



KVER HAFRANNSÓKNASTOFNUNAR

Grunnsævið – firðir og flóar eru vagma margra helstu
nytjastofna við Ísland

Björn Gunnarsson og Höskuldur Björnsson

Grunnsævið – firðir og flóar eru vagma margra
helstu nytjastofna við Ísland

Björn Gunnarsson og Höskuldur Björnsson

Upplýsingablað

Titill: Grunnsævið – firðir og flóar eru vagga margra helstu nytjastofna við Ísland		
Höfundar: Björn Gunnarsson og Höskuldur Björnsson		
Skýrsla nr: KV 2019-01	Verkefnisstjórar: BG, HB	Verknúmer: 10611
	Fjöldi síðna: 8	Útgáfudagur: 13. febrúar 2019
Unnið fyrir: Hafrannsóknastofnun. Efnið birtist í tveimur greinum í Mbl. 17.12.2017 og 3.1.2019 – Hér lítillega breytt.	Dreifing: Opin	Yfirlit af: Einar Hjörleifsson
Ágrip Grunnsævi og fjörur við Ísland gegna veigamiklu hlutverki sem uppeldisstöð fyrir marga okkar helstu nytjafiska. Stærð heppilegra búsvæða fyrir fiskungviði getur verið takmarkandi þáttur í afrakstri margra fiskistofna. Athafnir mannsins, aðrar en fiskveiðar, geta haft áhrif á gæði og stærð búsvæða fiska, t.d. dýpkunarframkvæmdir, efnisnám, kalkþörunganám, stíflun áa, þang- og þarasláttur, uppfyllingar, vegagerð, hafnargerð og bygging mannvirkja tengd þeim og sjókvíaeldi. Ein forsenda fyrir því að koma á vistfræðilegri nálgun við stjórn fiskveiða er að bera kennsl á, varðveita og endurreisa mikilvæg búsvæði nytjastofna. Margt bendir til þess að verulegur hluti þorsstofnsins og margra annarra nytjastofna alist upp inni á fjörðum og flóum hér við land. Afar brýnt er að umgangast grunnsævið og þar með hugsanleg búsvæði af varúð.		
Lykilorð: búsvæði, fiskungviði, grunnsævi, þorskur, framkvæmdir, varúð		
Undirskrift verkefnisstjóra: 	Undirskrift forstöðumanns sviðs: 	

Grunnsævið – firðir og flóar eru vagga margra helstu nytjastofna við Ísland

Björn Gunnarsson og Höskuldur Björnsson

Grunnsævi og fjörur við Ísland gegna veigamiklu hlutverki sem uppeldisstöð fyrir marga okkar helstu nytjafiska^{1,2,3,4}. Stofnstærð margra flatfiska er í beinu hlutfalli við flatarmál á heppilegu búsvæði (t.d. sendinn botn á tilteknu dýpi) fyrir ungvíði^{5,6,7}. Hið sama gildir um fleiri tegundir t.d. og ufsa og þorsk⁸ þó sambandið sé ekki eins sterkt þar sem ungvíði þeirra nýta fjölbreyttari búsvæði. Af þessum sökum hafa fjölmargir vísindamenn hvatt til þess að varlega sé farið í að hrófla við mikilvægum búsvæðum fyrir ungvíði^{6,9,10}.

Ein forsenda fyrir því að koma á vistfræðilegri nálgun við stjórn fiskveiða er að bera kennsl á, varðveita og endurreisa mikilvæg búsvæði nytjastofna¹¹. Árið 1996 voru sett lög í Bandaríkjunum til verndar hafsvæðum og botngerðum sem nauðsynlegar eru fyrir hrygningu, fæðuöflun og vöxt fiska fram að kynþroska. Verndun slíkra svæða er hluti af sjálfbærri nýtingu fiskistofna¹². Í kjölfarið hafa mikilvæg búsvæði fyrir margar nytjategundir í Norðvestur Atlantshafi verið skilgreind¹³. Í framtíðinni er líklegt að krafa um vistfræðilega nálgun við stjórnun fiskveiða verði hluti af vottun um sjálfbæra nýtingu.

Athafnir mannsins, aðrar en fiskveiðar, geta haft áhrif á gæði og stærð búsvæða fiska, t.d. dýpkunarframkvæmdir, efnisnám, kalkþörunganám, stíflun áa, þang- og þarasláttur, uppfyllingar, vegagerð, hafnargerð og bygging mannvirkja tengd þeim og sjókvíaeldi.

- Efnistaka úr sjó felst í að dæla upp sandflákum og malarhjöllum sem geta verið nauðsynleg búsvæði fiskungviðis, sérstaklega flatfiska og jafnvel sandsílis. Hefur efnistaka úr sjó hér við land einkum átt sér stað í Faxaflóa.
- Þang og þarasláttur beinist að mjög mikilvægu búsvæði fyrir smáþorsk og fleiri tegundir. Nýleg rannsókn frá Vestur-Noregi sýndi að þorskseiðum (< 15 cm) á svæði þar sem þari hafði nýlega verið sleginn, fækkaði um 92% og staðan var óbreytt að ári liðnu¹⁴.
- Í vegagerð hefur þverun fjarða mest áhrif þegar fjörður er þveraður utarlega með fyllingum og einni brú, oftast í miðjunni. Þverun fjarðar getur haft áhrif á strauma inn í firðinum sem aftur getur leitt af sér breytingar í botngerð. Í flestum fjörðum er rangsælis hringstraumur sem hverfur við þverunina og mikill straumur undir brú hefur áhrif á aðgengi eggja, lirfa og smáfisks að firðinum. Getur tiltölulega stutt þverun haft áhrif á töluvert mikið flatarmál af grunnsævi ef fjörðurinn er stór.
- Kalkþörungasvæði eru afar sérstök og mikilvæg uppeldis- og búsvæði fjölmargra fisktegunda og annara lífvera. Svæðin hafa nú verið friðuð með ströndum Evrópu, nema hér við land.

Kalkþörungavinnsla á sér nú þegar stað í Arnarfirði og enn frekari vinnsla er fyrirhuguð í Ísafjarðardjúpi.

- Aðaláhrif fiskeldis eru áhrif úrgangs á lífríki undir sjókvíum og í næsta nágrenni. Það ræðst svo að miklu leyti af dýpi, straumum og botngerðinni sjálfri hversu víðtæk og langdregin áhrifin verða. Til viðbótar koma áhrif erfðamengunar og lyfjagjafar (fúkkalyf, lyf gegn laxalús). Lyfjagjöf gegn laxalús hefur áhrif á öll krabbadýr, stór og smá, og getur hún þar með haft áhrif á fæðuframboð fiskungviðis. Undanfarin misseri hefur átt sér stað töluverð uppbygging á fiskeldi í kvíum á Vestfjörðum og Austfjörðum og í náinni framtíð eru uppi hugmyndir um stórfellda uppbyggingu sjókvíaeldis á þessum svæðum.

Erfitt er að meta áhrif framkvæmda á lífríkið fyrirfram. Mikilvægt að fram fari umfangsmiklar rannsóknir á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði og hugsanlegu áhrifasvæði. Frá 1961 hafa 13 firðir við Íslands verið þveraðir með einum eða öðrum hætti. Í flestum tilvikum fóru fram litlar eða engar rannsóknir á botngerð og lífríki fjarðanna fyrir þverun. Þar af leiðandi er ekki er hægt að meta hugsanleg áhrif þeirra á fiskungviði. Á næstu árum er fyrirhugað að þvera Þorskafjörð, Djúpafjörð og Gufufjörð í Austur-Barðarstrandarsýslu vegna lagningar Vestfjarðavegar milli Bjarkarlundar og Eyrar. Hafrannsóknastofnun hefur einungis framkvæmt tvær takmarkaðar forathuganir á lífríki þessara fjarða með tilliti til búsvæða fiskungviðis.

Hafrannsóknastofnun hefur verið falið að áætla burðarþol einstakra fjarða vegna sjókvíaeldis. Burðarþolið byggir hinsvegar á straum- og súrefnismælingum og lýtur eingöngu að mati á vatnsgæðum en framkvæmdaaðilum er látið eftir að fylgjast með áhrifum á lífríkið. Varðandi áhrif fiskeldis má hafa reynslu Norðmanna til hliðsjónar. Á fundi sem Sjávarútvegsráðuneytið og Hafrannsóknastofnun efndu til í Reykjavík 27. september 2017 kom fram í máli Dr. Geir Lasse Taranger, frá norsku Hafrannsóknastofnuninni, að í dag er laxalús helsta vandamálið í norsku eldi. Áhrif sjókvíaeldis á búsvæði fiskungviðis hefur hins vegar lítið sem ekkert verið rannsakað¹⁵. Stofnar fjarðarþorsksins í Noregi (*kysttorsk*) hafa verið í slæmu ásigkomulagi í mörg ár en ástæðurnar fyrir því eru óþekktar. Barentshafsporskurinn, sem er langmikilvægasti veiðistofn Norðmanna, elst upp úti á landgrunninu og laxeldi hefur því lítil áhrif á hann.

Mikilvægt er að haga framkvæmdum þannig að áhrif á búsvæði smáfiska verði sem allra minnst og þar sem mikil verðmæti eru í húfi er eðlilegt að lágmarka vistfræðileg áhrif framkvæmda, jafnvel þó það leiði til verulega aukins kostnaðar.

- Mögulegar afleiðingar við þverun fjarða eru röskun á botngerð og minnkað aðgengi fiskungviðis að fjörðunum. Við þveranir þarf að gæta þess að brýr séu nægilega margar og stórar til að straumakerfi fjarðanna raskist ekki. Þá ætti jafnframt skoða aðrar leiðir, svo sem gangagerð.

- Sjókvíar þarf að staðsetja í öruggri fjarlægð frá mikilvægum búsvæðum smáfisks eins þang- og þarasvæðum, sandfjörum og kalkþörungasvæðum. Einnig er mikilvægt að hafa kvíar í útstreymi úr firði. Mjög mikilvægt að setja fram kröfur varðandi lyfjanotkun en lyf gegn laxalús hafa neikvæð umhverfisáhrif. Efnin sem notuð eru í baráttu við lúsina eru enganvegin sértæk og hafa því haft áhrif á öll krabbadýr sem fyrir þeim verða, þar með talið, smá krabbadýr sem eru mikilvæg fæða fiskungviðis inni á fjörðum og flóum. Þá hefur verið bent á hugsanleg áhrif efnanna á rækjustofna innfjarða.
- Við þang og þaraslátt hefur verið reynt að taka tillit til endurnýjunar svæðanna og ber að halda þeirri vinnu áfram. Mat á því hve mikið af svæðum hefur verið raskað á hverjum tíma þarf að liggja fyrir en forsendan fyrir slíku mati er heildar kortlagning þessara svæða.
- Kalkþörungur eru mikilvæg búsvæði fiskungviðis. Endurnýjun svæðanna er mjög hæg og hleypur á árum og áratugum og því erfitt að réttlæta vinnslu. Mikilvægt er að eftirlit sé haft með stærð þeirra svæða sem er raskað.

Skilgreining og kortlagning á grunnsævinu er aðkallandi verkefni sem er mjög skammt á veg komið hér við land. Með slíkri kortlagningu strauma, botngerða og lífríkis, væri lagður traustur grunnur að skipulagi, áhættumati, nýtingu og verndun. Kortlagning er tímafrek og kostnaðarsöm, sérstaklega athuganir á magni seiða sem er mjög breytilegt milli ára og árstíma.

Varúðarnálgun felur í sér að þegar skortur er á þekkingu á lífríkinu ber að fara varlega í að hrófla við náttúrulegu ástandi. Grunnþekking til að meta áhrif fjölmargra fyrirhugaðra framkvæmda á hugsanlega mikilvægum búsvæðum fiskungviðis á grunnsævinu við Ísland á næstu árum er ekki fyrir hendi og af þeim sökum þarf að fara enn varlegar en ella.

Sterkar vísbendingar eru um að verulegur hluti ungvíðis þorsks og fjölmargra annara nytjastofna alist upp inni á fjörðum og flóum hér við land. Mikilvægt er að menn geri sér grein fyrir því að beinn fjárhagslegur ávinningur er af því að vernda uppeldissvæði nytjafiska.

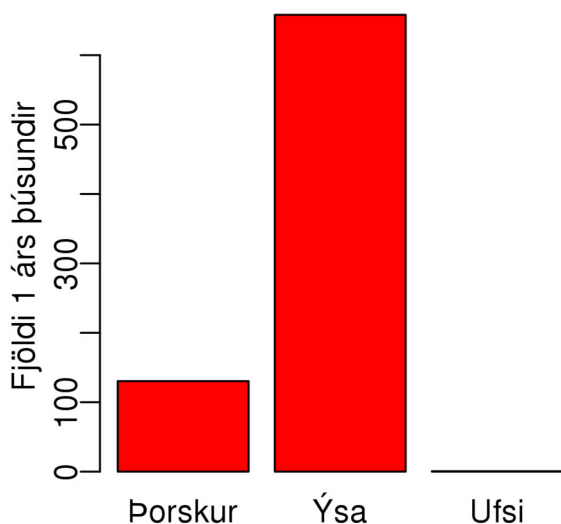
Uppeldissvæðin eru fjölbreytt og ólík eftir fisktegundum. Sumar tegundir alast nær eingöngu upp á grunnslóð t.d flestar flatfiskategundir og ufsi meðan aðrar tegundir finnast bæði á grunnslóð og dýpra vatni t.d ýsa og þorskur. Á grunnslóð halda þorskseiði sig gjarnan í marhálmi og þaraskógum meðan skarkolaseiði eru einkum á sendum botni. Í Svíþjóð hefur verið reynt að meta efnahagslegt mikilvægi grunnævis¹⁰ en Vesturströndin var kortlögð með tilliti til ólíkra botngerða og flatarmál mikilvægra búsvæða þar áætlað. Í rannsókninni var meðal annars lagt mat á framlegð uppeldissvæða og hve háðar tegundirnar eru ákveðinni botngerð. Þorskur sýndi eins og hér við land tryggð við svæði sem einkenndust af marhálmi og þaraskógi en fannst síður á sendnum botni. Niðurstöðurnar bentu til að skarkoli væri fyrstu fyrstu 2 árin mjög háður sendnum botni á grunnsævi. Var metið að hver ferkílómeter af sendnum botni á 0 – 10m dýpi við vesturströnd Svíþjóðar gæfi af sér 3.7 – 4.5 milljarða króna (300-360 milljónir SEK) í aflaverðmæti á 55 árum (~ 70 milljónir á ári). Séu þessar tölur settar í samhengi gæti 1 km² svarað til ~10 km af sendinni strönd. Við þverun

Gilsfjarðar var áætlað að um 4,4 % af sendnum leirum á Íslandi hafi lent innan fyllingar⁴ og farið forgörðum. Ef gert er ráð fyrir að jafnstórt búsvæði skarkolaungviðis hafi horfið, gæti það þýtt samsvarandi minnkun í afla tegundarinnar og þar með útflutningsverðmæti upp á u.þ.b. 100 milljón krónur á ári.

Mikilvægasti nytjafiskur Íslendinga, þorskurinn, elst upp við fjölbreytilegri skilyrði en t.d. skarkolinn þannig að erfiðara er að tengja nýliðun við ákveðin búsvæði. Hér þarf að grípa til varúðarnálgunar og haga öllum framkvæmdum þannig að áhrif þeirra verði lágmrkuð. Eitt prósent minnkun í nýliðun þorsks þýðir um 1 milljarðs samdrátt í útflutningsverðmæti á ári.

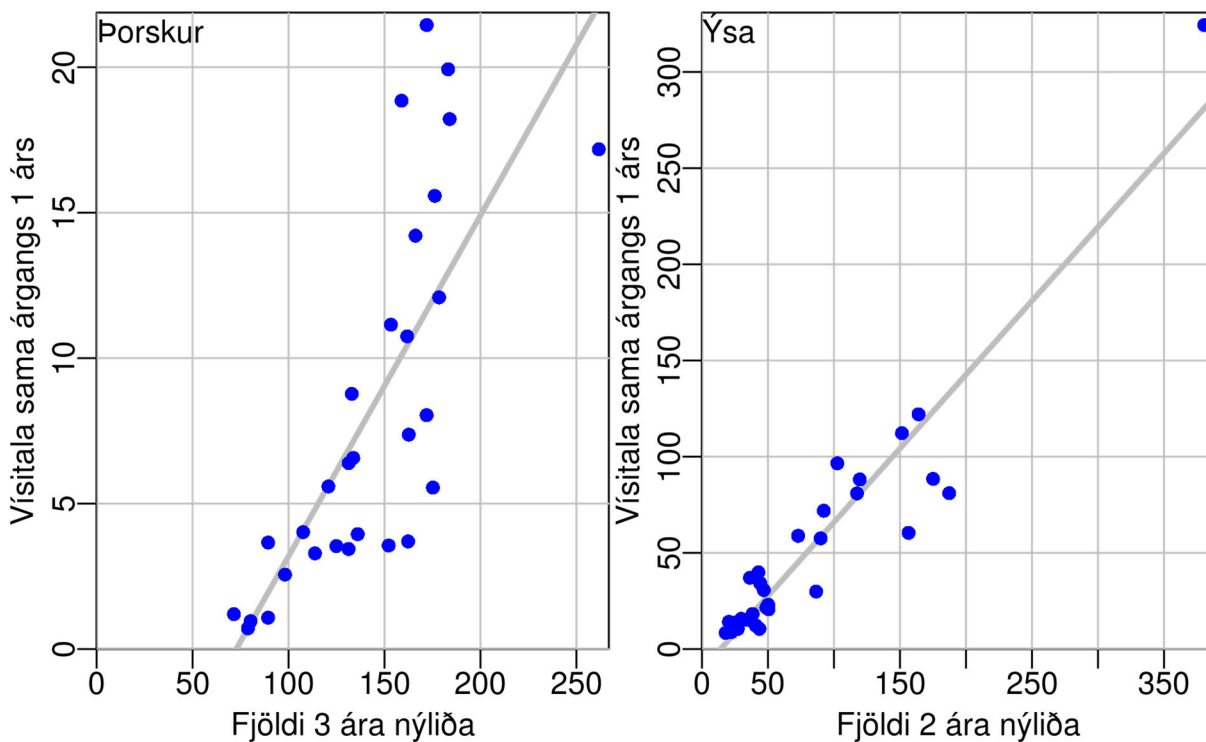
Firðir og flóar – búsvæði þorskungviðis

Þegar verið er að skoða hugsanleg áhrif framkvæmda á grunnsævi á búsvæði fiskungviðis er mikilvægt að leggja mat á hlutfall nýliða hvernar tegundar sem þar elst upp. Vitað er að sumar tegundir eins og skarkoli og fleiri flatfiskar alast eingöngu upp á grunslóð og ekkert af ungvíði þeirra kemur fram í togararalli Hafrannsóknastofnunar þar sem aðeins 80 af 590 stöðvum eru á grynna en 100 m dýpi, 8 grynna en 50 m dýpi og sú grynna á 23 m dýpi. Annað dæmi um tegund sem elst eingöngu upp á grunnsævi er ufsi. Smáufsi sést víða við bryggjur en eins árs ufsi sést varla í togararallinu og tveggja ára ufsi lítið. Smáýsa skilar sér hinsvegar í nokkrum mæli í togararallinu við eins árs aldur og þorskur liggur á milli ýsu og ufsa (**1. mynd**).



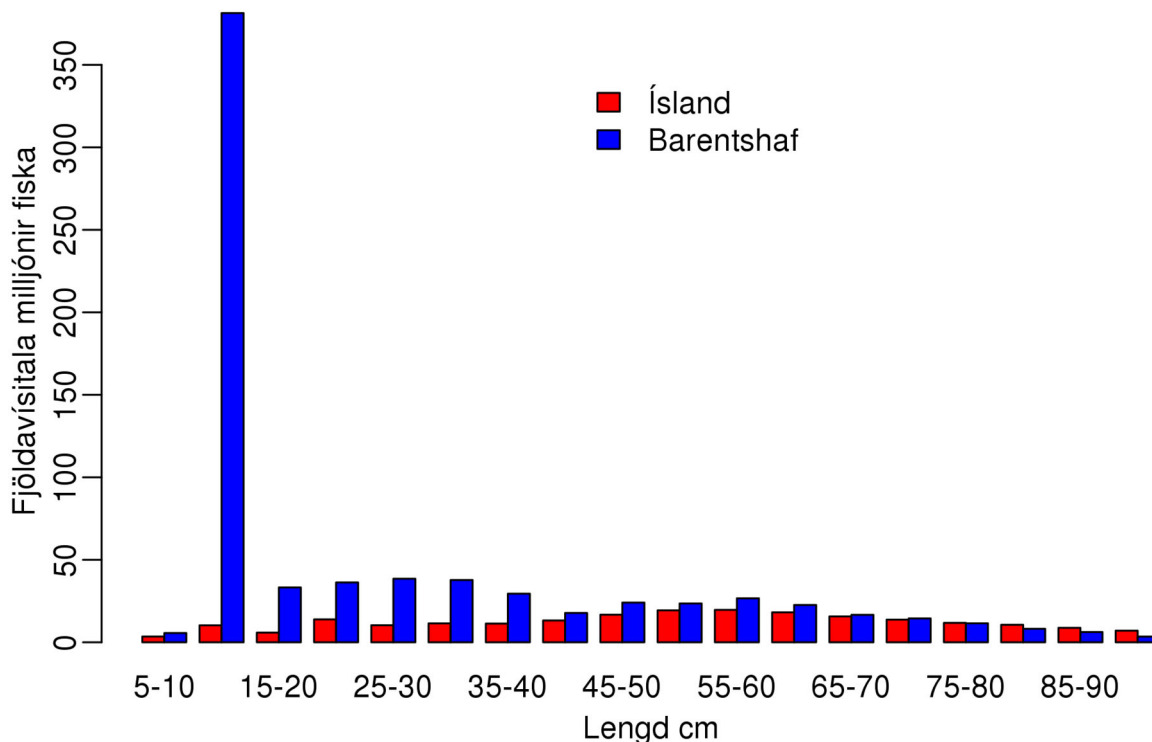
1. mynd Heildarfjöldi eins árs þorsks, ýsu og ufsa í togararalli 1985-2017.

Aldurs-afla greiningu má nota til að fá fram hugmyndir um hlutdeild grunnslóðar í uppeldissvæði þorsks. Er þá stærð árgangs samkvæmt stofnmati borin saman við vísitölu sama árgangs í stofnmælingu við eins árs aldur (**2. mynd**). Ef lína, sem dregin er í gegnum gögnin, sker y-ásinn langt frá núllpunktinum bendir það til að verulegur hluti stofnsins sé á svæði sem stofnmælingin nær ekki yfir. Fyrir þorsk er skurðpunkturinn í sambandi stærðar árgangs og vísitölu eins árs fisks nálægt 70 milljónum nýliða sem er um 50% af meðalárgangi síðustu þriggja áratuga en hjá ýsu er skurðpunkturinn nálægt núlli.



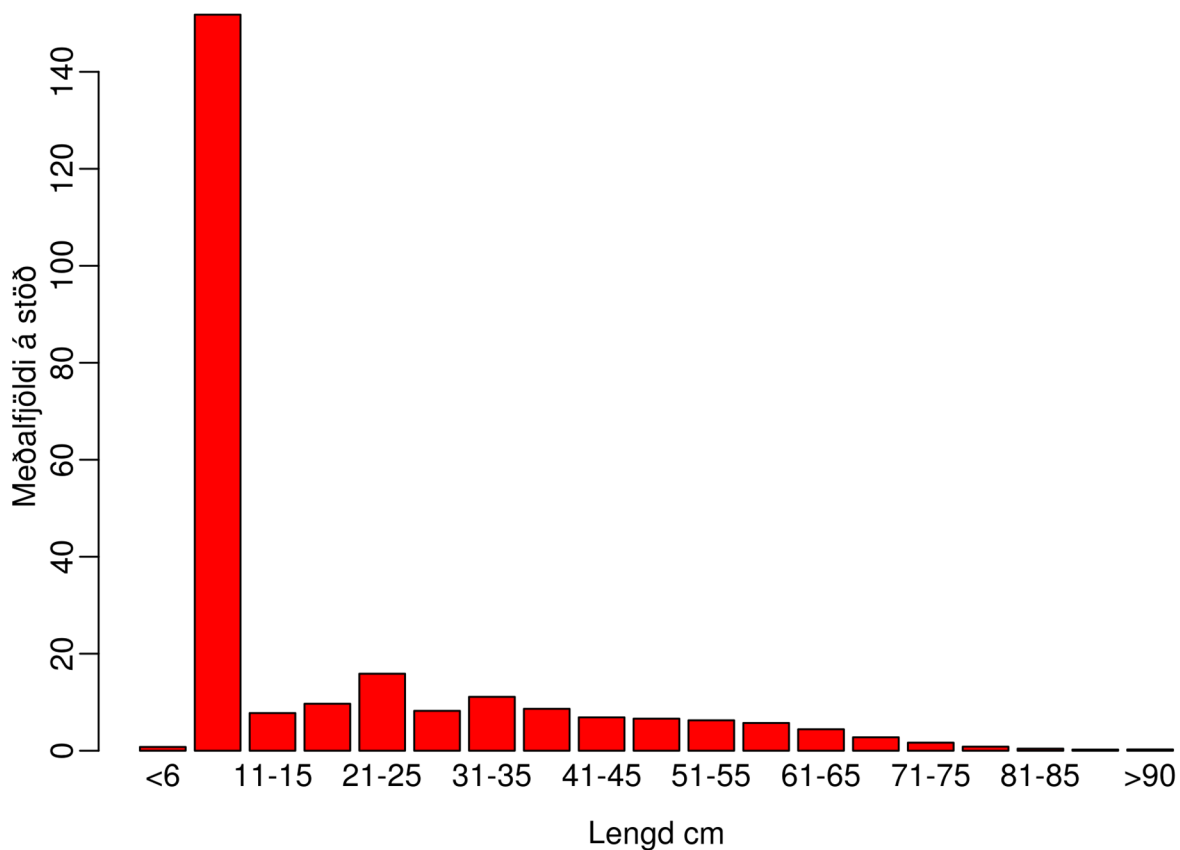
2. mynd Vísitala eins árs fisks í stofnmælingu á móti stærð árgangs (3 ára nýliða þorsks og 2 ára nýliða ýsu) samkvæmt aldurs-aflagreiningu (milljónir fiska).

Stærstu þorskstofnar í Atlantshafinu í dag eru sá íslenski og þorskstofninn í Barentshafi sem er rúmlega þrefalt stærri en sá fyrrnefndi. Á báðum hafsvæðunum fara fram stofnmælingar með botnvörpu snemma árs sem ná aðeins takmarkað yfir grynntu svæðin. Samanburður á lengdardreifingum bendir til að verulega meira, hlutfallslega, sé af smáþorski á landgrunninu í Barentshafinu en við Ísland (**3. mynd**). Hér ber að hafa í huga að veiðarfærið sem notað er í Barentshafi veiðir smáþorskinn hugsanlega betur. Hinsvegar er metið sjálfrán þorsks í Barentshafi jafnan töluvert meira en á rallslóðinni við Ísland ¹⁷. Það rennur frekari stoðum undir þá kenningu að ungið við Ísland haldi sig að hluta grynna en fullorðni þorskurinn.



3. mynd. Samanburður á vísitölum þorsks í stofnmælingum í Barentshafinu og við Ísland. Íslensku tölurnar sýna meðaltal árána 2013-2017 en Barentshafstölunar eru fyrir árið 2017. Magn 1 árs þorsks (5 – 14 cm) í Barentshafi árið 2017 er nálægt meðaltali en magn 2 ára þorsks (15 – 29 cm) er lítið.

Einu kerfisbundnu rannsóknir Hafrannsóknastofnunar inni á fjörðum og flóum landsins, þar sem þorskungviði kemur við sögu, eru rækjuleiðangrar á grunnslóð sem farið hafa fram í meira en 30 ár á fjörðum norðan- og norðvestanlands. Í rækjuleiðöngrunum fæst talsvert af þorski og ýsu en mjög lítið af ufsa. Þessi gögn eru þó þeim annmörkum háð að flestar stöðvar eru á leirkenndum sléttum botni á 65-130 m dýpi. Rannsóknir fara því ekki fram nema að litlu leiti á svæðum sem hægt er að heimfæra á eiginlegt grunnsævi. Lengdardreifing þorsks úr þessum leiðöngrunum sýnir mikinn fjölda þorsks á fyrsta ári rétt eins og í Barentshafi (**4. mynd**).



4. mynd Meðalfjöldi þorsks á stöð í rækjuleiðöngnum á grunnslóð við Ísland 1988-2017.

Niðurstöður þessara athugana benda til þess að verulegur hluti þorskstofnsins og margra annarra nytjastofna alist upp inni á fjörðum og flóum hér við land. Mikil óvissa er hins vegar um hve stór hluti það er.

Grunnsævið (minna en 50 m dýpi) hér við land er lítt kannað og kortlagt. Flatarmál þess er um 20 þúsund km². Þar af um 5000 km² grynna en 20 m dýpi sem er að líkindum mikilvægasta búsvæði seiða margra tegunda. Til samanburðar er íslenska landgrunnið, á minna en 200 m dýpi, um 120 þúsund km². Stærð heppilegra búsvæða getur verið takmarkandi þáttur í afrakstri margra fiskistofna^{2,3,4,5,6} og því er afar brýnt að umgangast þau af varúð.

Heimildir

- A.D. Rijnsdorp, F.A. Van Beek, S. Flatman, R.M. Millner, J.D. Riley, M. Giret, R. De Clerck. (1992). Recruitment of sole stocks, *Solea solea* (L.), in the Northeast Atlantic.
- Agnar Ingólfsson. (2010). *Náttúruverndargildi íslensku fjörunnar og aðsteðjandi hættur*. Náttúrufræðingurinn 79, 1-4.
- Anon. (2016). Risikovurðing norsk fiskeoppdrett 2016. *Fisken og havet*: 2-2016.
- Björn Gunnarsson, Jónas P. Jónasson og Bruce J McAdam. (2010). Variation in hatch date distributions, settlement and growth of juvenile plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in Icelandic waters. *Journal of Sea Research*, 64, 61-67.
- Gibson, R. N. (1994). Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. *Netherlands Journal of Sea Research*, 32(2), 191–206.
- Gudrun Marteinsdottir, Björn Gunnarsson, Iain M Suthers. (2000). Spatial variation in hatch date distributions and origin of pelagic juvenile cod in Icelandic waters.
- Juanes, F. (2007). Role of habitat in mediating mortality during the post-settlement transition phase of temperate marine fishes. *Journal of Fish Biology* 70: 661-677.
- Le Pape, O., Chauvet, P., Mahévas, S., Lazure, P., Guérault, D., Désaunay, Y. (2003). *Quantitative description of habitat suitability for the juvenile common sole* (*Solea solea*, L.) in the Bay of Biscay (France) and the contribution of different habitats to the adult population 50, 139-149.
- Natalia A. Yaragina, Bjarne Bogstad & Yurt A. Kovalev. (2009). Variability in cannibalism in Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) during the period 1947–2006. *Marine Biology Research*, 5: 75-85.
- NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration. (2017), 28 júní. Essential Fish Habitat (EFH) Source Documents: Life History and Habitat Characteristics. Sótt 1.9.2017 af : <https://www.nefsc.noaa.gov/nefsc/habitat/efh/>
- Ólafur Karvel Pálsson. (2004). *Útbreiðsla og magn þorskungviðis við Ísland*. Í: Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.), Þorskeldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit 111: 29-40.
- Saemundsson B. (1908). *Oversigt over Islands Fiske*. Skr. Kommn Havunders., Kbh., No. 5, p. 54.
- Schmitt, R.A. (1999). Essential fish habitat: Opportunities and challenges for the next millennium. *American Fisheries Society Symposium* 22, 3-10.
- Seitz R D., Wennhage H., Bergström U., Lipcius R N., Ysebaert T. (2014). Ecological value of coastal habitats for commercially and ecologically important species. *ICES Journal of Marine Science*. 71:3.
- Stål, J. (2007). *Essential Fish Habitats -- The importance of Coastal Habitats for Fish and Fisheries*. PhD Thesis. Department of Marine Ecology. University of Gothenburg.
- Sustainable fisheries act. (1996). US Congress.
- Svein-Håkon Lorentsen, Kjersti Sjøtun, David Grémillet. (2010). Multi-trophic consequences of kelp harvest. *Biological Conservation* 143 (2010) 2054–2062.



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna