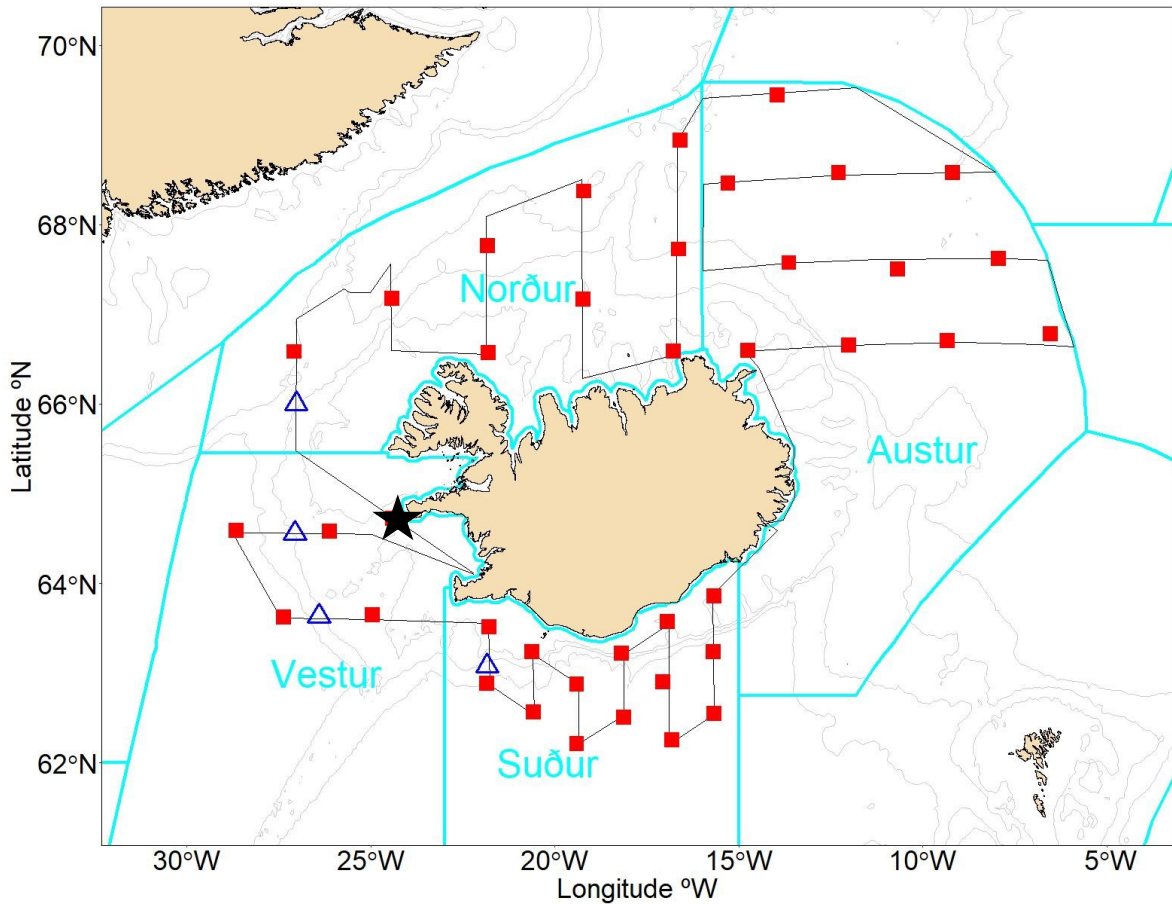
RS Árni Friðriksson lagði af stað frá Hafnarfirði þann 3. júlí klukkan 10:00 og stefndi norður af Íslandi þar sem fyrsta stöð var tekin. Leiðangurinn hélt svo áfram réttsælis í kringum landið. Það voru engin mannskípti og er þátttakendalisti í viðauka 1. Skipið lagðist að bryggju í Hafnarfirði þann 21. júlí klukkan 18:00. Heildarvegalegd á þessum 19 dögum voru 3250 sjómíllur og voru teknar samtals 116 mælistöðvar (tafla 2). Veðrið var einstaklega rólegt og voru engar tafir á leiðangri vegna veðurs. - Hinsvegar urðu tafir á leiðangri vegna endurtekinna bilana í rafmagni um borð í rannsóknaskipinu. Vegna þess þurfti að ná í varahluti í land bæði í Neskaupstað og á Djúpavogi. Illa gekk með varanlega viðgerð á rafmagnsbiluninni. Þess vegna var leiðangurinn stytur eins og hægt var með því að stytta bergmálsleggi fyrir sunnan og vestan landið og með því að lágmarka fjölda djúptoga.

Til viðbótar við staðlaða IESSNS aðferðarlýsingu var sýnum safnað fyrir tíu önnur rannsóknarverkefni:

- Söfnum magasýna úr makríl, síld og kolmunna á völdum stöðvum (Hafrannsóknast.),
- Mat á líkamsástandi makrils og síldar og vigta lifur í kolmunna á völdum stöðvum (Hafrannsóknast.),
- Merkingar á lifandi hrognkelsum (Hafrannsóknast.),
- Safna miðsjávarfiskum á öllum togstöðvum (SUMMER rannsóknarverkefni),
- Nákvæmari mælingar og söfnun á smokkfiskum og kolkröbbum (SUMMER),

- Söfnun á síld fyrir erfðarannsóknir (Hafrannsóknast.),
- Safna hjörtum úr íslenski sumargotssíld til að meta sýkingarhlutfall (Hafrannsóknast.),
- Nákvæmar mælingar og söfnun á ískóð (Hafrannsóknast.),
- Söfnun og heilfrystun á kolmunna (Hafrannsóknast.).

Í heildina var sýnum safnað fyrir níu rannsóknarverkefni á 100 stöðvum auk staðlaðra aðgerða leiðangursins.



1. mynd. Þátttaka Íslands í IESSNS 2023. Fyrirfram ákveðnar yfirborðstogstöðvar, ásamt sondum og WP2-háfum (rauðir ferningar), auka klukkustundar langt yfirborðstog (svört stjarna) sem er skilgreint sem djúptog í úrvinnslu gagna í skýrslunni, djúptog tekin út frá fisklóðningum (blár opinn þríhyrningur), leiðangurslínur (svört lína) og skipting svæða (ljósblá lína).

Figure 1. The Icelandic participation in IESSNS 2023. Predetermined surface trawl stations, including CTD and WP2-net (filled red square), extra one-hour long surface trawl (black star) which is classified as deep trawl in data analysis, deep trawling on acoustic registrations (open blue triangle), vessel track (black solid line, and strata boundary (light blue line).

2.2 Togstöðvar og bergmál

Samkvæmt staðlaðri IESSNS aðferðarlýsingu (ICES, 2015) var notað Multipelt832 troll með sérstaklega hönnuðum einstefnulás á fyrirfram ákveðnum togstöðvum. Dregið var í 30 mínútur á 5 hnúta hraða á meðan skipinu var snúið um 5° til að mynda „banana“ tog. Frekari upplýsingar er hægt að sjá í ICES (2015). Á meðan á togi stóð fylgdust vísindamenn og skipstjóri eða stýrimaður með höfuðlínu í yfirborði sem og breidd trolls (hlerabil) og láréttri opnun með því að nota Scanmar troll skynjara sem staðsettir voru á báða hlera, fótreiði og höfuðlínu (tafla 3). Auk þess voru notaðir Starmon DT dýptar- og hitamælar frá Star Odda (www.star-oddi.com) sem festir voru á sama stað og trolls skynjararnir og veittu mjög nákvæmar dýptarupplýsingar (skráð á 10 sekúndna fresti) með nákvæmni upp á ~1 m.

Stöðluð Multipelt832 flotvarpa var notuð á fyrirfram ákveðnum yfirborðstogstöðvum. Lóðrétt opnun var frá yfirborði (0 m) niður á um 35 m dýpi sem er í samræmi við dýpi á fótreiðinu. Tæknileg atriði er tengdust stillingum og notkun á Multipelt832 flotvörpunni er í sameiginlegri leiðangursskýrslu IESSNS (ICES, 2023). Ætlunin var að taka 39 stöðluð yfirborðstog en sú áætlun breyttist af mörgum ástæðum meðan á leiðangri stóð. Þremur togum var sleppt þar af var ein stöð, út af Látrabjargi, þar sem botndýpi var of grunnt. Tveimur stöðvum var sleppt á vestursvæðinu, önnur var vestast á svæðinu og henni var sleppt til að spara tíma og hin var síðasta stöðin í leiðangrinum og henni var sleppt vegna rafmagnsbilunar. Tveimur togum var bætt við fyrir sunnan landið þar sem útbreiðsla makrils náðu suður fyrir breiddargráðu 62°45' N. Í byrjun leiðangurs var bætt við einu klukkutíma löngu yfirborðstogi til að herða á hnútum í nýju Multipelt vörpunni og er það tog skilgrein sem djúptog í skýrslunni. Öll togin voru fullnægjandi hvað varðar stillingar á flotvörpu ásamt framkvæmd toganna. Þar af leiðandi var hægt að notast við þau gögn sem fengust til að meta magn hverrar tegundar fyrir sig.

Bergmálgögnum var safnað á meðan leiðangrinum stóð með Simrad EK80 bergmálmæli á fimm mismunandi tíðnum (18-38-70-120-200 kHz) og var miðað við 500 m söfnunardýpi. Hrágögn frá 38 kHz voru túlkuð með forritinu LSSS (útgáfa 2.14.1) með átuþröskuld við -72 dB. Tvær tegundir voru greindar frá endurvarpinu, síld og kolmunni, og voru bergmálgildi (S_A) fyrir hvora tegund vistuð á 1 sjómílna millibili og á 10 m dýptarbili. Nákvæmari lýsing á stillingum á bergmálstækjum um borð í RS Árna Friðrikssyni er í sameiginlegri leiðangursskýrslu IESSNS (ICES, 2023). Tekin voru fjögur tog út frá fisklóðningum þar sem talið var líklegt að um kolmunna væri að ræða. Aflasamsetning togsýnanna var notuð við túlkunar á bergmálgögnum með tilliti til tegunda og lengdarsamsetningu til að meta magn hverrar tegundar. Bergmálmælar voru kvarðaðir í maí 2023.

2.3 Sjórannsóknir og dýrasvífssýni

Dýrasvífssýnum var safnað á 35 af 38 fyrirfram ákveðnum togstöðvum, þar sem 3 stöðvar voru ekki teknar vegna veðurs. Sjósýnum var safnað á öllum 38 stöðvunum. Til að mæla hitastig, seltu og blaðgrænu var sondu (CTD) slakað niður á 500 m dýpi eða niður á botn eftir því hvort kom á undan. Sjósýni voru tekin á 0 m, 20 m og 50 m til að mæla magn blaðgrænu og næringarefnin fosfat, kísil, nítrat og nítrít. Auk þess var tekið sjósýni á 500 m dýpi til að kvarða seltumælingar.

Dýrasvifi var safnað í WP-2 háf (60 cm þvermál, möskvastærð 200 µm, með flæðismæli) þrisvar sinnum á hverri stöð. Fyrstu tvö skiptin fór háfurinn niður á 50 m dýpi og síðast niður á 200 m, eða mesta botndýpi, eftir að hafa náð tilteknu dýpi var háfurinn hífður upp í yfirborð. Annað 50 m sýnið og helmingur 200 m sýnisins voru síuð með 1000 µm sigti til tegundar- og stærðarflokkunnar, fryst í álbökkum um borð og loks þurrvigtað í rannsóknastofu í landi til að meta lífmassa. Hitt 50 m sýnið og hinn helmingur 200 m sýnisins voru sett í formalín til greiningar á tegundasamsetningu eftir leiðangurinn (niðurstöður ekki kynntar hér).

Líkt og í fyrri leiðöngrum var síriti hafður á allan tímann og skráði hann yfirborðshita, seltu, styrk blaðgrænu og ljósmagn. Auk þess var sjósýni tekið úr síritanum á hádegi á hverjum degi og síað til mælinga á blaðgrænu.

2.4 Sýnataka fyrir ýmis rannsóknaverkefni

2.4.1 Söfnun á mögum lykiluppsjávartegunda

Fæðuval uppsjávarfiska að sumri til er hluti af vöktun Hafrannsóknastofnunar á uppsjávarvistkerfinu. Frystir voru fyrstu 10 magar úr kvörnuðum makríl og kolmunna á hverri stöð, auk fyrstu 10 magar úr síld á þriðju hverri stöð sem hún veiddist á. Í heildina söfnuðust magar úr 156 makrílum, 69 síld og 51 kolmunna á samtals 31 stöð (tafla 3). Magasýnin verða greind í landi síðar, þar af leiðandi eru engar niðurstöður frá því í skýrslunni.

2.4.2 Mat á líkamsástandi lykiluppsjávartegunda

Í fjórða skiptið í röð var líkamsástand makríls, síldar og kolmunna metið í leiðangrinum. Tilgangur þeirrar rannsóknar er að fylgjast með ástandi helstu uppsjávarfiskategundanna á hápunkti árlegrar fæðugöngu þeirra. Líkamsástand er metið með því að athuga sömu einstaklinga og mögum var safnað úr. Líkamsástand makríls og síldar var metið með því að mæla fituinnihald með Distell leiðnimæli (FFM-992. Old Levenseat, Fauldhouse, West Lothian EH47 9AD, Scotland, UK, distell.com). Hver einstaklingur var mældur fjórum sinnum, bæði fyrir ofan og neðan hliðarrák á báðum hliðum. Hjá kolmunna gefur þyngd lifrar upplýsingar um ástand fisksins og var hún því vigtuð með 0,1 g nákvæmni. Distell leiðnimælirinn bilaði í seinni hluta leiðangurs og var líkamsástand makríls og síldar því ekki mælt á síðustu stöðvunum í leiðangrinum, stöðvum 309 – 322.

2.4.3 Merkingar á lifandi hrognkelsum

Markmið merkinga á hrognkelsum er að afla frekari upplýsinga um vaxtarhraða, stofnsamsetningu og greina far þeirra. Öll lífvænleg hrognkelsi sem voru 15 cm eða lengri voru merkt með plastmerki (Peterson diskamerki) í bakugga og síðan sleppt. Öll merkt hrognkelsi voru bæði lengdar- og þyngdarmæld. Hámarksfjöldi merktra fiska á stöð voru 30 fiskar og merkt var á hverri stöð sem hrognkelsi veiddust á. Alls voru 118 hrognkelsi merkt. Merkingarnar fóru fyrst fram árið 2018 og 2023 var síðasta ár merkinga innan þessa verkefnis.

2.4.4 Sýnataka á fiskum úr miðsjávarlagi

Á öllum togstöðvum voru miðsjávarfiskar og hryggleysingar flokkaðir eins ítarlega og unnt var, lengdarmældir, vigtaðir og frystir. Þetta var sjötta árið sem þessi sýnasöfnun fer fram fyrir alþjóðlega rannsóknaverkefnið SUMMER. Þessi sýni verða síðar unnin nánar á rannsóknastofu í landi og niðurstöður verða því ekki birtar í þessari skýrslu. Alls var safnað sýnum frá 12 tegundum. Sjá lista yfir tegundir og magn í töflu 4.

2.4.5 Sýnataka á smokkfiskum og kolkröbbum

Á öllum togstöðvum voru smokkfiskar og kolkrabbar flokkaðir eins ítarlega og unnt var, lengdarmældir, vigtaðir og frystir. Þetta var sjötta árið sem þessi sýnasöfnun fer fram. Alls veiddust þrjár tegundir af smokkfiskum, beitusmokkur, krókasmokkur og ættkvísl dílasmokka, á 14 togstöðvum. Eins og undanfarin ár verða ítralegar mælingar gerðar á smokkfiskum eftir leiðangur hjá Rannsóknasetri Háskóla Íslands í Vestmannaeyjum. Sjá lista yfir tegundir og magn í töflu 4. Enginn kolkrabbi veiddist í ár.

2.4.6 Erfðasýnasöfnun úr síld

Vegna samnorræns erfðarannsóknaverkefnis voru ýmis líffæri síldarhængs og hrygnu fryst í fljótandi köfnunarefni um borð í skipinu. Sýnin voru frá íslenskri sumargotssíld frá hrygningarslóð suðvestan lands sem var tilbúin að hrygna og stendur til að raðgreina allt erfðaefni þessara tveggja einstaklinga á næstunni.

2.4.7 Sýking í íslenskri sumargotssíld

Í öllum leiðöngrum Hafrannsóknastofnunar er hjörtum safnað úr íslenskri sumargotssíld til að fylgjast með þróun *Ichthyophonus* sýkingar í stofninum. Íslensk sumargotssíld veiddist á tveimur togstöðvum og alls voru 27 hjörtu fryst. Sýnin voru greind á rannsóknastofu Hafrannsóknastofnunar eftir leiðangurinn en niðurstöður eru ekki birtar í þessari skýrslu.

2.4.8 Sýnataka ískóðs

Alls var safnað 224 ískóðum af tíu stöðvum. Eftir mælingar voru þau heilfryst til frekari erfafræðirannsókna í landi að leiðangri loknum og eru niðurstöður ekki birtar í þessari skýrslu.

2.4.9 Söfnun á kolmunna

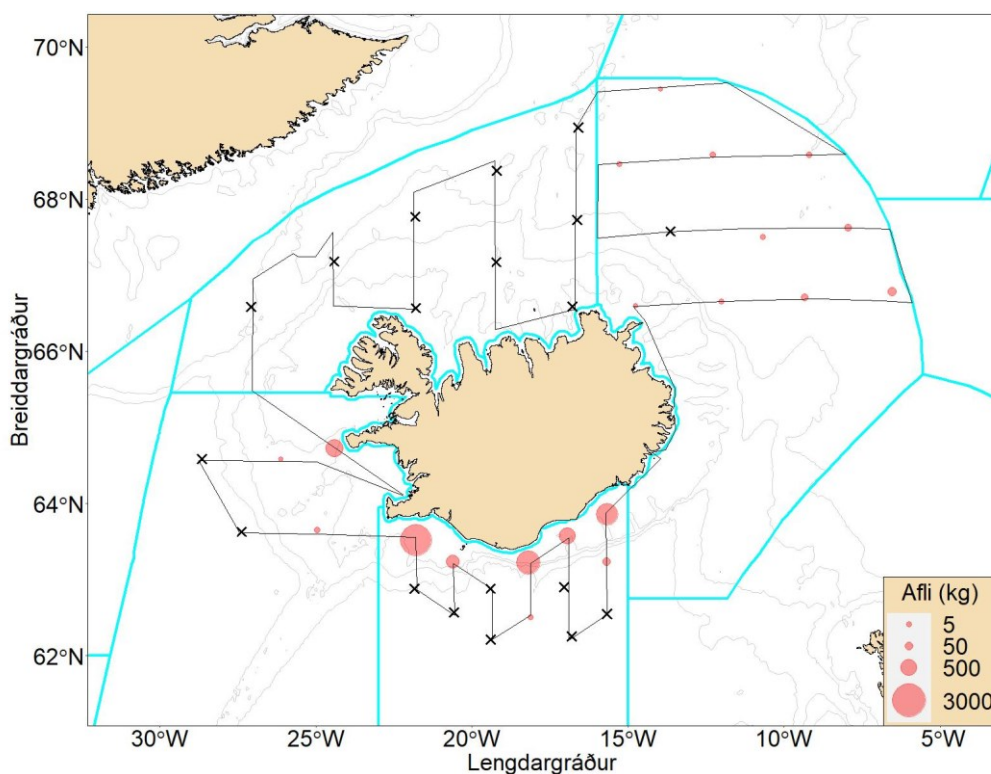
Kolmunna var safnað og hann heilfrystur fyrir rannsóknaverkefni sem er unnið í samvinnu Hafrannsóknastofnunar og Háskóla Íslands. Kolmunni umfram hefðbundna sýnatöku var mældur og markmið var að safna 30 fiskum minni en 20 cm að lengd og 30 fiskum yfir 20 cm á þremur stöðvum innan hvers IESSNS svæðis. Alls náðist að safna fiskum af þremur stöðvum, 41 fiskum undir 20 cm á tveimur stöðvum og 60 fiskum yfir 20 cm á tveimur stöðvum. Sýni voru heilfryst og greind síðar í landi en niðurstöður eru ekki birtar í þessari skýrslu.

3. Niðurstöður og umræður

Það tókst að ákvarða mörk á útbreiðslu makrils fyrir vestan, norðan og sunnan landið. Heildarafli leiðangursins var 41,6 tonn og innihélt aflinn 31 mismunandi flokkunarfræðilega hópa og 29 þeirra voru greindir til tegunda (tafla 4). Stærsti hluti aflans var síld (82% af þyngd), næst kom makrill (16%), þá kolmurni (1%) og aðrar tegundir (1%). Um 60% af aflanum fékkst úr yfirborðstogum (n=38) og 40% úr djúptogum (n=5). Enginn lax veiddist í leiðangrinum.

3.1 Makrill

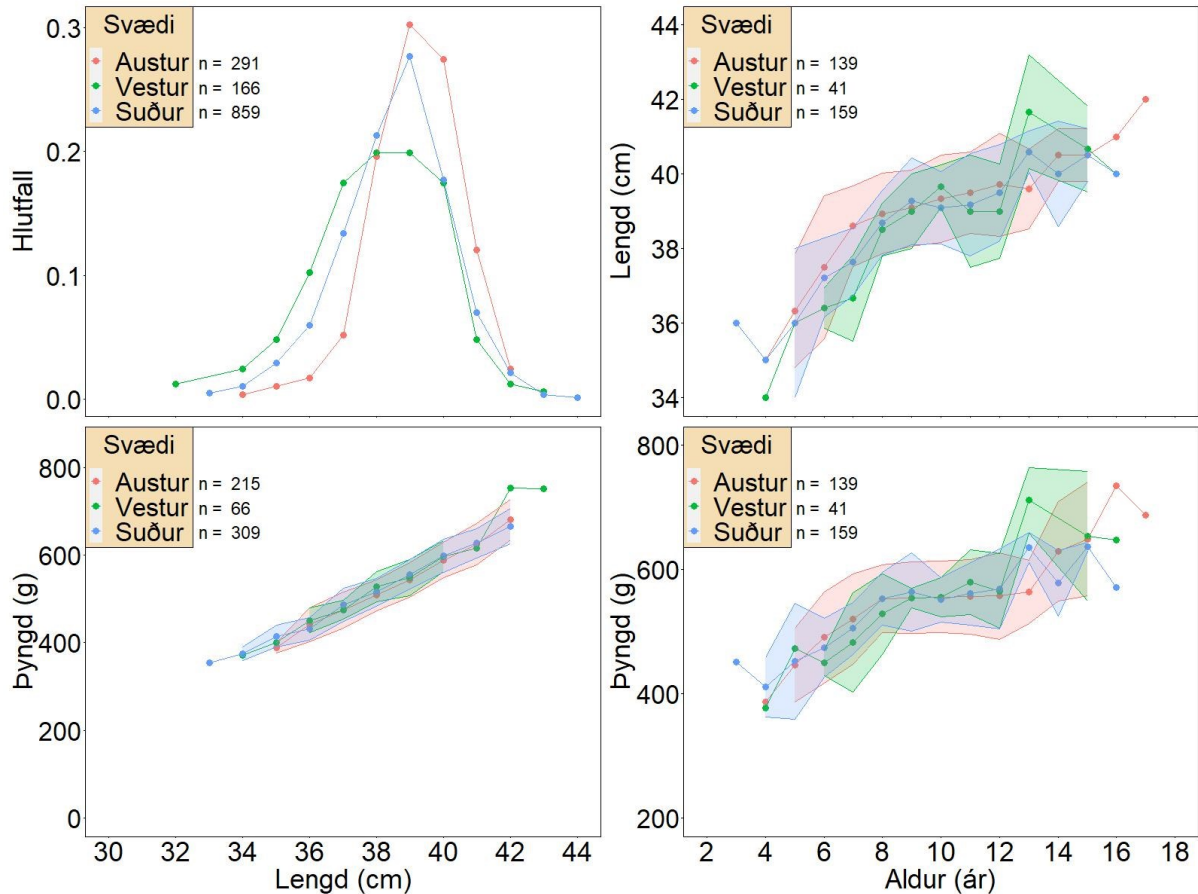
Makrill fékkst í 19 af 38 (50%) fyrirframákveðnum yfirborðstogum (2. mynd). Heildarafli makrils var 6814 kg, afli á stöð spannaði frá 1 kg til 2632 kg. Miðgildi aflans var 20 kg og meðaltal 341 kg. Útbreiðslan var svipuð og sumrin 2018, 2019 og 2022 en magnið mun minna en sumarin 2018 og , en álíka og mældist 2022. Sumarið 2022 veiddust, á sama svæði, alls 6629 kg af makríl, miðgildi 84 kg og meðaltal 229 kg. Sumarið 2019 veiddust alls tæplega 37 tonn af makríl, miðgildi afla var 115 kg og meðatal 1475 kg. Sumarið 2018 veiddust ríflega 26 tonn, miðgildi 141 kg og meðaltal 609 kg. Mat á magni makrils út frá afla í yfirborðstogum verður ekki kynnt hér og er lesendum bent á sameiginlega leiðangursskýrslu allra skipa fyrir IESSNS 2023 (ICES, 2023).



2. mynd. Afli makrils (*Scomber scombrus*) á fyrirfram ákveðnum yfirborðstogstöðvum á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Svört x merkja engan afla. Leiðangurslínur (svartar), djúptarlínur við 200, 500 og 1000 m (gráar) og skipting svæða (ljósbláar línur).

Figure 2. Mackerel (*Scomber scombrus*) catch at predetermined surface stations sampled by R/V Árne Friðriksson in July 2023. Black crosses represent zero catch. The survey track (black line), depth contours at 200, 500 and 1000 m are also shown (grey lines), and strata boundaries (light blue line).

Lengdardreifing makrils var frá 32-43 cm og algengasta lengdarbilið var 38-40 cm (3. mynd). Lengdardreifing var frábrugðin milli svæða þar sem mest var af stórum makríl (> 38 cm) fyrir austan, í meðallagi fyrir sunnan og minnsti makrill var fyrir vestan landið. Það er óvenjulegt að minni makrill sé fyrir vestan landið en fyrir austan og sunnan. Lengdar- og þyngdarsamband var svipað milli svæða. Aldur makrilsins var 3-17 ára. Aldur- og lengdarsamband og þyngdarsamband var svipað milli svæða.



3. mynd. Lengdardreifing makrils (*Scomber scombrus*; uppi til vinstri), meðalþyngd miðað við lengd (niðri til vinstri), meðallengd miðað við aldur (uppi til hægri) og meðalþyngd miðað við aldur (niðri til hægri) fyrir hvert svæði frá fyrirfram ákveðnum yfirborðstogum á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Skyggð svæði eru eitt staðafrávik hvers svæðis, austur (rautt), suður (grænt) og vestur (blátt) frá meðaltali, fjöldi mældra fiska á hverju svæði er einnig sýndur.

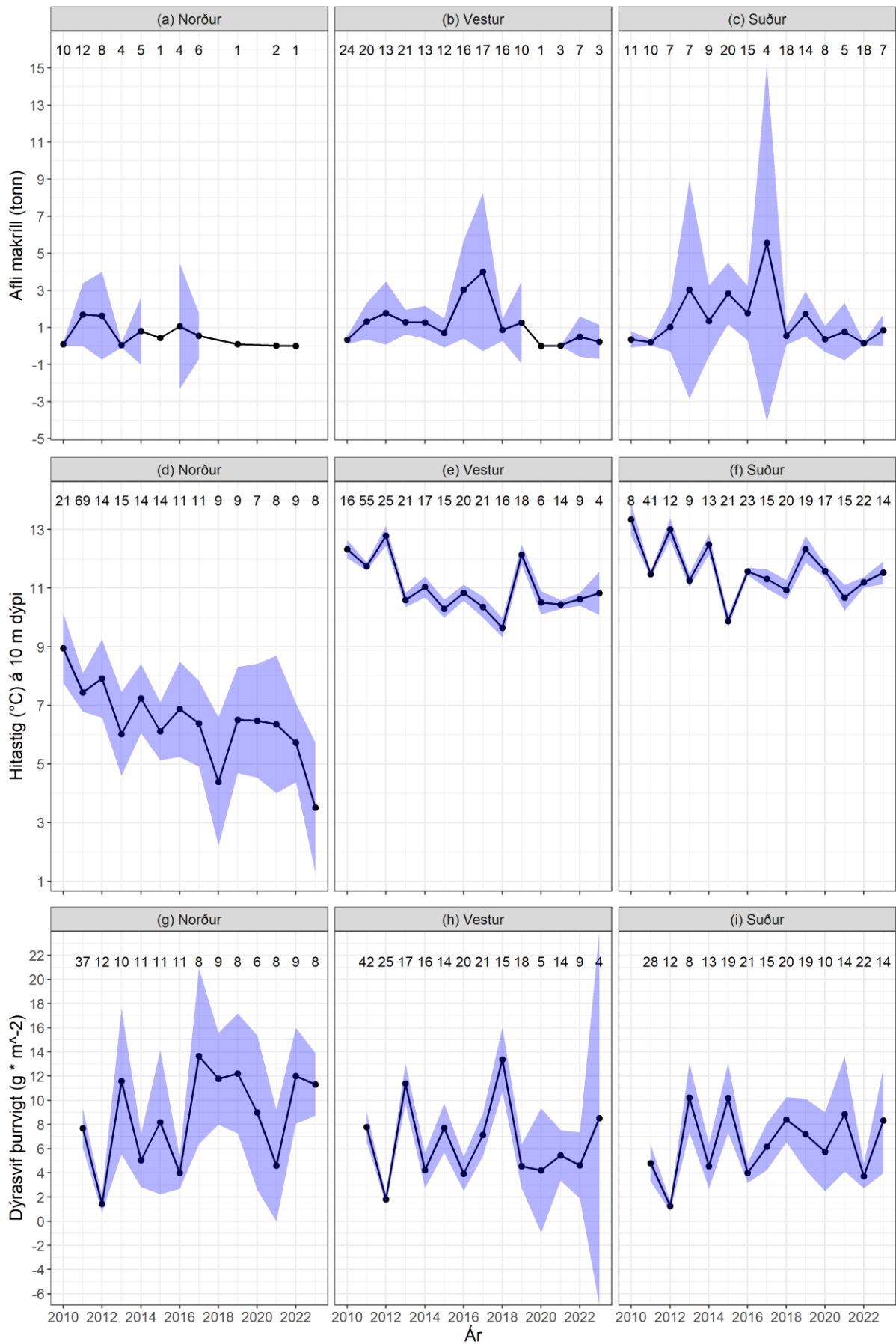
Figure 3. Proportion of mackerel (*Scomber scombrus*) at each 1 cm length bin (top left), mean weight at length (bottom left), mean length-at-age (top right) and mean weight-at-age (bottom right) in each strata measured from predetermined surface trawl stations sampled by R/V Árni Friðriksson in July 2023. Strata is stated in the title of each graph with the boundary of the strata displayed in Figure 1. Shaded areas display one standard deviation around mean value of each stratum, east (red), south (green) and west (blue), *n* values state numbers of fish measured.

3.1.1 Langtímabreytingar í magni makrís og á umhverfisskilyrðum

Langtímagögn fyrir magn makrís, frá 2010 til 2023, sýna að flest ár er aflinn í stöðluðu yfirborðstogunum minnstur fyrir norðan, í meðallagi fyrir vestan og mestur fyrir sunnan (4a-c. mynd). Fyrir tímabilið þá sveiflast heildarafli makrís fyrir leiðangurinn frá 3,5 – 109 tonnum og var minnstur sumarið 2020 og mestur 2017. Árssveiflur í afla makrís eru mismunandi á milli svæða. Meðaltalsafli náði hámarki fyrir norðan sumrin 2011 – 2012, fyrir vestan árin 2016 – 2017 og fyrir sunnan sumarið 2017. Aflinn minnkaði á öllum svæðum sumarið 2018 samanborði við fyrri ár. Fyrir vestan landið hefur lítið af makrís mælst síðan 2017 meðan makrill hefur mælst meðfram suðurströndinni öll árin. Þéttleiki makrís fyrir sunnan landið var meiri sumarið 2023 samanborði við 2022 en útbreiðslusvæðið var minna þar sem makrill mældist einungis við landgrunnskantinn í ár meðan útbreiðslan 2022 var frá kantinum suður í Íslandsdjúp. Það skal tekið fram að afli makrís er mjög breytilegur milli stöðva, frá 0,3 kg til 30 tonn, bæði á sama svæði sama sumarið og milli svæða og ára.

Hitastigsmælingar eru teknar á hverri yfirborðstogstöð og er hitastig á 10 m notað til að reikna meðaltalshita í blandaða yfirborðslagi sjávar sem er það lag sjávar sem makrill dvelur í. Það var kaldast fyrir norðan og álíka heitt fyrir vestan og sunnan landið (4d-f. mynd). Fyrir norðan hefur meðaltals hiti farið lækkanði síðan leiðangurinn byrjaði sumarið 2010, meðaltalið hefur lækkað úr 9°C í tæplega 6°C fyrir utan 2018 og 2023 þegar hitinn var minni en 5°C. Meðaltals hitastig er álíka fyrir vestan og sunnan landið fyrir tímabilið og sveiflaðist frá tæplega 10°C til ríflega 13°C milli ára (4e-f. mynd). Það eru engin augljós línuleg tengsl milli breytinga í aflamagni á makríl og breytinga í hitastigi milli ára fyrir svæðin þrjú. Mestar líkur er á að finna makríl að sumarlagi í sjó þar sem hitastigið er á bilinu 9 – 13°C (Olafsdóttir et al., 2019). Þar sem hiti fyrir sunnan og vestan landið var innan þessa bils öll árin er líklegt að aðrir þættir en hitastig hafi áhrif á útbreiðslu og þéttleika.

Meðaltalsátumagn miðað við þurrvig eftir svæðum og árum sveiflast frá ríflega 1 g m⁻² til tæplega 14 g m⁻² (4g-i. mynd). Það eru miklar sveiflur á meðaltalinu milli ára en jafnframt jafnan mikill breytileiki innan ára og engin augljós langtímabreyting. Sum ár er meiri áta fyrir norðan land en sunnan og vestan meðan önnur ár er álíka átumagn á öllum þremur svæðunum. Hversu mikið af breytileikanum milli ára helgast af hnappdreifingu átu eða raunverulegum árlegum sveiflum í magni átu er ekki hægt að svara með þessum gögnum. Það virðist ekki vera línuleg tengsl á milli átumagns og útbreiðslu og þéttleika makrís.



4. mynd. Meðaltalsafllamagn makrils í yfirborðstogum, meðaltal stöðva þar sem makrill veiddist (svartir fylltir hringir) með 95% öryggismörkum (fjólublátt skyggnt svæði; a-c), meðaltalshitastig, mæling frá 10 m dýpi á öllum yfirborðstogstöðvum (d-f) og meðaltalsátumagn, þurrvigt á öllum yfirborðstogstöðvum (g-i), fyrir svæði norður, suður og vestur af Íslandi (sjá 1.mynd) fyrir árin 2010 – 2023. Athugið að fyrir vestur svæðið árið 2020 þá voru stöðvar takmarkaðar við svæðið sunnan við 62 °N og átumagn var ekki mælt árið 2010. Fjöldi stöðva fyrir meðaltal efst á hverju grafi.

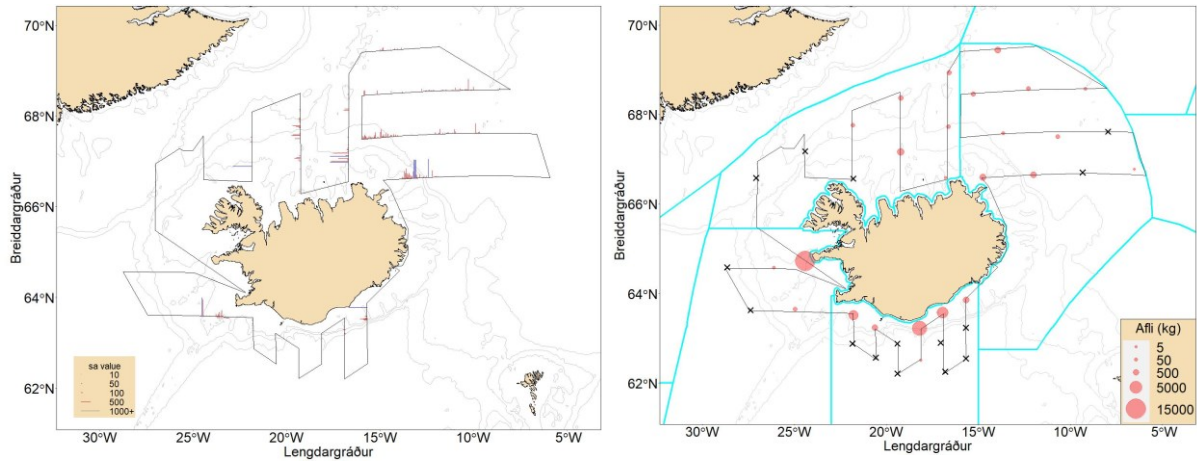
Figure 4a-i. Average mackerel catch weight during surface trawling, average for station with mackerel present (black filled circle) with 95% confidence intervals (shaped purple; a-c), average temperature, in the surface mixed layer at 10 m depth from all surface trawl stations (d-f), and average zooplankton density, dry weight from all surface trawl stations (g-i), for strata north, west and south (see Fig. 1) for years 2010 – 2023. Note that stations in stratum west in 2020 are limited to the area southward of 62 °N and zooplankton density was not measured in 2010. Number of stations included in average calculations listed at top of each panel.

3.2 Síld

Aðgreining á norsk-íslenskri vorgotssíld (NSSH) og íslenskri sumargotssíld (ISSH) er gerð út frá kynþroskastigi og er skráning á stofngerð einstaklinga gerð samkvæmt því í gagnagrunn stofnunarinnar. En einnig má aðgreina stofnana gróflega eftir staðsetningu í júlí með NSSH norður af Íslandi en ISSH fyrir sunnan og vestan í námunda við hrygningarslóð hennar. Samsetning í aflasýnum er þó jafnan notuð til að aðgreina bergmálmælingar á stofnunum tveimur.

Árið 2023 var NSSH dreifð meðfram landgrunnsbrúninni og í djúpinu norðvestur, norður og norðaustur af Íslandi (5. mynd, vinstri). Lítið var af síld suður af landinu en leiðangurlínur og staðsetning toga var fjær landi, og þar með fjær hrygningarslóð ISSH, en oft áður. Óvissa var um stofngerð hluta af síldinni sunnan lands út frá greiningum á kynþroskastigi. Kynkirtlum frá þeim var safnað til greininga í landi og mögulegrar erfðagreininga seinna. Samanburður á bergmálgögnum og togsýnum (5. mynd, hægri) sýnir töluverða skörun hvað varðar það hvort síld sé til staðar eða ekki en samsvörun er lakari fyrir þéttleika síldar. Síld getur veiðst í blandaða yfirborðslaginu þaðan sem togsýnin eru tekin (0 - 35m) án þess að greinast á bergmálstækjum þar sem bergmálstækin mæla ekki efstu 15 m og næstu tugi metra þar fyrir neðan getur síld hörfað undan skipinu.

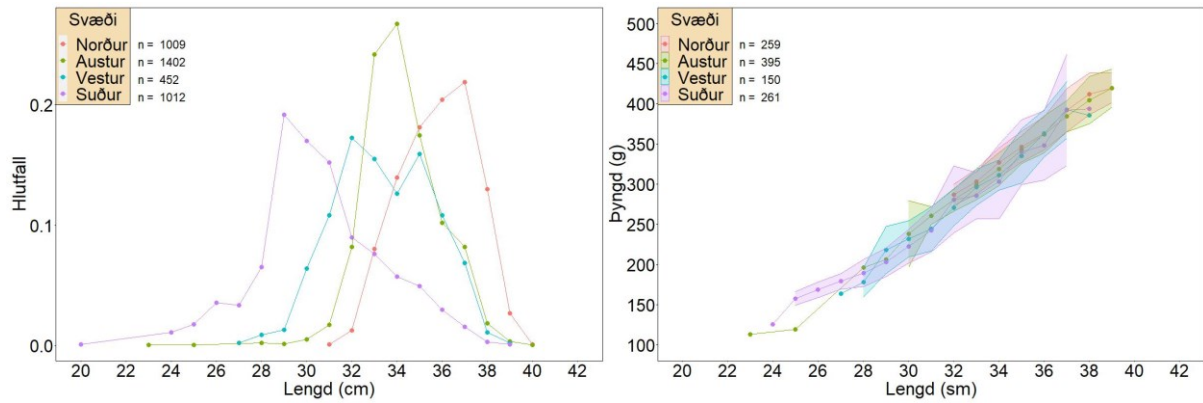
Heildarútbreiðsla og mælt magn síldar var minna sumarið 2023 samanborið við sumarið 2022. Þetta sýna niðurstöður á styrk og dreifingu bergmálgilda sem og afli í yfirborðstogum. Mat á magni síldar út frá bergmálmælingu verður ekki kynnt í þessari skýrslu og er lesendum bent á sameiginlega leiðangursskýrslu IESSNS 2023 (ICES, 2023).



5. mynd. Bergmálgildi síldar (*Clupea harengus*) (vinstri; sA-gildi rauðar og bláar súlur) og afli (hægri) á fyrirfram ákveðnum yfirborðsstöðvum, mælingar og sýnataka á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Svört x tákna engan afla. Leiðangurslínur (svartar) og dýptarlínur á 200, 500 og 1000 m (gráar).

Figure 5. Herring (*Clupea harengus*) acoustic backscatter values (left panel; sA-values red and blue bars) and herring catch (right panel) at predetermined surface trawl stations as measured on R/V Árna Friðriksson in July 2023. Black crosses represent zero catch. The survey track (black line) and depth contours at 200, 500 and 1000 m are also shown (grey lines).

Síldin var á lengdarbilinu 20 – 40 cm (6. mynd, vinstri). Breytileiki var á lengd milli svæða þar sem stærsta síldin var NSSH norður af landinu, á lengdarbilinu 31 – 40 cm og algengast lengd 34 – 38 cm. Blandaði síld var að finna austur af landinu, eða á lengdarbilinu 23 – 40 cm og algengasta lengd 33 – 35 cm. Þetta er álíka lengdardreifing og undanfarin sumur. Við þessu mátti búast þar sem stærri einstaklingar hafa meiri sundgetu og fara oft á tíðum lengri vegalengdir en þeir smærri (Slotte, 1999). Lengd ISSH var á bilinu 20 til 39 cm og algengasta lengd 29-36 cm og var síldin stærri fyrir vestan landið samanborið við fyrir sunnan. Landgrunnið suður af Íslandi er bæði hrygningarsvæði og uppeldisstöðvar ISSH og því var þar að finna bæði litla og stóra einstaklinga meðan svæðið fyrir vestan land er meira hrygningarsvæði og því mældist stærri fiskur þar. Ólíkt fyrri árum þá var meðalþyngd eftirlengd álíka á öllum fjórum svæðunum (6. mynd, hægri). Fyrri ár var meðalþyngd að öllu jöfnu hærri á svæðum með NSSH. Það skýrist af því að NSSH hrygnir snemma vors og hafði því verið við át í nokkra mánuði þegar mælingar áttu sér stað í júlí samanborið við ISSH sem var að mestu nýhrygnd og því léttari.



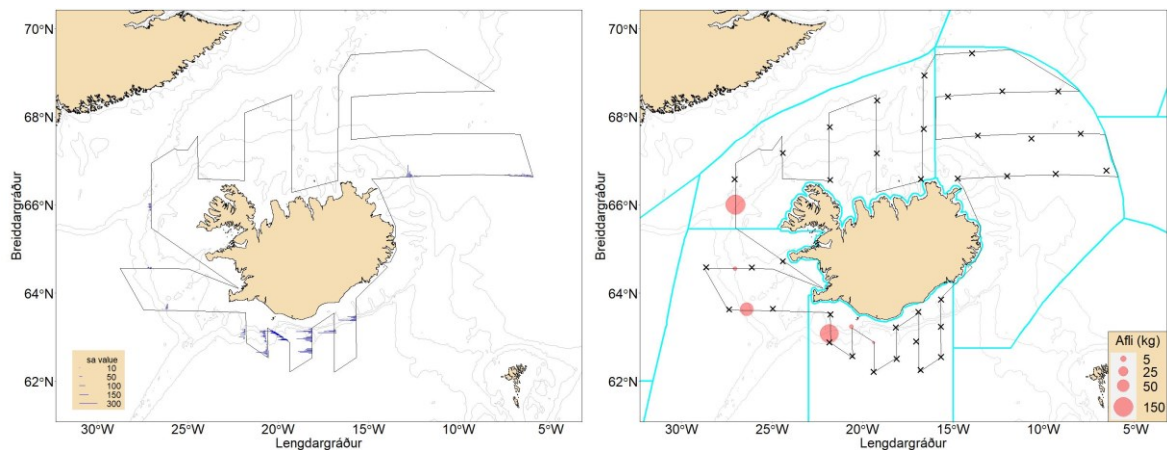
6. mynd. Hlutfall síldar (*Clupea harengus*) á 1 cm lengdabili (vinstri) og meðalþyngd eftir lengd (hægri) á hverju svæði (1. mynd) mælt á fyrirfram ákveðnum yfirborðstogstöðvum á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Skyggð svæði sýna eitt staðalfrávik frá meðaltali og n gildi sýnir fjölda mældra fiska. Að öllu jöfnu er norsk-íslenska vorgotssíldin á svæði norður og austur og íslenska sumargotssíldin á svæði suður og vestur.

Figure 6. Proportion of herring (*Clupea harengus*) at each 1 cm length bin (left) and mean weight at length (right) in each stratum (Figure 1) measured from predetermined surface trawl stations sampled by R/V Árni Friðriksson in July 2023. Shaded areas display one standard deviation around mean value and n value shows the number of fish measured. In general, NSSH is in stratum north and east, and ISSH in stratum south and west.

3.3 Kolmunni

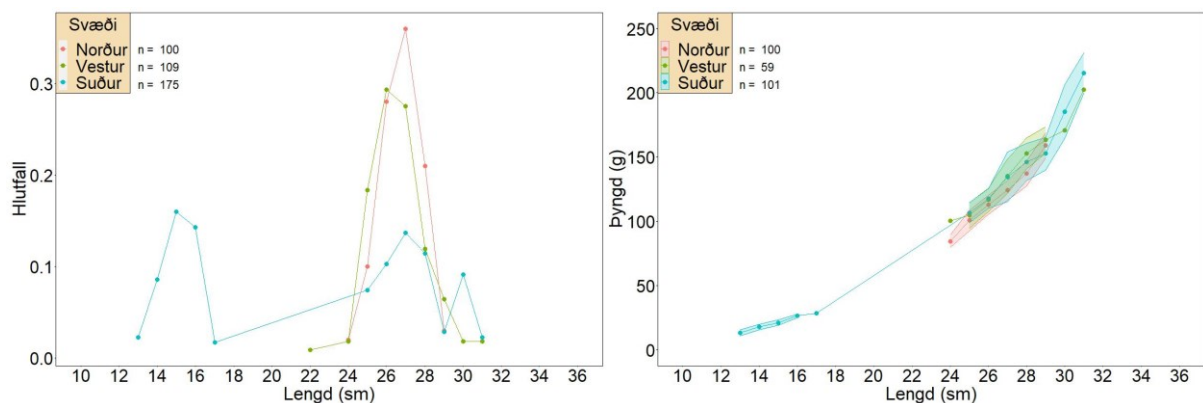
Bergmálgögn (7.mynd, vinstri) og djúptog (7.mynd, hægri) benda til þess að kolmunni hafi verið til staðar meðfram landgrunnsbrúninni suður og vestur af Íslandi, frá lengdargráðu 15 - 27°V, og einnig austur af Langanesi fyrir norðaustan landið.

Heildarlengd kolmunna í aflanum var á bilinu 13 cm til 31 cm og algengasta lengdin var á bilinu 25 - 28 cm (8. mynd, til vinstri). Þetta var mestmegnis 2-ára fiskur og úr stóra árganginum frá 2021. Því virðist þó nokkuð af stóra 2021 árganginum af kolmunna vera að alast upp við Ísland. Lengdardreifingar og samband lengdar og þyngdar var svipað milli svæða (8. mynd, til hægri).



7. mynd. Endurvarpsgildi kolmunna (*Micromesistius poutassou*) (vinstri; sA-gildi rauðar og bláar súlur) og afli kolmunna á fyrirfram ákveðnum yfirborðstogstöðvum og frá djúptogum (hægri) mælt á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. x tákna enginn afli. Leiðangurslínur (svartar) og dýptarlínur fyrir 200, 500 og 1000m (gráar).

Figure 7. Blue whiting (*Micromesistius poutassou*) acoustic backscatter values (left panel; sA-values red and blue bars) and catch at predetermined surface and deep trawl stations (right panel) as measured on R/V Árne Friðriksson in July 2023. Black crosses represent zero catch. The survey track (black line) and depth contours at 200, 500 and 1000 m are also shown.

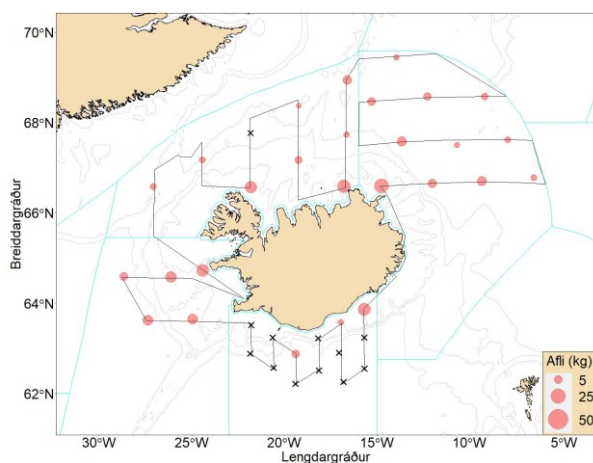


8. mynd. Hlutfall kolmunna (*Micromesistius poutassou*) eftir lengd á 1 cm lengdarbili (vinstri) og meðalþyngd eftir lengd (hægri) á hverju svæði (1. mynd) mælt á fyrirfram ákveðnum yfirborðstöðvum teknum á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Skyggð svæði sýna eitt staðalfrávik frá meðaltali.

Figure 8. Proportion of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) at each 1 cm length bin (left) and mean weight at length (right) in each strata (Figure 1) measured from pre-determined and deep trawl stations, deployed on acoustic registrations, by R/V Árni Friðriksson in July 2023. Shaded areas display one standard deviation around mean value and n value shows the number of fish measured.

3.4 Hrognkelsi

Hrognkelsi var að finna í flestum af fyrirfram ákveðnum yfirborðstogum eða 27 af 38 (9. mynd), auk í einu djúptogi sem er óvenjulegt. Heildarafli var 183 kg, afli á stöð var frá <1 kg til 23 kg og meðalaflinn á stöð var 6,7 kg. Samanborið við fyrri ár þá fengust hrognkelsi á fleiri togstöðvum í ár eða 71% af þeim samanborið við 57% sumarið 2022. Meðalafli á stöð var svipaður í ár og í fyrra.

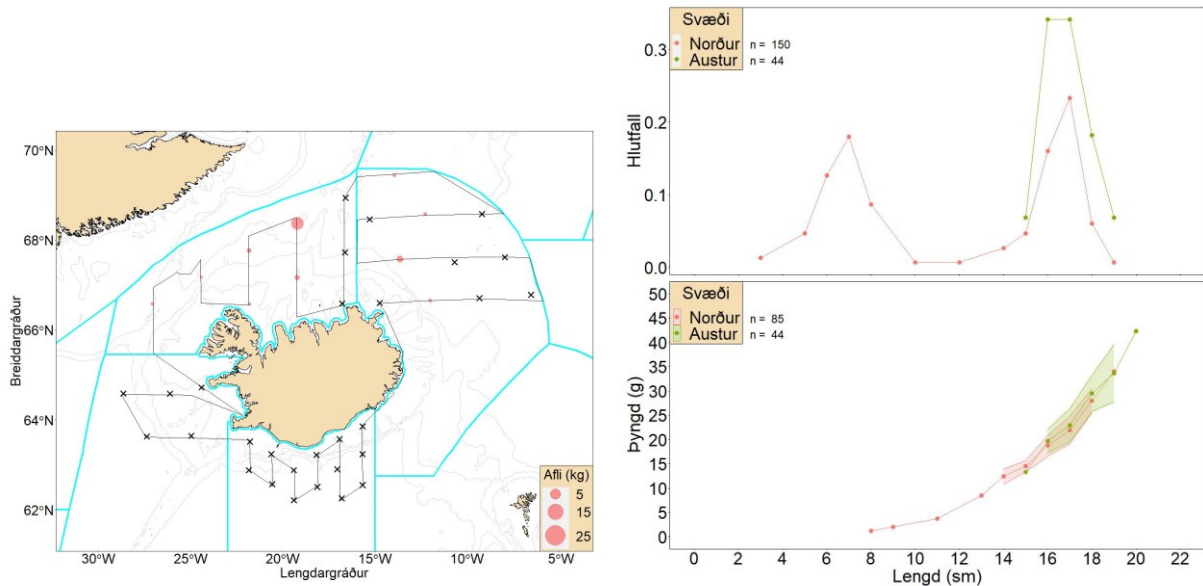


9. mynd. Afli hrognkelsa (*Cylopterus lumpus*) á fyrirfram ákveðnum yfirborðstogum tekin á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Svört x tákna engan afla. Leiðangurslínur (svartar) og dýptarlínur 200, 500 og 1000m (gráar).

Figure 9. Lumpfish (*Cylopterus lumpus*) catch at predetermined surface stations sampled by R/V Árni Friðriksson in July 2023. Crosses represent zero catch. The survey track (black line) and depth contours at 200, 500 and 1000 m are also shown (grey lines).

3.5 Loðna

Loðna fékkst í tíu af fyrirfram ákveðnu yfirborðstogunum norður og austur af landinu (10. mynd, vinstri). Lengdabil loðnu var 3 – 19 cm (10. mynd, hægri, efri). Fyrir norðan land fengust loðnulurfur, ungvíði og fullorðin loðna, lengdabil 3 – 19 cm, en fyrir austan fékkst einungis fullorðin loðna, 15 -19 cm. Þyngd eftir lengd var álíka fyrir norðan og austan landið (10. mynd, hægri, neðri). Þetta er þriðja sumarið í röð þar sem fullorðin loðna (> 13 cm) veiðist í yfirborðstogum í þessum leiðangri fyrir norðan og austan landið (Ólafsdóttir og fleiri, 2021; Ólafsdóttir and Kennedy, 2022).

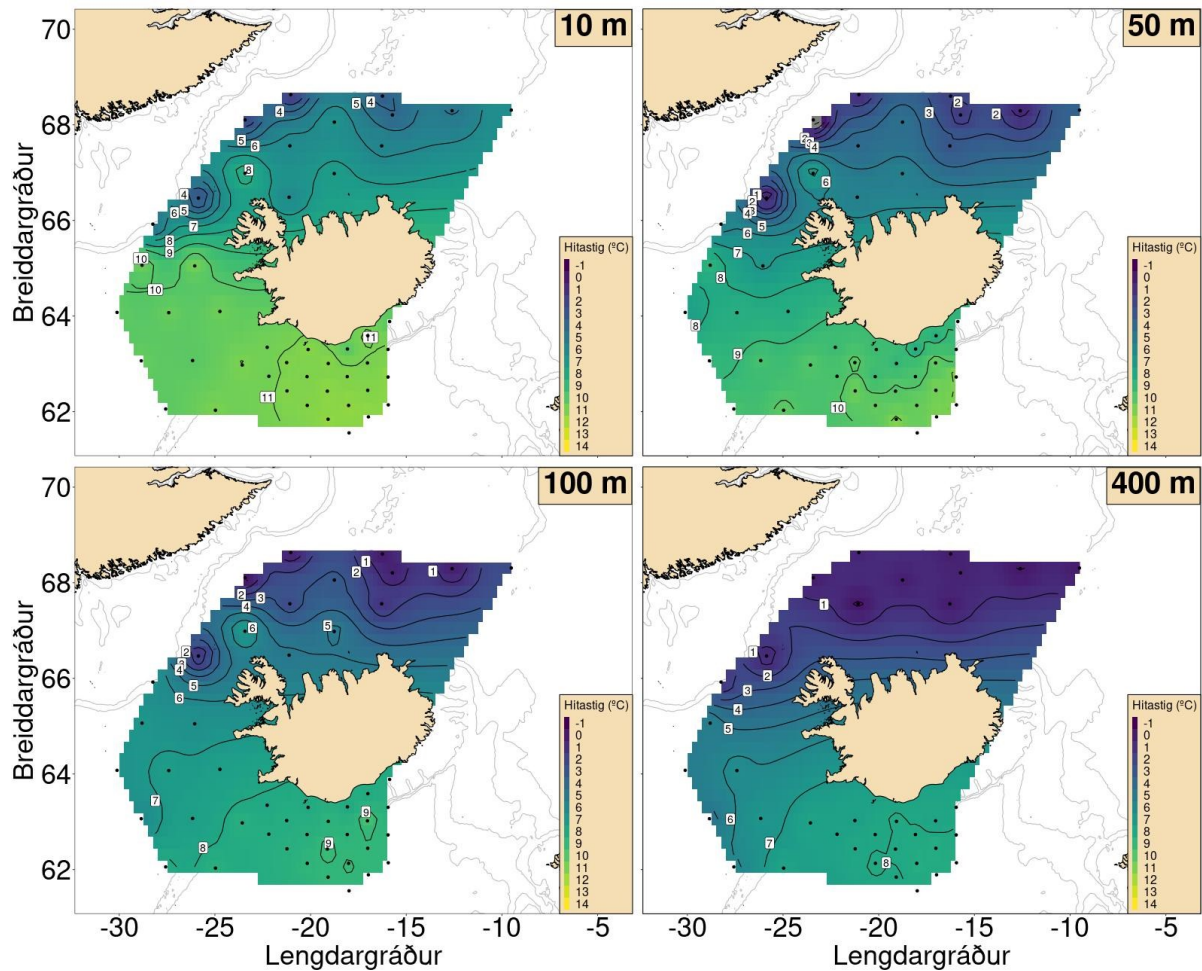


10.mynd. Afli loðnu (*Mallotus villosus*) á fyrirfram ákveðnum yfirborðsstöðvum (vinstri), tekin á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Svört x tákna engan afla. Leiðangurslínur (svartar) og dýptarlínur 200, 500 og 1000m (gráar). Hlutfall loðnu eftir lengd á 1 cm lengdabili (hægri, efri mynd) og meðalþyngd eftir lengd fyrir norðan og austan landið (hægri, neðri mynd). Skyggð svæði sýna eitt staðalfrávik frá meðaltali.

Figure 10. Capelin (*Mallotus villosus*) catch at predetermined surface stations sampled by R/V Árne Friðriksson in July 2023 (left). Crosses represent zero catch. The survey track (black line) and depth contours at 200, 500 and 1000 m are also shown (grey line). Proportion of capelin at each 1 cm length bin (right, top) and mean weight at length (right, bottom) in each strata (Figure 1). Shaded areas display one standard deviation around mean value and n value shows the number of fish measured.

3.5 Sjórannsóknir

Yfirborðshiti sjávar, á 10 m dýpi, í júlí 2023 var á bilinu 0,5 °C til 12,8 °C samkvæmt sondumælingum (11. mynd). Líkt og fyrri ár var hitinn hæstur suður af Íslandi og lægstur í Grænlandssundi. Hitastigið lækkaði með auknu dýpi úr 8,0 °C meðalhita á 10 m dýpi niður í 5,7 °C á 50 m, 5,0 °C á 100 m og 3,4 °C á 400 m.

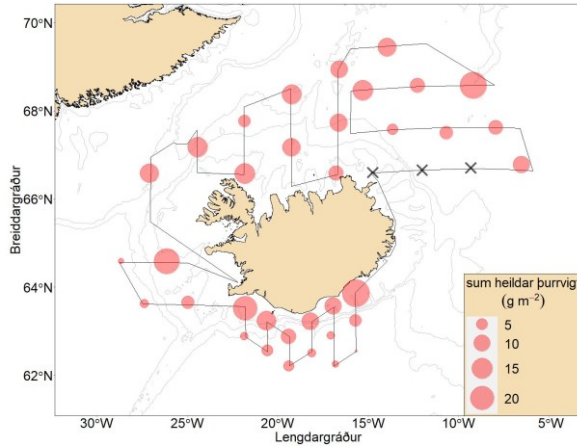


11. mynd. Hitastig á 10, 50, 100 og 400 m dýpi frá sondu (CTD) gögnum sem safnað var á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Stöðvar eru sýndar með svörtum punktum og dýptarlínur á 200, 500 og 1000 m dýpi með gráum línur. Sami hitaskali er notaður fyrir öll dýpi.

Figure 11. Sea temperature at 10 m, 50 m, 100 m, and 400 m depth using CTD data collected by R/V Árni Friðriksson in July 2023. Sampling station location are indicated with solid black circles and depth contours at 200, 500 and 1000 m with grey lines. Same temperature scale used for all panels.

3.6 Dýrasvif

Þurrvigt dýrasvifs, frá yfirborði niður á 200 m dýpi, var á bilinu $1,6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ til $27,0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ með meðalgildi $9,7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ og miðgildi $8,1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ (12. mynd). Það virðist almennt vera meiri lífmassi fyrir norðan en fyrir vestan og sunnan landið, en meiri massi þegar nær kemur landi. Minnsti lífmassinn var utan við landgrunnið suður af landinu.



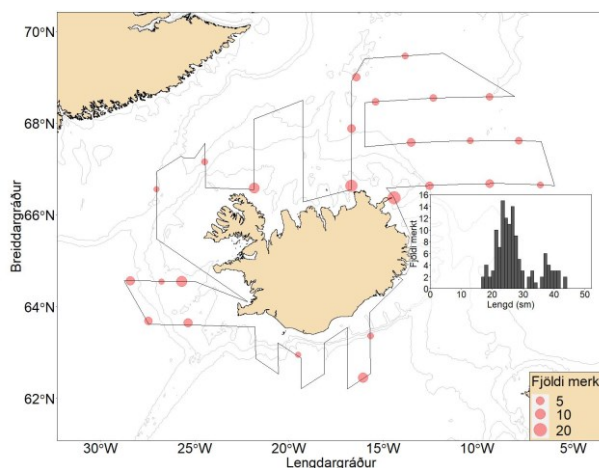
12. mynd. Þurrvigt dýrasvifs frá yfirborði niður að 200 m. Safnað á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Leiðangurslínur (svartar) og dýptarlínur við 200, 500 og 1000 m (gráar). Svört x tákna að magn dýrasvifs var ekki mælt á stöð vegna slæms veðurs.

Figure 12. Zooplankton density from surface to 200 m depth sampled by R/V Árni Friðriksson in July 2023. Survey track (black line) and depth contours displayed for 200 m, 500 m, and 1000 m (grey lines). Crosses represent stations where zooplankton density was not measured due to bad weather.

3.7 Ýmis önnur rannsóknaverkefni

3.7.1 Merkingar á lifandi hrognkelsum

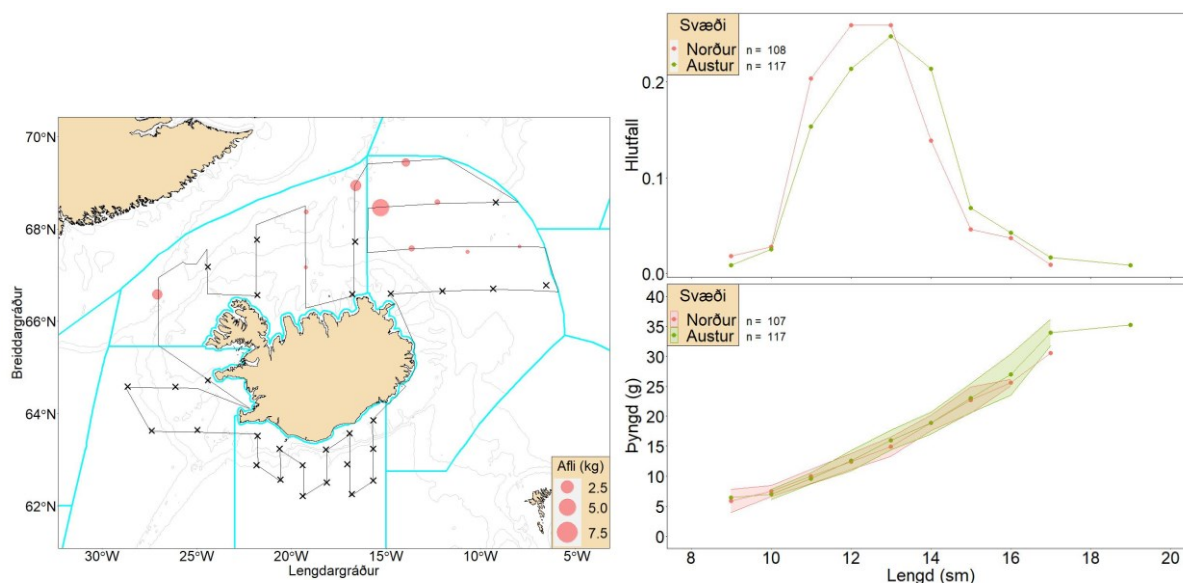
Merkt voru 118 hrognkelsi og þeim síðan sleppt, á 25 af 38 fyrirfram ákveðnum yfirborðstogstöðvum. Lengd hrognkelsanna spannaði frá 17-43 cm en meirihluti þeirra var á bilinu 21-28 cm (13. mynd). Fjöldi merktra hrognkelsa var 76% meiri en var merktur sumarið 2022.



13. mynd. Fjöldi og staðsetning hrognkelsa (*Cyclopterus lumpus*) sem voru merkt og sleppt á fyrirfram ákveðnum yfirborðstogum á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Stærð rauðu deplanna segir til um fjölda merktra hrognkelsa.

Figure 13. Numbers and location of lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) tagged and released at predetermined surface trawl stations on R/V Árni Friðriksson in July 2023. Size distribution of tagged lumpfish is shown.

3.7.2 Ískóð



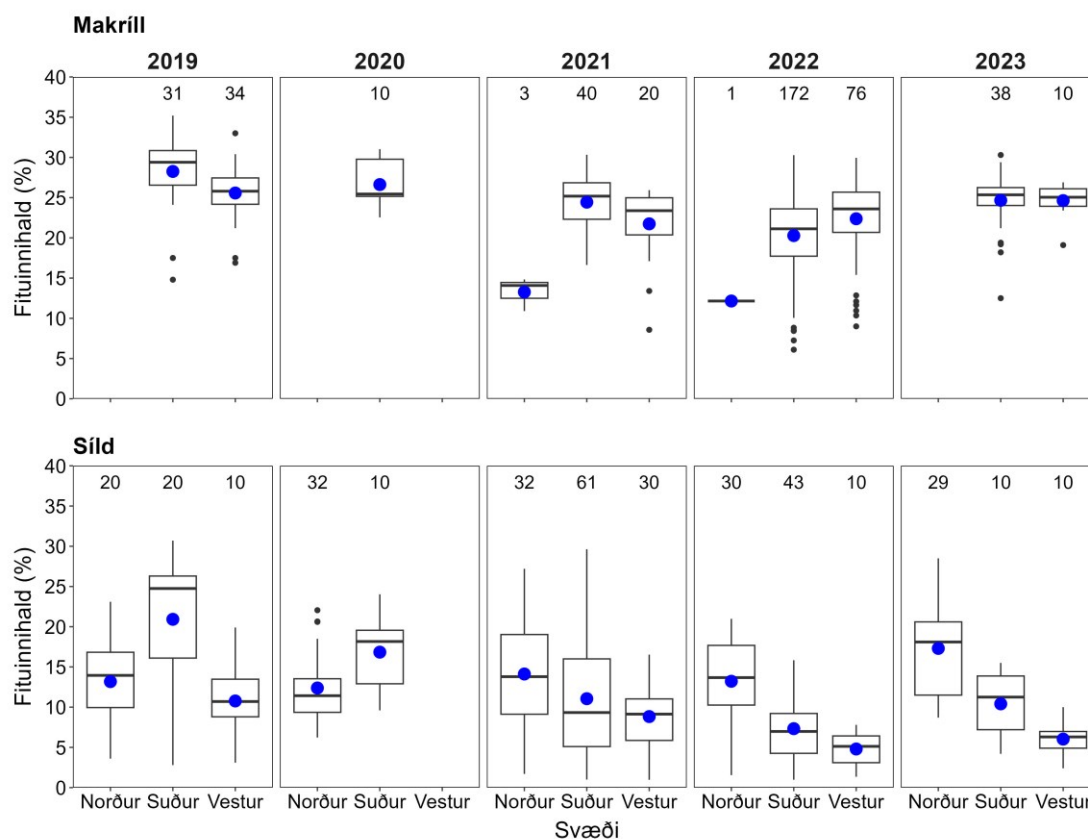
14. mynd. Afli ískóða (*Boreogadus saida*) á fyrirfram ákveðnum yfirborðsstöðvum (vinstri), tekin á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Svört x tákna engan afla. Leiðangurslínur (svartar) og dýptarlínur 200, 500 og 1000m (gráar). Hlutfall ískóða eftir lengd á 1 cm lengdarbili (hægri, efri) og meðalþyngd eftir lengd (hægri, neðri) frá fyrirfram ákveðnum yfirborðstogstöðvum RS Árna Friðrikssonar í júlí 2023 fyrir norðan og austan landið. Skyggð svæði sýna eitt staðalfrávik frá meðaltali.

Figure 14. Polar cod (*Boreogadus saida*) catch at predetermined surface stations (left) sampled by R/V Árni Friðriksson in July 2023. Crosses represent zero catch. The survey track (black line) and depth contours at 200, 500 and 1000 m are also shown (grey line). Proportion of polar cod at each 1 cm length bin (right, top) and mean weight at length (right, bottom) in each strata (Figure 1) measured from pre-determined trawl stations by R/V Árni Friðriksson in July 2023 in stratum north and stratum east. Shaded areas display one standard deviation around mean value and n value shows the number of fish measured.

Það veiddust alls 8,6 kg af ískóði á 10 fyrirfram ákveðnum togstöðvum fyrir norðan og austan landið sumarið 2023 (14. mynd, vinstri). Þetta er meira magn af ískóðum og fleiri stöðvar með ískóðum en mælst hefur áður í leiðangrinum. Heildarlengd ískóða í aflanum var á bilinu 9 - 19 cm og algengasta lengdin var á bilinu 11 - 14 cm (14. mynd, hægri, efri). Ískóð voru stærri fyrir austan landið samanborið við fyrir norðan en þyngd eftir stærð var álíka (14. mynd, hægri, neðri).

3.7.3 Fituinnihald makríls og síldar

Fituinnihald í vöðvum makríls og síldar hefur verið mælt í leiðangrinum síðan sumarið 2019 og er samantekt á niðurstöðum nú birt í fyrsta skipti í þessari skýrslu fyrir árin 2019-2023. Samantekt á fituinnihaldi fyrir hvert svæði sýnir að makrill er almennt feitari en síld (15.mynd). Makrill er álíka feitur milli ára og milli suður og vestur svæða. Fituinnihald síldar var álíka milli ára og mynstrið á milli svæða var það sama með feitustu síldina fyrir norðan, meðalfeita fyrir sunnan og horuðustu síldina fyrir vestan landið. Það er líklegt að þessi munur milli svæða sé vegna þess að fyrir norðan er norsk-íslensk vorgotssíld síld sem er hefur verið í fæðugöngu síðan mars-apríl, fyrir vestan er íslensk sumargotsíld sem er nýhryngd og horuð eftir því, og fyrir sunnan landið er blanda af feitri ókynþroska íslenskri sumargotsíld, feitri vorgotssíld síld og horaðri íslenskri hrygningarsíld. Svæðið fyrir austan landið var að stóru leyti dekkað af erlendum rannsóknarskipum undanfarin ár og því er það svæði ekki sýnt í þessum samanburði.



15. mynd. Kassarit af fituinnihald í vöðva makríls (*Scomber scombrus*; efri) og síldar (*Clupea harengus*; neðri) fyrir norðan, sunnan og vestan landið. Sýnin voru tekin í sumaruppsjávarleiðangri, um borð í RS Árna Friðrikssyni, árlega í júlí frá 2019 til 2023. Kassarit sýnir 50% af gildum (kassinn), miðgildi (lárrétt lína inn í kassa), meðaltal (blár fylltur hringur), minnsta og mesta gildi (lóðrétt lína) og útlagar (svartur fylltur hringur).

Figure 15. A box plot of herring (*Clupea harengus*; upper) and mackerel (*Scomber scombrus*; lower) muscle fat content north, south, and west of Iceland. Samples were measured during IESSNS, on R/V Árna Friðriksson, annually in July from 2019 to 2023. The box plot shows fat content range for 50 % of samples (rectangular box), median (black line within rectangular box), average (blue filled circle), range of samples (black vertical line), and outliers (black filled circle).

Þakkarorð

Við viljum þakka öllu leiðangursfólki og áhöfn á RS Árna Friðrikssyni fyrir vönduð og fagmannleg vinnubrögð við sýnasöfnun og úrvinnslu sýna og gagna fyrir hin ýmsu rannsóknaverkefni. Einnig viljum við þakka Kristínu Valsdóttur, Sigrúnu Jóhannsdóttur, Guðrúnu Finnbogadóttur, Ragnhildi Ólafsdóttur, Alice Benoit-Cattin, Magnúsi Danielsen, Hildi Pétursdóttur, Kristni Guðmundssyni og Bárði J. Grímssyni fyrir þeirra hjálp við undirbúning leiðangursins, úrvinnslu sýna, aldursákvarðanir, villuskoðun og frágangi gagna í miðlægan gagnagrunn.

Heimildaskrá

Atsthorsson, O. S., Valdimarsson, H., Gudmundsdóttir, A., and Óskarsson, G. J. (2012) *Climate related variations in the occurrence and distribution of mackerel (Scomber scombrus) in Icelandic waters*. ICES Journal of Marine Science, 69: 1289–1297.

ICES. (2015). Manual for International Pelagic Surveys (IPS). Series of ICES Survey Protocols SISP 9 – IPS. 92 pp.

ICES. (2023) *Preliminary cruise report from the International Ecosystem Summer Survey in the Nordic Seas (IESSNS) 1st July – 3rd August 2023*. Working Document to ICES Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE, No.01), ICES HQ, Copenhagen, Denmark (hybrid meeting), 23-29. August 2023. 66pp.

Ólafsdóttir, A.H., Finnbogadóttir, G., Kennedy, J., Sigurgeirsdóttir, S., og Aradóttir, S.E. (2021) *Niðurstöður uppsjávarrannsóknaleiðangurs (IESSNS) umhverfis Ísland á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2021 / Results of the Icelandic part of the International Ecosystem Summer Survey in Nordic Seas (IESSNS) in 2021 on R/V Árni Friðriksson*. Marine and Freshwater Research in Iceland. HV2022-06. ISSN 2298-9137. 32 pp.

Ólafsdóttir, A.H. and Kennedy, J. (2022) *Niðurstöður uppsjávarrannsóknaleiðangurs (IESSNS) umhverfis Ísland á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2022 / Results of the Icelandic part of the International Ecosystem Summer Survey in Nordic Seas (IESSNS) in 2022 on R/V Árni Friðriksson*. Marine and Freshwater Research in Iceland. HV2022-44. ISSN 2298-9137. 28 pp.

Ólafsdóttir, A.H., Utne, K.R., Jacobsen, J.A., Jansen, T., Óskarsson, G.J., Nøttestad, L., Elvarsson, B.P., Broms, C., and Slotte, A. (2019) *Geographical expansion of Northeast Atlantic mackerel (Scomber scombrus) in Nordic Seas from 2007 to 2016 was primarily driven by stock size and constrained by low temperatures*. Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. 159:152-168. DOI: [10.1016/j.dsr2.2018.05.023](https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2018.05.023) Slotte, A. (1999) *Effects of fish length and condition on spawning migration in Norwegian spring spawning herring (Clupea harengus L.)*. Sarsia 84(2): 111–127.

Slotte, A. (1999). *Effects of fish length and condition on spawning migration in Norwegian spring spawning herring (Clupea harengus L.)*. Sarsia 84(2): 111–127.

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

Töflur

Tafla 1. Sýnataka á fyrirfram ákveðnum yfirborðstogstöðvum eftir svæðum á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023.

Table 1. Distance between sampling stations (nautical miles) and sampling intensity of predetermined surface trawl stations per strata for RV Árna Friðriksson in July 2023.

Nafn svæðis (númer svæðis)	Stöðvarbil (sjómíllur)	Fjöldi stöðva
IS-austur (3)	65	12
IS-norður (4)	70	8
IS-vestur (5)	65	4
IS-suður (6)	40	14

Tafla 2. Fjöldi stöðva á hverju svæði á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023, ásamt viðbótarsýnatöku fyrir rannsóknaverkefni innan Hafrannsóknastofnunar. Fjöldi mældra fiska innan sviga.

Table 2. Number of stations sampled per strata during IESSNS on RV Árna Friðriksson in July 2023. Sampling for various research projects at the Marine and Freshwater Research Institute also displayed.

Tegund stöðvar	Ísland austur (svæði 3)	Ísland norður (4)	Ísland vestur (5)	Ísland suður (6)	Samtals
<i>(a) Hefðbundin IESSNS sýnataka*</i>					
Fyrirfram ákveðnar togstöðvar	12	8	4	14	38
Djúptog	0	1	3	1	5
Sonda (CTD)*	12	8	4	14	38
WP-2	9	8	4	14	35
<i>(b) Viðbótarsýnataka</i>					
Makríl, síldar og kolmunna magar og líkamsástand*	10 mak, 1 síld	1 kolm, 2 síld	2 mak, 1 síld, 2 kolm	6 mak, 3 síld, 3 kolm	18 mak, 7 síld, 6 kolm
Merkt hrognkelsi**	12 (59)	6 (40)	3(14)	2 (3)	23 (118)
Frystir miðsjávarfiskar^	0	1	2	11	14
Frystir hryggleysingar^	2	1	1	10	14
Frystur kolmunni***		1 (30)	2 (54)	1 (17)	4 (101)
Erfðasýni síld***	0	0	1 (10)	1 (20)	2
Frosin síldarhjörtu	1	0	1	0	2
Ískóð***	7 (167)	3(57)	0	0	10 (224)
Samtals	66	40	30	80	216

*Tog, sonda og WP-2 stöðvar deila sama stöðvarnúmeri í gagnagrunni.

*Næringarefna- og blaðgrænisýnum safnað á öllum sondustöðvum.

^mak = makrill, síld = síld, kolm = kolmunni. Magar frystir og líkamsástand greint og mælt eftir aðferðum í kafla 2.4.2.

**Fjöldi merktra einstaklinga í sviga.

***Fjöldi eintaka safnað í sviga.

^Fyrir H2020 verkefnið SUMMER og fyrir nánari tegundagreiningar fyrir sérfræðinga Hafrannsóknastofnunar.

Tafla 3. Lýsigögn fyrir yfirborðstog á fyrirfram ákveðnum togstöðvum á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023.

Table 3. Trawl performance at predetermined surface trawl stations during IESSNS on RV Árni Friðriksson in July 2023.

Tog lýsing	Meðaltal (lágmark – hámark / staðalfrávik)	Fjöldi stöðva í meðaltali
Lárétt hlerabil (m)	122 (110 – 130 / 4,6)	29
Lóðrétt opnun (m)	30,8 (23,2 – 37,2 / 2,9)	36
Lárétt opnun (m)*	68,4	29
Toghraði (sml)	5,1 (4,6 – 5,6 / 0,2)	38
Togstefna (gráður)**	5	38
Bakborðshleri dýpi (m)	14 (6 – 26)	32
Stjórnborðshleri dýpi (m)	14 (7 – 21)	25
Höfuðlína dýpi (m)***	0 (0 – 0 / 0)	38

*Reiknað út frá láréttu hlerabili og toghraða, sjá jöfnu í ICES (2022).

**Togstefna sett á 5 gráður af skipstjóra á meðan togi stendur. Ekki mælt með togskeynjara á meðan togi stendur.

***Höfuðlína og flot sýnilegt í yfirborði á meðan togi stendur. Ekki mælt með togskeynjara á meðan togi stendur.

Tafla 4. Heildarafli tegunda eða hæstu flokkunarlegu einingu sem fengust í Multipelt 832 flotvörpu, bæði í fyrirfram ákveðnar yfirborðsstöðvar og djúptog, á RS Árna Friðrikssyni í júlí 2023. Lykiltegundir leiðangursins eru feitiletraðar.

Table 4. Total catch for all species caught in the Multipelt 832 trawl during IESSNS on RV Árne Friðriksson in July 2023.

Tegund Íslenska	Enska	Latína	Afli (kg)		Heildarafli
			Djúptog	Yfirborðstog	
Beitusmökkur	European flying squid	<i>Todarodes sagittatus</i>	0.1	4.8	4.9
Blágóma	Northern wolffish	<i>Anarhichas denticulatus</i>		1.4	1.4
Digra geirsíli	Duckbill barracudina	<i>Magnisudis atlantica</i>	0.4		0.4
Djúpkarfi	Beaked redfish	<i>Sebastes mentella</i>	0.9		0.9
Fenrilsaxsild	Jewel lanternfish	<i>Lampanyctus crocodilus</i>	0.1		0.1
Grænlandsnaggur	Greenland argentine	<i>Nansenia groenlandica</i>	< 0.1		< 0.1
Gullkarfi	Golden redfish	<i>Sebastes marinus</i>	17.6	2.9	20.6
Hrognkelsi	Lumpfish	<i>Cyclopterus lumpus</i>	0.8	182.0	182.8
Ísalsaxsild	Glacier lantern fish	<i>Benthoosema glaciale</i>	0.7	< 0.1	0.7
Ískóð	Polar cod	<i>Boreogadus saida</i>		8.6	8.6
Kolmunni	Blue whiting	<i>Micromesistius poutassou</i>	357.1	1.5	358.6
Krókasmökkur	Armhook Squid	<i>Gonatus fabricii</i>		< 0.1	< 0.1
Langalaxsild	sem Patchwork lampfishes	<i>Notoscopelus kroyeri</i>	14.3	< 0.1	14.3
Litla geirsíli	White barracudina	<i>Arctozenus risso</i>	0.2		0.2
Loðna	Capelin	<i>Mallotus villosus</i>		9.5	9.5
Lýsa	Whiting	<i>Merlangius merlangus</i>		0.7	0.7
Makríll	Atlantic mackerel	<i>Scomber scombrus</i>		6814.1	6814.1
Marglytta	Jellyfish.	<i>Scyphozoa</i>	103.0	12.7	115.7
Marsnákur	Boa dragonfish	<i>Stomias boa</i>	0.1		0.1
Norræna gulldepla	Muller's pearlside	<i>Maurolicus muelleri</i>	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Norræni silfurfiskur	Silvery hatchetfish	<i>Argyropelecus olfersii</i>	< 0.1		< 0.1
Punktalaxsild	Spotted lanternfish	<i>Myctophum punctatum</i>	0.1		0.1
Rauða sævesla	Silver rockling	<i>Gaidropsarus argentatus</i>		< 0.1	< 0.1
Sandsíli	Sand eel	<i>Ammodytes marinus</i>		< 0.1	< 0.1
Síld	Herring	<i>Clupea harengus</i>		34007.4	34007.4
Skötuselur	Monkfish	<i>Lophius piscatorius</i>		0.1	0.1
Stóra geirsíli	Sharpchin barracudina	<i>Paralepis coregonoides</i>	0.3	10.9	11.2
Svarthveðnir	Black ruff	<i>Centrolophus niger</i>		27.6	27.6
Urrari	Grey gurnard	<i>Eutrigla gurnardus</i>		1.7	1.7
Ýsa	Haddock	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	< 0.1	4.1	4.1
Heildarafli			495.7	41090.1	41585.8

Viðauki

Viðauki 1. Þátttakendur í sumaruppsjávarleiðangrinum IESSNS um borð í RS Árna Friðrikssyni 3–21.júlí 2023 og hlutverk þeirra í leiðangrinum.

3. – 21. júlí

Anna Heiða Ólafsdóttir, leiðangursstjóri og bergmálmælingar

Gunnhildur Vigdís Bogadóttir, sýnavinnsla og áta

James Kennedy, sýnavinnsla og áta

Sólrún Sigurgeirsdóttir, sýnavinnsla og áta

Svandís Eva Aradóttir, sýnavinnsla og áta

Thassya Christina dos Santos Schmidt, bergmálmælingar

Skípstjóri:

Heimír Örn Hafsteinsson

Gestur:

Tiphaine Chouvelon, vísindamaður frá Ifremer, Frakklandi
