



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Rannsóknir á kúfiskel á Norðvestur-, Norður- og Austurlandi í janúar til júní 1994; Útbreiðsla, þéttleiki, stofnmat, stærðarsamsetning, kynþroski, aldur og vöxtur

Guðrún G. Þórarinsdóttir

Rannsóknir á kúfshel á Norðvestur-, Norður- og
Austurlandi í janúar til júní 1994; Útbreiðsla,
þéttleiki, stofnmat, stærðarsamsetning, kynþroski,
aldur og vöxtur

Guðrún G. Þórarinsdóttir

Upplýsingablað

Titill: Rannsóknir á kúfiskel á Norðvestur-, Norður- og Austurlandi í janúar til júní 1994; Útbreiðsla, þéttleiki, stofnmat, stærðarsamsetning, kynþroski, aldur og vöxtur		
Höfundur: Guðrún G. Þórarinsdóttir		
Skýrsla nr: HV 2018-50	Verkefnisstjóri: Guðrún G. Þórarinsdóttir	Verknúmer: 9283
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 51	Útgáfudagur: 7. desember 2018
Unnið fyrir: Hafrannsóknastofnun	Dreifing: Opin	Yfirfarið af: Ingibjörg Jónsdóttir
Ágrip Farinn var rannsóknarleiðangur í janúar-júní 1994 til könnunar á útbreiðslu og stofnstærð og kúfiskelja frá Patreksfirði norður fyrir land að Álftafirði. Til rannsókna var notaður vatnsprýstiplógur. Stofninn við Norðvesturland (Patreksfjörður – Húnaflói) var áætlaður rúmlega 120.000 tonn og við Norður- og Austurland (Skjálfandi – Álftafjörður) 188.000 tonn. Þéttleiki skeljanna var mikill á tiltölulega litlum svæðum nálægt landi, að meðaltali 3,0 kg m² og 3,4 kg m² Norðvestan og Norðan- og Austanlands. Rannsóknir á stærðarsamsetningu skelja í stofni og kjötinnihaldi þeirra fóru einnig fram. Stærðardreifing skeljanna var svipuð fyrir bæði rannsóknarsvæðin þar sem fáar litlar og mjög stórar skeljar fundust en lang flestar skeljanna voru 70 – 85 mm að lengd sem gæti orsakast af stærðarvali vatnsprýstiplógsins og/eða vegna lítillar nýliðunar. Kjötinnihald skeljanna var tiltölulega hátt, hæst í 50 – 55 mm lengdarhópnum á báðum rannsóknarsvæðum. Rannsóknir á kynþroska miðað við aldur og stærð fóru fram á Norðvesturlandi í febrúar. Vefjasýni úr 206 einstaklingum voru skoðuð þar sem fram kom að 6 skeljar voru ókynþroska, 17 millþroska og 183 fullþroska. Mikill breytileiki var í aldri miðað við stærð og einnig í kynþroska miðað við aldur og stærð. Millþroska skeljar voru 7-32 ára gamlar, 24 – 60 mm að lengd. Yngsta fullþroska karldýr var 36 mm og 10 ára en yngsta kvendýrið 44 mm og 13 ára. Að meðaltali urðu karldýr kynþroska minni og yngri en kvendýrin. Kynjahlutfall var breytilegt eftir stærð dýra þar sem fleiri karldýr voru í minni hópnum. Að meðaltali fyrir allar stærðarhópa var hlutfallið KK:KVK 0,8:1,0. Tekin voru sýni til aldursgreininga og vaxtarannsóknar (n=214). Skeljarnar voru 31 – 101 mm að lengd og reyndust vera 7 – 202 ára gamlar. Vöxturinn var hraður fyrstu 20 árin, tuttugu ára skeljar voru að meðaltali 63 mm að lengd, en síðan dró úr vextinum. „Maximum asymptotic“ lengd var náð við u.þ.b. 70 ára aldur. Karldýr uxu hraðar en kvendýr en kvendýrin náðu hærri aldri og stærð. Abstract <i>A hydraulic dredge survey was conducted during January-June 1994 in north-west, north and east Iceland to provide the first assessment of ocean quahog resources in these areas. Ocean quahogs were found in significant concentrations and high density, with a biomass (live weight)</i>		

of 120.000 tonnes North-west of Iceland and 188.000 tonnes in north and east of Iceland. The average density in the areas was 3.0 kg m² and 3.4 kg m², respectively. Information on population structure and meat yield were also provided. The population in both areas was characterized by unimodal size distribution where most of the individuals were 70-85 mm in length and very few < 50 mm. This size distribution may be due to size selection of the dredge and/or little recruitment in the stock. The mean quahog meat yield was 30.4 og 31.9% in northwestern and north- and east areas, respectively, and highest in the 50-55 mm size class in both areas. Ocean quahogs were collected from the north-west area in February for determination of development stages relative to size, age and sex. A microscopic examination of 206 individuals (31-70 mm) showed that 6 were undifferentiated, 17 intermediate and 183 fully mature. In the intermediate stage the age ranged from 7-32 years and the individuals were 24-60 mm in length. Males became mature younger and smaller than females. The youngest fully mature male was 10 years old and 36 mm but the youngest fully mature female 13 years old and 44 mm. The male to female ratio varied between size classes with males dominating in the smallest size classes, which may be related to earlier development of germinal cells. The mean ratio for all size classes was 0.8:1.0. Specimens (n=214) were sampled to study age structure and growth. The individuals ranged from 31-101 mm in shell length and from 7-202 years of age. The growth was relatively fast the first twenty years, shell length reaching 63 mm at the age of twenty but gradually declining after that. Maximum asymptotic length 90 mm was reached at the age of seventy. Males were growing relatively faster than females but females attained the highest age and size.

Lykilorð: *Arctica islandica*, kúfiskel, stofnstærðarmat, útbreiðsla stærðarsamsetning, kynþroski, aldur, vöxtur

Undirskrift verkefnisstjóra:



Undirskrift forstöðumanns sviðs:



Efnisyfirlit

1. Inngangur	1
2. Aðferðir og niðurstöður	4
2.1. Rannsóknarsvæðið og aðferðir	4
2.2. Stofnstærð	7
2.2.1. Niðurstöður; Norðvesturland	7
2.2.2. Niðurstöður; Norður- og Austurland	9
2.3. Stærðarsamsetning og kjötinnihald skelja	10
2.3.1. Niðurstöður; Norðvesturland	10
2.3.2. Niðurstöður; Norður- og Austurland	13
2.4. Kynþroski, kynjahlutfall, aldur og vöxtur	16
2.4.1 Niðurstöður; Norðvesturland	16
3. Umræða	22
3.1. Þéttleiki skelja og stofnstærð	22
3.2. Stærð og kjötinnihald skelja	23
3.3. Kynþroski, kynjahlutfall og aldur	26
4. Þakkir	28
5. Heimildir	28

Töflur

Tafla 1. Þéttleiki og stofnstærð kúfiskelja við Norðvesturland.

Tafla 2. Þéttleiki og stofnstærð kúfiskelja við Norður- og Austurland.

Tafla 3. Meðallengd, staðalfrávik (SD), lengdardreifing, meðalþyngd, staðalfrávik (SD), þyngdardreifing og kjötinnihald kúfiskelja við Norðvesturland.

Tafla 4. Meðallengd, staðalfrávik (SD), lengdardreifing, meðalþyngd, staðalfrávik (SD), þyngdardreifing og kjötinnihald kúfiskelja á Norður- og Austurlandi.

Tafla 5. Kynþroskastig kúfiskelja miðað við stærð, aldur og kynferði.

Tafla 6. Hlutfall kynja kúfiskelja miðað við skel lengd.

Myndir

1. mynd. Kúfskeljar mismunandi að lit. *Ljósmynd/Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.*
2. mynd. Öndunarop kúfskelja sjáanleg í sandbotni. *Ljósmynd/Photo: Stefán Ragnarsson.*
3. mynd. Innmatur í kúfskel t.v. og lifandi kúfskel t.h. *Ljósmynd/Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.*
4. mynd. Lítill tannplógur til kúfskelveiða *Ljósmynd/Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.*
5. mynd. Lífþyngd og staðsetning rannsóknarstöðva á 7 rannsóknarsvæðum við Norðvesturland..
6. mynd. Lífþyngd (kg/m^2) og staðsetning rannsóknarstöðva á 11 rannsóknarsvæðum við Norður- og Austurland.
7. mynd. Kúfskelveiðiskipið Æsa, 1784.
8. mynd. Vatnsþrýstiplógur. *Ljósmynd/Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.*
9. mynd. Samband skellengdar og skelhæðar hjá kúfskel á Norðvesturlandi.
10. mynd. Lengdar-þyngdarsamband kúfskelja á Norðvesturlandi.
11. mynd. Lengdardreifing (%) kúfskelja í 5 mm stærðarflokkum á sjö svæðum á Norðvesturlandi.
12. mynd. Kjötinnihald (%) kúfskelja í 5 mm stærðarflokkum á sjö svæðum á Norðvesturlandi.
13. mynd. Lengdardreifingar (%) kúfskelja í 5 mm stærðarflokkum á ellefu svæðum á Norður- og Austurlandi.
14. mynd. Kjötinnihald kúfskelja (%) í 5 mm stærðarflokkum á ellefu svæðum á Norður- og Austurlandi.
15. mynd. *Malacobdella spp.* Ljósmynd/Google.
16. mynd. Söfnunarstaðir fyrir rannsóknir á stærð, aldri og kynþroska kúfskelja á Norðvesturlandi.
17. mynd. Vefjasýni úr kynkirtlum kúfskelja á mismunandi þroskastigum á Norðvesturlandi. A) Ókynþroska dýr, mikill bindivefur. B) Milliproska karldýr, hér sjást fyrstu merki um kynþroska. C) Milliproska kvendýr, litlir sekkir, töluverður bindivefur. D) Fullþroska karldýr, stórir sekkir, engin bindivefur. E) Fullþroska kvendýr, sekkir fullir af fullþroska eggjum.
18. mynd. Til aldursgreininga hefur kúfskel verið söguð í gegnum hjör. - *Ljósmynd/Photo: Tom Brey.*
19. mynd. Aldurslínur í hjör hjá fimm ára kúfskel t.v. og á skel t.h. - *Ljósmynd/Photo: Tom Brey.*
20. mynd. Vaxtarkúrfa; skellengd og aldur kúfskelja á Norðvesturlandi ($n=214$).
21. mynd. Skellengd og aldur kynþroskagreindra kúfskelja á Norðvesturlandi ($n=119$).
22. mynd. Lengdardreifing kúfskelja við Norðvesturland og Norður-og Austurland.
23. mynd. Kjötinnihald kúfskelja við Norðvesturland og Norður-og Austurland.

1. Inngangur

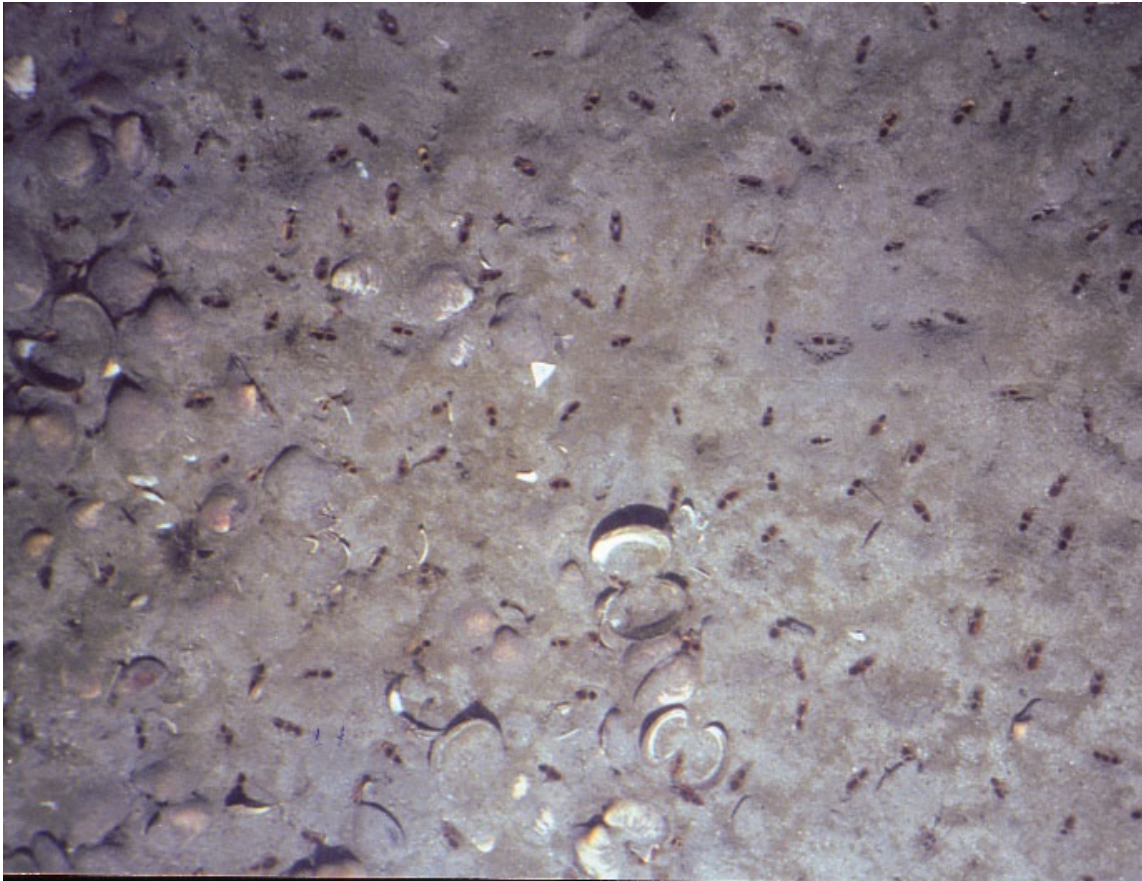
Kúfskelin (*Arctica islandica*), sem er eina tegund sinnar ættkvíslar, er norðlæg og finnst á landgrunninu beggja vegna í N-Atlantshafi. Við Ameríku er útbreiðslan frá Nýfundnalandi allt suður undir Hatterashöfða. Tegundin er mjög algeng við Massachusetts, Rhode Island, New Jersey og allt suður til Virginíu, einkum á –25-80 metra dýpi (Morton 2011). Í Evrópu er kúfskel algeng við Færeyjar, Hjaltlandseyjar, Bretland og allt frá Hvítahafi suður til Spánar (Merill og Ropes 1969). Kúfskel finnst nánast allt í kringum Ísland og er algeng á 0 – 100 metra dýpi (Ingimar Óskarsson 1982) en hefur fundist allt niður á 1406 m (Botndýragrunnur 2018).

Kúfskelin er stórvaxin tegund, getur náð allt að 120 mm lengd. Skeljarnar eru allkúptar og eilítið ílangar, ljósbrúnar í fyrstu en verða grámóleitar eða svartar með aldrinum (Ingimar Óskarsson 1982) (1. mynd). Skelin heldur sig aðallega á sendnum leirbotni, sandbotni eða skeljasandsbotni þar sem hún grefur sig niður í botninn og aðeins öndunarop eru sjáanleg í botninum (2. mynd). Kúfskel nær háum aldri og hefur elsta skel verið greind 507 ára (Butler o.fl. 2013). Vöxtur skeljanna er hægur og nýliðun lítil sem er einkennandi fyrir dýr er ná svo háum aldri. Aldur skeljanna má ákvarða af vaxtarlínunum í skelinni en ein lína myndast við hvert ár.



1. mynd. Kúfskeljar mismunandi að lit. Ljósmynd./Photo: Sigurgeir Sigurjónsson.

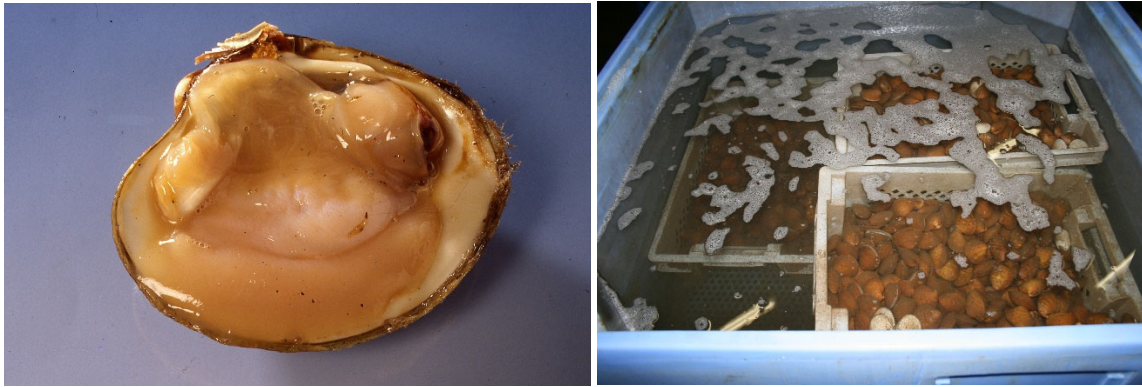
Figure 1. Ocean quahogs in different colours.



2. mynd. Öndunarop kúfskelja sjáanleg í sandbotni. *Ljósmynd: Stefán Ragnarsson.*

Figure 2. Siphon openings of ocean quahogs in sandy bottom.

Frá því um aldamótin 1900 hefur kúfskel verið veidd all víða hér við land og aðallega til beitu. Þessar beituveiðar náðu hámarki á árunum 1920-1945, en hafa verið óreglugar síðan. Í Ferðabók Eggerts og Bjarna (1943) er þess getið að kúfskel hafi verið notuð til manneldis hér á landi. Tilraunaveiðar og útflutningur voru stundaðar stopult frá árinu 1945 er fryst skel var send nokkrum sinnum til Bandaríkjanna til hugsanlegra vinnslu. Ekki kom til varanlegra samninga fyrr en árið 1987 er veiðar með vatnsprýstiplógi hófust á Vestfjörðum og stóðu yfir í 2 ár. Árið 1995 hófust veiðar að nýju og náðu hámarki árið 2003 (14.500 t), fóru síðan minnkandi þar til árið 2010 að þær stöðvuðust alveg vegna markaðsaðstæðna. Síðan þá hefur kúfskel aðeins lítillega verið veidd til beitu (Anon 2012). Aðeins innmatur skeljanna hefur verið nýttur (3. mynd) og var öll framleiðslan var seld frosin til Bandaríkjanna sem hráefni í súpur og sósur. Tilraunir hafa verið gerðar með útflutning á lifandi ungskel (Machony skel) (3. mynd) til Belgíu en það hefur ekki skilað tilskildum árangri. Ungskelja- og beituveiðar hafa verið stundaðar með litlum tannplógi (4. mynd) en veiðihæfni hans og stærðarval er ólíkt vatnsprýstiplógsins, þar sem hann veiðir mun smærri skeljar (Guðrún G. Þórarinsdóttir 2014).



3. mynd. Innmatur í kúfiskel t.v. og lifandi kúfiskel t.h. *Ljósmynd./Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.*

Figure 3. Ocean quahog meat on the left and live ocean quahog on the right.



4. mynd. Lítil tannplógur til kúfiskelveiða. *Ljósmynd./Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.*

Figure 4. Small dry-dredge used in ocean quahog fishery.

Við Austurströnd Bandaríkjanna hefur kúfiskel verið lítillega veidd frá árinu 1944, jókst mikið til 1976 er aflinn var 20.000 tonn. Síðan um aldamót hefur aflinn verið nokkuð stöðugur rúmlega 100.000 tonn og var árið 2016 landað 115.000 tonnum (FAO 2016). Aðalveiðisvæðin eru á 20-80 m dýpi en skelin finnst þarna niður á 400 m (Report 2018).

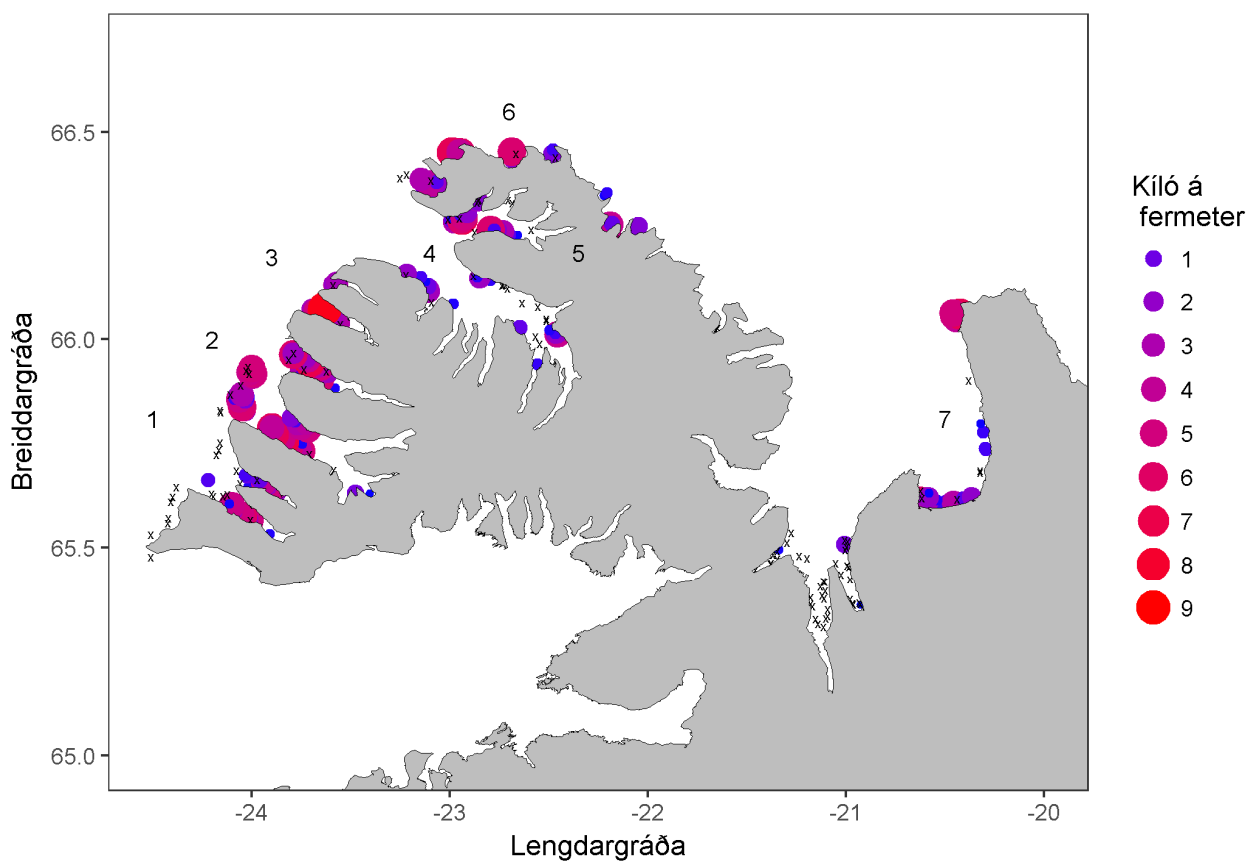
Rannsóknir á kúfiskel hér við land hófust árið 1964 er Unnur Skúladóttir (1967) athugaði efnainnihald kúfiskelja á mismunandi árstímum. Árið 1975 voru farnir 2 leiðangrar á r/s Dröfn í Faxaflóa og Austfirði og var þá notast við skelplóg af gamalli gerð sem á

reyndust ýmsir annmarkar. Rannsóknir á kúfiskel lágu síðan niðri í rúman áratug eða þar til árið 1987 að rannsóknir á útbreiðslu, stofnstærð og stærðarsamsetningu kúfiskeljastofnsins í Breiðafirði, Faxaflóa og við Suðausturland fóru fram (Hrafnkell Eiríksson 1988). Árið 1994 hófust kúfiskeljarannsóknir við Ísland að nýju. Í janúar til mars var könnuð stofnstærð, stærðarsamsetning í stofni, kynproski, aldur og vöxtur kúfiskelja við Norðvesturland (Patreksfjörður – Húnaflói), og maí til júní stofnstærð og stærðarsamsetning í stofni fyrir Norður- og Austurlandi (Skagafjörður-Álftafjörður). Niðurstöðum þessara rannsókna eru gerð skil í núverandi skýrslu.

2. Aðferðir og niðurstöður

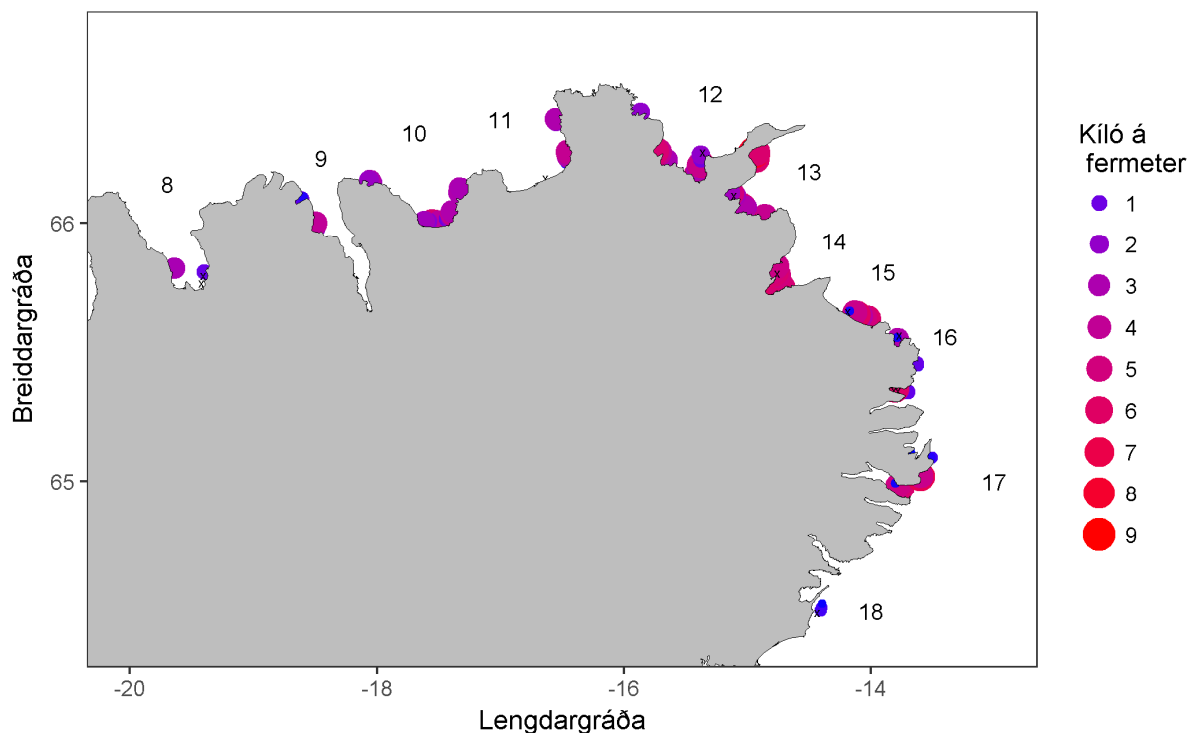
2.1. Rannsóknarsvæðið og aðferðir

Farinn var rannsóknaleiðangur 15. janúar - 8. mars 1994 á vegum Hafrannsóknastofnunar til að kanna útbreiðslu, stofnstærð, stærðarsamsetningu (stærð skelja (lengd og vigt), lengdardreifing, og ástand (kjötinnihald, kynproski, kynjahlutfall) kúfiskeljastofnsins við Norðvesturland frá Tálknafirði norður fyrir að Rífsnesi við Húnaflóa, á 5- 50 m dýpi. Rannsóknarsvæðinu var skipt í 7 svæði (1-7) (5. mynd). Rannsóknnum var haldið áfram 26. maí til 21. júní sama ár til könnunar á útbreiðslu, stofnstærð og ástandi (stærð skelja (lengd/vigt), lengdardreifing, kjötinnihald) kúfiskeljastofnsins við Norður- og Austurland frá Skagafirði að Álftafirði. Rannsóknarsvæðinu var skipt í 11 svæði (8-18) (6. mynd).



5. mynd. Lífþyngd (kg/m^2) og staðsetning rannsóknarstöðva á 7 rannsóknarsvæðum við Norðvesturland.

Figure 5. Biomass (kg/m^2) and locations of sampling sites for *Arctica islandica* in north-western Iceland.



6. mynd. Lífþyngd (kg/m^2) og staðsetning rannsóknarstöðva á 11 rannsóknarsvæðum við Norður- og Austurland.

Figure 6. Biomass (kg/m^2) and locations of sampling sites for *Arctica islandica* in north and east Iceland.

Til rannsókna var kúffiskveiðiskipið Æsa í eigu Vestfirskis Skelfisks HF á Flateyri, leigt með allri áhöfn (7. mynd). Skipið var útbúið vatnsprýstiplógi þeim sem notaður var við stofnmat á kúfiskel árið 1987 um borð í m/s Önnu (Hrafnkell Eiríksson 1988) (8. mynd). Lengd plógsins, hæð og breidd var 5,86, 1,03 og 2,29 m og plógblaðið var 1,52 m að breidd.



7. mynd. Kúfskelkveiðiskipið Æsa, 1784. Ljósm./Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.

Figure 7. The ocean quahog fishing boat, Æsa, 1784.



8. mynd. Vatnsþrýstiplógur. Ljósm./Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.

Figure 8. The hydraulic dredge.



2.2. Stofnstærð

Til rannsókna á útbreiðslu, þéttleika og stofnstærð kúfiskelja var togað í 5 mínútur í senn með áður nefndum plógi (1,52 m að breidd) og var toghraðinn 1,2 sjómílur. Það flatarmál sem plógurinn fór yfir hverju sinni var reiknað út og aflinn í toginu vigtaður.

Af handahófi var úrtak tekið úr aflanum þar sem skeljarnar voru taldar og vegnar og út frá því reiknaður þéttleiki skelja, fjöldi/m² og kg/m² á svæðinu. Stærð veiðanlegs stofns var síðan reiknuð út frá heildarflatarmáli hvers undirsvæðis. Þar sem veiðihæfni vatnsprýstiplógsins var óþekkt var notaður veiðistuðull 0,9 við mat á stofnstærðinni það er:

$$\text{veiðistofn} = \text{meðalafli (kg/m}^2\text{)} \times 1,0/0,9 \times \text{flatarmál svæðisins.}$$

2.2.1. Niðurstöður; Norðvesturland

Togað var á 7 svæðum (1-7) sem innihéldu 26 undirsvæði og 258 stöðvar (5. mynd og 5 a-g. mynd í viðauka) á 5-50 m dýpi og fannst kúfiskel í 83% tilfella (Tafla 1). Auk ofangreindra sjö undirsvæða var innanverður Húnaflói (Hrútafjörður, Miðfjörður og Bitrufjörður) einnig kannaður (svæði 7) en þar fannst engin skel og var hann því útilokaður frá rannsókninni (5 h. mynd í viðauka).

Þéttleiki skelja (lífþyngd) var mismikill á milli svæða, en í einstaka togi var hann mestur í sunnanverðum Arnarfirði, 8,6 kg/m² eða 82 skeljar/m², hér var meðalþéttleikinn einnig nokkuð hár, 4,5 kg/m². Meðalþéttleiki á undirsvæði var mestur við Rífsnes í Húnaflóa, 7,5 kg/m² eða 67 skeljar/m². Svæðið mældist 3,4 km², sem gefur stofnstærðina 22.814 tonn sem er sú mesta á undirsvæði. Bestu samfelldu veiðisvæðin reyndust vera í Húnaflóa, Önundarfirði og í Hlöðuvík/Hælavík, en þar var stærsta samfellda veiðisvæðið. Á hverju þessara undirsvæða mældist stofnstærð > 18.000 tonn. Að meðaltali á öllum svæðum, var þéttleikinn 3 kg/m² og skeljarnar 126,3 gr að þyngd (Tafla 2), sem gefur 23 skeljar/m². Heildarflatarmál veiðisvæðanna var samtals 40,8 km² og heildarstofnstærð kúfiskelja á öllu svæðinu (Norðvesturland) 124.056 tonn (Tafla 1).

Tafla 1. Þéttleiki og stofnstærð kúfiskelja við Norðvesturland.

Table 1. Abundance and stock size of ocean quahog off north-western Iceland.

Svæði	Undirsvæði	Fjöldi	Fjöldi	Þéttleiki kg/m ²	Meðalþétt.	Flatarmál	Stofnst.	Stofnstærð
		toga	0 toga	max og min	kg/m ²	km ²	tonn	alls
1	Patreksfjörður	19	5	0,0-7,1	2,6	0,56	1602	4836
	Tálknafjörður	22	1	0.0-5.0	2,1	1,4	3234	
2	Arnarfj norður	7	0	0,5-4,3	3,3	0,27	980	20945
	Arnarfj suður	19	2	0,0-8,6	4,5	0,7	3465	
	Úti f. Arnarf	11	5	0,0-6,0	2,0	4,1	9020	
	Úti f. Kóp	13	3	0,0-6,5	2,0	3,4	7480	
3	Súgandafjörður	6	1	0,0-4,5	2,1	0,8	1848	26826
	Önundarfjörður	14	1	0,0-6,6	3,9	4,4	18876	
	Dýrafj norður	24	2	0,0-8,1	3,1	1,62	5524	
	Dýrafj suður	16	1	0,0-6,8	2,1	0,25	578	
4	Bolungarvík	5	2	0,0-2,3	0,6	0,07	46	1848
	Hnífsdalur	6	0	0,9-4,1	2,4	0,39	1030	
	Strandseljavík	3	1	0,0-1,0	0,4	0,1	44	
	Melgraseyri	10	1	0,0-2,6	1,1	0,6	726	
5	Hesteyrarfj	8	3	0,0-3,2	1,0	0,25	275	4367
	Slétta	18	4	0,0-8,1	2,4	0,9	2376	
	Staðareyri	6	0	0,5-7,2	2,6	0,6	1716	
6	Reykjafjörður	3	0	1,3-1,7	1,5	0,25	413	34832
	Furufjörður	5	0	0,2-5,4	3,1	1,1	3751	
	Hornvík	4	1	0,0-1,8	0,9	0,1	99	
	Hlöðuv/Hælavík	4	0	2,3-6,0	2,9	6,9	22011	
	Fljótavík	5	0	2,6-7,7	5,2	0,7	4004	
	Aðalvík	16	3	0,0-4,3	1,8	2,3	4554	
7	Húnafl. austur	7	4	0,0-0,4	0,2	2,2	484	30404
	Húnafl. suður	13	3	0,0-6,4	1,9	3,4	7106	
	Rífsnes Húnf.	4	0	4,7-7,5	6,1	3,4	22814	
Alls		258	43	0,0-8,6	3,0	40,8	124056	124056

2.2.2. Niðurstöður; Norður- og Austurland

Togað var 11 svæðum (8-18), 25 undirsvæðum (firðir) og 161 stöð (6. mynd og 6a-k. mynd í viðauka), á 7-54 m dýpi og fannst kúfiskel í 93% tilfella (Tafla 2). Þéttleiki skelja (lífþyngd) var mismikill á milli svæða en í einstaka togi var hann mestur í Eiðisvík, 8,2 kg/m², hér var meðalþéttleikinn á undirsvæðinu einnig mestur, 6,5 kg/m², svæðið er nokkuð stórt (4,7 km²) og heildarstofninn þar metinn 33.605 tonn. Bestu samfelldu veiðisvæðin fyrir utan Eiðisvík voru Skjálfandi suður, Þistilfjörður austur og Nýpsfjörður en á hverju þessara undirsvæða mældist stofnstærð um og yfir 18.000 tonn. Meðalþéttleiki á öllum rannsóknarsvæðum til samans var 3,4 kg/m², en >3 kg/m² var að finna í 12 fjörðum af 25. Heildarflatarmál veiðisvæðanna var samtals 48,9 km² og heildarstofnstærð kúfiskelja á öllu svæðinu (Norður- og Austurland) 188.340 tonn (Tafla 2).

Tafla 2. Þéttleiki og stofnstærð kúfiskelja við Norður- og Austurland.

Table 2. Abundance and stock size of ocean quahog off north and east Iceland.

Svæði	Undirsvæði	Dýpi (m)	Fjöldi toga	Fjöldi 0 toga	Þéttl. kg/m ² max og min	Meðalþétt. kg/m ²	Flatarmál km ²	Stofnst. tonn	Stofnst. tonn alls
8	Skagafjörður	26	5	2	0,3-1,0	0,8	0	0	0
9	Dalvík	31	3	0	1,8-4,3	2,8	0,2	616	1540
	Ólafsfjörður	23	3	0	0,1-1,4	0,7	1,2	924	
10	Lundey		5	0	1,2-3,4	3,3	3,4	9724	46332
	Hvalvatnsfj	23	4	0	1,7-4,1	1,4	1,7	2618	
	Skjálfandi suð		15	0	1,1-5,8	2,1	10,3	33990	
11	Axarfjörður	23	10	0	0,6-5,4	2,8	2,9	8932	8932
12	Þistilfj austur	25.5	12	1	0,0-6,4	3,1	5,8	19778	26793
	Þistilfj vestur	22	9	0	2,5-5,8	4,3	1,4	6622	
	Raufarhöfn	35.5	2	0	1,5-2,1	1,8	0,2	393	
13	Bakkafjörður	11,5	3	0	4,5-7,1	5,5	0,7	4235	56254
	Finnafjörður	37.5	7	1	0,0-5,9	3,1	1,1	3751	
	Miðfjörður	19.5	9	0	2,2-6,3	4,3	3,1	14663	
	Eiðisvík	23	7	0	4,5-8,2	6,5	4,7	33605	
14	Vopnafjörður	24	8	0	2,1-7,2	5,5	1,1	6655	24607
	Nýpsfjörður	21.5	16	0	2,2-6,7	4,8	3,4	17952	
15	Borgarfj austur	21	7	1	0,0-3,8	1,1	1,7	2057	15785

	Héraðsflói	26.5	10	1	0,0-7,8	3,9	3,2	13728	
16	Loðmundarfj	23	8	2	0,0-6,3	1,9	3,4	2926	3322
	Húsavík		2	0	1,5-2,0	2,1	0,2	396	
	Breiðavík	22.5	2	0	1,0-0,4	0,7	0,0	0	
17	Reyðarfjörður	20.5	3	1	0,0-5,9	3,7	0,3	1221	4785
	Vaðlavík	30	5	1	0,0-7,2	3,6	0,9	3564	
	Sandvík	22.5	2	0	0,1-0,3	0,2	0,0	0	
18	Álftafjörður	18	4	1	0,0-0,4	0,2	0,0	0	
	Alls	161		11	0,0-8.2	3.4	48,9	188.340	188.340

2.3. Stærðarsamsetning og kjötinnihald skelja

Á öllum undirsvæðum (fjörðum) í rannsókninni (alls 50) voru u.þ.b. 50 skeljar teknar af handahófi úr afla, og voru þær lengdarmældar, vigtuð heildarþyngd og þyngd innmatar. Kjötinnihald skelja (meat yield) (hlutfall innmatar af heildarþyngd skelja) var reiknað út fyrir 5 mm stærðarflokkua fyrir hvert hinna 18 svæða fyrir sig.

2.3.1. Niðurstöður; Norðvesturland

Á öllu Norðvesturlandi fundust skeljar á bilinu 9-118 mm og var meðallengdin á undirsvæðunum 53-87 mm, en á heildarsvæðinu 74,9 mm. Stærstu og þyngstu skeljarnar fundust við Melgraseyri, Hnífsdal, Staðareyri, Sléttu og Hesteyri (> 80 mm og >152 gr) en þær minnstu og léttustu í Hornvík (53 mm og 79 gr) (Tafla 3).

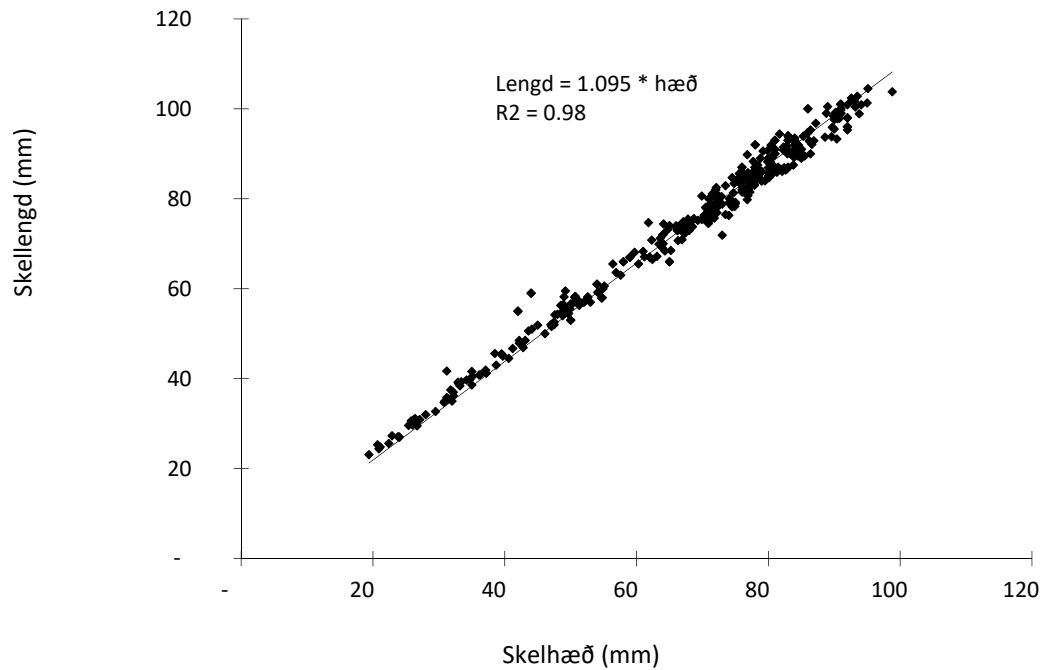
Tafla 3. Meðallengd, staðlafrávik (SD), lengdardreifing, meðalþyngd, staðalfrávik (SD), þyngdardreifing og kjötinnihald kúfiskelja við Norðvesturland.

Table 3. Mean length, standard deviation (SD), length distribution, mean weight, standard deviation (SD), weight distribution and meat yield in ocean quahog off north-western Iceland.

Svæði	Undirsvæði	Meðallengd (mm)	SD (mm)	Lengdar- dreif (mm)	Meðalþyngd (gr)	SD (gr)	Þyngdar- dreif (gr)	Meðalkjöt (%)
1	Patreksfjörður	76	15	23-101	127	68	4-325	28,2
	Tálknafjörður	74	11	48-102				
2	Arnarfj norður	74	11	11-94	118	79	2-62	25,2
	Arnarfj suður	77	16	12-107	132	72	1-331	
	Úti f. Arnarf	72	16	20-98	115	73	2-367	28,2
	Úti f. Kóp	73	14	29-118	117	74	5-477	29,1
3	Súgandafjörður	79	16	31-103	144	62	10-260	29,5
	Önundarfjörður	76	9	40-96	118	44	17-263	30
	Dýrafj norður	76	12	36-102	133	57	12-317	33,4
	Dýrafj suður	69	9	40-97	87	42	13-242	30
4	Bolungarvík	79	14	40-103	153	81	16-381	29,3
	Hnífsdalur	87	12	40-111	197	92	19-459	28,2
	Strandseljavík	69	8	46-86	87	32	25-206	36,5
	Melgraseyri	86	10	58-103	178	64	43-328	31,3
5	Hesteyrarfj	86	10	59-99	168	55	49-268	
	Slétta	84	11	48-112	152	61	27-380	27
	Staðareyri	81	13	36-106	153	64	14-327	35,3
6	Reykjafjörður	68	18	9-96	99	57	1-254	
	Furufjörður	74	19	20-108	131	80	3-464	36,3
	Hornvík	53	31	9-100	79	79	1-283	25,2
	Hlöðuv/Hælavík	68	24	9-96	100	58	1-239	29
	Fljótavík	78	14	23-105	139	64	3-323	34,8
	Aðalvík	76	13	36-103	127	61	14-281	31,4
7	Húnafl. Austur	70	14	30-108	96	57	7-395	
	Húnafl. suður	67	13	20-91	81	40	3-187	29,1
	Meðaltal	74,9		11-112	126,3			30,4

Samband á milli skellengdar og skelhæðar kúfiskelja á öllu rannsóknarsvæðinu á Norðvesturlandi var:

$$\text{skellengd} = \text{skelhæð} * 1.1 \text{ (9. mynd).}$$



9. mynd. Samband skellengdar og skelhæðar hjá kúfiskel á Norðvesturlandi.

Figure 9. Shell length-shell height relationship for ocean quahogs off north-western Iceland.

Við útreikning á lengdar-þyngdarsambandi skeljanna var notuð jafnan:

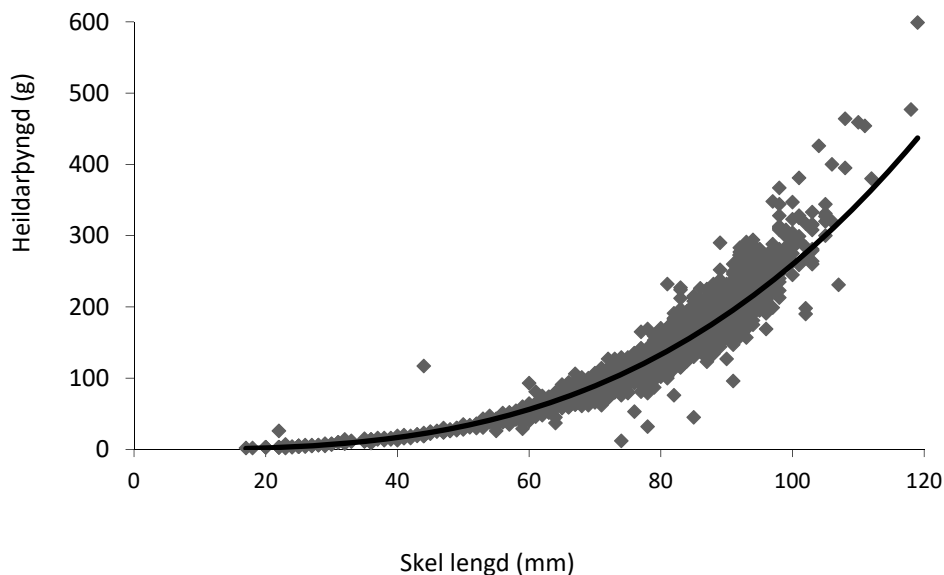
$$W = c * L^p$$

Þar sem W; þyngd innmatar (g)

L: Skel lengd (mm)

C og p: stuðlar metnir út frá aðhvarfi.

Niðurstöður leiddu í ljós: $W = 0.0000567 * L^{3.08}$ (10. mynd).



10. mynd. Lengdar-þyngdarsamband kúfshelja á Norðvesturlandi.

Figure 10. Shell length-whole wet weight relationship for ocean quahogs off north-western Iceland.

Undirsvæðin voru sameinuð í 7 stærri svæði og fjöldi skelja í hverjum 5 mm lengdarflokki var reiknaður út sem % af heildarfjölda og lengdardreifing skeljanna (length-frequency distribution) teiknuð. Á 5 svæðum voru flestar skeljarnar í lengdarfloknum 75-80 mm, á einu svæði 80-85 mm og öðru 65-70 mm (11. mynd í viðauka). Á 2 undirsvæðum fundust einstaklingar <20 mm lengd en skeljar < 50 mm voru almennt fátíðar (Tafla 3).

Kjötinnihald var mismunandi á milli undirsvæða þegar allir stærðarflokkar voru teknir saman, hæst í Standseljavík, Staðareyri og Furufirði (>35%) en minnst í Arnarfirði norður og Hornvík 25,3%, en þar var óvenju mikið um smáar skeljar. Meðalkjötinnihald á öllum svæðum til samans var 30,4% (Tafla 3). Kjötinnihald skelja í 5 mm stærðarflokkum jókst með aukinni skellengd þar til hámarki var náð sem var misjafnt á milli svæðanna sjö en alltaf yfir 35%. Hámarkinu var náð við 60-65 mm á þremur svæðum en á hinum fjórum var það við mismunandi skellengdir (12. mynd í viðauka).

2.3.2. Niðurstöður; Norður- og Austurland

Stærstu og þyngstu skeljarnar fundust í Breiðavík, Sandvík og Bakkafirði (> 80 mm og >142 gr) en þær minnstu og léttustu í Héraðsflóa (58,9 mm og 74 gr) (Tafla 4).

Tafla 4. Meðallengd, staðlafrávik (SD), lengdardreifing, meðalþyngd, staðlafrávik (SD), þyngdardreifing og kjötinnihald kúfiskelja á Norður- og Austurlandi.

Table 4. Mean length, standard deviation (SD), length distribution, mean weight, standard deviation (SD), weight distribution and meat yield in ocean quahog off north and east Iceland.

Svæði	Undirsvæði	Dýpi (m)	Meðal- lengd (mm)	SD (mm)	Lengdar- dreif (mm)	Meðal- þyngd (gr)	SD (gr)	Þyngdar- dreif (gr)	Meðalkjöt (%)
8	Skagafjörður	26	69,5	11	33-102	91	47	10-266	32,7
9	Dalvík	31	75,4	11	32-98	114	49	9-261	29,6
	Ólafsfjörður	23	78,8	10	42-96	128	45	19-223	30,2
10	Lundey		76,1	11	40-95	116	51	11-242	30,9
	Hvalvatnsfj	23	76,2	9	55-100	107	38	38-226	31,5
11	Öksarfjörður	23	73,3	9	42-97	106	40	19-233	26,2
12	Þistilfj austur	25,5	70,3	10	46-102	90	43	32-305	29,6
	Þistilfj vestur	22	76,8	14	40-107	125	60	13-315	29,8
	Raufarhöfn	35,5	76,8	17	40-107	131	76	16-315	30
13	Bakkafjörður	11,5	81,6	17	39-105	167	90	16-360	38,2
	Finnafjörður	37,5	73,5	8	53-94	98	38	30-215	30
	Miðfjörður	19,5	69,7	13	35-102	93	52	14-275	35,2
	Eiðisvík	23	67,5	21	10-97	93	58	2-219	32
14	Vopnafjörður	24	76,7	11	53-98	115	51	29-260	36,4
	Nýpsfjörður	21,5	79	12	35-100	124	48	11-237	37,1
15	Borgarfj austur	21	74,5	8	56-100	100	35	32-212	29,8
	Héraðsflói	26,5	58,9	26	10-94	74	53	1-221	32,2
16	Loðmundarfj	23	71,7	10	50-92	98	44	28-213	28,3
	Húsavík		73,2	10	42-97	100	45	20-253	29
	Breiðavík	22,5	83,7	7	58-100	145	40	59-286	30,4
17	Reyðarfjörður	20,5	78,1	10	57-108	138	70	37-423	32,5
	Vaðlavík	30	75,6	6	56-90	112	30	41-194	30,4
	Sandvík	22,5	82,3	6	70-97	142	36	77-248	31,5
18	Álftafjörður	18	75	7	37-100	110	36	56-257	36,1
	Alls		74,9		10-108	113,2		1-423	31,9

Undirsvæðin (firðirnir) 24 voru sameinuð eftir staðsetningu í 11 stærri svæði (8-18) og fjöldi skelja í hverjum 5 mm lengdarflokki var reiknaður út sem % af heildarfjölda og lengdardreifing skeljanna (length-frequency distribution) teiknuð. Aðeins fundust á tveimur undirsvæðum einstaklingar undir 20 mm lengd, það var í Héraðsflóa (svæði 15) og í Eiðisvík (svæði 13). Einstaklingar undir 50 mm lengd voru fátíðir. Á 7 svæðum voru festar skeljarnar í lengdarfloknum 70-75 mm, á 3 svæðum 80-85 mm og á einu svæði 65-70 mm (13. mynd í viðauka).

Kjötinnihald var mismunandi á milli undirsvæða þegar allir stærðarflokkar voru teknir saman, hæst í Bakkafirði 38,2% en lægst í Öxarfirði 26,2%. Meðalkjötinnihald á öllum svæðum á Norður- og Austurlandi var 31,9% (Tafla 3). Kjötinnihald skelja í 5 mm stærðarflokkum jókst með aukinni skellengd þar til hámarki (35-40%) var náð 50-55 mm á 4 svæðum, 55-60 á einu, 65-70 mm á 3 svæðum og við skellengdina 75-80 á þremur (14. mynd í viðauka).

Nokkuð bar á því að kúfkeljar frá Norður- og Austurlandi innihéldu orm, 1-3 cm að lengd, sem tilheyrir ættkvíslinni *Malacobdella*, (15. mynd). Aldrei fannst nema einn ormur í hverri skel en misjafnt var eftir veiðistöðum hversu mörg prósent skelja innihéldu orminn. Mest bar á orminum í stærstu skeljunum (> 80 mm). Í Skagafirði innihéldu 10% skeljanna orm en á átta öðrum undirsvæðum fannst ormur í 5% skelja.



15. mynd. *Malacobdella* spp. Ljósmynd/Google.

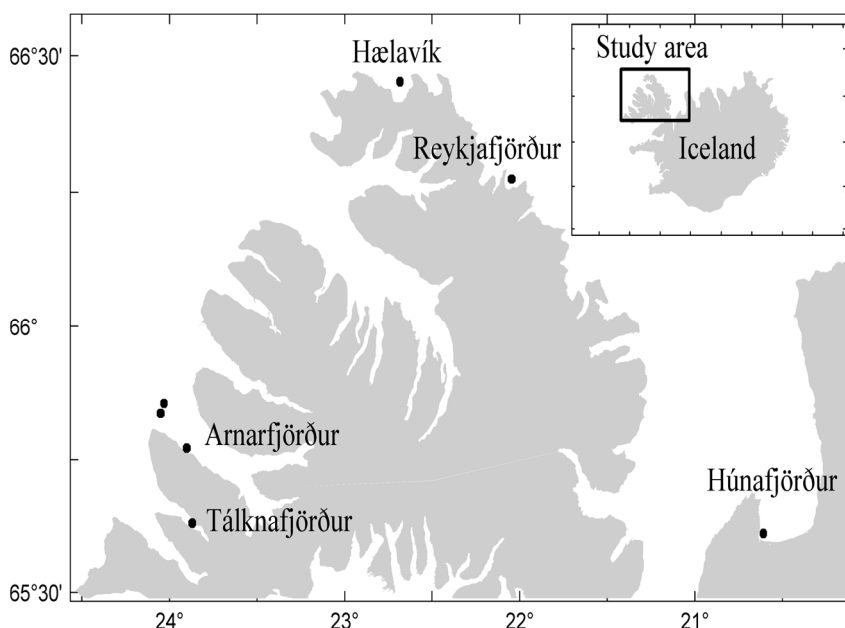
Figure 15. *Malacobdella* spp.

2.4. Kynþroski, kynjahlutfall, aldur og vöxtur

2.4.1 Niðurstöður; Norðvesturland

Í febrúar var 40 skeljum safnað að handahófi (7-108 mm) úr togi frá 5 undirsvæðum á Norðvesturlandi (alls 214 skeljar) (16. mynd) til athugunar á skellengd, kynþroskastigi, kynjahlutfalli, vexti og til aldursgreininga.

Skeljarnar voru lengdarmældar en 10 einstaklingar af 214 voru undir 40 mm lengd.



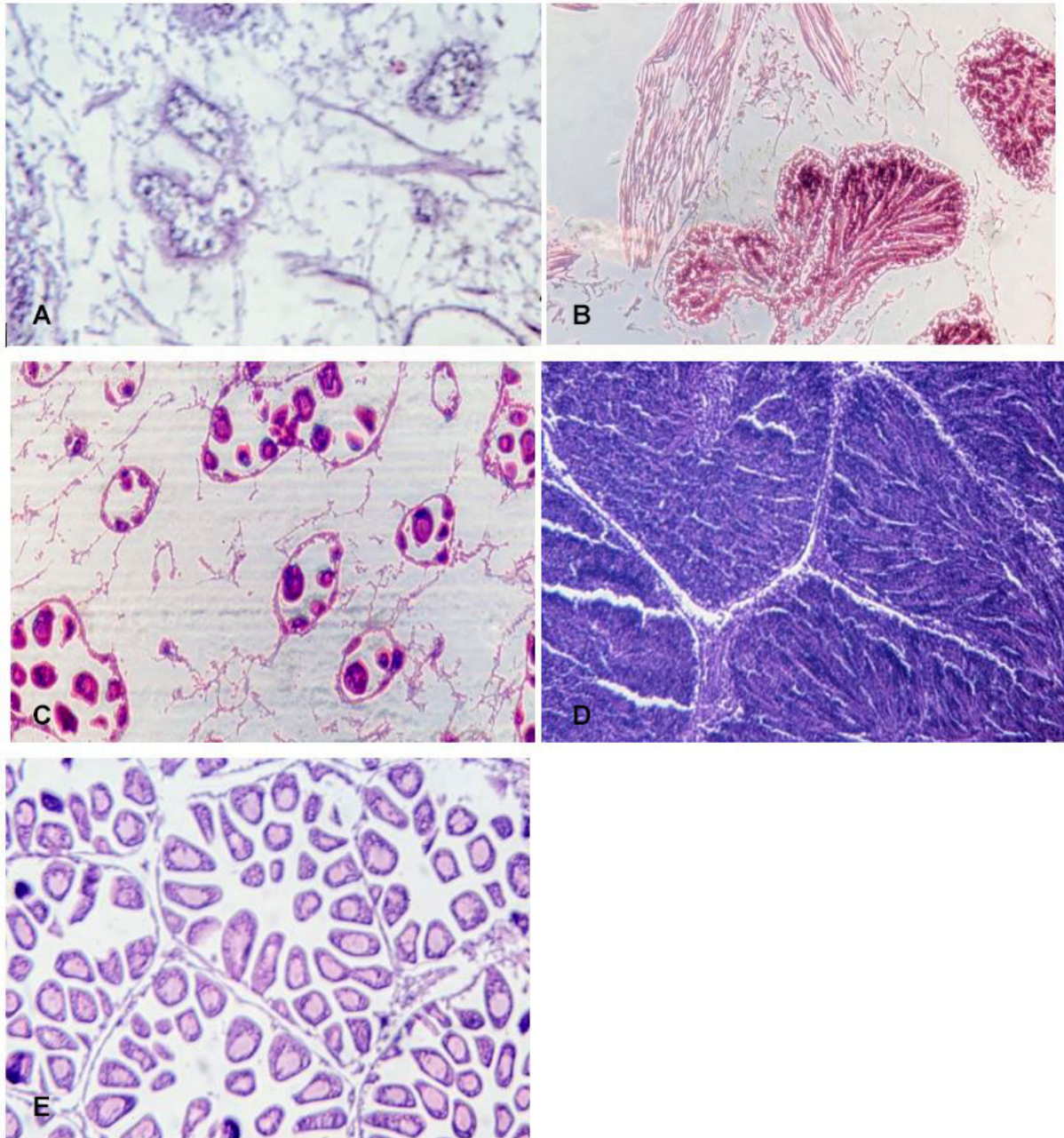
16. mynd. Söfnunarstaðir fyrir rannsóknir á stærð, aldri og kynþroska kúfiskelja á Norðvesturlandi.

Figure 16. Samplings sites for investigation on size, age and gonad development in ocean quahogs off north-western Iceland.

Í rannsóknarstofu var tekin 4-5 mm sneið af kynkirtli og varðveitt í 10% formalíni þar til vefjasýnagerð fór fram. Vefjasýni 8µ að þykkt voru síðan skoðuð og flokkuð í smásjá (100 x stækkun) eftir útliti í 3 kynþroskastig eftir aðferð Rowell et al. (1990). Í vefjasýnum úr kynkirtlum ókynþroska dýra (undifferentiated) voru engin merki um kynferði en litlir kynfrumusekkir með miklum bindivef sýnilegir. Kynþroska dýr voru greind sem milliproskuð (intermediate) þar sem kynfrumusekkir voru fremur litlir og töluverður bindivefur á milli þeirra, eða fullþroskuð dýr (mature) þar sem sekkir fylltu vel út í kynkirtlinn, voru þéttir og lítill bindivefur á milli þeirra.

Niðurstöður leiddu í ljós að 6 einstaklingar (31-70 mm) voru ókynþroska, með litla kynfrumusekki sem innihéldu ógreinanlegan frumumassa (17A. mynd). Sautján einstaklingar (24-60mm, 7-32 ára) tilheyrðu millistigi, þar sem kynfrumusekkir voru stærri og innihéldu kynfrumur á öllum þroskastigum (17B og C. mynd). Alls voru 183 dýr fullkynþroska (Tafla 5). Hjá þessum einstaklingum voru kynfrumusekkir stórir og lítill bindivefur á milli þeirra. Öll þroskastig sæðisfruma var að finna hjá karldýrunum (17D. mynd). Í kvendýrunum voru egginn

stærri en í milliproskaflokknum. Úti við veggj sekkjanna voru þau oft á stilk, fest við vegginn og óregluleg í lögun. Proskaðri egg, um það bil 60μ í þvermál, sáust oft nær miðju sekksins og fylltu í mörgum tilfellum alveg sekkinn (17E. mynd). Karldýr urðu fyrr kynproska en kvendýr og yngsta fullproska karldýrið var aðeins 10 ára (49 mm) en yngsta fullproska kvendýr var 13 ára (44 mm) (Tafla 5).



17. mynd. Vefjasýni úr kynkirtlum kúfkelja á mismunandi þroskastigum kúfkelja á Norðvesturlandi. A) Ókynproska dýr mikill bindivefur. B) Milliproska karldýr, hér sjást fyrstu merki um kynproska. C) Milliproska kvendýr, litlir sekkir, töluverður bindivefur. D) Fullproska karldýr, stórir sekkir, engin bindivefur. E) Fullproska kvendýr, sekkir fullir af fullproska eggjum.

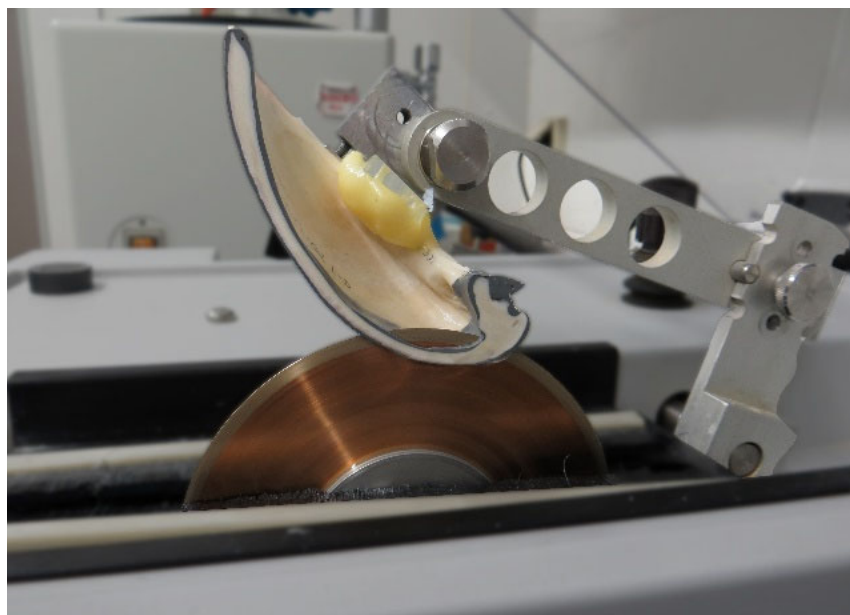
Figure 17. Sections of gonadal tissue from ocean quahog at different sexual stages. A) Undifferentiated. B) Intermediate male, first sign of sexual phase. C) Intermediate female. D) Fully mature male, big follicles, no connective tissue. E) Fully mature female, follicles full of ripe eggs.

Tafla 5. Kynþroskastig kúfshelja miðað við stærð, aldur og kynferði.

Table 5. Stages of gonadal development relative to shell length, age and sex.

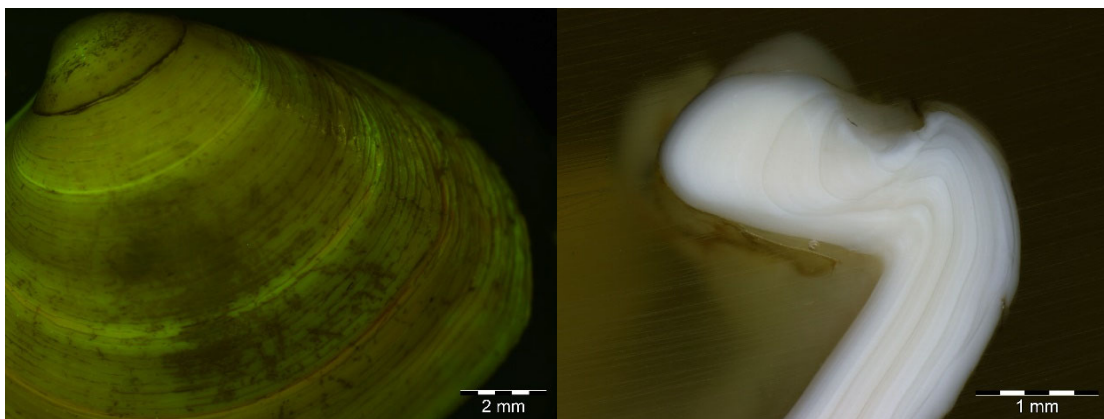
	Ókynþroska		Millistig (Intermediate)				Fullþroska (Mature)			
	(Undifferentiated)		Karlýr		Kvendýr		Karlýr		Kvendýr	
	Alls	Aldursg.	Alls	Aldursg.	Alls	Aldursg.	Alls	Aldursg.	Alls	Aldursg.
Fjöldi	6	2	7	2	10	1	84	53	99	61
Lengd (mm)	31-70	31, 70	24-60	34, 45	35-58	52	36-103	49-99	44-119	44-104
Meðallengd	43	-	44	-	46	-	75	73	74	74
SD Lengd	14	-	14	-	7	-	10	10	14	13
Aldur (yr.)	-	6, 43	-	7, 9	-	32	-	10-108	-	13-120
Meðalaldur	-	-	-	-	-	-	-	50	-	53
SD Aldur	-	-	-	-	-	-	-	20	-	26

Til aldursgreininga var notuð "acetat peel method" (Ropes 1968) þar sem vinstri skel var söguð í gegnum hjör (18 mynd.) og útbúið sýni þar sem telja mátti áhringi í smásjá, en hver hringur samsvarar einu aldursári (19. mynd) (Ropes o. fl. 1984a).



18. mynd. Til aldursgreininga hefur kúfshel verið söguð í gegnum hjör. - Ljósm./Photo: Tom Brey.

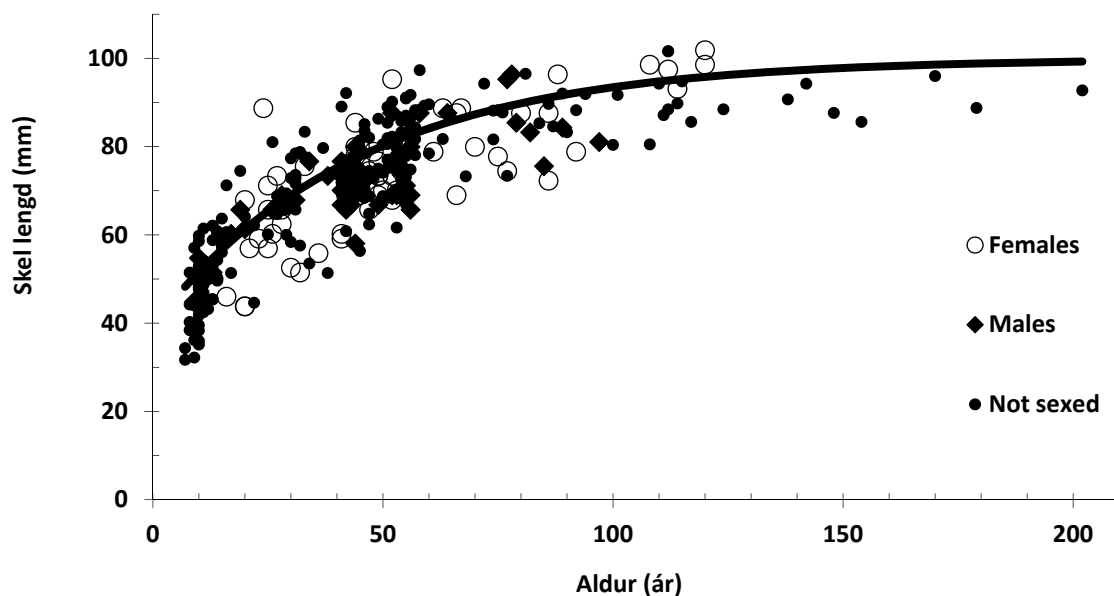
Figure 18. Ocean quahog shell has been cut for aging.



19. mynd. Aldurslinur í hjör hjá fimm ára kúfshel t.v. og á skel t.h. - Ljósmynd./Photo: Tom Brey.

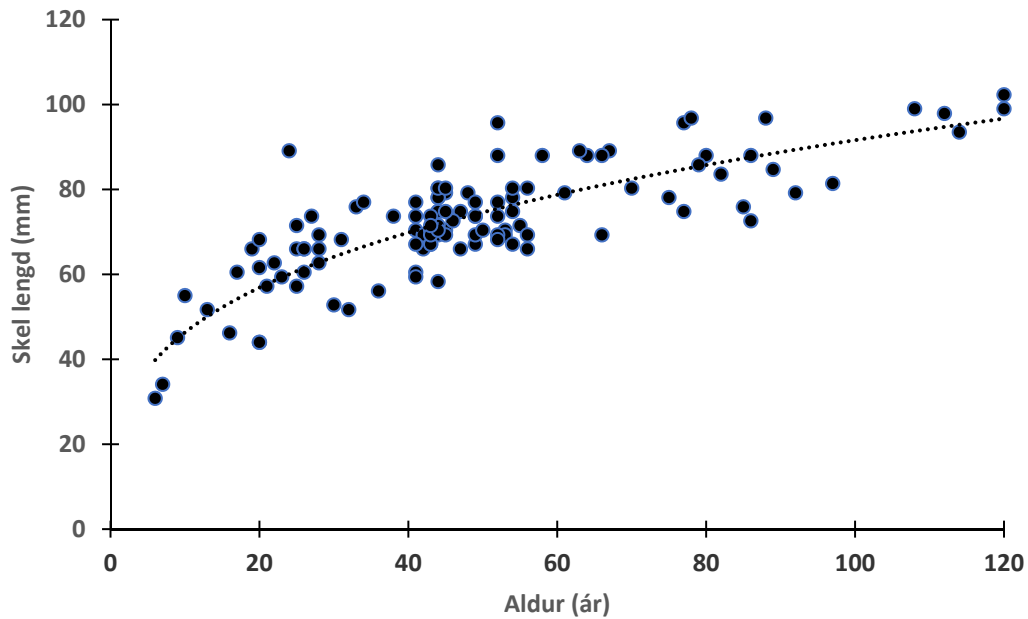
Figure 19. Annual internal growth bandings in five years old ocean quahog visible in hing (left) and on the shell (right).

Mikill breytileiki var í aldri miðað við stærð. Aldursgreindar voru 214 skeljar sem voru frá 6- 202 ára gamlar og voru þær 31-101 mm að lengd. Vöxturinn var hraður fyrstu 20 árin en eftir það dró úr honum og var "Maximum asymptotic lengd", 90 mm, náð við 70 ára aldur (20. mynd). Eitthundrað og nítján skeljar sem voru bæði aldursgreindar og kynþroskastigs-ákvarðaðar voru 6-120 ára gamlar og 31-99 mm að lengd (Tafla 5 og 21. mynd).



20. mynd. Vaxtarkúrfur; skellengd og aldur kúfshelja á Norðvesturlandi (n=214).

Figure 20. Growth curve for ocean quahogs off north-western Iceland (n=214).



21. mynd. Skellengd og aldur kynþroskageindra kúfiskelja á Norðvesturlandi (n=119).

Figure 21. *Shell length and age for ocean quahogs off north-western Iceland that have been determined of developmental gonad stages (n=119).*

Kynjahlutfallið var breytilegt eftir stærðarhópum, þar sem karldýr voru fleiri í minnsta hópnum. Eftir 40 mm lengd voru kvendýr yfirleitt fleiri, en tíðnin þegar allir stærðarflokkar voru teknir saman, var 0,8:1 (kk:kvk) (Tafla 6).

Tafla 6. Hlutfall kynja kúfsskelja miðað við skellengd.

Table 6. Male:female sex ratio relative to length.

Lengd	Fjöldi		Karldýr:Kvendýr
(mm)	Karldýr	Kvendýr	Hlutfall
20-24	1	0	-
30-34	2	0	-
35-39	1	1	1:1
40-44	2	4	0.5:1
45-49	2	4	0.5:1
50-54	3	3	1:1
55-59	3	12	0.3:1
60-64	6	10	0.6:1
65-69	22	17	1.3:1
70-74	14	14	1:1
75-79	15	17	0.9:1
80-84	7	8	0.9:1
85-89	7	9	0.8:1
90-94	2	3	0.7:1
95-99	3	4	0.7:1
100-104	1	2	0.5:1
105-109	0	1	-
115-119	0	1	-
Alls	91	109	0.8:1

3. Umræða

3.1. Þéttleiki skelja og stofnstærð

Meðalþéttleiki (lífþyngd) skelja á öllum rannsóknarsvæðum var nokkuð mikill. Á Norðvesturlandi 3 kg/m^2 og á Norður- og Austurlandi $3,4\text{ kg/m}^2$, sem er mun meira en fundist hefur annarsstaðar við landið. Bestu veiðisvæðin norðvestanlands voru við Rífsnes í Húnaflóa og í Hlöðuvík/Hælavík en þarna var þéttleikinn mikill og svæðin nokkuð stór (sjá viðauka, 5a-g. mynd). Norðan og austanlands voru samfelld góð veiðisvæði frá Skjálfanda að Borgarfirði (sjá viðauka, 6a-k. mynd).

Í núverandi rannsókn mældist heildarstofninn á 5-50 m á öllu rannsóknarsvæðinu (Patreksfjörður-Álftafjörður) 304.830 tonn en stærð svæðis var $91,7\text{ km}^2$. Stofnstærðin miðast við að veiðihæfni vatnsþrýstiplógsins væri 90% og að stærðarvalið væri jafnt fyrir allar hópa. Seinni rannsóknir á veiðihæfni plógsins (Guðrún G. Þórarinsdóttir og fl. 2009) leiddu í ljós að veiðihæfnin fór eftir stærð skelja, þar sem hún nálgast 100% fyrir stærstu skeljarnar (ca 100 mm) og minnkaði verulega fyrir minni stærðarhópa. Því má ælta að stofnmælingin í núverandi rannsókn sé undirmat. Í rannsókn árið 1987 í Breiðafirði, Faxaflóa og á Suðausturmiðum var þéttleikinn $1,2\text{ kg/m}^2$, $1,7\text{ kg/m}^2$ og $1,3\text{ kg/m}^2$ eftir svæðum og heildarstofninn metinn 450.874 tonn (Hrafnkell Eiríksson 1988). Í rannsókn á Scotian Shelf í Kanada var meðalþéttleiki $0,3\text{ kg/m}^2$ (Rowell og Chaisson 1983) og á Georgs banka $0,4\text{ kg/m}^2$ (Chaisson og Rowell 1985).

Veiðisvæði kúfskelja miðast við botngerð og finnst skelin aðallega þar sem er fínn, milligrófur eða leirkenndur sandbotn, en þar sem botn er mjög þéttur eða grýttur finnst hún ekki. Í núverandi rannsókn voru ekki tekin botnsýni til kornastærðagreininga en rannsóknir frá Aðalvík og Sléttu, sem eru á veiðisvæði 5 og 6 í núverandi rannsókn, sýndu fram á finan (0,125-0,250mm) og millifinan (0,250-0,500 mm) sand á öllum rannsóknarstöðvum innan svæðanna (Elena G. Garcia 2000). Stærð veiðivæðanna var mjög misjöfn og eins stærð undirsvæða innan hvers svæðis, allt frá 0,1-10,3 km^2 . Kúfskel fannst í 88 % allra toga í rannsókninni en um það bil 73% toganna voru á 15-30 m dýpi.

Kúfskelin lifir niðurgráfin í sjávarbotni og getur verið misdjúpt í botninum eftir árstíma. Hún getur haldið sig í langan tíma djúpt niðri í sandinum og eru þá öndunaropin ekki sjáanleg á yfirborðinu (Taylor, 1976). Annars heldur hún sig rétt undir yfirborðinu og sjást þá öndunaropin vel. Misvel gengur að veiða skelina eftir árstíma og er það erfiðast yfir veturinn þar sem hún getur haldið sig dýpra en skurðblað plógsins ristir.

Eins og fram hefur komið hafa Bandaríkjamenn stundað kúfskeljaveiðar, í núverandi mynd, við austurströnd Bandaríkjanna frá árinu 1976. Afli á hverja sóknareiningu minnkaði úr 600 kg/klst árið 1986 í 400 kg/klst að meðaltali 1993 (Report 1993) en hefur haldist nokkuð stöðugur eftir það (Report: 2018). Við Ísland var afli á sóknareiningu samkvæmt afladagbókum 2001-2008, 7000-10 100 kg/klst en sóknin var mismikil á milli ára (Anon 2012).

Þennan mikla mun í afla á sóknareiningu við Ísland og í Bandaríkjunum má að einhverju leyti skýra með ónýttum stofni við Ísland en Bandaríkjamenn hafa landað miklu magni af kúfiskel frá 1985.

Ekki er vitað hver náttúrulegur dauði (mortality rate) í kúfiskeljastofni við Ísland er en rannsóknir frá Bandaríkjunum hafa leitt í ljós að þar er náttúrulegur dauði mjög lítill eða 1-3% á ári (Murawski og Serchuk 1989).

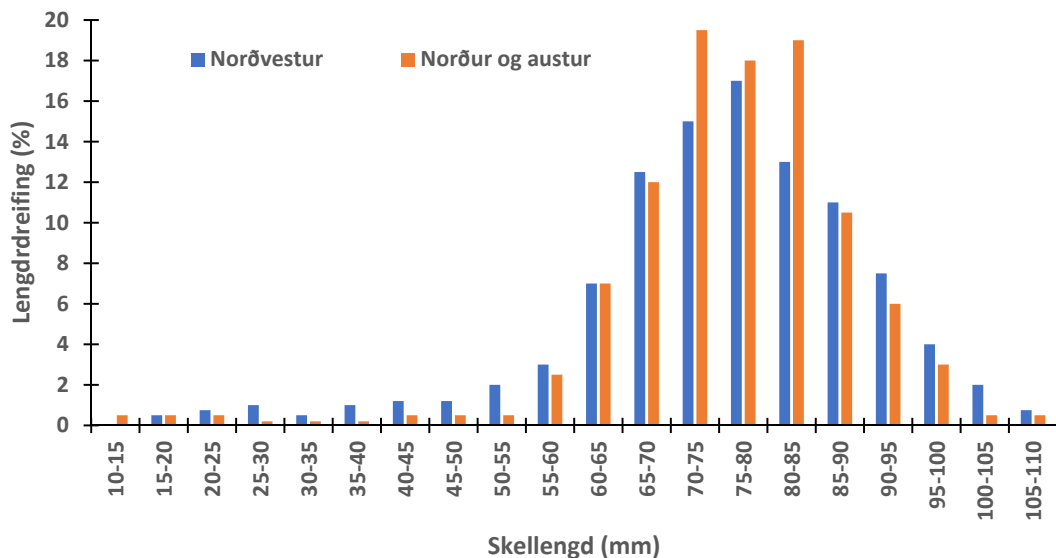
Við útreikninga á aflamarki er oft miðað við náttúrulegan dánarstuðul í stofninum, og í langlífum ónýttum stofnum við helming stofnstærðar (Schaefer 1954):

$$\text{Veðiþol} = 0,5 \times \text{náttúrulegur dánarstuðull} \times \text{stofnstærð}$$

Þar sem kúfiskel var nær óveiddur stofn við Ísland til ársins 1995 má ætla að stofnstærð hafi verið stöðug um langan tíma en rannsóknir erlendis (Powell og Mann 2005, Pace 2017) og við Ísland (Sigmar Steingrímsson og Guðrún Þórarinsdóttir 1995) hafa sýnt fram á að nýliðun er lítil. Árleg nýliðun og vöxtur samsvara því aðeins náttúrulegum dauðsföllum. Langtímaviðbrögð svo langlífs stofns eru óviss og undir slíkum kringumstæðum er oft notast við líkan Schaefers (1954) til útreikninga á veiðiþoli. Eftir að veiðar hófust við Ísland árið 1995 var heildaraflamark ekki svæðisbundið en það var ákveðið 31.500 tonn sem var um það bil 5% af stofnstærð á þekktum veiðisvæðum. Til að koma í veg fyrir ofnýtingu einstakra svæða og tryggja að sókn dreifðist jafnar á útbreiðslusvæðin var ákveðið að á hverju 4-7 ára tímabili yrði að jafnaði ekki veitt meira en 2,5% af stofnstærðinni á hverju veiðisvæði á ári. Rannsókn á afrakstursgetu kúfiskeljastofnsins við Ísland árið 2004 leiddi í ljós að stofninn gæti staðið undir sjálfbærum veiðum 3-3,2% af stofnstærð ($F_{0.1}=0,0312$, $F_{50\%}=0,0032\text{y}^{-1}$) (Guðrún Þórarinsdóttir og Larry Jacobson 2005).

3.2. Stærð og kjötinnihald skelja

Lengdardreifing skelja var nánast sú sama á báðum veiðisvæðunum (22. mynd). Flestar skeljanna sem veiddust í rannsókninni á Norðvesturlandi voru 75-80 mm að lengd en lítið fékkst af smáum skeljum og aðeins á 2 undirsvæðum fundust skeljar <20 mm lengd, og skeljar <60 mm lengd fundust í litlu magni á öllum svæðum. Við Norður- og Austurlandi voru flestar skeljar á bilinu 70-75 mm og fáar skeljar veiddust sem voru < 60 mm og > en 95 mm (22. mynd).



22. mynd. Lengdardreifing kúskelja við Norðvesturland og Norður-og Austurland.

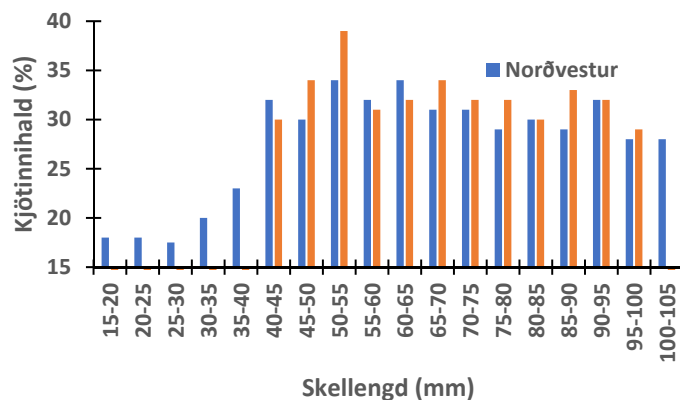
Figure 22. Length distribution of ocean quahog from northwest and north- and east Iceland.

Skýringin á lengdardreifingu í afla gæti verið stærðarval plógsins. Litlu skeljarnar komast út á milli rimla plógsins og vatnsprýstingurinn sem losar um sandinn og skelina framan við plógblaðið feykir burt litlum skeljum sem liggja grynna í botnlaginu en þær stærri. Í rannsóknum á vatnsprýstiplógi í Kanada var notaður samskonar plógur og hér en þar fundust engar skeljar undir 20 mm lengd (Chaisson og Rowell 1985). Seinni rannsóknir á stærðarvali og veiðihæfni vatnsprýstiplógsins sem notaður var hér leiddu í ljós að plógurinn veiddi 18% af skeljum 60 mm en 90% af skeljum um og yfir 90 mm lengd (Guðrún G. Þórarinsdóttir og fl. 2009).

Lengdardreifing kúfiskelja hefur verið athuguð við Norð-austurströnd Bandaríkjanna. Niðurstöður úr þeim rannsóknum sýna svipaða lengdardreifingu og komið hefur fram hérlandis nema hvað stærðardreifingin er minni vestanhafs, þar sem engar skeljar < 40 mm lengd veiddust en flestar skeljarnar voru >70 mm að lengd (Chaisson og Rowell 1985, Report 1993). Gert er ráð fyrir að flestir einstaklingar í kúfiskeljastofninum við Bandaríkin séu 40-80 ára gamlir og töluverður fjöldi yfir 100 ára (Murawski og Serchuk 1989). Ætlað er að það taki að minnsta kosti 20 ár fyrir kúfiskel við austurströnd Bandaríkjanna að ná 70 mm lengd sem er markaðsstærð þar vestra (Ropes og fl. 1984b) en í núverandi rannsókn var þessari stærð náð við 20-40 ára aldur.

Þrátt fyrir mismunandi sýnatökutíma norðvestanlands og austan- og norðan, var kjötinnihald skeljanna mjög svipað á báðum stöðum og nokkuð hátt, að meðaltali 30,4% og 31,9%.

Kjötinnihaldið jókst með aukinni lengd, náði hámarki við skellengdina 50-55 mm á báðum svæðum en féll eftir það (23. mynd).



23. mynd. Kjötinnihald kúskelja við Norðvesturland og Norður-og Austurland.

Figure 23. Meat yield in ocean quahogs from northwest and north- and east Iceland.

Kjötinnihald dýranna ræðst fyrst og fremst af kynþroskastigi þeirra, hvort þau eru komin að því að hrygna eða hafi nýlokið hrygningu, og hvort þau innihaldi mikla forðanæringu eða eru mögur. Árstíðirnar spila í flestum tilfellum stórt hlutverk í þessu sambandi. Seinni rannsóknir á hrygningartíma kúskelja við Ísland leiddu í ljós að aðalhrygningartíminn er júní-júlí og kjötinnihaldið mest rétt fyrir hrygningu en lítilsháttar hrygningar getur gætt all árið um kring (Guðrún Þórarisdóttir 2000). Þessi hrygningartími gæti skýrt þann örlitla mun sem er á kjötinnihaldinu á milli rannsóknarsvæða en það var alltaf ívið hærra norðan og austan en sýnin þar voru tekin snemmsumars en seinni part vetrar norðvestanlands.

Kjötinnihald kúskelja í rannsóknum í Kanada (Chaisson og Rowell 1985) og Bandaríkjunum (Bakal o. fl. 1978) var 20,7 og 23%. Erfitt er að bera þessar niðurstöður saman við núverandi rannsókn þar sem umhverfispættir eins og fæðuframboð, hiti og selta ásamt hrygningarástandi stofnanna voru ekki athugaðir í neinum þessara rannsókna en skýringin gæti legið í þessum þáttum.

Fjórar tegundir orms af ættkvísl *Malacobdella* eru algengar í samlokum víða í Evrópu og Norður-Ameríku (Kinne 1980). Ormurinn hefur sogskál á afturenda sem hann notar til að sjúga sig fastan inni í möttulholi samlokunnar þar sem hann nærast á þeim ögnum sem koma inn í skelina en er ekki eiginlegt snýkjudýr í skelinni sjálfri. Ekki er talið að ormurinn skaði samlokun beinlínis þar sem engar vefjaskemmdir hafa komið í ljós af hans völdum, en ætla má að hann dragi úr getu skeljanna til að dæla sjónum gegnum sig þar sem þungi ormsins getur orðið allt að 12% af þunga samlokunnar og getur hann þar af leiðandi tekið þó nokkuð pláss inni í skelinni

(Kinne 1980). Í núverandi rannsókn fannst ormurinn á Norður- og Austurlandi en alltaf í litlu magni og er ekki talinn skaðlegur að neinu leitu.

3.3. Kynþroski, kynjahlutfall og aldur

Samvæmt skilgreiningu er dýr kynþroska þegar það myndar í fyrsta sinn kynfrumur (Ropes 1979). Eftir að kúfskel er kynþroska er hægt að kyngreina hana allt árið um kring þar sem einhverjar kynfrumur eru alltaf að finna í kynfrumusekkjunum, jafnvel strax að lokinni hrygningu.

Í núverandi rannsókn var mikinn breytileika að finna á stærð og aldri miðað við kynþroska, sem gæti orsakast af mismunandi vaxtarhraða einstaklinganna. Ókynþroska dýr fundust frá 20-62 mm lengd og voru 6-43 ára gömul. Í rannsóknum á kúfskel í Bandaríkjunum voru ókynþroska kúfskeljar annars vegar frá 24-47 mm að lengd (4-14 ára) (Thompson og Ropes 1980) en hins vegar 19-46 mm (5-6 ára) (Ropes og Murawski 1980). Sambærilegar niðurstöður fengust í Kanada (Rowell og fl. 1990). Núverandi rannsókn bendir til þess að kúfskeljar við Norðvesturland verði kynþroska stærri (að öllum líkindum eldri) en í Bandaríkjunum og Kanada.

Hjá kynþroska einstaklingum kom greinilega fram stigsmunur í kynþroskanum þar sem greina mátti á milli milliþroska og fullþroska einstaklinga. Fyrstu merki um kynþroska fundust þó í mjög litlum karldýrum (17 mm), en þau urðu kynþroska minni en kvendýrin, á þetta bæði við um milliþroska og fullþroska hópin. Þessar niðurstöður benda til þess að kvendýr þurfi lengri vaxtar- og þroskatíma en karldýr sem er í samræmi við áður nefndar rannsóknir frá Bandaríkjunum og Kanada (Ropes og Murawski 1980, Rowell o. fl. 1990, Thompson og Ropes 1980).

Margar skeljar voru á þeim stað í kynþroskaferlinu (gametogenic cycle) þar sem egg og sæðisfrumur eru fullþroska og tilbúin til hrygningar en sýnin voru tekin í febrúar. Þetta gæti bent til þess að hrygning eigi sér stað snemma að vori eða að kynfrumurnar nái fullum þroska snemma og bíði síðan fullþroskaðar eftir hagstæðum hrygningartíma. En þetta ástand var ekki einhlýtt, þar sem öll stig kynþroskaferilsins fundust og í sumum tilfellum fleira en eitt stig í sama einstaklingi. Þetta gæti bent til þess að stofninn hrygni ekki allur samtímis og að hver einstaklingur geti líka hrygnt oftari en einu sinni á ári. Eins og fram hefur komið leiddu seinni rannsóknir á hrygningu kúfskelja við Ísland í ljós að aðal hrygningartímabilið var í júní og júlí en einhverrar hrygningar gætti allt árið (Guðrún G. Þórarinsdóttir 2000). Rannsóknir erlendis frá hafa sýnt fram á langan hrygningartíma og að sumir einstaklingar hrygni oftari en einu sinni á ári (Mann 1982, Rowell o.fl. 1990). Misjafnt er á milli skeljategunda hvenær þær verða kynþroska. Kræklingur (*Mytilus edulis*) verður kynþroska á fyrsta ári, burt séð frá stærð (Seed 1969). Hörpudiskur (*Chlamys islandica*) í Breiðafirði verður kynþroska um það bil 30 mm að hæð burt séð frá aldri (Guðrún G. Þórarinsdóttir 1993). Þessar skeljategundir verða kynþroska mun fyrr en kúfskelin sem endurspeglar stuttan lífsferil þeirra miðað við hana.

Því hefur verið haldið fram að kúfskeljar vaxi þó þær séu orðnar háaldraðar og engin merki séu um að þær hrygni minna eða sjaldnar með auknum aldri (Thompson og Dreibelbis 1980). Í núverandi rannsókn reyndust stærstu skeljarnar, sem allar voru kvenkyns, innihalda minni kynfrumusekki og meiri bindivef en minni fullþroska skeljar, sem einmitt gæti þýtt minnkaða hrygningargetu hjá eldri skeljum.

Kúfskelin er sérkynja og er mjög sjaldgæft að tvíkynja einstaklingar finnist, þó dæmi séu um það. Í núverandi rannsókn var tíðni kynjanna 0,8:1 þar sem karldýrin voru ívið færri. Í erlendum rannsóknum á kúfskel hafa niðurstöður verið á ýmsa vegu. Tíðnin hefur verið eins fyrir bæði kynin (Mann 1982, Ropes o.fl. 1984a), karldýr hafa verið fleiri en kvendýr (Jones 1981, Rowell o.fl. 1990) og kvendýr fleiri en karldýr (Fritz 1991). Þegar tíðni kynja í mismunandi stærðarflokkum í núverandi rannsókn er skoðuð kemur í ljós að karldýrin virðast ríkja í minnstu hópunum en kvendýrin í þeim stærri. Þessar niðurstöður benda til að karldýr verði kynþroska fyrr (minni) en kvendýrin, eins og fram kom í kynþroskarannsókninni, en að kvendýrin verði aftur á móti stærri (eldri). Sambærilegar niðurstöður hafa fengist annarsstaðar og Ropes o.fl. (1984b) skýra aukna tíðni kvendýra í stærstu stærðarflokkum með því að kvendýr nái hærri aldri en karldýr.

Í núverandi rannsókn kom fram mikill breytileiki í aldri miðað við stærð. Aldursgreindar skeljar voru frá 6 – 202 ára gamlar og 31 – 101 mm að lengd. Vöxturinn var mjög hraður fyrstu 20 árin en eftir það dró úr honum og var "Maximum asymptotic lengd", 90 mm náð við náð við 70 ára aldur. Sami breytileiki hefur komið fram við aldursgreiningu kúfskelja erlendis þar sem skeljar 100 mm að lengd, hafa verið greindar til að vera frá 50 – 200 ára gamlar (Thompson og Dreibelbis 1980, Ropes og Murawski 1983). Sami breytileiki kom fram í rannsókn frá austurströnd Bandaríkjanna, þar sem 24 ára skel var 80 mm við New Jersey en 73 ára að sömu stærð við New England. Mesta skellengd var einnig breytileg á milli svæða, 125 mm frá New Jersey en 105 frá New England (Pace 2017).

Kúfskelin er sérlega langlíf og hægvaxta dýrategund. Árið 1983 aldursgreindu Ropes og Murawski (1983) 3 stærstu kúfskeljar sem um getur (≥ 130 mm) til að vera 53, 93 og 157 ára gamlar og eina 107 mm sem reyndist vera 221 árs. Eins og áður er komið fram er elsta kúfkel sem aldursgreind hefur verið 507 ára (Butler o.fl. 2013). Rannsóknir hafa leitt í ljós að skelin vex við náttúrulegar aðstæður um það bil 0,5-1,5 mm á ári, og fer ársvöxturinn eftir aldri skelja (Murawski o.fl. 1980, Beal og Kraus 1990). Kúfkel í eldi vex þó mun hraðar en vöxtur við slíkar aðstæður hjá litlum skeljum hefur verið mældur 1,8-2,3 mm á mánuði (Lutz o.fl. 1983). Vaxtarrannsóknir á kúfkel í Maine í Bandaríkjunum leiddu í ljós að skelin óx 1mm/ár burt séð frá þéttleika (Beal og Kraus 1990) en við New York var vöxturinn aðeins 0,6 mm yfir árið. Niðurstöðurnar sýndu að ársvöxtur fór eftir aldri skeljanna, þar sem 10 ára skeljar uxu 6,3% á ári, 50 ára uxu 0,5% og skeljar yfir 100 ára aðeins 0,2% á ári (Murawski o.fl. 1980).

Vaxtarhraði kúfskelja er breytilegur bæði staðbundið í stofni og tímabundið á lífsferlinum. Ungskeljar vaxa hratt þar til komið er að kynþroska sem í helmingi tilfella er við 60 ára aldur

(Guðrún G. Þórarinsdóttir og Larry Jacobsson 2005, Skýrsla 2017) en eftir það dregur verulega úr en talið er að dýrin vaxi eitthvað svo lengi sem þau lifa.

4. Þakkir

Ingibjörg Jónsdóttir teiknaði kortin og las yfir handritið. Svanhildur Egilsdóttir skannaði inn ljósmyndir. Þeim eru færðar hér bestu þakkir.

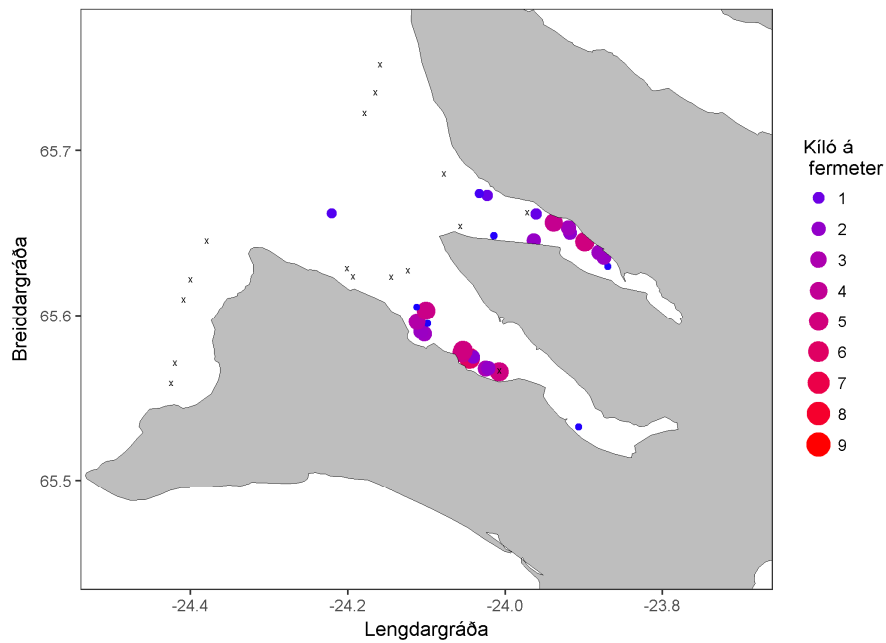
5. Heimildir

- Anon. (2012). *Nytjastofnar sjávar 2011-2012. Aflahorfur fiskveiðiárið 2012-2013*. Hafrannsóknstofnun nr 163.
- Bakal, A., Rathjen, W.F. og Mendelsohn. (1978). Ocean quahog takes supply spotlight as surf clam dwindles. *Food Product Development*, 12(1), 70-78.
- Beal, F. B. og Kraus, M.G. (1990). Effects of intraspecific density on the growth of *Arctica islandica* Linne, inside field enclosures located in eastern Maine. Abstracts, 1990 Annual Meeting. *Nat. Shellf. Ass.*, 462 s.
- Botndýragrunnur. (2018). Gagnagrunnur um botnlægar tegundir sjávardýra á Íslandsmiðum. Á vegum Hafrannsóknastofnunar, Náttúrufræðistofnunar Íslands og Líffræðistofnunar Háskóla Íslands.
- Butler. (2013). *Variability of marine climate on the North Icelandic Shelf in 1357-year proxy archive based on growth increments in the bivalve Arctica islandica*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 373, 141-151.
- Chaisson, D. R. og Rowell, T.W. (1985). *Distribution, abundance, population structure, and meat yield of the ocean quahog (Arctica islandica) and Stimpsons's surf clam (Spisula polynoma) on the Scotian Shelf and Georges bank*. Canadian Industry Report of Fisheries and Aquatic Sciences 155, February 1985. 124 s.
- Elena G. Garcia. (2000). *Abundance and distribution of juvenile bivalves in Aðalvík and Slétta, Northerst Iceland and settlement of bivalve spat in Eyjafjörður, north Iceland*. Master thesis at the University of Iceland. 76 s.
- FAO. (2016). Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org.fishery/statistics/global-production/en> (skoðað 20. nóvember 2018)
- Ferðabók Eggerts Ólafssonar og Bjarna Pálssonar. (1943). Ísafoldarprentsmiðja, Reykjavík.
- Fritz, L.W. (1991). Seasonal condition change, morphometrics, growth and sex ratio of the ocean quahog, *Arctica islandica* (Linnaeus, 1767) off New Jersey, U.S.A. *Journal of Shellfish Research*. Vol. 10, No 1, 79-88.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir. (1993). *Dyrkning af Chlamys islandica (O.F. Müller) í Breiðafjörður Island*. Ph-d ritgerð við Aarhus Universitet, Danmörku. 100 s.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir. (2000). Annual gametogenic cycle in ocean quahog, *Arctica islandica* from north-western Iceland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80, 661-666.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir og Larry Jacobson. (2005). Fishery biology and biological reference points for management of ocean quahogs (*Arctica islandica*) off Iceland. *Fisheries Research*, 75, 97-106.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir, Larry Jacobson, Stefán Áki Ragnarsson, Elena Guijarro Garcia og Karl Gunnarsson. (2009). *Capture efficiency and size selectivity of hydraulic clam dredges used in fishing for ocean quahogs (Arctica islandica): simultaneous estimation in the SELECT model*. International Council for the Exploration of the Sea. 345-354.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir. (2014). *Capture efficiency and size selectivity of a dry clam dredge used in fishing for ocean quahog (Arctica islandica)*. Hafrannsóknir nr 174. 14 s.
- Hrafnkell Eiríksson. (1988). *Um stofnsærð og veiðimöguleika á kúfiskel í Breiðafirði, Faxaflóa og við SA-land*. Ægir 2: 58-68.
- Ingimar Óskarsson. (1982). *Skeldýrafána Íslands. I. Samlokur í sjó*. Leiftur h/f, Reykjavík.

- Jones, D.S. (1981). Reproduction cycle of the Atlantic surf clam *Spisula solidissima*, and the ocean quahog *Arctica islandica* off New Jersey. *J. Shellfish Research*. 1: 23-32.
- Kinne, O. (1980). *Diseases of marine animals, II*. John Wiley & sons, Hamburg. Biologische Anstalt Helgoland, 796-797.
- Lutz, R.A., Goodsell, J.G., Castagna, M. and Stickney, P. (1983). Growth of experimentally cultured ocean quahogs (*Arctica islandica* L.) in north temperate embayments. *J. World Maricul, Soc.*, 14, 185-190.
- Mann, R. (1982). The seasonal cycle of gonadal development in *Arctica islandica* from the Southern New England shelf. *Fish. Bull.*, 80, 315-326.
- Merill, A.S. og Ropes, J.W. (1969). The general distribution of the surf clam and ocean quahog. *Proc. Nat. Shell. Assoc.*, 59, 40-45.
- Morton, B. (2011). The biology and functional morphology of *Arctica islandica* (Bivalvia:Arcticidae): a gerontophic living fossil. *Marine Biological Research*, 7, 540-553.
- Murawski, S.A., Ropes, J.W. og Serchuk, F.M. (1980). Growth studies of the ocean quahog, *Arctica islandica*. ICES/C.M. 1980/K:38. Shellfish Committee, 23 s.
- Murawski, S.A., og Serchuk, F.M. (1989). *Mechanized shellfish harvesting and its management: The offshore clam fishery of the eastern United States. Marine Invertebrate Fisheries, Their Assessment and Management*. Ritstjóri: J. Caddy. John Wiley and sons, New York, 1989.
- Pace, S. A. (2017). *Evidence of Multidecadal Recruitment in the Ocean Quahog, Arctica Islandica in the Western Atlantic Ocean*. Master's Theses from the University of Southern Mississippi. https://aquila.usm.edu/masters_theses/313.
- Powell, E.N. og Mann, R. (2005). Evidence of recent recruitment in the ocean quahog *Arctica islandica* in the Mid-Atlantic Bight. *J. Shellfish Research*, 24, 517-530.
- Report 1993: Report of the 15th Northeast Regional Stock Assessment Workshop (15th SAW). (1993). NOAA/National Marine Fisheries Service Center, Woods Hole, MA 02543-1097. February 1993, 33 s.
- Report 2017: Report of the 63rd Northeast Regional Stock Assessment Workshop (63rd SAW). (2017). NOAA/National Marine Fisheries Service Center, Woods Hole, MA doc. 17—10, 409 s.
- Report 2018: Mid-Atlantic Fishery management council Ocean quahog information document -April 2018. http://www.mafmc.org/s/SCOQ_FPR_for2018-j79j.pdf. 15 s.
- Ropes, J.W. (1979). Shell length at sexual maturity of surf clams., *Spisula solidissima*, from an inshore habitat. *Proc. Natl. Shellfish. Assoc.*, 69, 85-91.
- Ropes, J.W. (1968). Reproductive cycle of the surf clam, *Spisula solidissima*, in offshore New Jersey. Biological Bulletin. Marine Biological Laboratory. Woods Hole, 135, 349-365
- Ropes, J.W. og Murawski, S.A. (1980). The size and age at sexual maturity of ocean quahogs, *Arctica islandica* Linné, from a deep oceanic site. ICES/C.M. 1980/K:26. Shellfish Committee, 7 s.
- Ropes, J.W. og Murawski, S.A. (1983). Maximum shell length and longevity in ocean quahogs, *Arctica islandica* Linné. ICES/C.M. 1983/K:38. Shellfish Committee, 23 s.
- Ropes, J.W., Murawski, A. og Serchuk, F.M. (1984a). Size, Age, Sexual maturity and Sex Ratio in Ocean Quahogs, *Arctica Islandica* Linné, off Long Island, New York. *Fishery Bulletin*: Col 82, NO. 2, 1984.
- Ropes, J.W., Jones, D.S., Murawski, S.A., Serchuk, F.M. og Jerald, A. (1984b). Documentation of annual growth lines in ocean quahogs, *Arctica islandica* Linné. *Fish. Bull.*, 82, 1-19.
- Rowell, T.W. og Chaisson, D.R. (1983). *Distribution and abundance of the ocean quahog (Arctica islandica) and stimpson's surf clam (Spisula polynyma) resource on the Scotian Shelf*. Canadian Industry Report of Fisheries and Aquatic Sciences, 142, 75 s.
- Rowell, T.W., Chaisson, D.R. og McLane, J.T. (1990). Size and age of the sexual maturity and annual gametogenesis cycle in the ocean quahog, *Arctica islandica*, (Linnaeus, 1767) from coastal waters in Nova Scotia, Canada. *J. Shellfish Research*, 9, 195-203.
- Schaefer, M.B. (1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Bull. Int. Am. Trop. Tuna Comm.*, 1(2), 26-56.
- Seed, R. (1969). The ecology of *Mytilus edulis* L. on exposed rocky shores. I. Breeding and settlement. *Oecologia (Berl.)*, 3, 277-316.

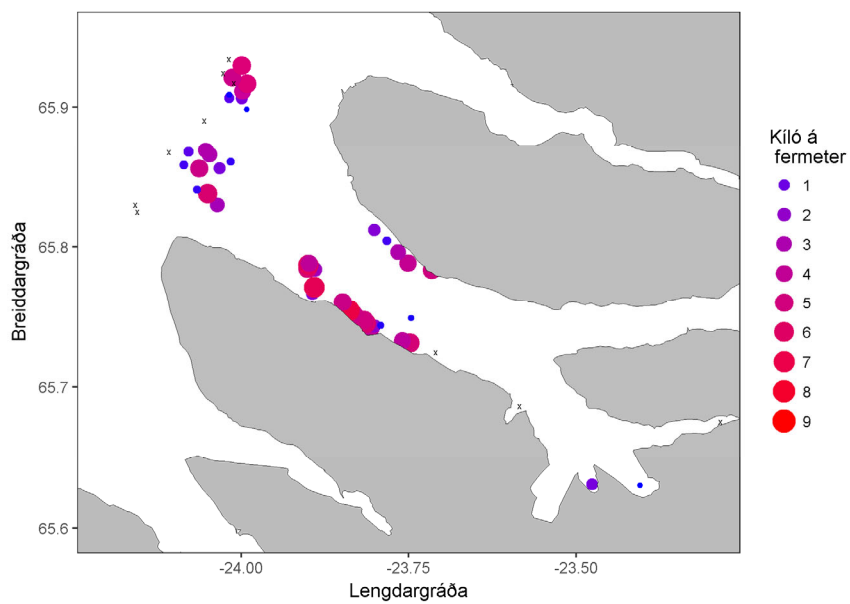
- Sigmar Steingrímsson og Guðrún G. Þórarindóttir. (1995). Age structure, size and sexual maturity in ocean quahog, *Arctica islandica* (Mollusca: Bivalvia) off NW-Iceland. *C.M.* 1995/K:54. Shellfish Committee. 17 s.
- Taylor, A.C. (1976). Burrowing behaviour and anaerobiosis in the bivalve *Arctica islandica* (L.). *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 56, 95-109.
- Thompson, D.S.J. og Dreibelis, D. (1980). Annual internal growth banding and life history of the ocean quahog *Arctica islandica*. *Marine Biology*, 57, 25-34.
- Thompson, D.S.J. og Ropes, J.W. (1980). Advanced age for sexual maturity in the ocean quahog *Arctica islandica* (Mollusca: Bivalvia). *Marine Biology*, 57, 25-34.
- Unnur Skúldóttir. (1967). *Vinnsla Sjávarafla*. Ráðstefna íslenskra verkfræðinga, 52, 13-27.

Viðauki



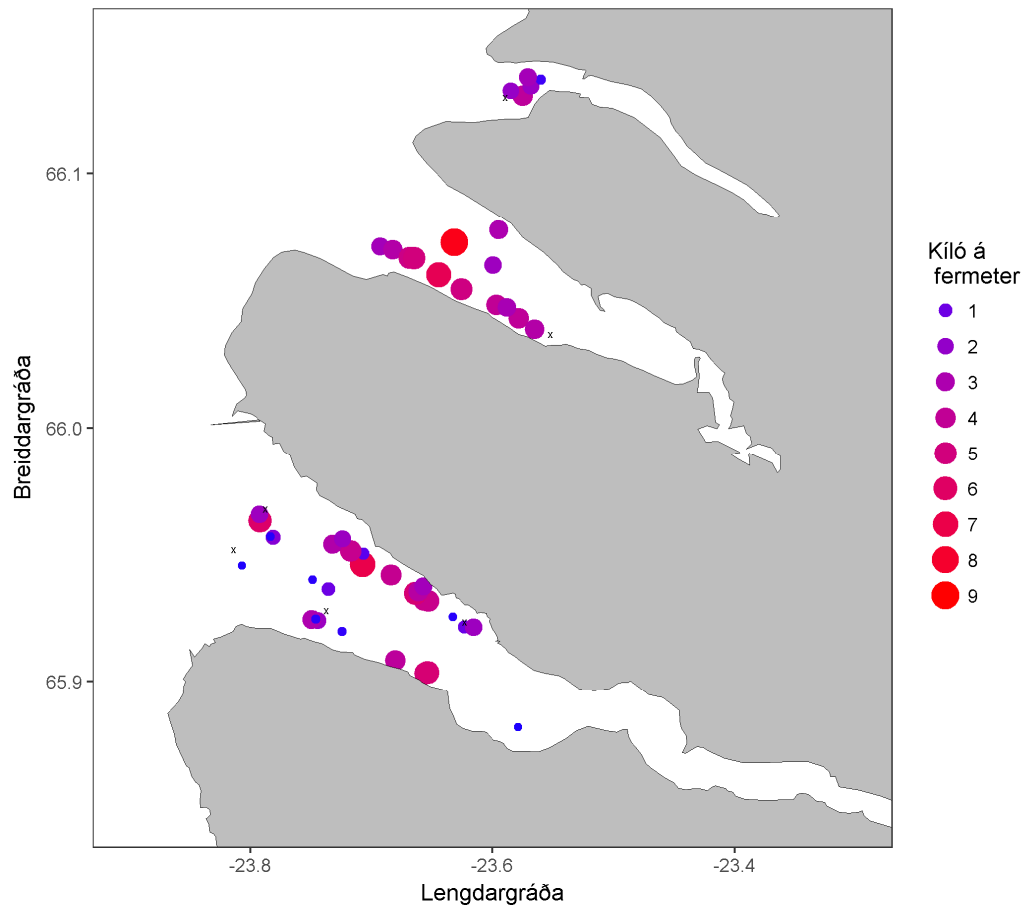
5a. mynd. Svæði 1. Staðsetning toga og lífþyngd kúfkelja/m² í Patreksfirði og Tálknafirði.

Figure 5a. Area 1. Locations and biomass (kg/m²) and at sampling sites for *Arctica islandica* in Patreksfjörður and Tálknafjörður.



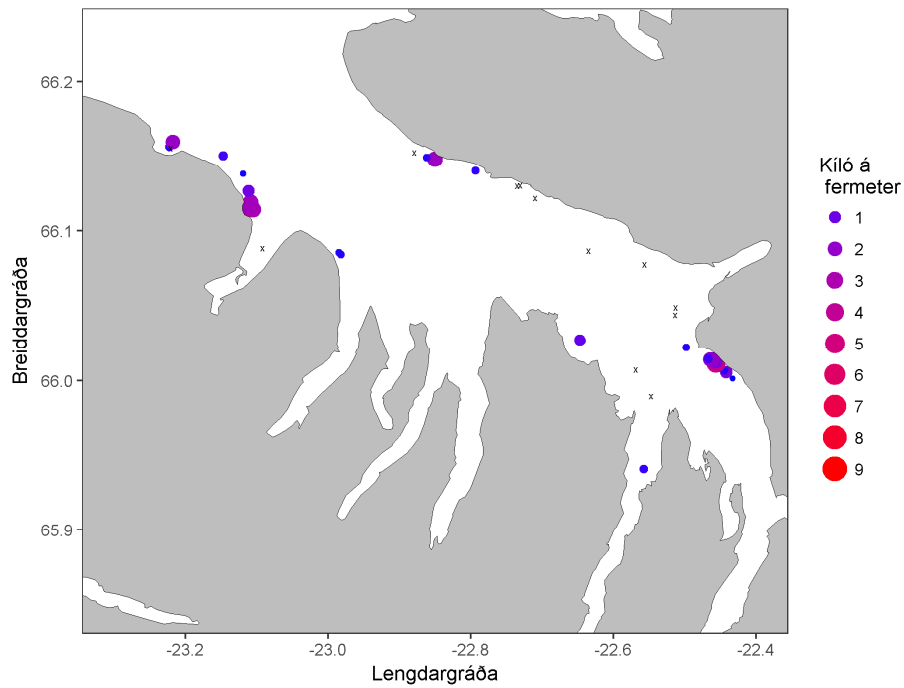
5b. mynd. Svæði 2. Staðsetning toga lífþyngd kúfkelja/m² í Arnarfirði og úti fyrir Kóp.

Figure 5b. Area 2. Locations and biomass (kg/m²) and at sampling sites for *Arctica islandica* in Arnarfjörður and outside Kópur.



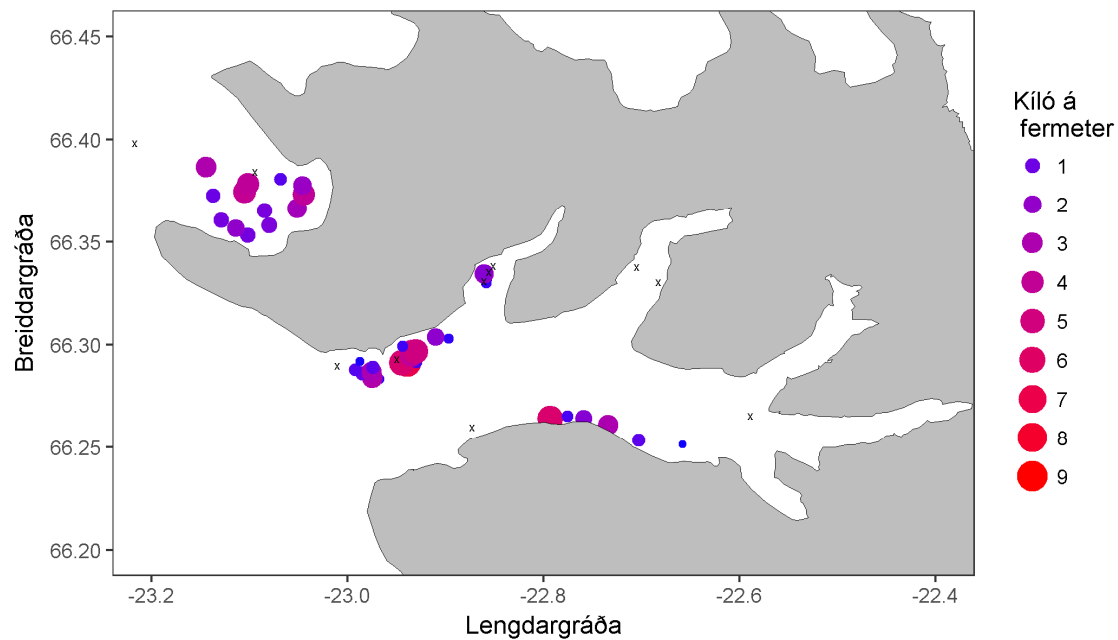
5c. mynd. Svæði 3. Staðsetning toga lífþyngd kúfiskelja/m² í Dýrafirði og Ségundafirði.

Figure 5c. Area 3. Locations and biomass (kg/m²) and at sampling sites for *Arctica islandica* in Dýrafjörður and Ségundafjörður.



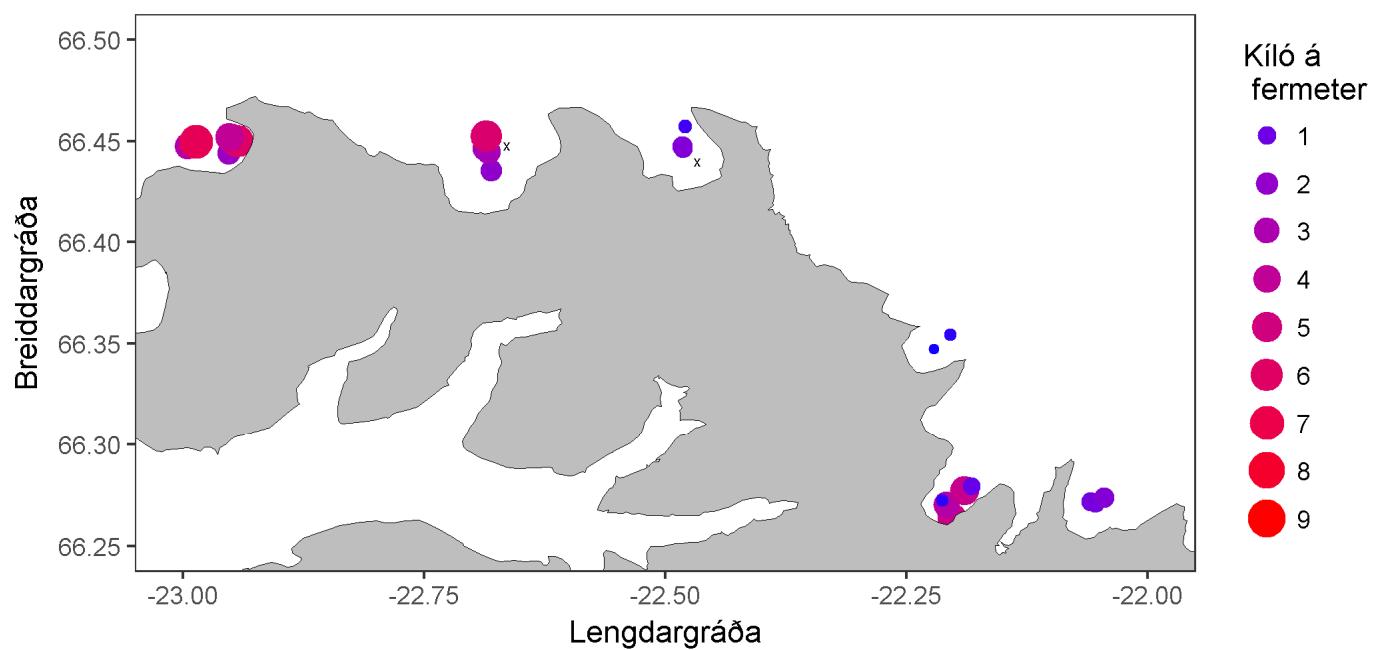
5d. mynd. Svæði 4. Staðsetning toga og lífþyngd kúfiskja/m² í Ísafjarðardjúpi.

Figure 5d. Area 4. Locations and biomass (kg/m²) and at sampling sites for *Arctica islandica* in Ísafjarðardjúp.



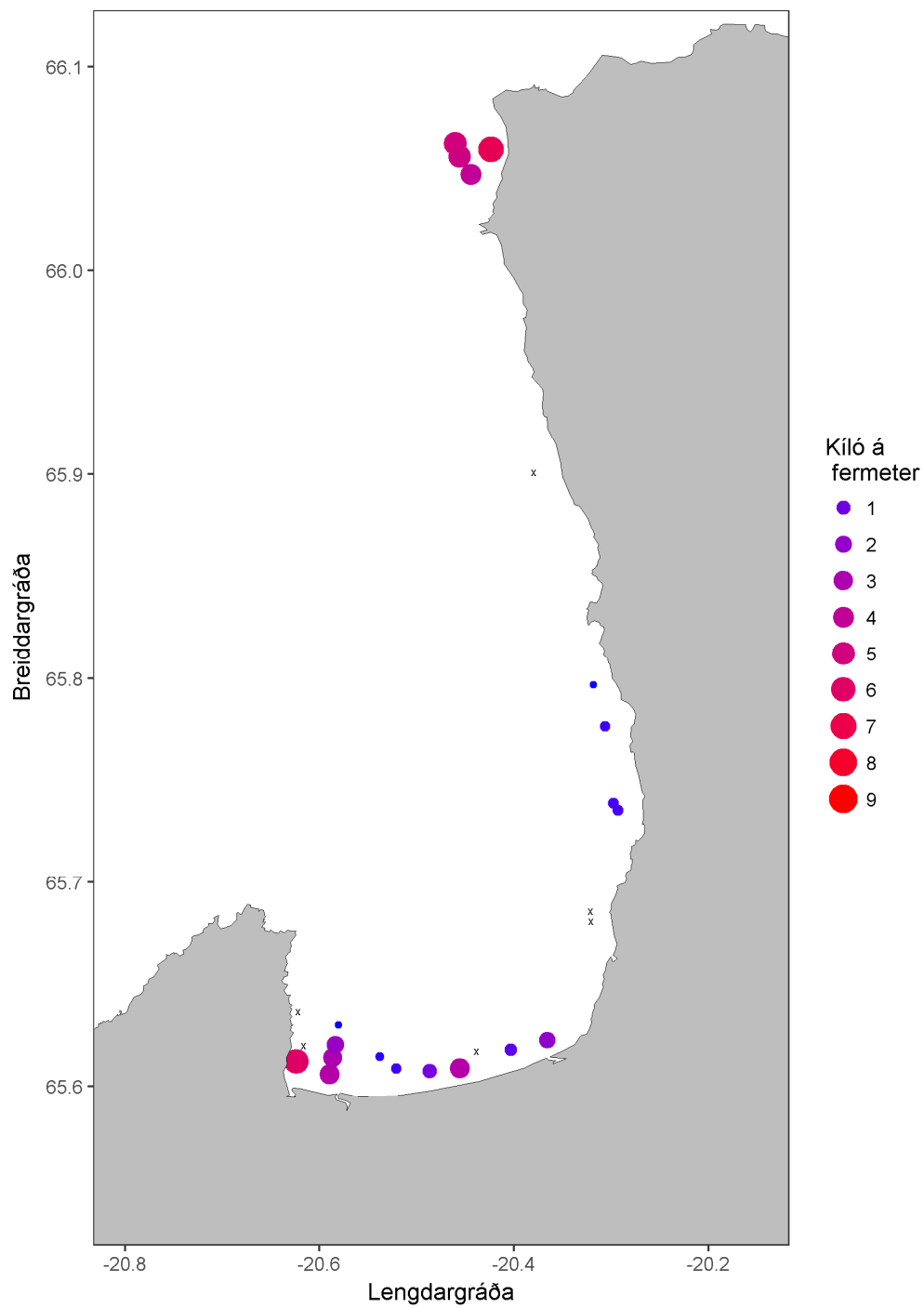
5e. mynd. Svæði 5. Staðsetning toga og lífþyngd kúfiskja/m² í Hesteyrarfirði, við Slétta og í Aðalvík.

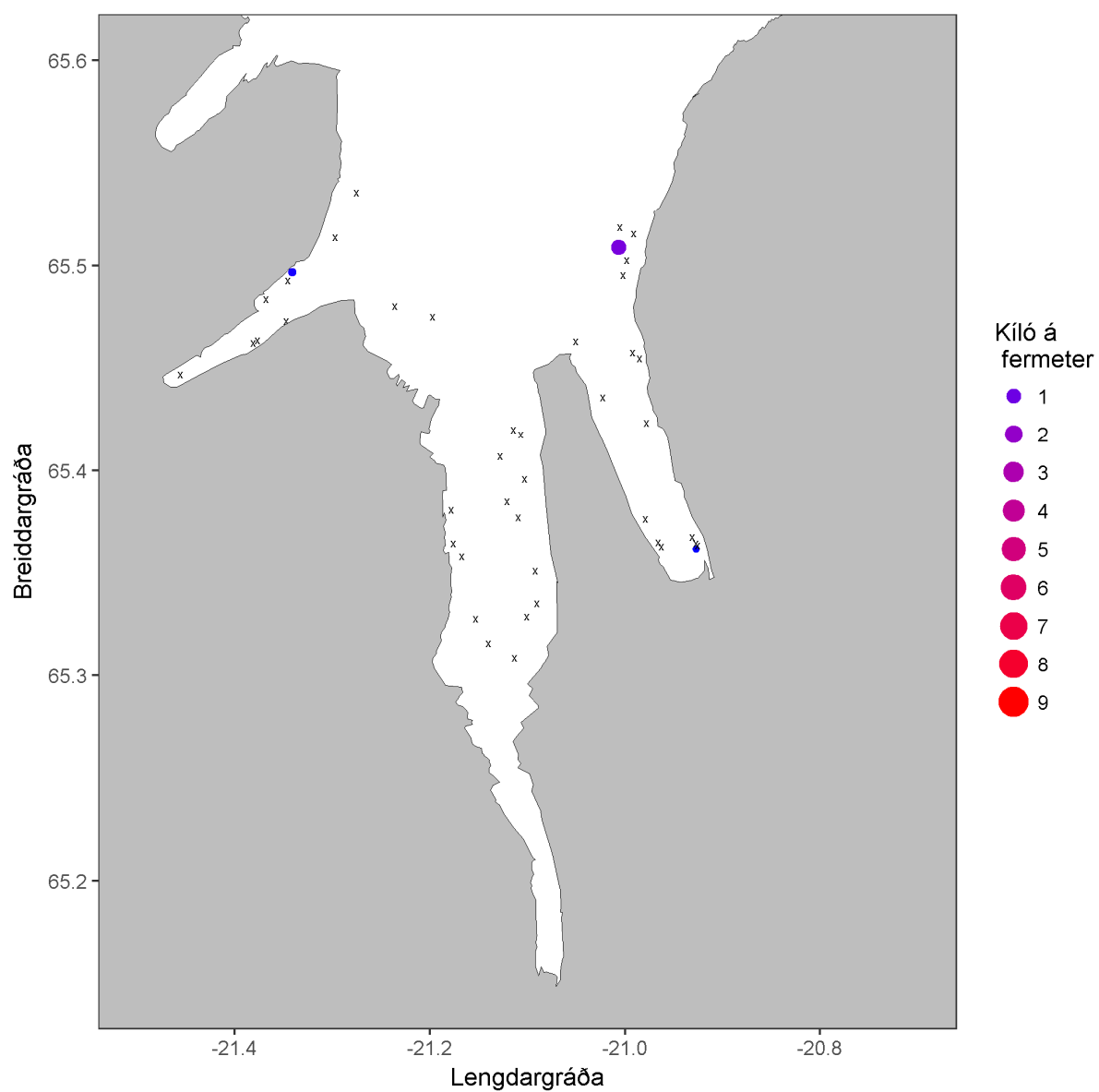
Figure 5e. Area 5. Locations and biomass (kg/m²) and at sampling sites for *Arctica islandica* in Hesteyrarfjörður, off Slétta and in Aðalvík.



5f. mynd. Svæði 6. Staðsetning toga og lífþyngd kúfshellja/m² á Hornströndum.

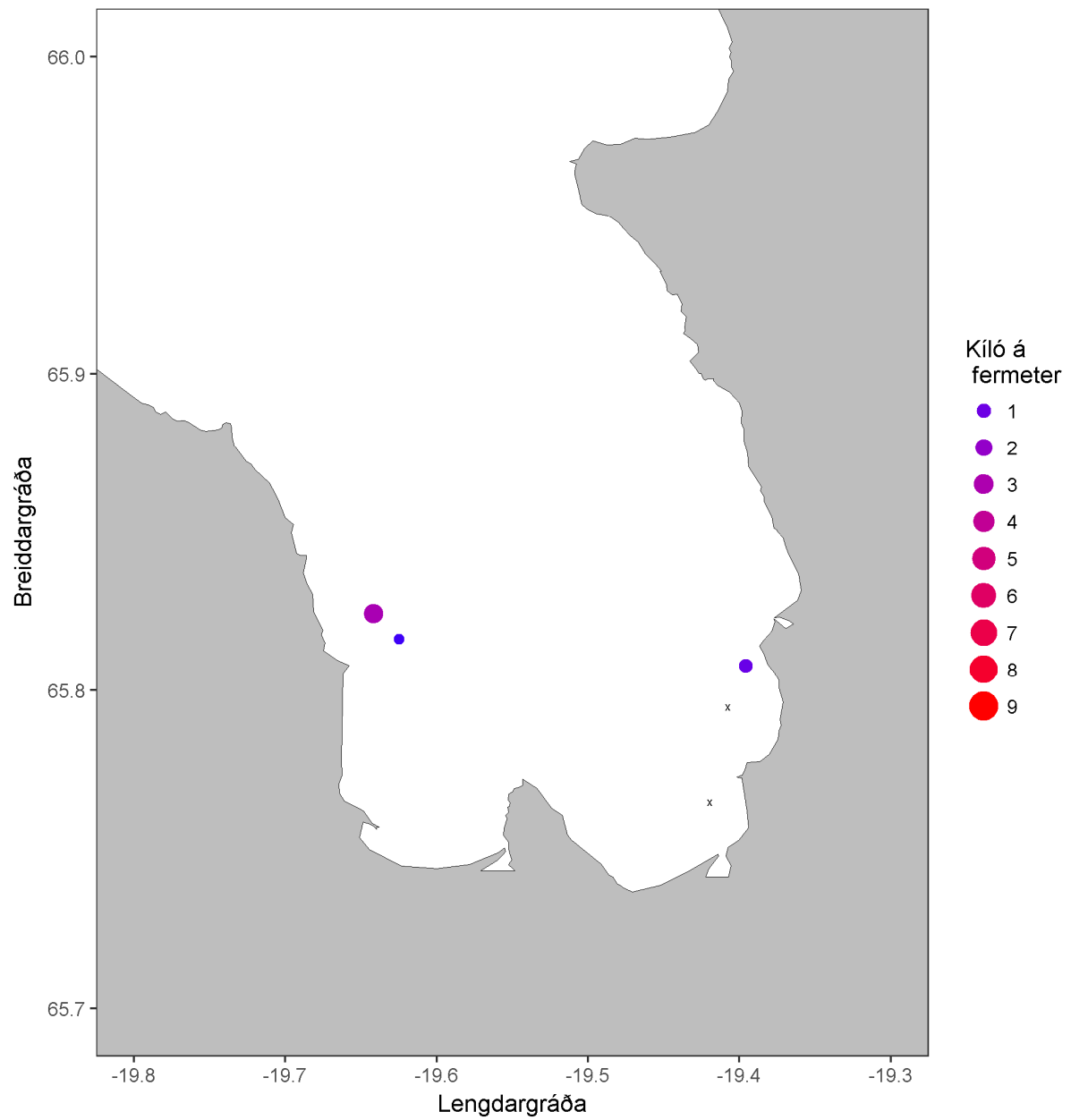
Figure 5f. Area 6. Locations and biomass (kg/m²) and at sampling sites for *Arctica islandica* in Hornstrandir.





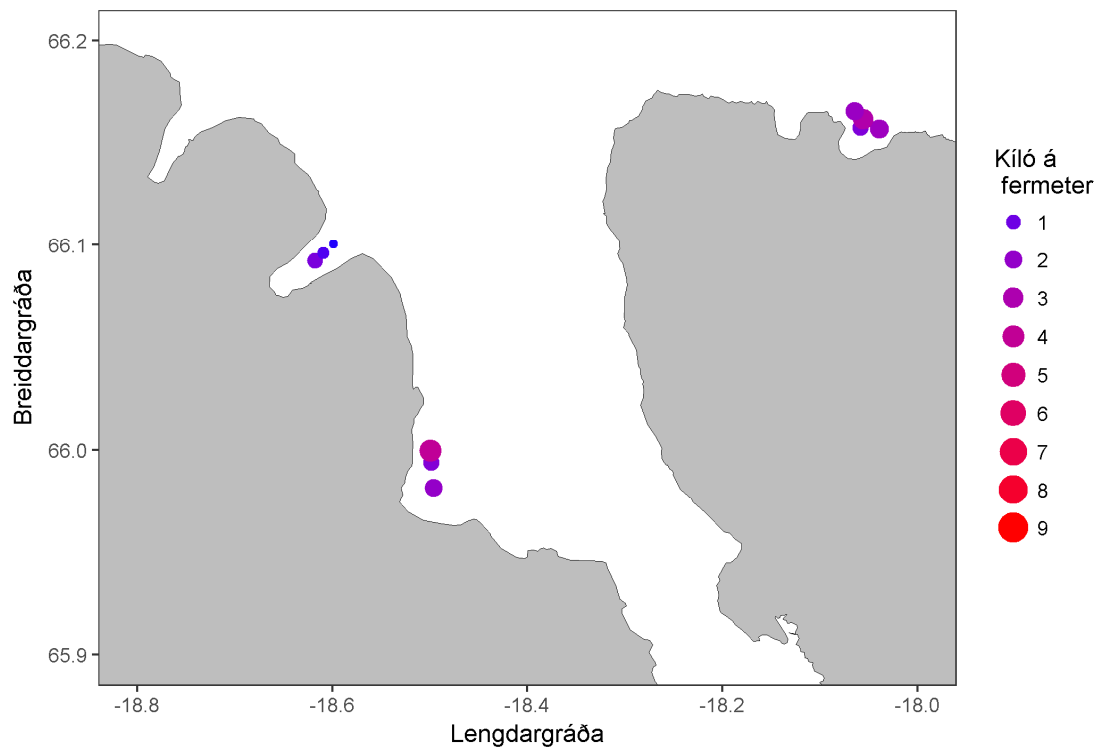
5h. mynd. Staðsetning toga í Hrútafirði, Miðfirði og Bitrufirði.

Figure 5h. Locations and biomass (kg/m^2) and at sampling sites for *Arctica islandica* in Hrútafjörður, Miðfjörður and Bitrufjörður.



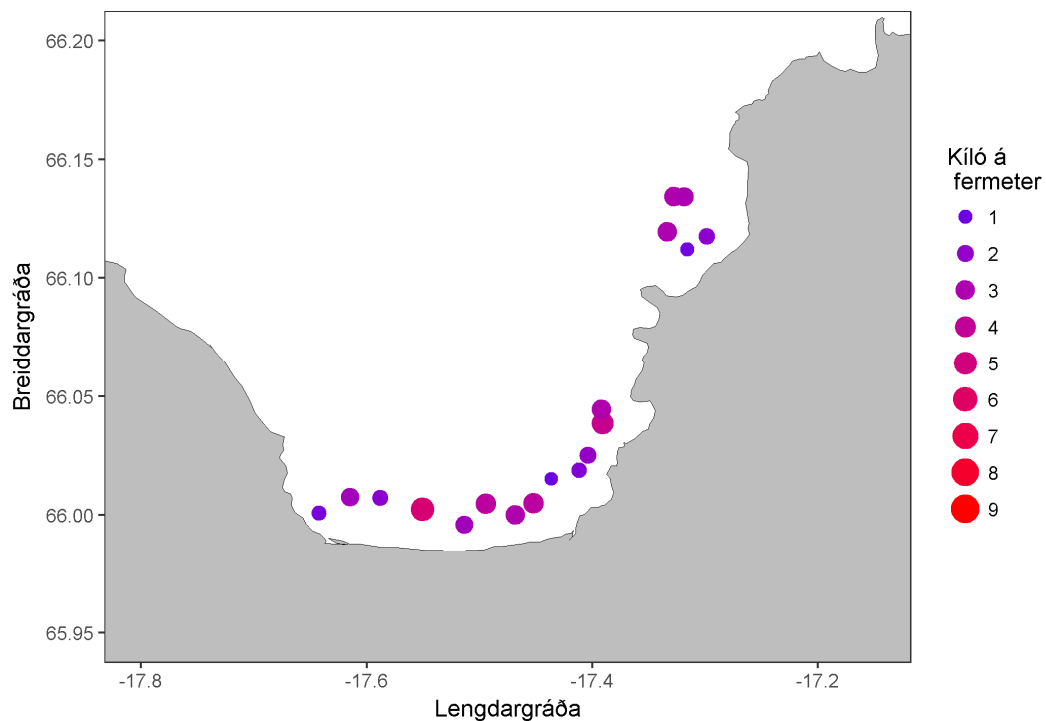
6a. mynd. Svæði 8. Staðsetning toga og lífþyngd kúfiskelja/m² í Skagafirði.

Figure 6a. Area 8. Locations and biomass (kg/m²) and at sampling sites for *Arctica islandica* in Skagafjörður.



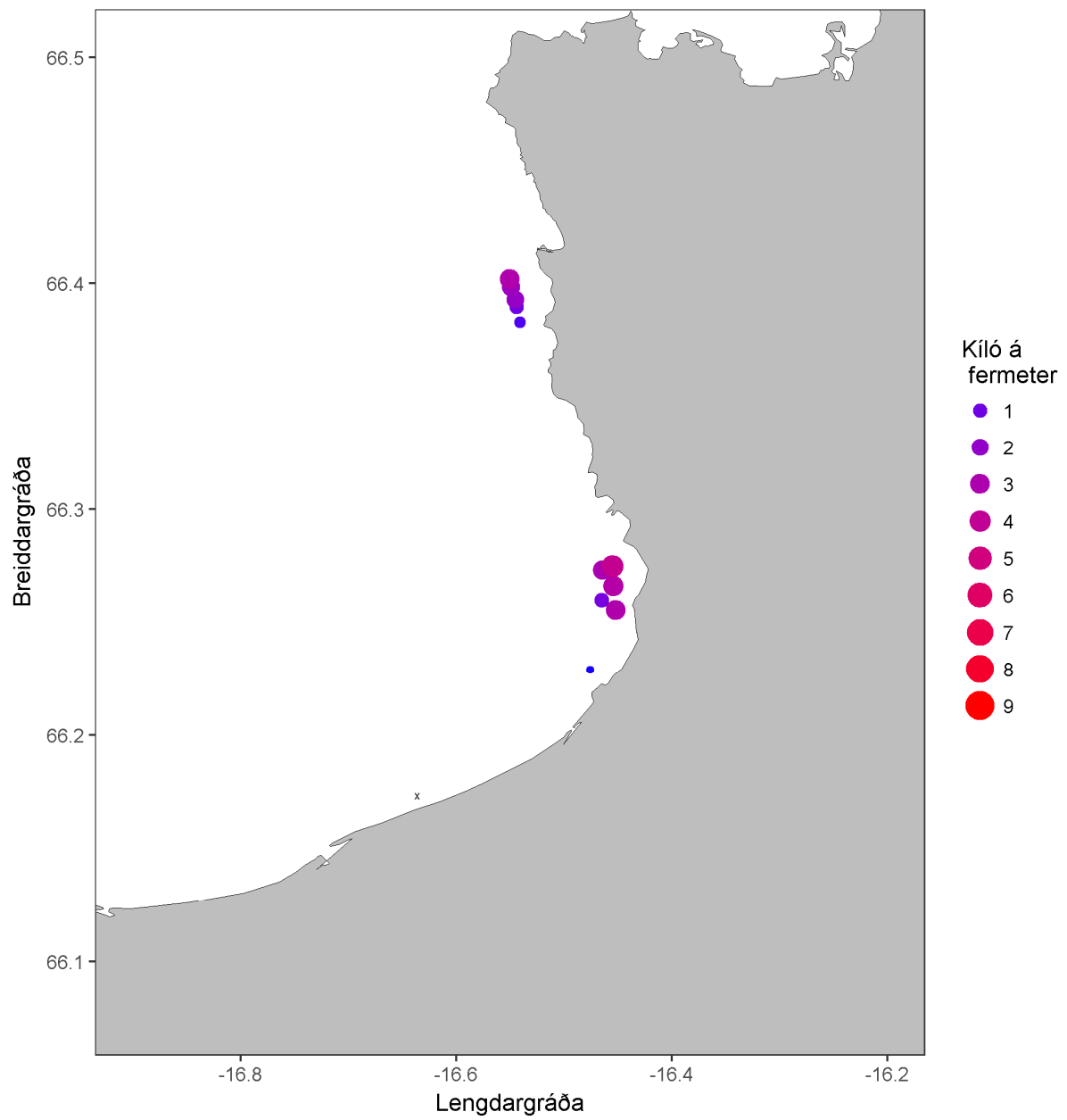
6b. mynd. Svæði 9. Staðsetning toga og lífþyngd kúfkelja/m² í Dalvík, Ólafsfirði.

Figure 6b. Area 9. Locations and biomass (kg/m²) and at sampling sites for *Arctica islandica* in Dalvík and Ólafsfjörður.



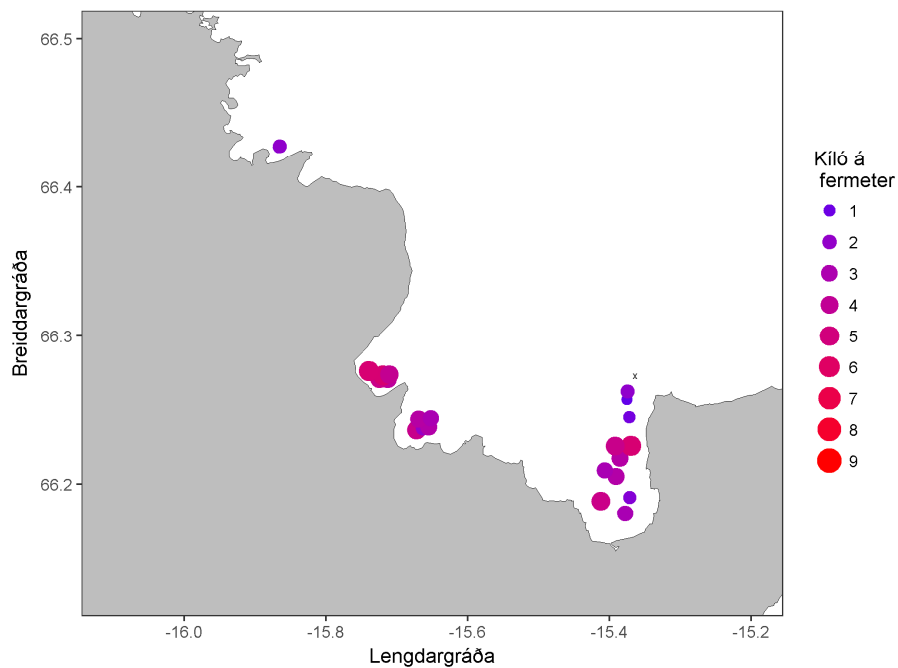
6c. mynd. Svæði 10. Staðsetning toga og lífþyngd kúfkelja/m² í Skjálfandi, Hvalvatnsfirði og við Lundy.

Figure 6c. Area 10. Locations and biomass (kg/m²) and at sampling sites for *Arctica islandica* in Skjálfandi, Hvalvatnsfjörður and Lundy.



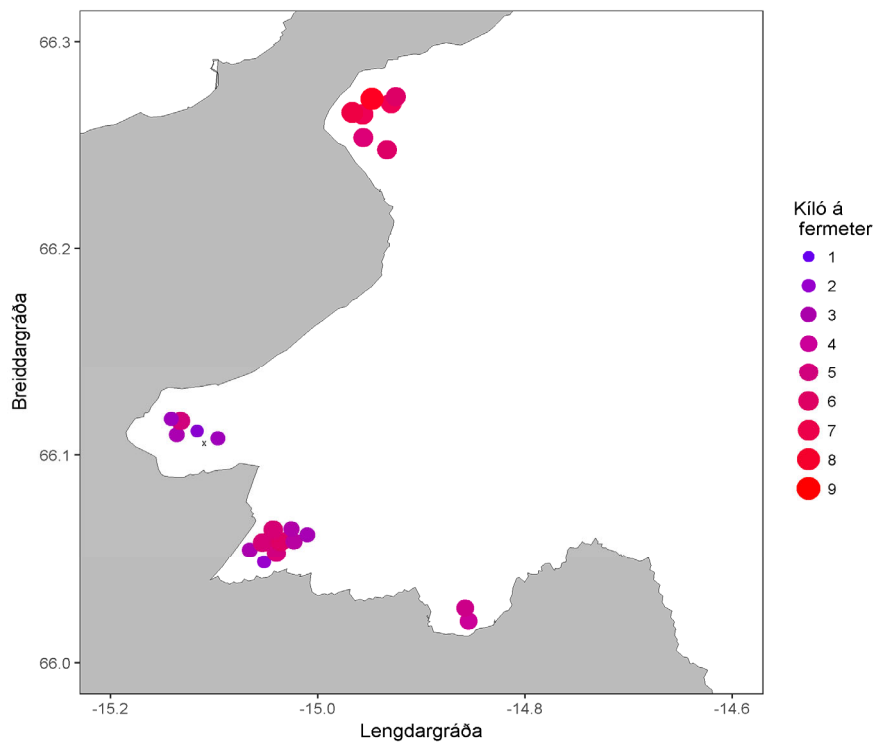
6d. mynd. Svæði 11. Staðsetning toga og lífþyngd kúfshellja/m² í Öxarfirði.

Figure 6d. Area 11. Locations and biomass (kg/m²) and at sampling sites for *Arctica islandica* in Öxarfjörður.



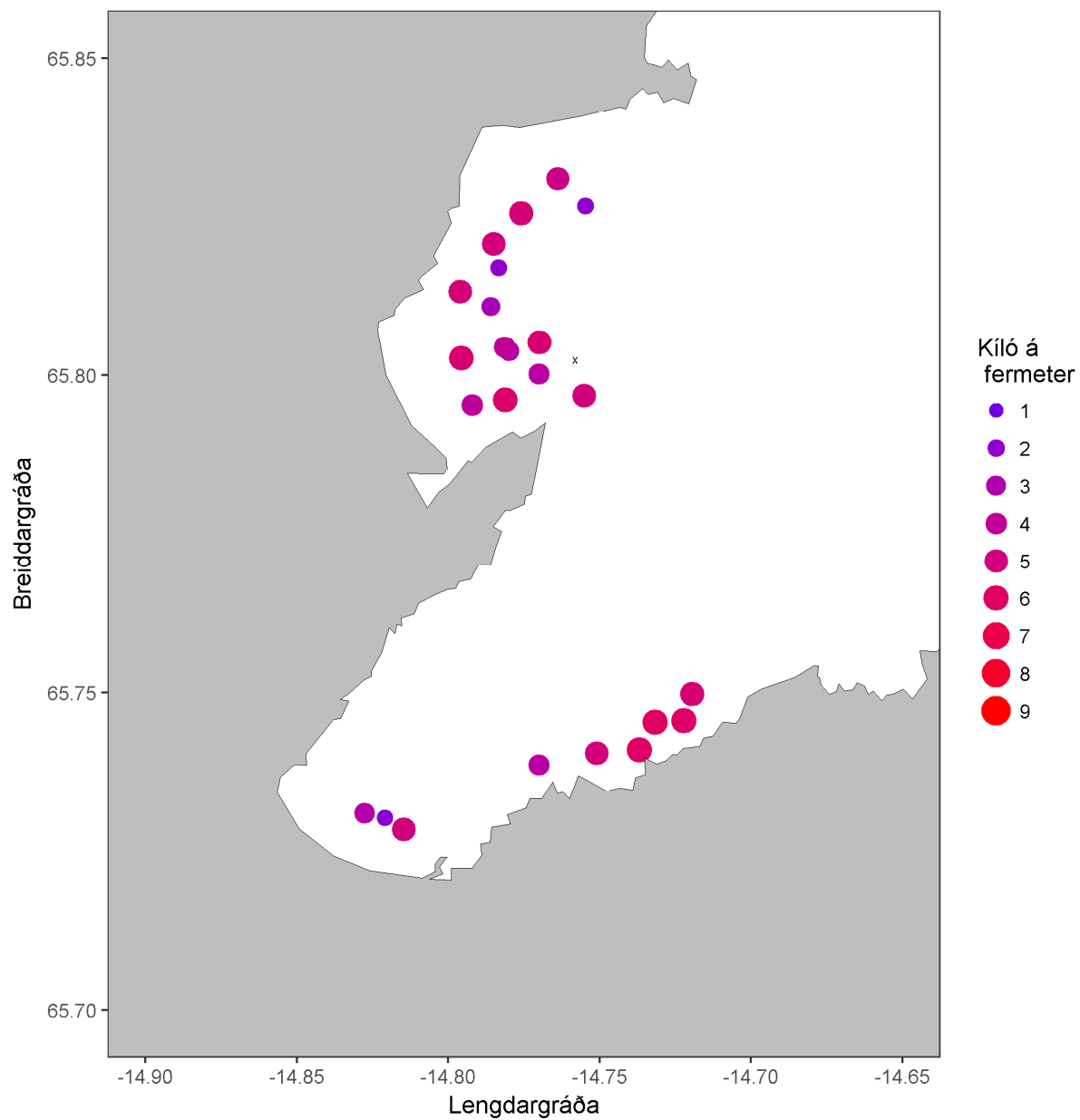
6e. mynd. Svæði 12. Staðsetning toga lífþyngd kúfiskelja/m² við Raufarhöfn og í Þistilfirði.

Figure 6e. Area 12. Locations and biomass (kg/m²) at sampling sites for *Arctica islandica* in Raufarhöfn and Thistilfjörður.



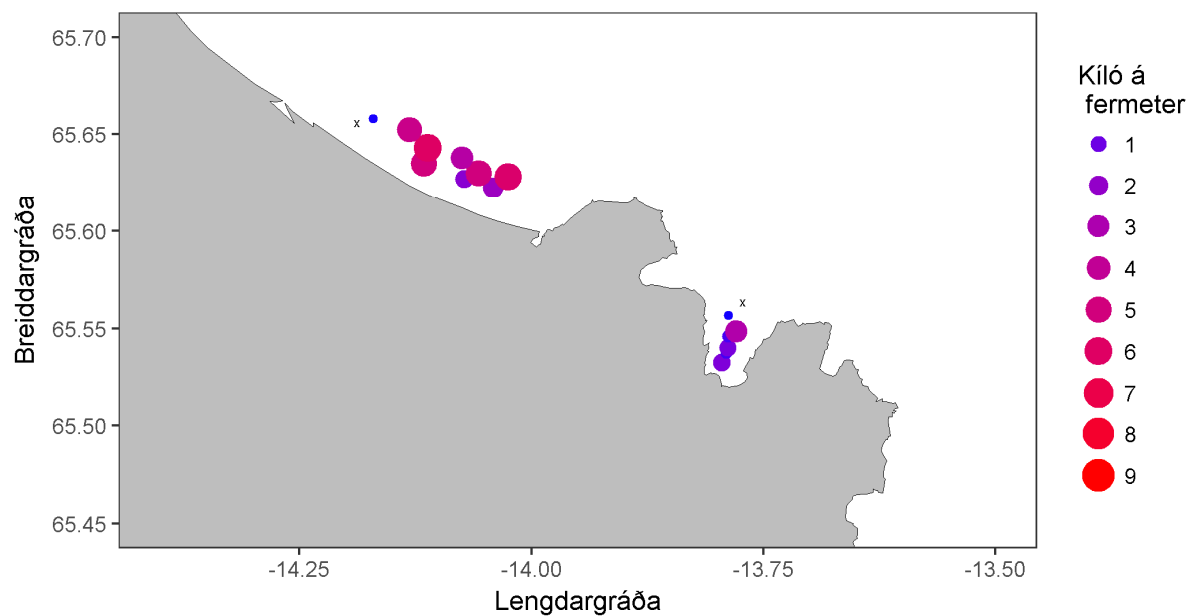
6f. mynd. Svæði 13. Staðsetning toga og lífþyngd kúfiskelja/m² í Eidisvík, Miðfirði, Finnaþfirði og Bakkafirði.

Figure 6f. Area 13. Locations and biomass (kg/m²) at sampling sites for *Arctica islandica* in Eidisvík, Miðfjörður, Finnaþfjörður and Bakkafjörður.



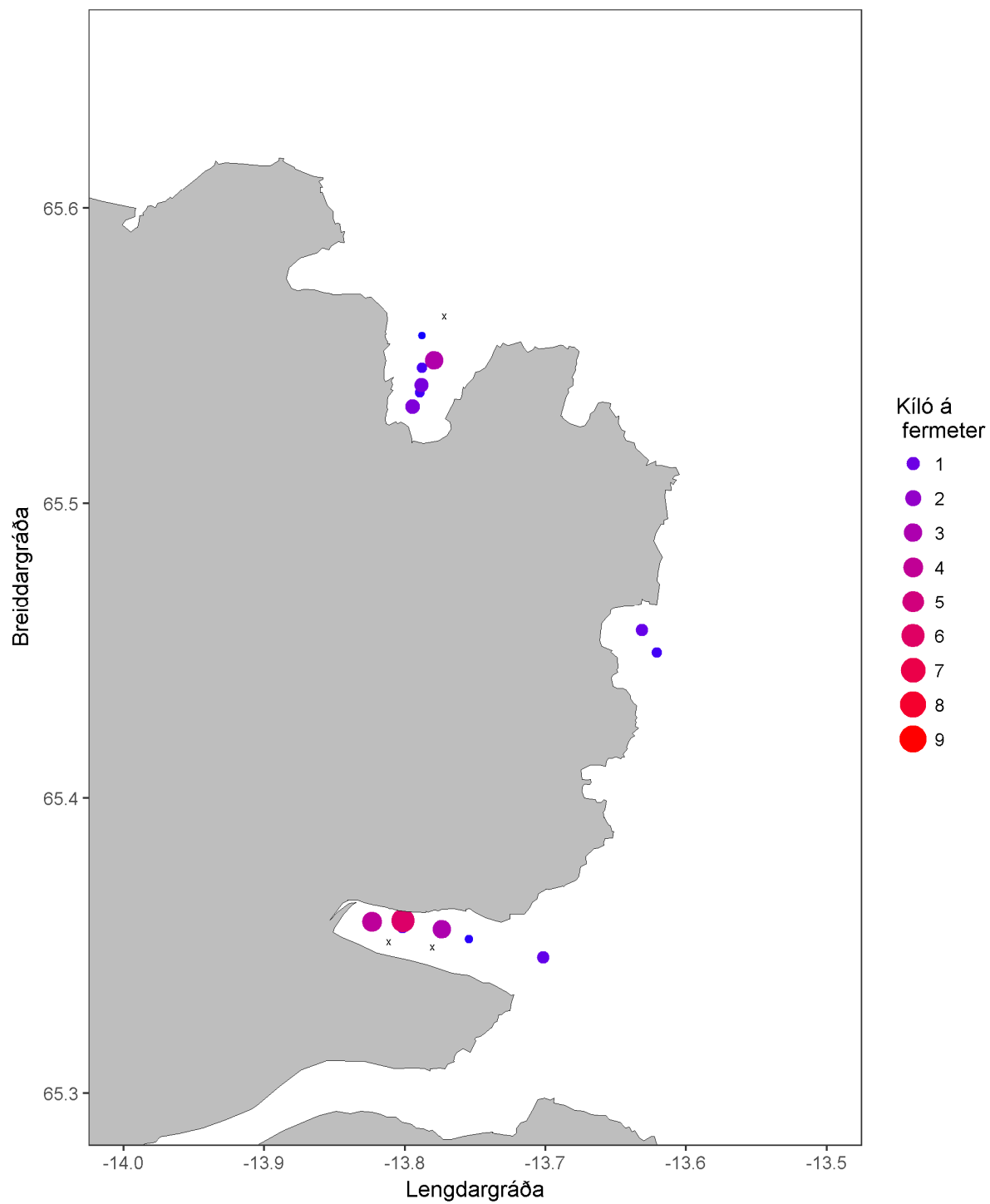
6g. mynd. Svæði 14. Staðsetning toga lífþyngd kúfkelja/m² í Nýpsfirði og Vopnafirði.

Figure 6g. Area 14. Locations and biomass (kg/m²) at sampling sites for *Arctica islandica* in Nýpsfjörður and Vopnafjörður.



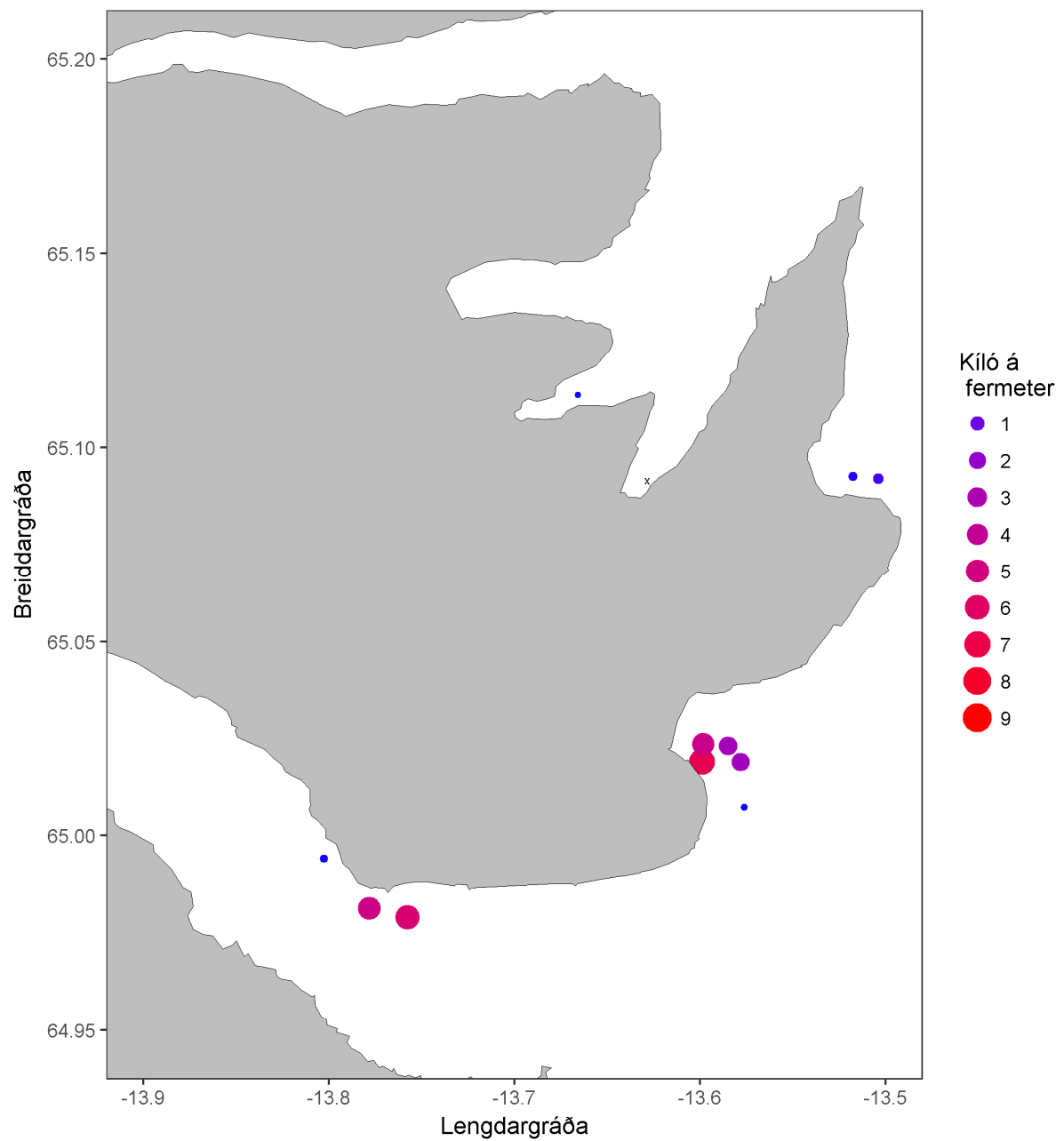
6h. mynd. Svæði 15. Staðsetning toga lífþyngd kúfiskelja/m² í Héraðsflóa og Borgarfirði eystri.

Figure 6h. Area 15. Locations and biomass (kg/m²) at sampling sites for *Arctica islandica* in Eidsvík and Borgarfjörður east.



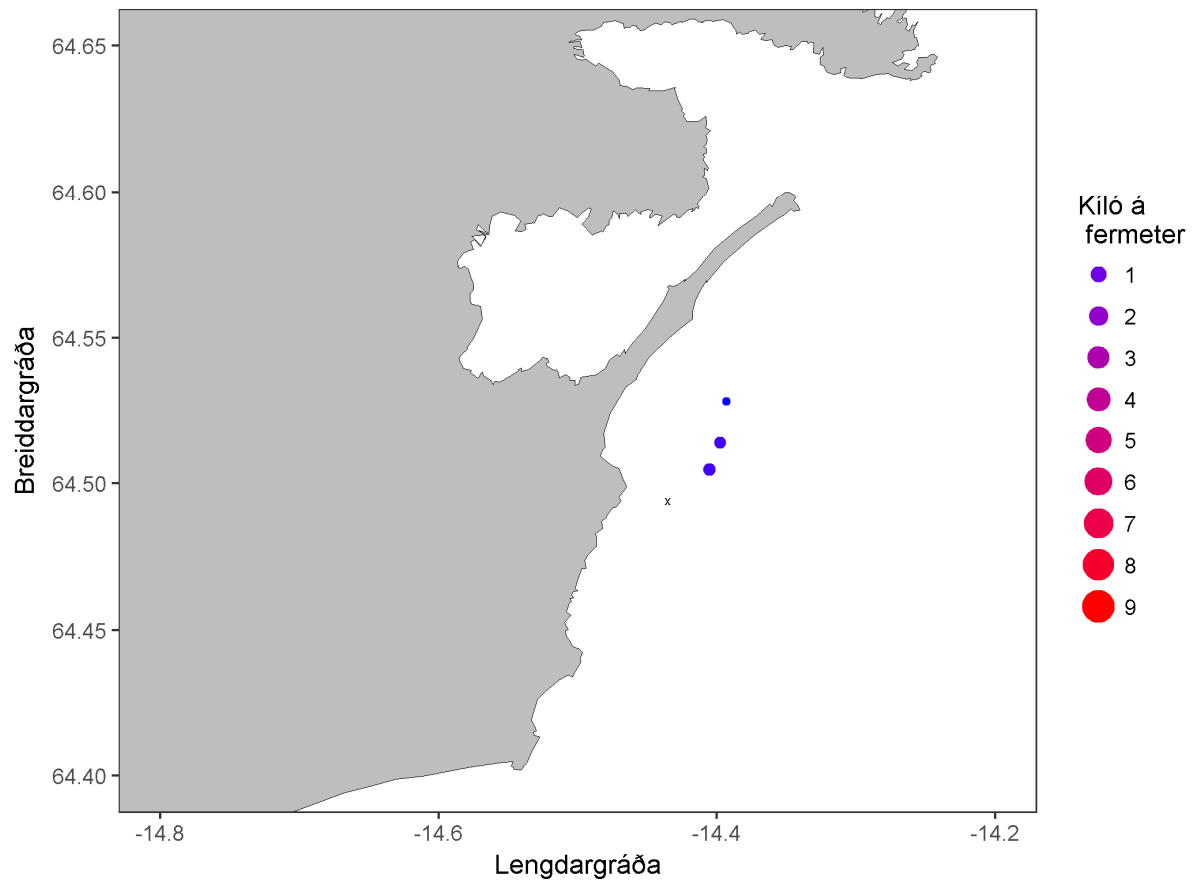
6i. mynd. Svæði 16. Staðsetning toga og lífþyngd kúfiskelja/m² í Loðmundarfirði, Húsavík og Breiðavík.

Figure 6i. Area 16. Locations and biomass (kg/m²) at sampling sites for *Arctica islandica* in Loðmundarfjörður, Húsavík og Breiðavík.



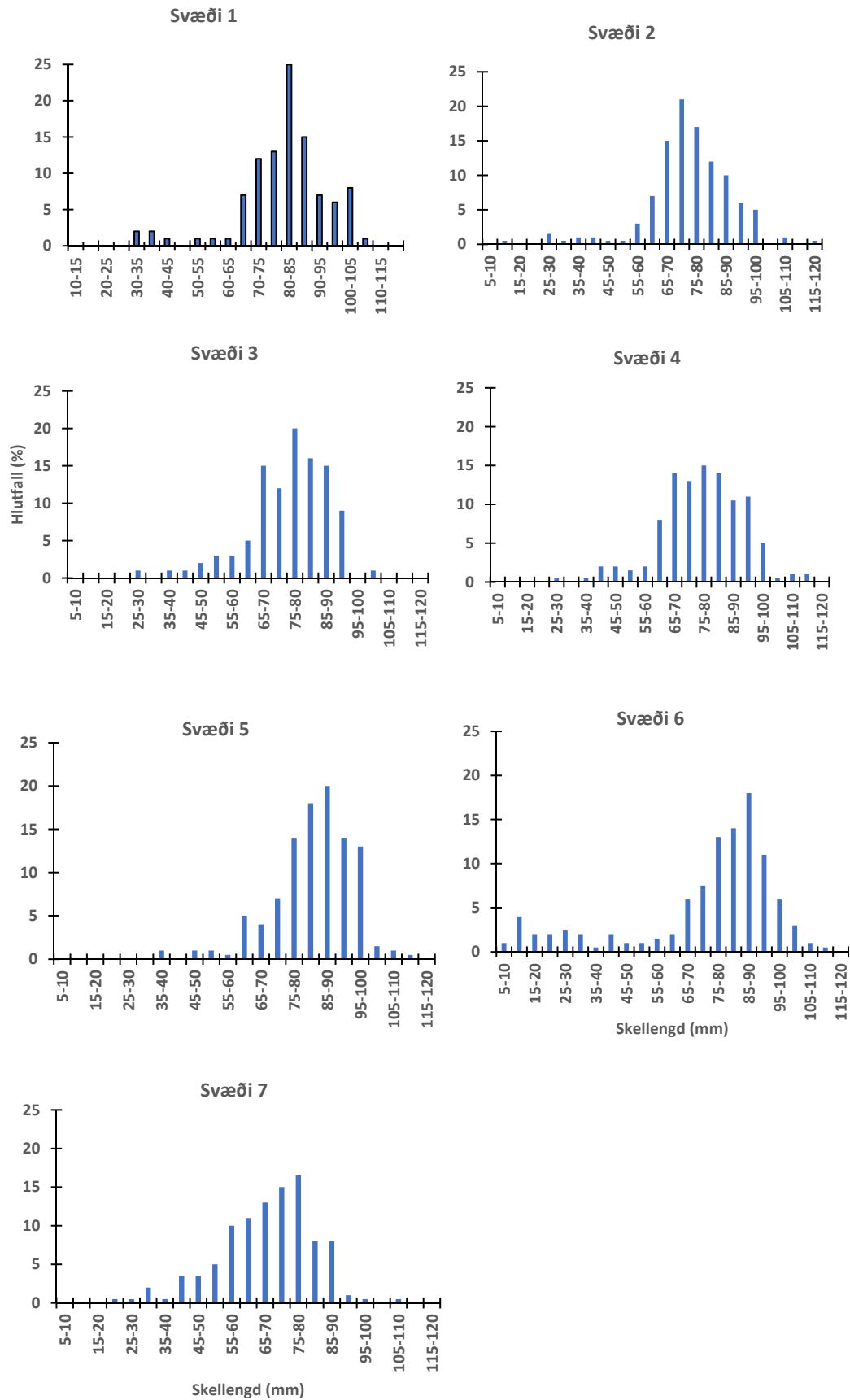
6j. mynd. Svæði 17. Staðsetning toga og lífþyngd kúfiskelja/m² í Sandvík, Vaðlavík og Reyðarfirði.

Figure 6j. Area 17. Locations and biomass (kg/m²) at sampling sites for *Arctica islandica* in Sandvík, Vaðlavík and Reyðarfjörður.



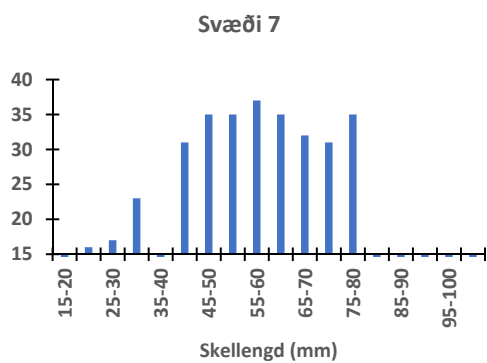
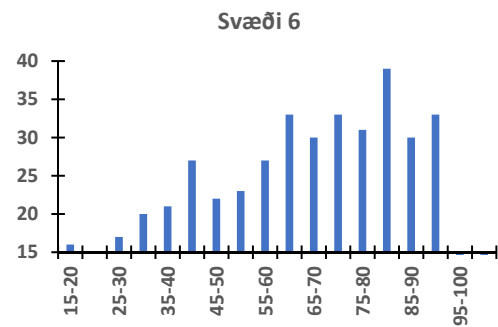
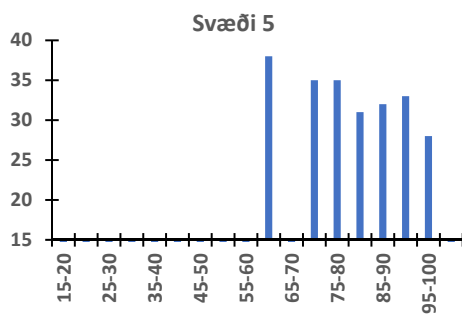
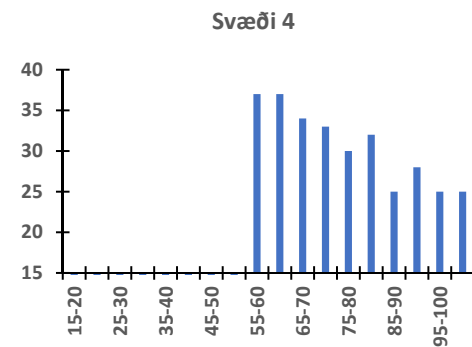
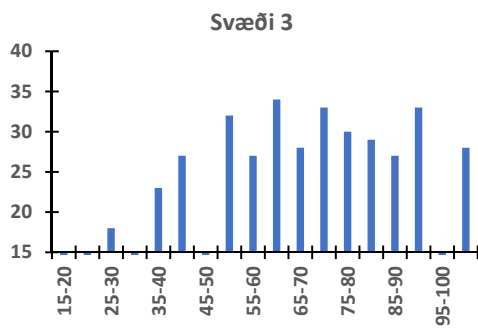
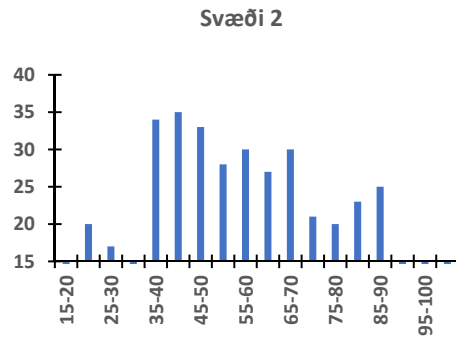
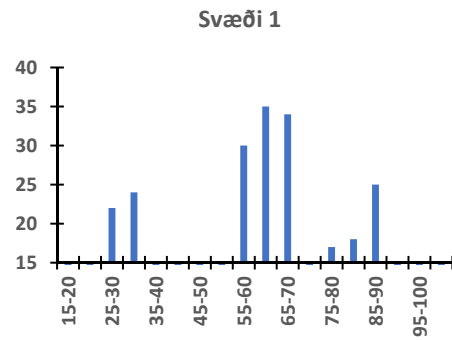
6k. mynd. Svæði 18. Staðsetning toga og lífþyngd kúfiskelja/m² í Álftafirði.

Figure 6k. Area 18. Locations and biomass (kg/m²) at sampling sites for *Arctica islandica* in Álftafjörður.



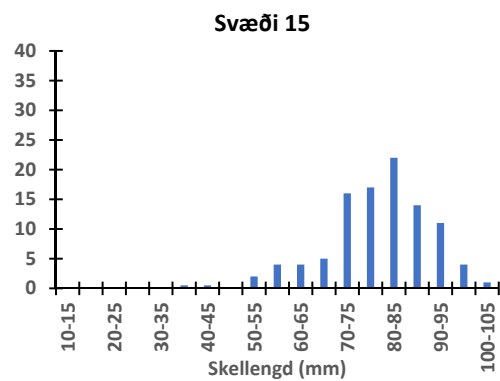
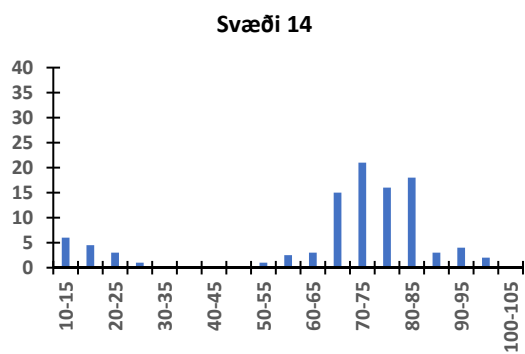
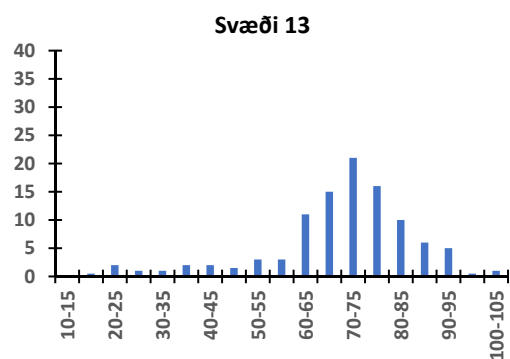
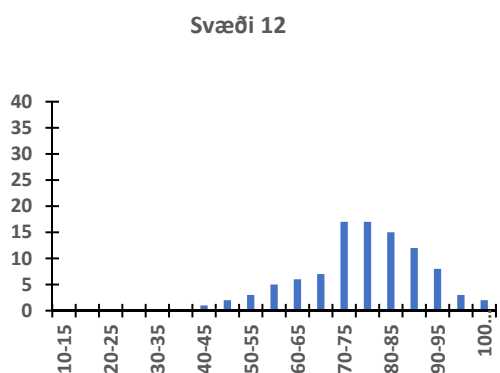
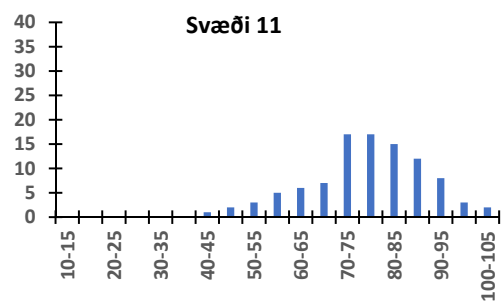
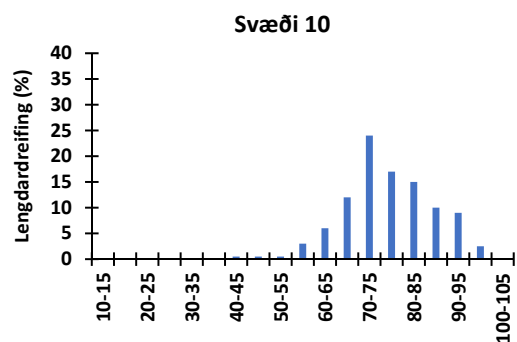
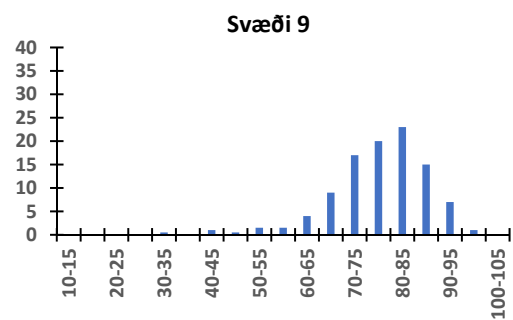
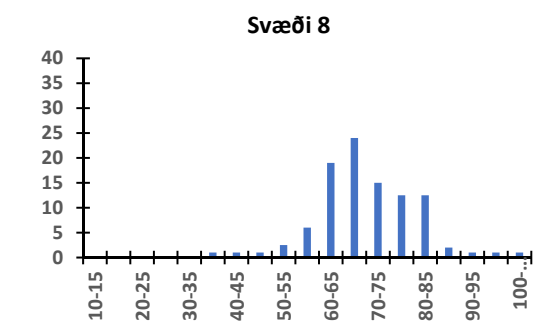
11. mynd. Lengdardreifing (%) kúfiskelja í 5 mm stærðarflokkum á sjö svæðum á Norðvesturlandi.

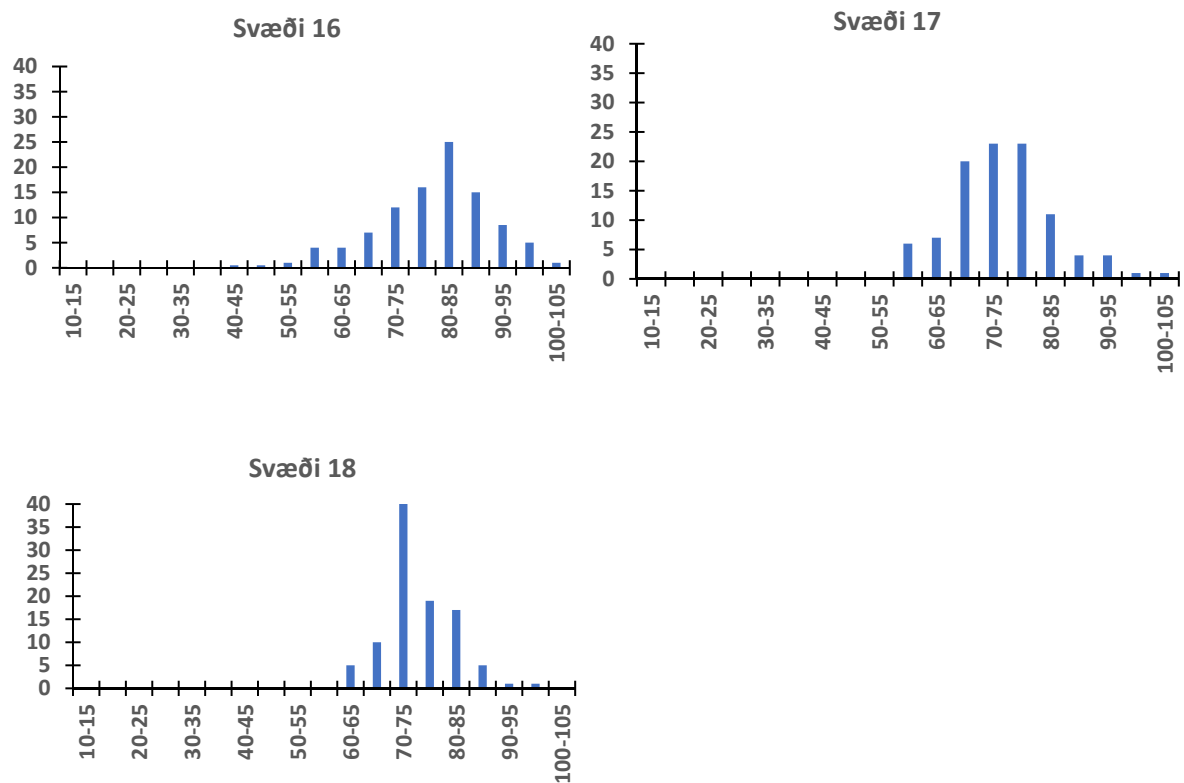
Figure 11. Shell length-frequency distribution for 5 mm size classes of ocean quahog from Northwest Iceland.



12. mynd. Kjötinnihald (%) kúfiskelja í 5 mm stærðarflokkum á sjö svæðum á Norðvesturlandi.

Figure 12. Meat yield (%) for 5 mm size classes of ocean quahog from Northwest Iceland.

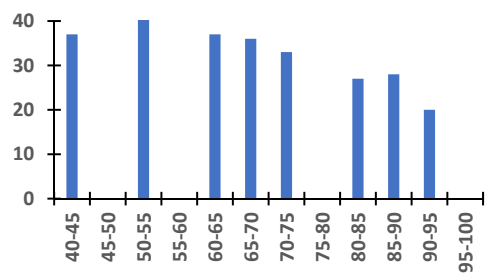




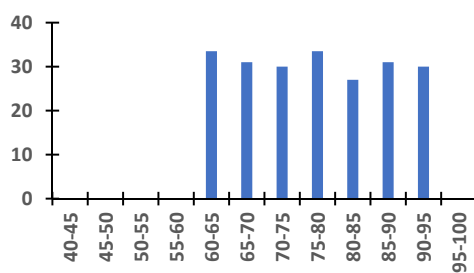
13. mynd. Lengdardreifingar (%) kúfshelja í 5 mm stærðarflokkum á ellefu svæðum á Norður- og Austurlandi.

Figure 13. Length distribution for 5 mm size classes of ocean quahog from eleven areas from north and east Iceland

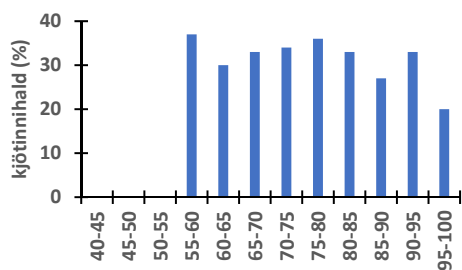
Svæði 8



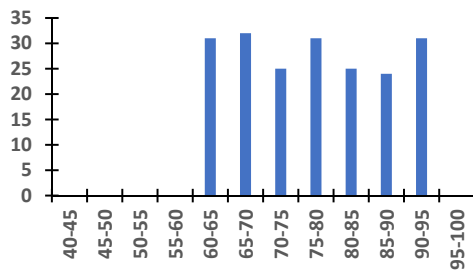
Svæði 9



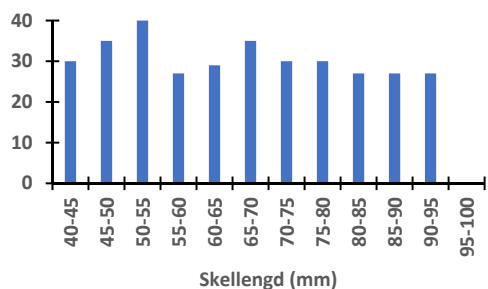
Svæði 10



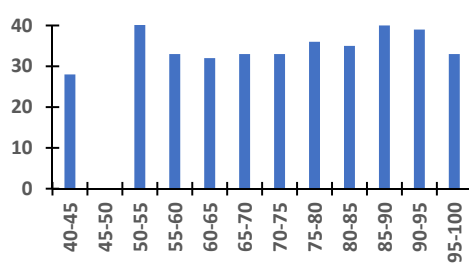
Svæði 11

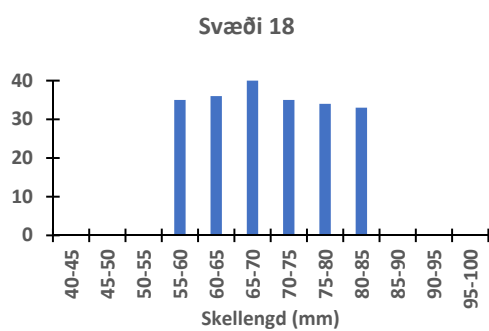
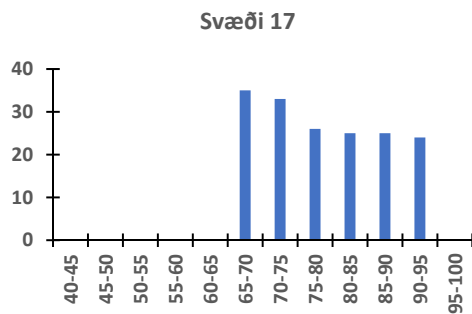
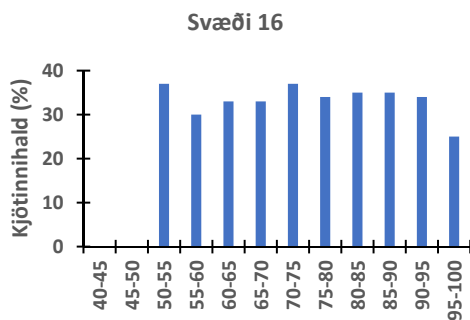
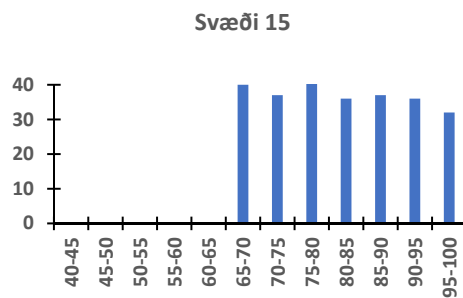
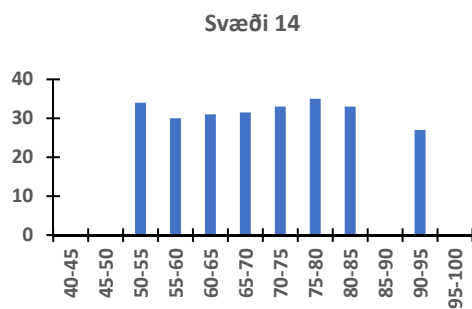


Svæði 12



Svæði 13





14. mynd. Kjötinnihald kúfiskela (%) í 5 mm stærðarflokkum á ellefu svæðum á Norður- og Austurlandi.

Figure 14. Meat yield (%) in ocean quahogs in 5 mm size classes from north and east Iceland.



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna