

HV 2019-13
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Kúfskeljarannsóknir í Önundarfirði árið 1999

Guðrún G. Þórarinsdóttir og Stefán Áki Ragnarsson

REYKJAVÍK FEBRÚAR 2019

Kúfskeljarannsóknir í Önundarfirði árið 1999

Guðrún G. Þórarinsdóttir og Stefán Áki Ragnarsson

Upplýsingablað

Titill: Kúfiskeljarannsóknir í Önundarfirði árið 1999		
Höfundar: Guðrún G. Þórarinsdóttir og Stefán Áki Ragnarsson		
Skýrsla nr: HV 2019-13	Verkefnisstjóri: Guðrún G. Þórarinsdóttir	Verknúmer: 11515
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 16	Útgáfudagur: 28. febrúar 2019
Unnið fyrir: <i>Hafrannsóknastofnun</i>	Dreifing: Opin	Yfirfarið af: Ingibjörg G. Jónsdóttir
Ágrip Í júlí 1999 var lagt mat á stofnstærð kúfiskelja í Önundarfirði, sem byggðist annars vegar á botnmyndatöku en hins vegar á veiddum afla í vatnsprýstiplóg. Botnmyndataka fór fram á tveimur svæðum (I og II) sem valin voru með hliðsjón af stofnstærðarmælingum sem fram fóru í firðinum árið 1994. Alls voru teknar 400 myndir og öll dýr sem sáust á myndunum voru greind og talin og fjöldinn umreiknaður á fermetra og setgerð metin. Inn- og útstreymisop kúfiskeljarinnar, sem eru sjáanleg á yfirborði þegar skelin er í efri setlögum, voru talin af myndunum og reiknaður út fjöldi þeirra á fermetra, sem og í lífþyngd (kg/m^2). Meðalfjöldi kúfiskelja metin af ljósmyndum var 58 stk/m^2 á svæði I og 37 stk/m^2 á svæði II. Marktækur munur var í fjölda kúfiskelja á milli setgerða. Skelin var algengust í fínú sandi (61 stk/m^2), þá í milligrófum sandi (43 stk/m^2) en minnst af henni í grófum sandi (24 stk/m^2). Slöngustjörnur fundust einungis á svæði I og voru þar algengar (47 stk/m^2). Lífþyngd kúfiskelja byggð á afla úr plógsýnum ($1,6 \text{ kg/m}^2$) gaf aðeins 24% af lífþyngd byggðri á talningu skelja af botnmyndum ($6,8 \text{ kg/m}^2$) á svæði I á sama tíma. Skýringin gæti legið í ofmati á veiðihæfni plógsins, það er að plógurinn veiðir lítið af skeljum $<60\text{mm}$ lengd. Þessar skeljar koma fram á myndunum og eru að öllum líkindum léttari en meðalskel úr plógi. Kúfiskelin var mjög hnappdreifð sem gæti orsakast af blettóttu veiðialagi og miklum mun í magni á milli setgerða. Lífþyngd kúfiskelja var metin á svæði I með vatnsprýstiplógi $1,6 \text{ kg/m}^2$ en var $3,5 \text{ kg/m}^2$ árið 1994. Að hluta til má rekja þennan mun til mikillar veiði í firðinum á tímabilinu en þar voru veidd á ári að meðaltali 1500 tonn. Samkvæmt ráðgjöf sem gefin var í kjölfar þessara miklu veiða hefði aflinn átt að vera um 500 tonn á ári. Abstract <i>In July 1999, a survey was carried out to estimate the biomass of ocean quahogs (<i>Arctica islandica</i>) with underwater photography and a hydraulic dredge in Önundarfjörður, NW-Iceland. Two areas were surveyed, and they were selected based on a stock assessment survey carried out in 1994. In total 400 photos were taken and all organisms seen in these</i>		

were enumerated and identified to the lowest taxonomic level possible. The abundance (nr/m^2) was estimated from the photographs and converted to biomass of (kg/m^2) using data on mean weights from a previous survey. The mean abundance of shells estimated from photos was $58 \text{ ind.}/\text{m}^2$ in area I and $37 \text{ ind.}/\text{m}^2$ in area II. Abundance of ocean quahogs differed significantly between bottom types. Ocean quahogs were most numerous in fine sand ($61 \text{ ind.}/\text{m}^2$), followed by medium coarse sand ($43 \text{ ind.}/\text{m}^2$) but least common in coarse sand ($24 \text{ ind.}/\text{m}^2$). Brittle stars were common in area I ($47 \text{ ind.}/\text{m}^2$) but were absent in area II. The biomass of ocean quahogs estimated from catches ($1.6 \text{ kg}/\text{m}^2$), provided only 24% of the estimated biomass estimated from the analysis of the photographs ($6.8 \text{ kg}/\text{m}^2$). The reason is likely to be due to a limited capture of shells $<60\text{mm}$. The siphons from such small shells are nevertheless likely to be visible from the photos but their weight is probably less than the average from the catches. The distribution of ocean quahogs was highly patchy, which is likely to reflect differences in substrate preferences and patchy distribution of fishing effort. The biomass of ocean quahogs in area I was estimated from catches as $1.6 \text{ kg}/\text{m}^2$ but was $3.5 \text{ kg}/\text{m}^2$ in 1994. This difference is partly due to the intensive fishing within the fjord in the period. The mean yearly catch was 1500 tonnes but should have been only 30% of that if advice about sustainable fishery given the year 2000 would have been used.

Lykilorð: kúfiskel, *Arctica islandica*, þéttleiki, stofnstærð, neðansjávarmyndavél, vatnsþrýstiplógur, slöngustjarna, Ophiuroideae

Undirskrift verkefnisstjóra:



Undirskrift forstöðumanns sviðs:



Efnisyfirlit

Bls.

Inngangur.....	1
Tæki og aðferðir.....	3
Niðurstöður	6
Þéttleiki kúfkelja metinn af botnmyndum	6
Lífþyngd kúfkelja metin með vatnsþrýstiplógi	9
Umræða	10
Samantekt.....	14
Heimildir	15

Tables

Tafla 1. Meðallengd, meðalhæð, hlutfall lifandi kúfkelja (nýtingarhlutfall (%)) og lífþyngd kúfkelja byggt á tveimur plógsýnum frá svæði I í Önundarfirði. **Table 1.** Mean length, mean height, utilization coefficient (%) and biomass from two dredge catches in area I in Önundarfjörður.

Tafla 2. Lífþyngd kúfkelja á svæðum I og II í Önundarfirði árin 1994 (Guðrún Þórarinsdóttir 2018) og 1999. **Table 2.** Biomass of ocean quahog in areas I and II in Önundarfjörður in 1994 (Guðrún Þórarinsdóttir 2018) and 1999.

Figures

1. mynd. Lítil tannplógur til kúfkelveiða. *Ljósm./Photo: Svanhildur Egilsdóttir.* **Figure 1.** Small dry dredge used in ocean quahog fishery.

2. mynd, Kort af sýnatökustöðum til mælinga á stofnstærð kúfkelja í Önundarfirði 1994. Stærð hringja vísar til lífþyngdar sem var 2-9 kg/m². **Figure 2.** Sampling sites of ocean quahog in a stock assessment in Önundarfjörður 1994. The size of the dots refers to biomass which was 2-9 kg/m².

3. mynd. Báturinn Stundvís (1787). *Ljósm./Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.* **Figure 3.** The fishing boat, Stundvís, 1787.

4. mynd. **A** Rannsóknarsvæðin í Önundarfirði afmörkuð með ferningum. **B og C** sýna hvar notaður var vatnsþrýstiplógur 1994 (grænt), vatnsþýstiplógur 1999 (rautt) og botnmyndataka 1999 (blátt). **Figure 4.** **A** Study sites in Önundarfjörður (squares). **B and C** show the location of

hydraulic dredge tows in 1994 (green) and 1999 (red) and bottom photography transects in 1999 (blue).

5. mynd, Neðansjávarmyndavél. Ljósmynd./Photo: Guðrún Þórarinsdóttir. **Figure 5.** Underwater still camera.

6. mynd. Skelveiðibáturinn Skel (2297) frá Flateyri. Ljósmynd./Photo: Guðrún Þórarinsdóttir. **Figure 6.** The ocean quahog fishing boat Skel (2297) from Flateyri.

7. mynd. Vatnsprýstiplógur um borð í Skel (2297). (Ljósmynd./Photo: Guðrún Þórarinsdóttir. **Figure 7.** The hydraulic dredge on board Skel (2297).

8. mynd. Fjöldi kúfskelja m^2 í fínunum sandi og milligrófum sandi (sandur) á svæði I. **Figure 8.** Abundance of ocean quahogs (ind./ m^2) in fine sand and sand in area I.

9. mynd. Inn- og útstreymisop kúfskelja og slöngustjörnur í fínunum sandbotni á svæði I í Önundarfirði. Ljósmynd./Photo: Stefán Ragnarsson. **Figure 9.** Siphon openings of ocean quahogs and brittle stars in fine sandy bottom in area I in Önundarfjörður.

10. mynd. Fjöldi kúfskelja/ m^2 í milligrófum sandi og grófum sandi á svæði II. **Figure 10.** Abundance of ocean quahog (ind./ m^2) in sand and medium coarse sand in area II.

11. mynd. Inn- og útstreymisop kúfskelja í milligrófum sandbotni á svæði II í Önundarfirði. Á hægri mynd sést mikið af dauðum skeljum. Ljósmynd./Photo: Stefán Ragnarsson. **Figure 11.** Siphon openings of ocean quahogs in medium coarse sandy bottom in area II in Önundarfjörður. Large amounts of shell fragments can be visible on the right photo.

12. mynd. Inn- og útstreymisop kúfskelja í grófum sandbotni á svæði II í Önundarfirði. Ljósmynd./Photo: Stefán Ragnarsson. **Figure 12.** Siphon openings of ocean quahogs in a coarse sandy bottom in area II in Önundarfjörður.

13. mynd. Fjöldi kúfskelja/ m^2 í mismunandi botngerðum (fínn, milli og grófur sandur) á svæði I og II í Önundarfirði (svæðin tekin saman). **Figure 13.** Abundance of ocean quahog (ind./ m^2) in fine, medium and coarse sands in area I and II (the areas are combined).

14. mynd. Fjöldi slöngustjarna/ m^2 í fínunum og milligrófum sandi á svæði I Önundarfirði. **Figure 14.** Abundance of brittle stars (ind./ m^2) in fine and medium coarse sands in area I in Önundarfjörður.

15. mynd. Lengdardreifing kúfskelja frá 2 stöðvum til samans á svæði I í Önundarfirði. **Figure 15.** Size-frequency distribution of ocean quahog from 2 stations combined in area I in Önundarfjörður.

16. mynd. Lengdardreifing kúfskelja úr aflu í Önundarfirði 1994 (Guðrún Þórarinsdóttir 2018). **Figure 16.** Size-frequency distribution of ocean quahog in Önundarfjörður 1994.

Inngangur

Árið 1987 hófust veiðar á kúfiskel til manneldis með vatnsprýstiplógi frá Suðureyri við Súgandafjörð en áður var hún eingöngu notuð sem beita. Þessar veiðar stóðu yfir í 2 ár en lögðust síðan niður þar til árið 1995 er þær hófust að nýju frá Flateyri og ári seinna frá Þórshöfn. Frá árinu 2000 var eingöngu veitt frá Þórshöfn og var veitt til ársins 2009 er veiðarnar stöðvuðust vegna markaðsaðstæðna. Landaður afli náði hámarki árið 2003, alls 14.400 tonn. Frá 2010 hafa verið stundaðar lítilsháttar beituveiðar (Anon 2012) með litlum tannplógi (1. mynd). Erlendis hefur kúfiskel einkum verið veidd við austurströnd Bandaríkjanna. Aflinn þar árið 1976 var um 20.000 tonn, jókst mikið eftir það og hefur verið nokkuð stöðugur síðustu áratugi, rúm 100.000 tonn á ári (FAO 2016).



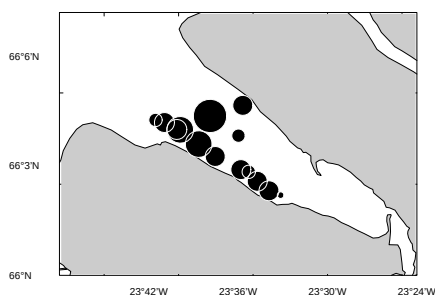
1. mynd. Lítil tannplógur til kúfiskelveiða. Ljósm./Photo: Svanhildur Egilsdóttir.

Figure 1. Small dry dredge used in ocean quahog fishery.

Árið 1987 var farinn leiðangur á vegum Hafrannsóknastofnunar til að kanna magn kúfiskelja og kortleggja mið á afmörkuðum svæðum í Breiðafirði, Faxaflóa og við SA-land. Stofninn í Breiðafirði mældist rúm 111.000 tonn, í Faxaflóa 279.000 tonn og við SA-land (Hrollaugseyjar-Hafnartangi) 125.000 tonn (Hrafnkell Eiríksson 1988). Árið 1994 var stofnstærð kúfiskelja metin tæp 305.000 tonn en hún var metin með vatnsprýstiplógi frá Patreksfirði, norður fyrir land og að Álftafirði. Á flestum svæðum reyndist lífþyngd/m² mikil, að meðaltali 3,3kg (0-8,6 kg) og flestar skeljar voru á bilinu 60-90 mm að lengd (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Sólmundur Einarsson 1996 og 1997, Guðrún G. Þórarinsdóttir 2018). Síðan þá hafa ýmsar rannsóknir verið stundaðar á kúfiskel á vegum Hafrannsóknastofnunar. Holdfylling skeljanna eykst jafnt og þétt eftir því sem skelin stækkar og nær hámarki (33-40%) við 55-65 mm lengd en fer síðan hægt

minnkandi (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Sólmundur Einarsson 1996 og 1997, Guðrún G. Þórarinsdóttir 2018). Skelin virðist einkum kjósa milligrófan sandbotn (kornastærðin 0,125-0,3 mm) en finnst þó einnig í grófum og fínum sandbotni (Guðrún G. Þórarinsdóttir 1997, Elena G. Garcia 2000). Kúfskel er mjög langlíf og hægvaxta tegund og getur náð yfir 500 ára aldri (Butler og fl. 2013). Mikill breytileiki í skelstærð eftir aldri hefur komið í ljós. Sigmar Steingrímsson og Guðrún G. Þórarinsdóttir (1995) sýndu fram á að 20 ára gamlar skeljar gátu verið á á bilinu 27-81 mm að lengd hér við land. Pace (2017) aldursgreindi 80 mm skeljar við Austurströnd Bandaríkjanna og voru þær á bilinu 24-73 ára. Hérlandis hefur samband skellengdar og þyngdar innmatar verið skoðað í skeljum frá Norðvestur-, Norður- og Austurlandi. Niðurstöðurnar leiddu í ljóst að holdfyllingin er mest í skeljum við Vestfirði (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Garðar Jóhannesson 1996). Mikill munur er á stærð og aldri einstaklinga við kynþroska. Í rannsókn hérlandis voru ókynþroska skeljar í 20-62 mm að lengd og 6-43 ára gamlar (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Sigmar Steingrímsson 2000) og við austurstönd Bandaríkjanna 24-47 mm og 4-14 ára (Thompson og Ropes 1980). Aðalhrygningartíminn við Ísland er í júní-júlí en einhver hrygning á sér stað allan ársins hring (Guðrún G. Þórarinsdóttir 2000).

Í þessari skýrslu er fjallað um rannsókn frá árinu 1999, þar sem stofnstærð kúfskelja í Önundarfirði með botnmyndatöku og plógveiðum var metin, og niðurstöður úr þessum tveimur aðferðum bornar saman. Markmið rannsóknarinnar var einnig að kanna áhrif þeirra veiða sem fram fóru í Önundarfirði 1995-1999 á lífþyngd og stærðarsamsetningu kúfskelja á tveimur svæðum í firðinum. Samanburður var gerður við margvísleg önnur gögn, þ.m.t. veiðigögn og niðurstöður rannsóknar sem gerð var í firðinum árið 1994, og fór sýnataka fram á sama svæði og árið 1994 (2. mynd) (Guðrún G. Þórarinsdóttir 2018).



2. mynd, Kort af sýnatökustöðum til mælinga á stofnstærð kúfskelja í Önundarfirði 1994. Stærð hringja vísar til lífþyngdar sem var 2-9 kg/m².

Figure 2. Sampling sites of ocean quahog in a stock assessment in Önundarfjörður 1994. The size of the dots refers to biomass which was 2-9 kg/m².

Tæki og aðferðir

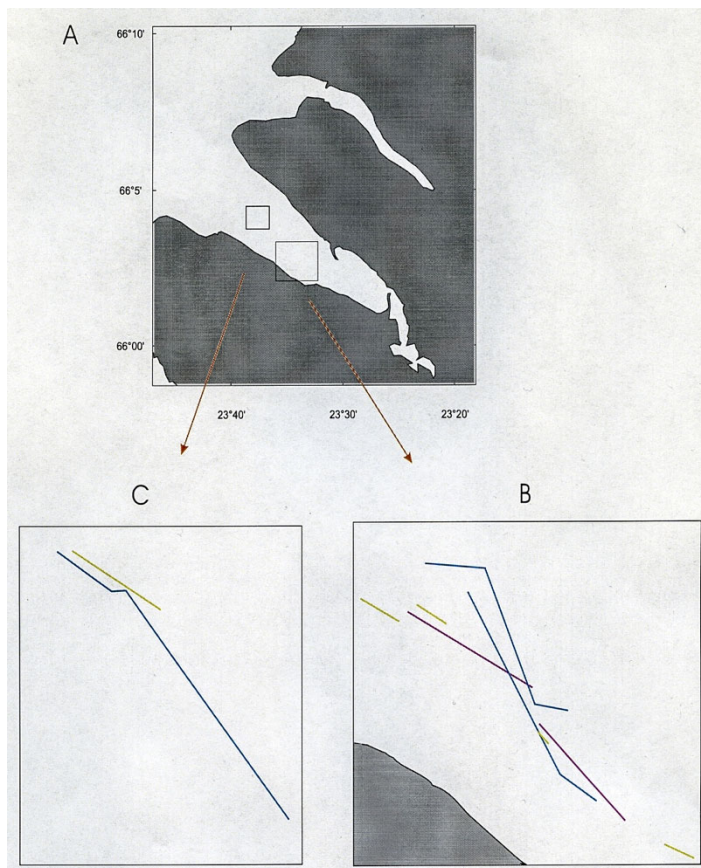
Stofnstærðarmat á kúfiskel í Öfundarfirði er byggt á botnmyndatöku sem fór fram á tímabilinu 27. – 29. júlí 1999 á Stundvís (1787) frá Ísafirði (3. mynd).



3. mynd. Báturinn Stundvís (1787). Ljósmynd./Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.

Figure 3. The fishing boat, Stundvís, 1787.

Myndað var á tveimur svæðum (4. mynd A) í Öfundarfirði, (Svæði I ($66^{\circ}02'N-23^{\circ}35'W$); 4. mynd B og svæði II ($66^{\circ}04'N-23^{\circ}37'W$); 4. mynd C), á um það bil 15 m dýpi. Svæðin voru valin með hliðsjón af stofnstærðarmælingum í firðinum árið 1994 (2. mynd). Neðansjávarmyndavél (Photosea 1000A), (5. mynd) var notuð við botnmyndatökurnar og voru alls teknar um 400 myndir. Við myndatöku var skipið látið reka og myndir teknar á 15-30 sekúndna fresti. Staðsetningar voru teknar reglulega (GPS) til að finna út rekstefnuna sem og að staðsetja botnmyndirnar. Myndir voru teknar í 0,9 m fjarlægð frá botni og hver mynd þakti $0,46m^2$.



4. mynd, A Rannsóknarsvæðin í Öfundarfirði afmörkuð með ferningum. **B og C** sýna hvar notaður var vatnsþrýstiplógur 1994 (grænt), vatnsþýstiplógur 1999 (rautt) og botnmyndataka 1999 (blátt).

Figure 4. A Study sites in Öfundarförður (squares). **B and C** show location of hydraulic dredge tows in 1994 (green) and 1999 (red) and bottom photography transects in 1999 (blue).

Öll dýr sem sáust á myndunum voru greind og talin og fjöldi þeirra umreiknaður á fermetra. Þéttleiki kúfskelja (fj/m²) var einnig umreiknaður í lífþyngd (kg/m²) og var notuð meðalþyngd skelja úr afla árið 1994, sem var 118 g (Guðrún Þórarinsdóttir 2018). Setgerð var metin af myndunum í þrjá flokka; fínn sandur, milligrófur sandur og grófur sandur.



5. mynd, Neðansjávarmyndavél. Ljósmynd. Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.

Figure 5. Underwater still camera.

Lífþyngd kúfskelja með vatnsprýstiplógi var aðeins metin á svæði I. Rannsóknin fór fram 28. júlí á tveimur stöðvum en til rannsókna var notaður skelveiðibáturinn Skel (skipaskrárnúmer 2297) (6. mynd). Stærð vatnsprýstiplógsins var 590x103x230 cm og skurðarblaðið var 150 cm að breidd. Opið á milli rimlanna var 34 mm (7. mynd). Veiðihæfnin var áætluð um 90%, byggt á rannsóknum Medcoff og Caddy (1971) á veiðihæfni vatnsprýstiplógs. Plógurinn var dreginn á 2,4 sjómílna hraða í 5 mínútur. Lífþyngd (kg/m²) var metin sem hlutfall af heildarþyngd kúfskelja sem veiddust í plóg og yfirferð. Nýtingarhlutfall í afla var metið sem hlutfall lifandi skelja af heildarafla, en enginn meðafli kom í plóginn. Úr aflanum voru teknar 50 skeljar að handahófi frá hvorri stöð og þær vigtaðar, lengdar- og hæðarmældar.



6. mynd. Skelveiðibáturinn Skel (2297) frá Flateyri. *Ljósmynd./Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.*

Figure 6. The ocean quahog fishing boat Skel (2297) from Flateyri.



7. mynd. Vatnsprýstiplógur um borð í Skel (2297). *(Ljósmynd./Photo: Guðrún Þórarinsdóttir.*

Figure 7. The hydraulic dredge on board Skel (2297).

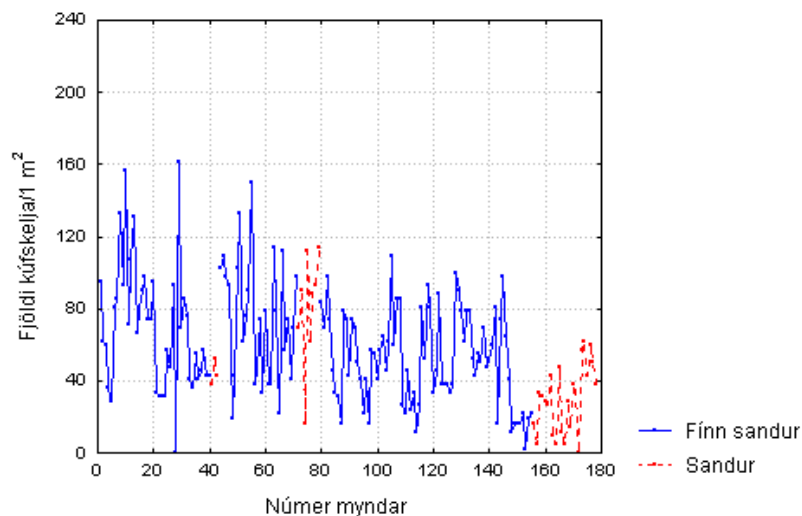


Veidihæfni vatnsprýstiplógsins var metin með óbeinni aðferð, þar sem fjöldi skelja af botnmyndum per fermeter af sjávarbotni, var borinn saman við útreiknaðan fjölda skelja sem veiddist í plóg á fermeter á sama svæði.

Niðurstöður

Þéttleiki kúfskelja metinn af botnmyndum

Á svæði I var fjöldi skelja/m² á bilinu 0-160, en meðalfjöldinn var 58 stk/m² (SD=32) (8. mynd). Útreiknuð lífþyngd var 6,8 kg/m², m.v. 118 gr meðalþyngd skelja. Megin botngerðin á þessu svæði var fín sandur (9. mynd) en milligrófur sandur var einnig til staðar. Á svæði II var fjöldi skelja/m² á bilinu 0-230, en meðalfjöldinn var 37 stk/m² (SD=37) (10. mynd), sem gefur lífþyngdina 4,4 kg/m² (m.v. 118 gr meðalþyngd skelja). Megin botngerðir voru milligrófur sandur (11. mynd) og grófur sandur (12. mynd) en þéttleikinn var mun meiri í milligrófa sandinum.



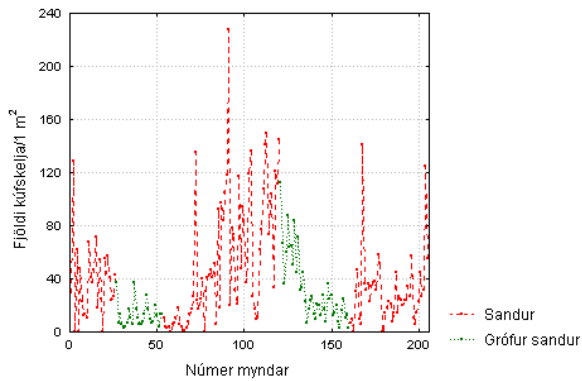
8. mynd. Fjöldi kúfskelja m² í fínunum sandi og milligrófum sandi (sandur) á svæði I.

Figure 8. Abundance of ocean quahogs (ind./m²) in fine sand and sand in area I.



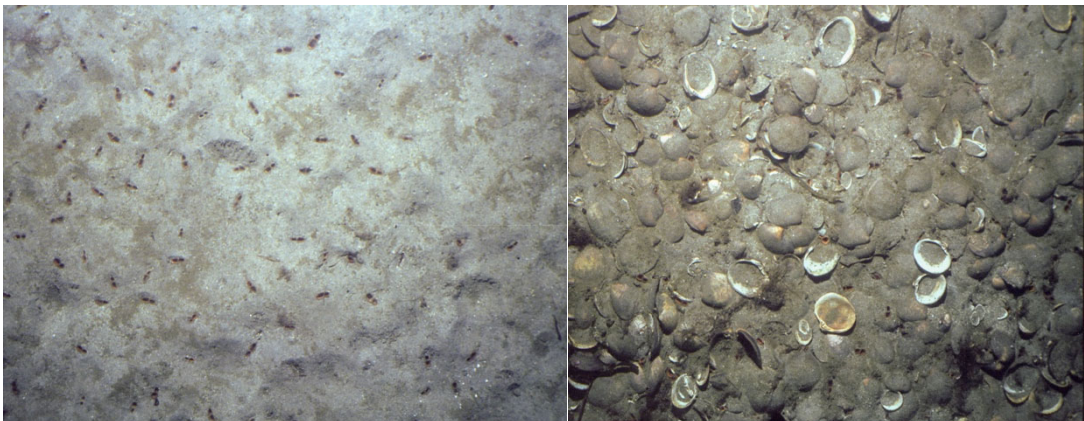
9. mynd. Inn- og útstreymisop kúfskelja og slöngustjörnur í fínun sandbotni á svæði I í Öfundarfirði. *Ljósmynd./Photo: Stefán Ragnarsson.*

Figure 9. Siphon openings of ocean quahogs and brittle stars in fine sandy bottom in area I in Öfundarfjörður.



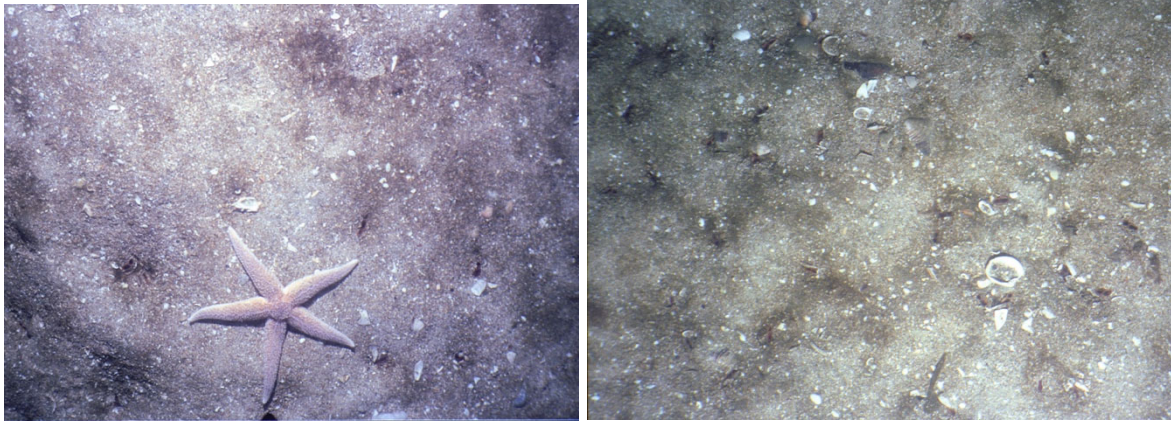
10. mynd. Fjöldi kúfskelja/m² í milligrófum sandi og grófum sandi á svæði II.

Figure 10. Abundance of ocean quahog (ind./m²) in sand and medium coarse sand in area II.



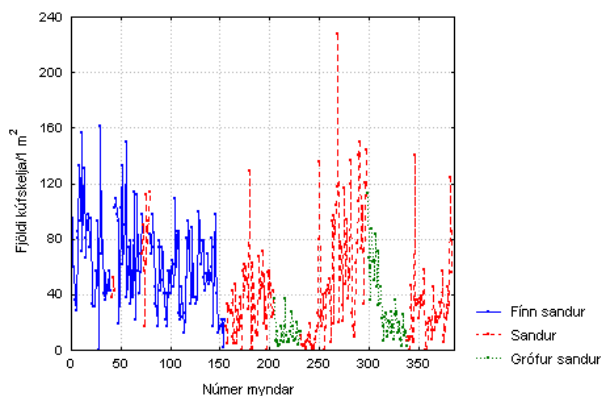
11. mynd. Inn- og útstreymisop kúfskelja í milligrófum sandbotni á svæði II í Öfundarfirði. Á hægri mynd sést mikið af dauðum skeljum. *Ljósmynd./Photo: Stefán Ragnarsson.*

Figure 11. Siphon openings of ocean quahogs in medium coarse sandy bottom in area II in Öfundarfjörður. Large amounts of shell fragments can be visible in the right photo.



12. mynd. Inn- og útsreymisop kúfkelja í grófum sandbotni á svæði II í Önundarfirði. *Ljósmynd/Photo: Stefán Ragnarsson.*
Figure 12. Siphon openings of ocean quahogs in a coarse sandy bottom in area II in Önundarfjörður.

Þegar gögnin voru tekin saman fyrir bæði svæðin kom í ljós marktækur munur í fjölda kúfkelja á milli setgerðanna þriggja (ANOVA, $p=0,00005$) (13. mynd). Meðalfjöldinn var hæstur í fínunum sandi 61 stk/m^2 ($SD=32$), 43 stk/m^2 ($SD=39$) í milligrófum sandi, en lægstur 24 stk/m^2 ($SD=23$) í grófum sandi.

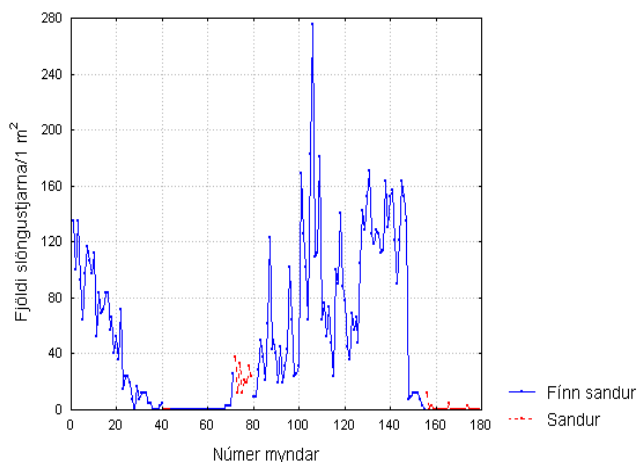


13. mynd. Fjöldi kúfkelja/ m^2 í mismunandi botngerðum (fín, milli og grófur sandur) á svæði I og II í Önundarfirði (svæðin tekin saman).

Figure 13. Abundance of ocean quahog (ind./m^2) in fine, medium and coarse sands in area I and II (the areas are combined).

Alls greindust sex tegundir hryggleysingja af myndunum frá báðum svæðunum. Aðeins kúfkel (Arctica islandica) og slöngustjarna (Ophiuroideae), sem ekki var hægt að greina til tegundar, fundust í einhverju magni. Aðrar tegundir eins og stóri krossi (Asterias rubens), beitukóngur (Buccinum undatum), sæbjúga (Cucumaria frondosa) og trjónukrabbí (Hyas araneus) sáust á myndunum en voru sjaldgæfar, að meðaltali $0,1 \text{ einstaklingur/m}^2$. Kúfkel sást á 97% allra mynda og slöngustjarna á 71% mynda á svæði I en þær fundust ekki á svæði II. Fjöldi

slöngustjarna var mjög breytilegur og var mestur 252 stk/m² á mynd, en meðalfjöldi þeirra var 47 stk/m² (SD=55) í finum sandi (14. mynd).



14. mynd. Fjöldi slöngustjarna/m² í finum og milligrófum sandi á svæði I Önundarfirði.

Figure 14. Abundance of brittle stars (ind./m²) in fine and medium coarse sands in area I in Önundarfjörður.

Lífþyngd kúfskelja metin með vatnsþrýstiplógi

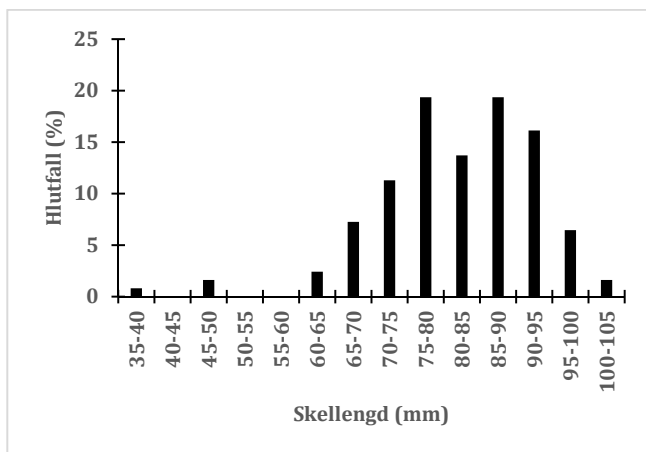
Lífþyngd (kg/m²) kúfskelja var metin með vatnsþrýstiplógi á tveimur stöðvum innan svæðis I og var að meðaltali 1,6 kg/m² (Tafla 1). Útreiknaður meðalþéttleiki per fermeter skelja úr aflu var 14, byggt á 118 gr meðalþyngd skelja. Nýtingarhlutfall kúfskelja í aflu var að meðaltali 60,2% en engar aðrar tegundir komu í plóginn.

Meðallengd skelja á báðum rannsóknarstöðvunum til samans var 81,3 mm (Tafla 1) og voru flestar skeljanna (79%) á lengdarbilinu 70-95mm. Fáar skeljar <60 mm veiddust (15. mynd).

Tafla 1. Meðallengd, meðalhæð, hlutfall lifandi kúfskelja (nýtingarhlutfall (%)) og lífþyngd kúfskelja byggt á tveimur plógsýnum frá svæði I í Önundarfirði.

Table 1. Mean length, mean height, utilization coefficient (%) and biomass from two dredge catches in area I in Önundarfjörður.

Staðsetn.		Stöð nr	Dýpi m	Meðallengd SD		Meðalhæð SD		Nýtingar- Lífþyngd	
Breidd	Lengd			mm	mm	mm	mm	hlutfall (%)	kg m ⁻²
660301	233577	1	14	82,4	10,3	76	9	62,4	1,5
660260	233469	2	9	80,6	11,2	79	9	58,1	1,7
Meðaltal				81,3	10,8	77,5	9	60,2	1,6



15. mynd. Lengdardreifing kúfiskelja frá 2 stöðvum á svæði I í Öfundarfirði.

Figure 15. Size-frequency distribution of ocean quahog from two stations combined in are I in Öfundarfjörður.

Niðurstöður myndefnis í núverandi rannsókn voru jafnframt notaðar til að bera saman dreifingu kúfiskelja og slöngustjarna bæði á milli mynda innan Öfundarfjarðar sem og innan myndflatar ($0,46 \text{ m}^2$) á hverri mynd fyrir sig. Dreifing þessara tegunda innan Öfundarfjarðar var borin saman við neikvæða tvíkostadreifingu (negative binomial distribution) og Poisson-dreifingu. Niðurstöður leiddu í ljós að dreifing bæði slöngstjarna sem og kúfiskelja var marktækt frábrugðin Poisson-dreifingunni en ekki neikvæða tvíkostadreifingunni, sem gefur til kynna að útbreiðsla þessara tegunda sé mjög hnappdreifð. Morisita mælikvarðinn (Morisita index for dispersion) var notaður til að kanna hnappdreifni innan myndflatar hjá kúfiskeljum og slöngustjörnum. Niðurstöður sýndu að dreifing þessara tegunda var oftast hnappdreifðar en jafndreifð þótt að um svona fína rúmlæga upplausn var að ræða (Stefán Ragnarsson og Guðrún Þórarinsdóttir 2002).

Umræða

Töluverður munur var á heildarlífþyngd kúfiskelja eftir því hvaða aðferð var beitt en lífþyngd byggð á afla á svæði I var aðeins um fjórðungur af þeirri lífþyngd sem byggði á talningu skelja af botnmyndum frá sama svæði. Skýring á þessum mikla mun gæti legið í veiðihæfni og stærðarvali vatnþrýstiplógsins sem notaður var. Litlar skeljar liggja grynna í botninum og feykjast auðveldlega undan vatnsþrýstingnum og lenda því síður í plógnum. Einnig eiga litlar skeljar möguleika á að sleppa út um möskva plógsins.

Ýmsir þættir hafa áhrif á veiðihæfni vatnsþrýstiplóga s.s. gerð plógsins, toghraði, dýpi, botnstraumar, botngerð og árstími. Við veiðar á kúfiskel getur veiðihæfnin verið háð árstíma, þar sem skeljarnar veiðast síður yfir vetrartímann þar sem þær grafa sig niður í botninn. Þegar inn- og útstreymisop sjást á yfirborði setsins þýðir það að skelin liggur grunnt og hámarks dýpt undir hana eru þá 10 cm (hámarks skelhæð) (Guðrún Þórarinsdóttir óbirt gögn). Vitað er að kúfiskel getur grafið sig niður í botninn og lifað þar við loftfirrða öndun (Taylor 1976). Við þessar aðstæður sést hún ekki á botnmyndum auk þess sem hún veiðist síður í plóg þar sem plógblaðið ristir um það bil 10 cm (Stefán Áki Ragnarsson og fl. 2015). Fæðuskortur, einkum yfir vetrartíma, hefur verið talinn meginástæða þessa og leggst skelin í nokkurs konar dvala þar sem hún notar ekki súrefni, sparar orku og getur gert þetta í langan tíma (Oeschger 1990, Strahl og fl. 2011). Rannsóknir á lóðréttri hreyfingu kúfiskelja í Eyjafirði leiddu í ljós marktækan mun á staðsetningu skelja í botni yfir sumar og vetur. Í febrúar voru skeljarnar 4-12 cm undir yfirborði (meðaltal 8,5cm) en í júní 0-10 cm (meðaltal 2,4 cm) (Strahl og fl. 2011). Þar sem núverandi rannsókn fór fram í júlí ættu skeljarnar að vera rétt undir yfirborði og sem flestar sjáanlegar á botnmyndum. Þar sem sem plógurinn veiðir aðallega stórar skeljar má reikna með að munur á milli fjölda á myndum og fjölda skelja í plógi sé hvað mestur á þessum árstíma.

Veiðihæfnina má meta eftir ýmsum aðferðum en beinni eða óbeinni aðferð er of beitt. Beina aðferðin byggir á samanburði á lífþyngd/þéttleika skelja í plógi per fermetra yfirferðar og lífþyngd/þéttleika þess sem eftir er í plógfariinu að plægingu lokinni metið með botnmyndum eða söfnun skelja úr plógfari (Caddy 1968, Caddy 1971, Medcof og Caddy 1971, Mason og fl. 1979). Óbeina aðferðin ber saman lífþyngd/þéttleika skelja í botni áður en plæging hefst og því sem fæst í plóginn per fermetra yfirferðar á sama stað (Fifas 1991).

Veiðihæfni og stærðarval (size selectivity) vatnsþrýstiplógs við kúfiskeljaveiðar í Pistilfirði var metin eftir beinni aðferð í júlí 2002. Niðurstöðurnar sýndu að stærðarval plógsins var mikið, þar sem veiðihæfnin var 92% fyrir skeljar >100 mm en féll mjög með minnkandi skellengd, þar sem nær engar skeljar minni en 40 mm veiddust (Guðrún G. Þórarinsdóttir og fl. 2009). Svipaðar niðurstöður er að finna í erlendum rannsóknum þar sem veiðihæfni vatnsþrýstiplóga var um 90% fyrir stórar skeljar en (90-100 mm) en minnkandi með minni stærð (Medcof og Caddy 1971, Powell og Mann 1997).

Í núverandi rannsókn er veiðihæfni plógsins metin sem 23% á grundvelli óbeinu aðferðarinnar, þar sem fjöldi kúfiskelja/m² var metin af botnmyndun fyrir plægingu og borinn saman við fjölda/m² sem kom í plóginn eftir myndatöku. Taka ber þó þessum niðurstöðum með fyrirvara þar sem þær byggja á mjög fáum sýnum. Þessar niðurstöður eru þó í samræmi við mat sem gert var í Pistilfirði árið 2000 en þá var veiðihæfni þessa sama plógs metin 19% eftir sömu aðferð (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Stefán Ragnarsson 2001).

Á svæði II var þéttleiki kúfiskelja aðeins áætlaður af botnmyndum og reyndist vera um 24% lægri en á svæði I, metið með sömu aðferð. Þennan mun má tengja mismunandi ríkjandi botnngerðum á svæðunum. Flestar voru skeljarnar í fína sandinum en þeim fækkaði í milligrófum sandi og enn meira í þeim grófa. Þessar niðurstöður styðja þannig fyrri rannsóknir sem hafa kannað búsvæðaval tegundarinnar, bæði hérlandis (Elena G. Garcia 2000) sem og erlendis (Anon 1999).

Kúfiskelin var mjög hnappdreifð innan beggja rannsóknasvæðanna (Stefán Ragnarsson og Guðrún Þórarinsdóttir, 2002). Setgerð gæti verið mikilvægur þáttur til að útskýra hnappdreifingu þar sem hún er mun algengari í fínunum sandi en þeim grófari. Veiðiálag með plógi er líklega blettótt þar sem sum svæði hafa verið undir meira veiðiálagi en önnur, sem einnig gæti útskýrt hnappdreifingu. Við framkvæmd stofnstærðarmats ber að hafa í huga hnappdreifingu tegundarinnar og því er nauðsynlegt að safna sýnum á mörgum stöðvum innan svæðis til að fá sem nákvæmast mat á breytileika.

Eins og komið er fram gefur úrvinnsla botnmynda upplýsingar um þéttleika (fj/m^2) kúfiskelja en plógsýnin lífþyngd (kg/m^2). Til að gera samanburð mögulegan á milli þessara tveggja söfnunaraðferða var fjöldi kúfiskelja á ljósmyndunum umreiknaður í lífþyngd samkvæmt gögnum um meðalþyngd í plógsýnum frá 1994 (118 g/einstakl.). Líklegt er að lífþyngd metin með þessum hætti sé ónákvæm, þar sem niðurstöður úr þessarri rannsókn sýndu að lítið veiddist af skeljum <60mm og örfáar skeljar 35-60 mm, en reikna má með að þær skeljar komi fram á myndunum.

Slöngustjarna var eini botndýra hópurinn sem sást í einhverju magni á botnmyndum fyrir utan kúfiskel og aðeins í fína sandinum á svæði I. Útbreiðslan var einnig mjög hnappdreifð (sjá Ragnarsson og Þórarinsdóttir 2002) en hnappdreifing þessarar tegundar er þekkt og hefur verið rakin til þéttleika tengdra þátta s.s. afráns (Aronson 1989) og breytilegum umhverfisaðstæðum (Summers og Nybakken 2000).

Árið 1994 var kúfiskeljastofninn í Önundarfirði áætlaður tæp 19.000 tonn og byggðist matið á afla í vatnsþrýstiplóg miðað við 90% veiðihæfni plógs (Guðrún G. Þórarinsdóttir 2018). Heildarafli úr Önundarfirði frá 1995 og til loka júlí 1999 er samkvæmt afladagbókum 7.200 tonn. Veiðarnar í firðinum á þessum 5 árum hafa því numið um það bil 38% af þeirri áætluðu stofnstærð sem var metin 1994. Lífþyngd kúfiskelja í Önundarfirði (svæði I) minnkaði um helming á þessum 5 árum, fór úr $3,2 \text{ kg}/\text{m}^2$ í $1,6 \text{ kg}/\text{m}^2$ (Guðrún G. Þórarinsdóttir 2018) (Tafla 2) og afli á sóknareiningu skv. afladagbókum fór úr 5800 niður í 1800 kg/klst.

Aflamark í kúfiskel er veiðar hófust árið 1995 við Vestfirði var 5% af áætlaðri stofnstærð frá Breiðafiðri að Skagatá eða 12.000 tonn, og var afli ekki svæðisbundinn innan heildarsvæðis. Árið 1999 voru aflabrögð við Vestfirði mjög léleg og sérlega í Önundarfirði og var veiðiálag þar

mjög mikið. Árið 2000 var ráðgjöf breytt þannig að aflamark yrði bundið ákveðnum fyrirfram afmörkuðum veiðisvæðum (fjörðum) sem og að á hverju 4-7 ára tímabili skyldi að jafnaði ekki veitt meira en 2,5% af áætlaðri stofnstærð innan hvers veiðisvæðis (Anon 2000). Þetta var gert til að koma í veg fyrir ofnýtingu einstakra svæða og tryggja jafna dreifingu sóknar innan útbreiðslusvæðis kúfiskeljar. Rannsóknir á afrakstursgetu kúfiskeljastofnsins við Ísland frá árinu 2004 leiddu síðan í ljós að heildarstofninn gæti staðið undir sjálfbærum veiðum allt að 3-3,2% á ári (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Larry Jacobson 2005). Hefði þessi ráðgjöf verið til staðar, hefði ársaflinn í Önundarfirði átt að vera um það bil 500 tonn, eða þriðjungur meðalársaflla sem veiddist á tímabilinu 1995-1999.

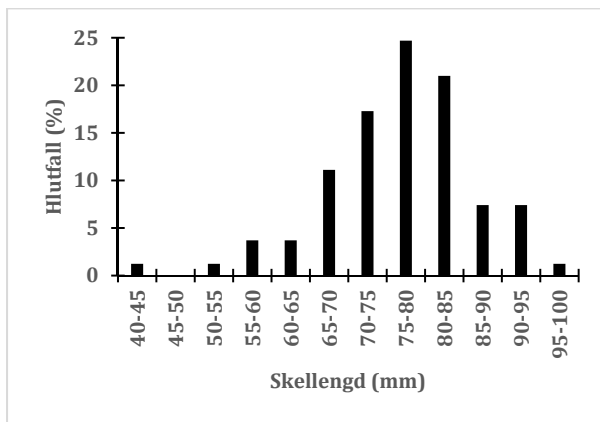
Tafla 2. Lífþyngd kúfiskelja á svæðum I og II í Önundarfirði árin 1994 (Guðrún Þórarinsdóttir 2018) og 1999.

Table 2. Biomass of ocean quahog in areas I and II in Önundarfjörður in 1994 (Guðrún Þórarinsdóttir 2018) and 1999.

Svæði	Staðsetning		Ár	Aðferð	Lífþyngd	Lífþyngd
	Lengd	Breidd			kg/m ²	meðalt./sv
I	660290	233582	1994	Vatnsprýstipl	3,7	
I	660232	233393	1994	"	3,0	
I	660258	233472	1994	"	3,5	
I	660284	233529	1994	"	2,5	3,2
I	660301	233577	1999	Vatnsprýstipl	1,5	
I	660260	233469	1999	"	1,7	1,6
I	660263	233453	1999	Botnmyndir	8,3	
I	660292	233515	1999	"	5,3	6,8
II	660437	233789	1994	Vatnsprýstipl	7,7	7,7
II	660432	233778	1999	Botnmyndir	5,2	5,2

Nýtingarhlutfall í afla í Önundarfirði þegar veiðar hófust 1994 var 87% (Guðrún Þórarinsdóttir 2018) og minnkaði um tæpan fjórðung á þessu fimm ára veiðitímabili, þar sem dauðum skeljum í afla fjölgaði. Engar rannsóknir á náttúrulegum dauða hafa farið fram á kúfiskel við Ísland en hár aldur bendir til þess að hann sé lítill. Náttúruleg dánartíðni kúfiskelja við austurstönd Bandaríkjanna er talin vera 1-3% á ári (Murawski og Sherchuk 1989).

Meðallengd kúfskelja í Önundarfirði í núverandi rannsókn (81,3 mm) var meiri en árið 1994 er hún mældist $76 \pm 9,6$ mm en hlutfall skelja á lengdabilinu 70-95 mm var svipað 78% árið 1994 (16. mynd) og 79% árið 1999.



16. mynd, Lengdardreifing kúfskelja úr afla í Önundarfirði 1994 (Guðrún Þórarinsdóttir 2018).

Figure 16. Size-frequency distribution of ocean quahog in Önundarfjörður 1994.

Ekki gaf rannsóknin tilefni til skoðunar á nýliðun kúfskelja á svæðinu á tímabilinu en mjög ungar skeljar sjást hvorki á myndum né koma í plóg. Kúfskeljar koma fyrst í einhverju magni inn í veiðistofninn eftir að þær hafa náð 60 mm skellengd (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Sólmundur Einarsson 1996) og eru þá um það bil 20 ára gamlar (Sigmar Steingrímsson og Guðrún G. Þórarinsdóttir 1995).

Mikill breytileiki í stærð skelja miðað við aldur hefur komið fram bæði í íslenskum (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Sigmar Steingrímsson 2000) og í erlendum rannsóknum (Pace 2017) sem gerir erfiðara að meta aldurssamsetningu í stofninum og þar með að kanna nýliðun út frá lengdardreifingum. Ungviði fæst aðeins í litlu magni í vatnsþrýstiplóg sem orsakast af kjörhæfni plógsins. Rannsóknir á magni og dreifingu ungviðis kúfskelja í Eyjafirði (Guðrún Þórarinsdóttir 1997) og Aðalvík (Elena Garcia Garcia 2000) hafa sýnt fram á að nýsestar skeljar eru víða að finna, en nýliðun í þessum stofni hefur þó mælst lítil bæði hérlandis (Sigmar Steingrímsson og Guðrún G. Þórarinsdóttir 1995) sem og erlendis (Powell og Mann 2015, Pace 2017).

Samantekt

Mikill munur var á niðurstöðum rannsókna á fjölda/lífþyngd kúfskelja eftir aðferðum, þar sem talning af botnmyndum gaf mun stærri stofn en niðurstöður plógveiða. Aðalskýringin fellst að öllum líkindum í veiðihæfni plógsins en rannsóknir hafa sýnt að mest veiðist af stórum skeljum og lítið sem ekkert < 40 mm stærð en þær skeljar sjást á myndunum.

Einnig var mikill munur á þéttleika skelja eftir botngerð en flestar voru þær í fína sandinum og fækkaði eftir því sem sandurinn varð grófari.

Allt bendir til þess að stofninn í Önundarfirði hafi verið ofveiddur á tímabilinu 1994-1999.

Meðalafli þessara fimm ára hefði átt að vera þriðjungur af því sem hann var samkvæmt ráðgjöf um sjálfbærar veiðar er seinna koma til.

Heimildir

Anon. (1999). NOAA Technical Memorandum NMFS-NE-148.

<https://www.nefsc.noaa.gov/publications/tm/tm148/tm148.pdf>.

Anon. (2000). Nytjastofnar sjávar 1999/2000. Aflahorfur fiskveiðiárið 2000/2001. *Hafrannsóknstofnun nr 75*.

Anon. (2012). Nytjastofnar sjávar 2011/2012. Aflahorfur fiskveiðiárið 2012/2013. *Hafrannsóknstofnun nr 163*.

Aronson, R.B. (1989). Brittle star beds: low predation anachronisms in the British Isles. *Ecology*, 70, 856-865.

Butler, P.G., Wanamaker, A.D., Sourse, J.D., Richardson, C.A. og Reynolds, D.J. (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.

Caddy, J.F. (1968). Underwater observations on scallop (*Placopecten magellanicus*) behaviour and dredge efficiency. *Journal of fisheries Research. Board Can.*, 25, 2123-2141.

Caddy, J.F. (1971). Efficiency and selectivity of the Canadian offshore scallop dredge. *C.M. 1971/K:25. 8pp*.

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).

Fifas, S. (1991). Analyse et modélisation des paramètres d'exploitation du stock du coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*, L) en baie de Saint-Brieuc (Manche Quest, France). *PhD thesis, Université de Bretagne Occidentale, Brest. 422 pp*.

Guðrún G. Þórarinsdóttir. (1997). Distribution and abundance of juvenile ocean quahog (*Arctica islandica*) (Linnaeus, 1767), in Eyjafjörður North Iceland. *Shellfish Committee CM. 1997/BB:17*.

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 Garðar Jóhannesson. (1996). Shell length-meat weight relationships of Ocean quahog, *Arctica islandica*, from Icelandic waters. *J. Shellf. Res. Vol. 15, (3), 729-733*.

Guðrún G. Þórarinsdóttir og Sólmundur Einarsson. (1996). Distribution, abundance, population structure and meat yield of the ocean quahog, *Arctica islandica*, in Icelandic waters. *J. mar. Bio. Ass. U.K.*, 76, 1107-1114.

Guðrún G. Þórarinsdóttir og Sólmundur Einarsson. (1997). Kúfiskel við Ísland. *Náttúrufræðingurinn, 1997*.

Guðrún G. Þórarinsdóttir og Sigmar A. Steingrímsson. (2000). Size and age at sexual maturity and sex ratio in ocean quahog, *Arctica islandica* (Linnaeus, 1767), off North-west Iceland, 2000. *J. Shellf. Res. 19, 2, 943-947*.

Guðrún G. Þórarinsdóttir og Stefán Áki Ragnarsson. (2001). Assessment of density and biomass of ocean quahog, *Arctica islandica*, using a hydraulic dredge and underwater photography. *ICES Cm 2001/P24. 9 bls*.

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. (2018). Rannsóknir á kúfiskel við Norðvestur-, Norður- og Austurland janúar til júní 1994. *Haf- og Vatnarannsóknir HV 2018-50*. ISSN 2298-9137.

Hrafnkell Eiríksson. (1988). Um stofnstærð og veiðimöguleika á kúfiskel í Breiðafirði, Faxaflóa og við SA-land. *Ægir* 2, 58-62.

Mason, J., Chapman, C.J. og Kinnear, J.A.M. (1979). Population abundance and dredge efficiency studies on the scallop, *Pecten maximus* (L.). Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 175, 91–96.

Medcof, J.C. og Caddy, J.F. (1971). Underwater observations on the performance of clam dredges of three types. *ICES, CM 1971/B:10*.

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.

Oeshger, R. (1990). Long-term anaerobiosis in sublittoral marine invertebrates from the western Baltic Sea. *Halicryptus spinulosus* (Priapulida) *Astarte borealis* and *Arctica islandica* (Bivalvia). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 59, 133-143.

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*.

Powell, E.N. og Mann R. (1997). Scientific research plan. Boat and clam dredge calibration. *Inst. Mar. Coast. Sci. Rutgers University, NJ*.

Sigmar Steingrímsson og Guðrún G. Þórarinsdóttir. (1995). Age structure, growth and size at sexual maturity in ocean quahog, *Arctica islandica* (Mollusca: Bivalvia), off NW-Iceland. *Shellfish committee. C.M. 1995/K:54*.

Stefán Áki Ragnarsson og Guðrún G. Þórarinsdóttir. (2002). Abundance of ocean quahog, *Arctica islandica*, assessed by underwater photography and a hydraulic dredge. *Journal of Shellfish Research*. 21: 673-676.

Stefán Áki Ragnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir og Karl Gunnarsson. (2015). Short and long-term effects of hydraulic dredging on benthic communities and ocean quahog (*Arctica Islandica*) populations. *Mar. Environ. Res.*, 109, 113-123

Strahl, J., Brey, T., Philipp, E.E., Þórarinsdóttir, G.G., Fischer, N., Wessels, W. og Abele, D. (2011). Physiological responses to self-induced burrowing and metabolic rate depression in ocean quahog *Arctica islandica*. *J. Exp. Biol.*, 214, 4221-4231.

Summers, A.C. og Nybakken, J. (2000). Brittle star distribution patterns and population densities on the continental slope off central California (Echinodermata: Ophiuroidea). *Deep-See Res.*, 47, 1107-1137.

Taylor, A. C. (1976). Burrowing behaviour and anaerobiosis in the bivalve *Arctica islandica* (L.) *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 56, 95-109.

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.



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna