

Fylgiskjal II.

Samantekt Hafrannsóknastofnunar um
stöðu líffræðilegrar fjölbreytni í hafinu við
Ísland.

Efnisyfirlit

1.	Inngangur	3
2.	Vistkerfi og vistgerðir í hafi	4
3.	Þættir fyrir líffræðilega fjölbreytni	6
3.1	Vöktun umhverfispáttá	6
3.2	Hafsbotn og landslag	7
3.3	Lífríki sjávar	8
3.3.1	Örverur	8
3.3.2	Sviflægir hryggleysingjar (plöntu og dýrasvif)	8
3.3.3	Botnlægir sjávarhryggleysingjar	9
3.3.4	Sjávarhryggdýr (bein- og brjóskfiskar og sjávarspendýr)	10
4.	Nytjar	12
4.1	Nytjategundir og stofnar og staða þeirra	12
4.1.1	Bolfiskar	13
4.1.2	Uppsjávarfiskar	14
4.1.3	Flatfiskar	15
4.1.4	Hryggleysingjar	16
4.1.5	Brjóskfiskar	17
4.1.6	Sjávarspendýr	18
5.	Vernd og válistar	19
5.1	Listar yfir tegundir og búsvæði í hættu og viðkvæmar vistgerðir	20
5.1.1	Verndun og staða þekkingar viðkvæmra vistkerfa	21
5.1.2	Friðun náttúruvættu í sjó og friðlönd	22
5.2	Listar yfir fisktegundir, sjófugla og sjávarspendýr í hættu eða á undanhaldi	23
5.3	Ábyrgð Íslands á líffræðilegri fjölbreytni í hafi	25
6.	Áskoranir	25

Viðauki 1

Vísitala fiskveiðilags og stofnstærðar fyrir stofna botnfiska og uppsjávarfiska á íslenska hafsvæðinu

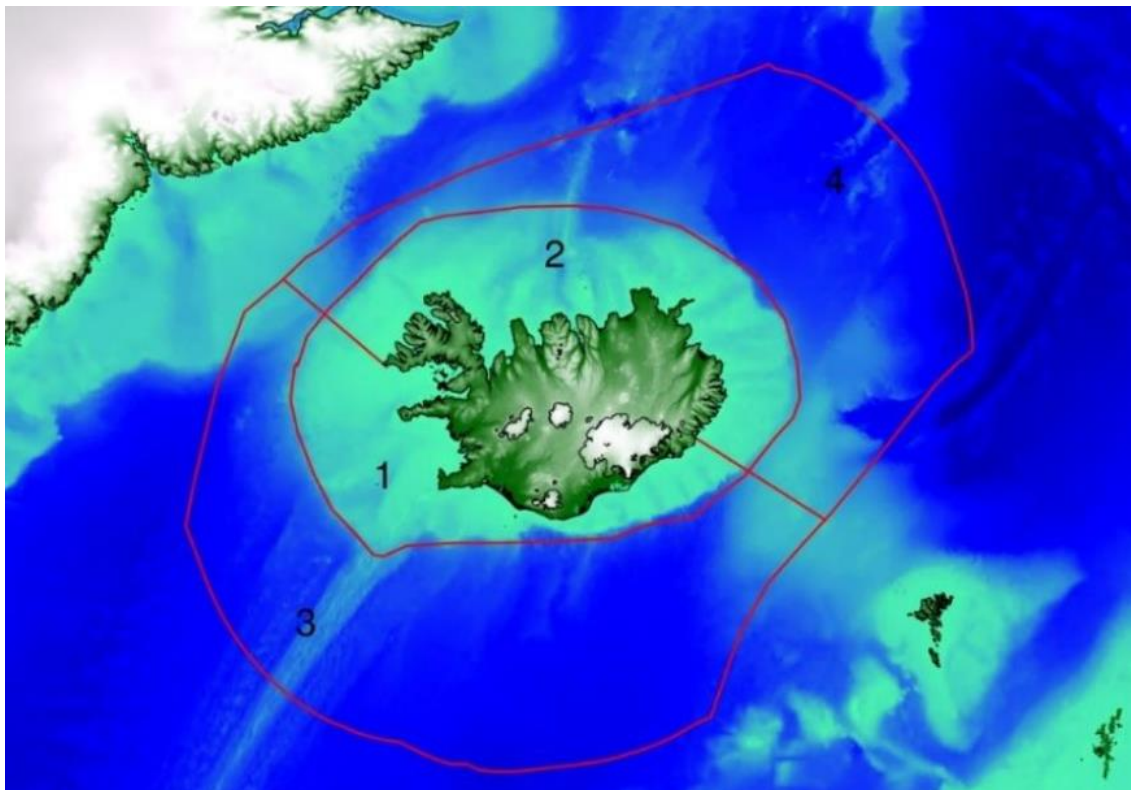
30

1. Inngangur

Hafsvæðið innan efnahagslögsögu Íslands er yfir 750 þúsund ferkílómetrar. Landfræðileg lega landsins á mörkum hlýrra og kaldra hafsvæða sem ásamt stórbrotnu landslagi hafsbotsins skapar ólíkar aðstæður í kringum landið og mótar fjölbreytt vistkerfi og vistgerðir.

Íslenska hafsvæðinu má skipta í fjögur lykilsvæði (1. mynd) sem eru afmörkuð á grundvelli dýpis/botnlags og sjógerða:

1. Landgrunnið sunnan og vestan Íslands sem er að mestu grynna en 500 m. Þar er að mestu blanda strandsjávar og Atlantssjávar. Strandsjór myndast við að ferskvatn frá landi blandast við sjóinn sem fyrir er yfir landgrunninu.
2. Landgrunnið norðan og austan Íslands sem er að mestu grynna en 500 m. Þar er að mestu blanda strandsjávar, Atlantssjávar og svalsjávar.
3. Suðurdjúp: Utan landgrunnsbrúnar sunnan og vestan Íslands sem er að mestu dýpra en 500 m. Aðallega Atlantssjór.
4. Norðurdjúp: Utan landgrunnsbrúnar norðan og austan við Ísland sem er að mestu dýpra en 500 m. Aðallega svalsjór.



1. mynd. Íslenska hafsvæðið og skipting þess í fjögur svæði.

Grunnsævi telst ná frá fjörumörkum og niður um á 50 m, Firðir, flóar og fjörur gegna veigamiklu hlutverki sem uppeldisstöð fyrir marga nytjafiska og þar eru ýmsar aðrar nytjar. Landgrunnið er svæðið sem tekur við og nær niður að landgrunnsbrúna en á landgrunninu eru helstu hrygningar- og uppeldisstöðvar nytjafiska og jafnfram helstu fiskimiðin (svæði 1 og 2 á 1. mynd). Landgrunnið er breiðast úti fyrir Vestfjörðum en mjóst úti fyrir Suðurlandi. Þar tekur við landgrunnsflíð og svo djúpsjávarbotn.

Jarðfræðilegir þættir hafsbotnsins eru mjög fjölbreyttir hér við land. Landgrunnhlíðar, fjöll, gil, hraun og virk eldsvæði, heitir hverir, jökulgarðar, djúp og grunn eru meðal þeirra fyrirbrigða sem finnast í hafinu kringum Ísland.

Líffræðilegir þættir byggja á skráningu lífvera. Þetta geta verið mælingar fiskistofna (útbreiðsla, far, stofnstærð og líffræði), mælingar á lífmassa smásærra lífvera, til dæmis í uppsjónum eins og dýra- og plöntusvifs, eða tegundagreiningar meðal annars botndýra.

Hafsvæðið við Ísland er mjög stórt og flókið. Flokkun þess í vistgerðir krefst því mikilla grunnrannsókna og mat á þeim þarf að vinna á skilmerkan hátt. Lönd innan Evrópusambandsins nota stígskipt flokkunarkerfi „The European Nature Information System“ (EUNIS, Davis o.fl. 2004), og notast var við það kerfi í yfirliti og lýsingu vistgerða Íslands á landi og í ám, vötnum og fjörum (Jón Gunnar Ottósson o.fl. 2016). Í Bandaríkjunum er notað flokkunarkerfið „Coastal and Marine Classification Standard“ (CMECS, 2012). Í Noregi er unnið að því að setja hafið inn í flokkunarkerfið „Natur i Norge“ (Artsdatabanken, NiN).

Meta þarf hvaða flokkunarkerfi henta til að skilgreina vistgerðir fyrir íslenska hafsvæðið. Kortlagning vistgerða í hafi er undirstaða þess að meta megi áhrif umhverfis og athafna mannsins á vistkerfi sjávar, m.a. til að hægt sé að nýta auðlindir hafsins á ábyrgan hátt, stuðla að sjálfbærni og vernda viðkvæm eða verðmæt svæði. Verndargildi vistgerða skal jafnframt meta með tilliti til líffræðilegrar fjölbreytni. Ekki hefur farið fram heildstæð flokkun vistgerða í hafinu kringum Ísland en talsverðar upplýsingar liggja fyrir um umhverfisþætti, útbreiðslu ákveðinna tegunda og tegundasamsetningu á mörgum svæðum. Þessar upplýsingar eru mikilvægar við mat á verndargildi svæða eða lífvera.

Þekktar vistgerðir á grunnsævi eru þaraskógar, kóralþörungasvæði og marhálmsvæði, og ólífrænir þættir eins og botn- eða setlag (leirbotn, sandar, malarbotn, harður botn) móta samfélagsgerðir. Jarðhitasvæði finnast í fjörum og í sjó. Til að mynda hafa á grunnsævi í Eyjafirði myndast hverastrýtur sem má skilgreina sem ákveðna vistgerð og þar hafa meðal annars fundist sérstakar örverur (Pley o.fl. 1991).

Ýmsar rannsóknir hafa farið fram á grunnsævi, einkum í tengslum við framkvæmdir og nýtingu. Fyrir utan stofnmat nytjategunda (sjá kafla 3) má nefna staðbundnar rannsóknir á áhrifasvæðum þverana fjarða, fiskeldis, efnistöku og dýpkana. Hins vegar hefur ekki verið gerð heildstæð úttekt á þessum svæðum út frá umhverfisþáttum, samfélagsgerðum og vistgerðaflokkun. Benda má á að í flestum tilfellum var rannsóknum aðeins ætlað að svara ákveðnum spurningum og gerðar á þeim forsendum. Rannsóknirnar fóru fram áður en framkvæmdir hófust en lítið hefur verið skoðað hver áhrif framkvæmdanna hafa verið á lífríkið og líffræðilega fjölbreytni.

Í landgrunnskantinum og í djúpsjó hefur verið lögð áhersla á að kortleggja viðkvæmar vistgerðir/vistkerfi (enska: *Vulnerable marine ecosystems, VME*) þar sem stuðst er við skilgreiningar Matvæla- og landbúnaðarstofnunar Sameinuðu þjóðanna (FAO), samningsins um verndun Norð-Austur Atlantshafsins (OSPAR) og Alþjóðahafrannsóknaráðsins (ICES) við að greina gerðir viðkvæmra vistkerfa, og hér við land er að finna þær allflestar. Kóral- og svampasvæði eru til dæmis þekkt víða fyrir sunnan og vestan land. Á neðansjávarhryggjum fyrir norðan og sunnan land er að finna jarðhitasvæði með hverastrýtum og heitu uppstreymi.

Spálíkanagerð til að meta líkur á útbreiðslu tegunda eða vistgerða hefur færst í vöxt. Spálíkön byggja á upplýsingum um þekktar staðsetningu tegunda/vistgerða ásamt upplýsingum um umhverfisþætti á þeim svæðum sem þau finnast. Líkönin meta síðan hvar sambærilegar aðstæður eru að finna og sýna þá

möguleg útbreiðslusvæði. Hins vegar þarf mikla gagnasöfnun til að styrkja gagnsemi spálíkana, þar sem áreiðanleiki þeirra ræðst af gæðum þeirra gagna sem þau byggja á.

3. Þættir fyrir líffræðilega fjölbreytni

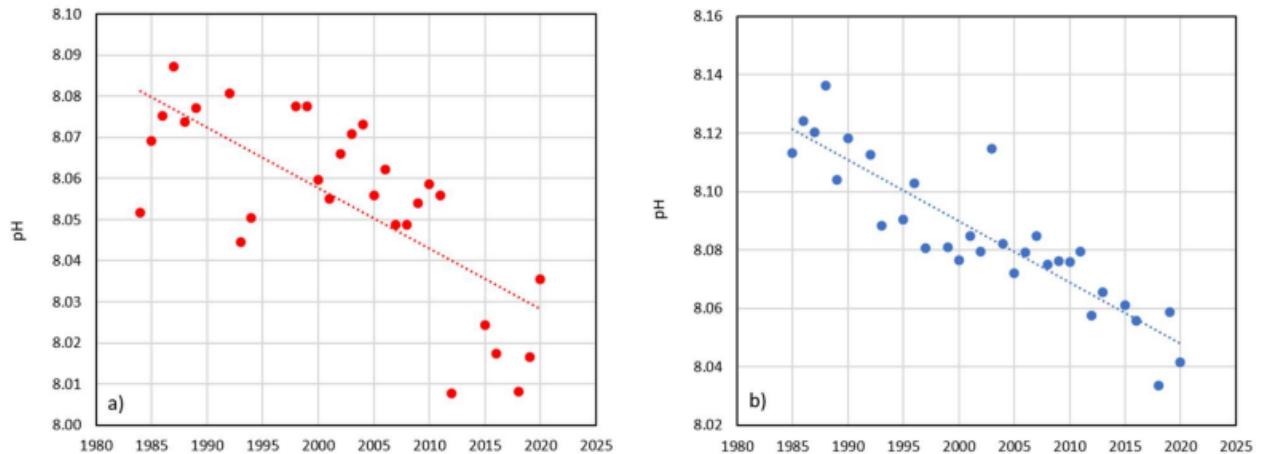
Líffræðileg fjölbreytni mótast af landslagi og botngerð hafsbotnsins, haffræðilegum þáttum (efna-, eðlis-, strauma-), næringarferlum (frumframleiðni, blaðgræna) og lífverum. Á Hafrannsóknastofnun er unnið að margvíslegum umhverfis- og lífríkisrannsóknum í hafinu umhverfis Ísland. Beinast þær m.a. að því að fylgjast með langtímabreytingum á ástandi sjávar og lífríkis. Hafsbotninn er kortlagður með nákvæmum dýptarmælingum. Reglulegar mælingar á hita og seltu sjávars, næringarefnum og útbreiðslu og magni plöntu- og dýrasvifs fara fram kringum landið. Stofnstærðamælingar á helstu nytjategundum fara reglulega fram en einnig eru aðrar fiskitegundir skráðar sem ekki teljast nytjategundir.

3.1 Vöktun umhverfisþátta

Sjóransóknir er samheiti rannsókna á eðlis- og efnafræðilegum eiginleikum sjávar umhverfis Ísland og nýtast þær meðal annars til að kanna áhrif ólífrænna umhverfisþátta á lífríkið. Viðamesta verkefnið af þessu tagi er nefnt *Ástand sjávar* en markmið þess er að fylgjast með breytingum á hitastigi og seltu á Íslandsmiðum. Athuganir á ástandi sjávar að vorlagi hafa staðið samfelld frá árinu 1950 (vorleiðangur) en reglubundnar mælingar á hitastigi og seltu á öðrum ársfjórðungum hófust árið 1971. Á vorin fer einnig fram vöktun á magni næringarefna, frumframleiðni svifþöruna og magni átu. Ársfjórðungslega er svo fylgst með magni koldíoxíðs í sjó auk öflunar annarra sýna eins og fyrir snefilefnagreiningar, geislavirkni og botnfalli lífræns efnis. Þessar mælingar eru m.a. notaðar til skýringa á ýmsum þáttum sem tengjast lífríki hafsins. Má þar nefna frumframleiðni þörunasvifsins, hegðun átu og útbreiðslu nytjafiska. Mikilvægt er að þekkja og skilja náttúruleg sveiflur og áhrif þeirra á vistkerfi og lífríkið. Gögn sýna að þær breytingar sem orðið hafa á hitastigi og seltu á hafsvæðinu kringum Ísland frá 1995 eru ekki meiri en áður hafa sést hér við land (Steingrímur Jónsson og Sólveig R. Ólafsdóttir 2021).

Súrnun

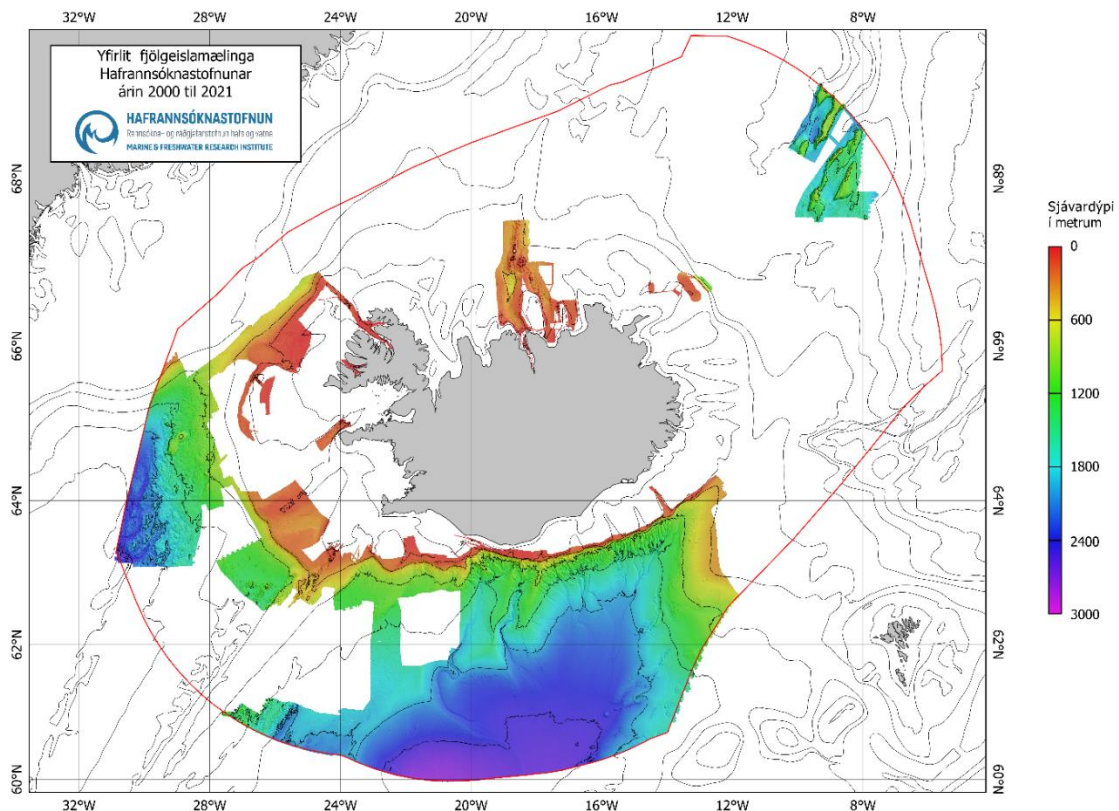
Sjórinn tekur upp koldíoxíð úr andrúmsloftinu sem leiðir til breytinga í karbónatkerfi sjávar. Afleiðingin er súrnun sjávar og lægra kalkmettunarstig. Upplýsanleiki koldíoxíðs í sjó eykst eftir því sem hitastig sjávar lækkar. Þessar breytingar mælast hraðari í hafinu við Ísland heldur en á flestum öðrum hafsvæðum á heimsvísu og hraðari fyrir norðan land en suðvestan (2. mynd). Frá upphafi mælinga við Ísland hefur sýrstig fallið um ~ 0.1 pH gildi í hafinu við Ísland en það jafngildir um 30% aukningu á vetnisjónum (H^+) í hafinu. Súrnun sjávar þýðir að sýrustig (pH) sjávar lækkar sem getur haft breytileg og mismikil áhrif á lífríki. Lífverur sem mynda kalk eru viðkvæmastar fyrir þessum breytingum vegna lækandi kalkmettunarstigs í sjó sem leiðir til minni stöðugleika kalks. Þeim breytingum sem kunna að vörða á vistkerfi sjávar af völdum súrnunar verður þó ekki lýst með einfaldri nálgun og sambland athugana og aðferða þarf til.



2. mynd. Sýrusting sjávar að vetrarlagi sem fall af tíma reiknað við yfirborð og meðalhitastig tímabilsins, a) á Faxaflóa 1984-2020 (meðalhiti 6,50 °C), hallatala línunnar er -0,0015 ($r^2=0,56$ og b) í Íslandshafi 1985-2020 (meðalhiti 0,00 °C), hallatala línunnar er -0,0021 ($r^2=0,80$). (Sólveig Ólafsdóttir 2021).

3.2 Hafsbotn og landslag

Frá árinu 2000 hefur Hafrannsóknastofnun unnið að kortlagningu hafsbotsins innan efnahagslögsögu Íslands (3. mynd). Mælingar eru gerðar með fjölgeislamæli og þannig fást nákvæm kort af landslagi hafsbotsins. Kortlagning veiðislóða og viðkvæmra búsvæða (s.s. kórala) hefur gegnt veigamiklu hlutverki en síðustu ár hefur áhersla verið lögð á dýpstu hafsvæðin suður og vestur af landinu. Margvísleg náttúrufrýrbæri hafa verið kortlögð eins og fjöll, kóralrif, uppstreymi, jökulgarðar, holur og farvegir.



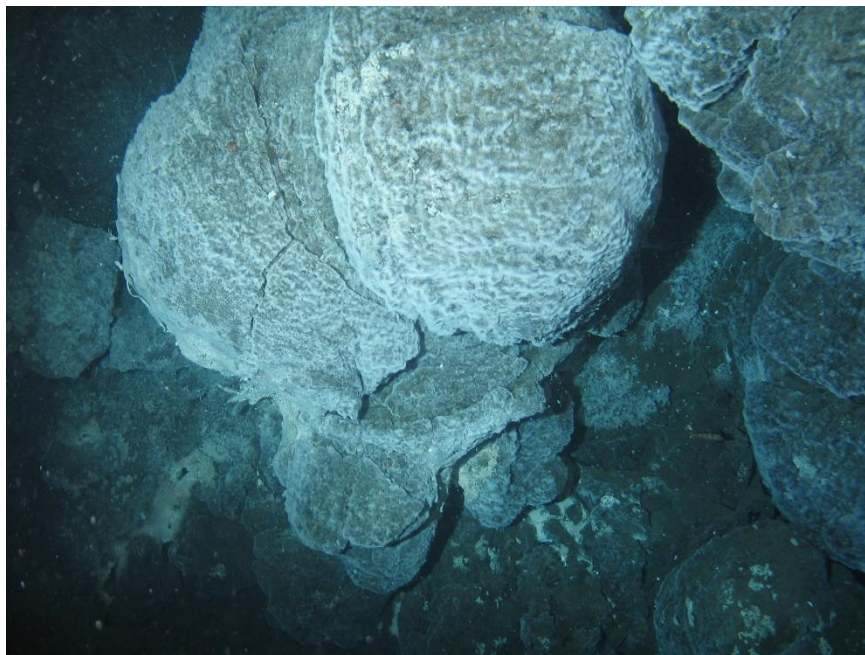
3. mynd: Svæði hafsbotsins sem hafa verið kortlögð með fjölgeislamælingum á árunum 2000-2021.

3.3 Lífríki sjávar

Fjölbreytt lífríki er í hafinu við Ísland. Lífverur (bakteríur, einfrumungar, sveppir, plöntur, dýr) eru í efstu lögum sjávar og allt niður á dýpsta botn. Sumar lífverur eru sviflægar, aðrar synda og sumar eru botnfastar. Þekking á þessum lífverum er misjöfn og hefur mótast af ákveðnum átaksverkefnum, hvort sem er vegna framkvæmda, stofnstærðamats, vöktunar eða vísindaverkefna, innlendra eða alþjóðlegra.

3.3.1 Örverur

Fjölbreytileiki örvera í hafinu eru að stórum hluta óþekktur. Frumathugun á örverum sem safnað var í sjó við landið 2010 og 2011 sýndi að fjölbreytileiki er breytilegur milli svæða. Fyrir sunnan eru 40-60% meiri örveruþéttleiki en fyrir norðan (Eyjólfur Reynisson o.fl. 2011). Bakteríur og fornbakteríur hafa helst verið skoðar á neðansjávarhverasvæðum við Ísland og meðal annars hafa hér nýjar tegundir fundist (4. mynd, Fricke o.fl. 1989, Pley o.fl. 1991, Viggó Þ. Marteinsson o.fl. 2001).



4. mynd. Hvít bakteríuskán á bólstrabergi við Steinahól neðansjávarhverasvæði.

3.3.2 Sviflægir hryggleysingjar (plöntu og dýrasvif)

Plöntusvif – svifþörungur

Frumframleiðni hafsins kemur frá þessum hópi einfrumunga sem flokkast til plantna og breyta sólarljósi í nýtanlega orku (ljóstíllífun) sem færast ofar í fæðukeðjuna. Allt að 20 plöntusamfélög hafa fundist umhverfis landið að vori til (Þórunn Þórðardóttir og Kristinn Guðmundsson 1998). Árleg heildarframleiðsla svifþörunganna innan íslensku fiskveiðilögsögunnar hefur verið metin 122 milljón tonn kolefnis að meðaltali, bundið í lífrænt efni (Þórunn Þórðardóttir 1994) en til samanburðar hefur frumframleiðni á landi verið metin 18 milljón tonn kolefnis að meðaltali (Sigurður Reynir Gíslason 2012). Breytileiki á magni svifþörunganna yfir árið er mikill, frá nánast engu yfir vetrarmánuðina í umtalsvert magn þegar blómi stendur yfir á vorin. Fyrstir svifþörunganna á vorin eru kísilþörungur en síðar fer að bera á skorupörungum. Einnig geta kalksvifþörungur borist með hlýsjó upp á grunnsævi í byrjun sumars. Meðalársframleiðsla er yfirleitt hærri í hlýja sjónum fyrir sunnan og vestan en í kalda sjónum fyrir norðan og austan land.

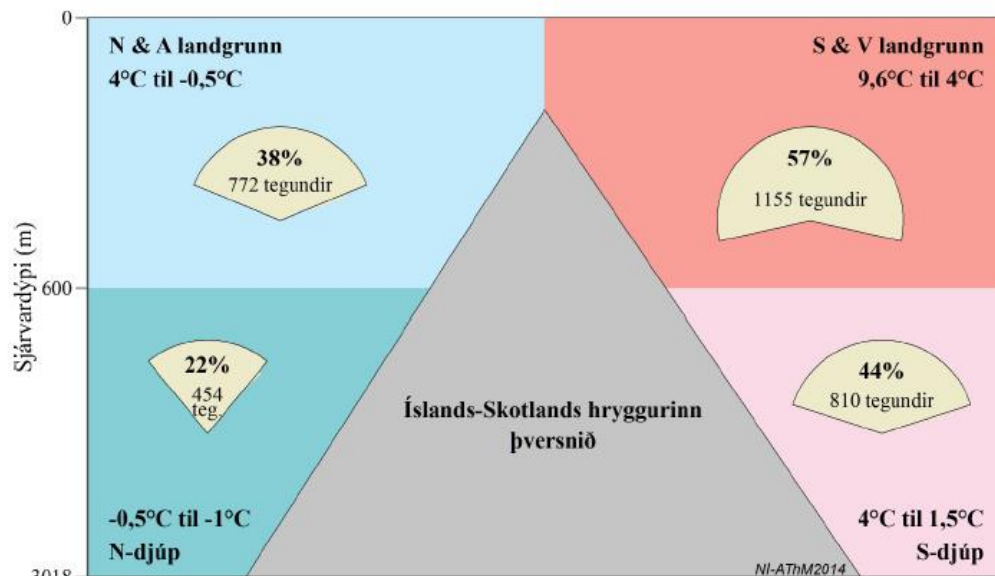
Þegar skoðuð eru langtímagögn við Ísland kemur í ljós að aukning hefur orðið á magni svifþörungna á Íslandsmiðum frá árinu 1958 (Hildur Pétursdóttir o.fl. 2021).

Dýrasvif

Í hafinu við Ísland hafa fundist yfir 100 dýrasvifstegundir og/eða hópar að vori til. Fjórar mismunandi samfélagsgerðir hafa verið greindar kringum landið og afmarkast þær af botnlagi og sjógerðum (Gislason og Astthorsson 2004). Hríðurkarlalirfur eru algengastar grunnt yfir landgrunninu sunnan og vestan landsins, en rauðáta og ljósátulirfur fylgja þar á eftir. Á landgrunninu fyrir norðan land eru hins vegar rauðáta, ljósátulirfur og lirfuhalar algengustu hóparnir. Djúpt suður af landinu eru rauðáta, krabbaflóin *Oithona* spp., og ígulkerjalirfur algengastar en djúpt norður af landinu eru rauðáta, *Oithona* spp. og póláta algengustu tegundirnar. Ljósáta og krabbaflær eru helstu hópar krabbadýra sem að staðaldri finnast í dýrasvifi við Ísland og gegna mikilvægu hlutverki við að flytja orku frá frumframleiðendum til lífvera ofar í fæðukeðjunni. Krabbaflóin rauðáta er algengasta svifdýrið í sjónum við Ísland og er hún aðal fæða lirfa og seiða nær allra botn- og uppsjávarfiska. Heildarlífmassi rauðátu innan íslensku fiskveiðilögsögunnar er áætlaður um 7 milljónir tónna og ljósátu um 5 milljónir tónna (Ólafur Ástþórsson o.fl. 2007). Magn dýrasvifs hefur ekki minnkað undanfarna áratugi eins og raunin er á stóru svæði í Norður Atlantshafi en árlegar sveiflur eru þó talsverðar (Hildur Pétursdóttir o.fl. 2021). Hækkandi hitastig sjávar hefur haft áhrif á magn og útbreiðslu fyrir norðan þar sem hlutur rauðátu hefur aukist en hluti kaldsjávar systurtegundarinnar póláta hefur minnkað (Ástþór Gislason o.fl. 2021).

3.3.3 Botnlægir sjávarhryggleysingjar

Sjávarhryggleysingjar eru stór hópur dýra sem tilheyra mörgum fylkingum. Dæmi um þá eru svampdýr, holddýr, skrápdýr, lindýr, liðormar, liðdýr, mosadýr, armfætlur og krabbadýr. Þekking á þessum hópum er mismunandi. Umfangsmesta rannsókn á botnlægum sjávarhryggleysingjum í hafinu kringum Ísland fór fram í verkefninu „Botndýr á Íslandsmiðum“ (BIOICE) sem hófst árið 1991 og stóð sýnasöfnun fram til



ársins 2004.

5. mynd. Umhverfisskilyrðum á hafsbotni má gróflega skipta í fjórar megingerðir eftir sjávardýpi og hita. Tegundafjöldi sem greindur var úr BIOICE verkefninu er mismikill milli þessara svæða. (Guðmundur Guðmundsson o.fl. 2014)

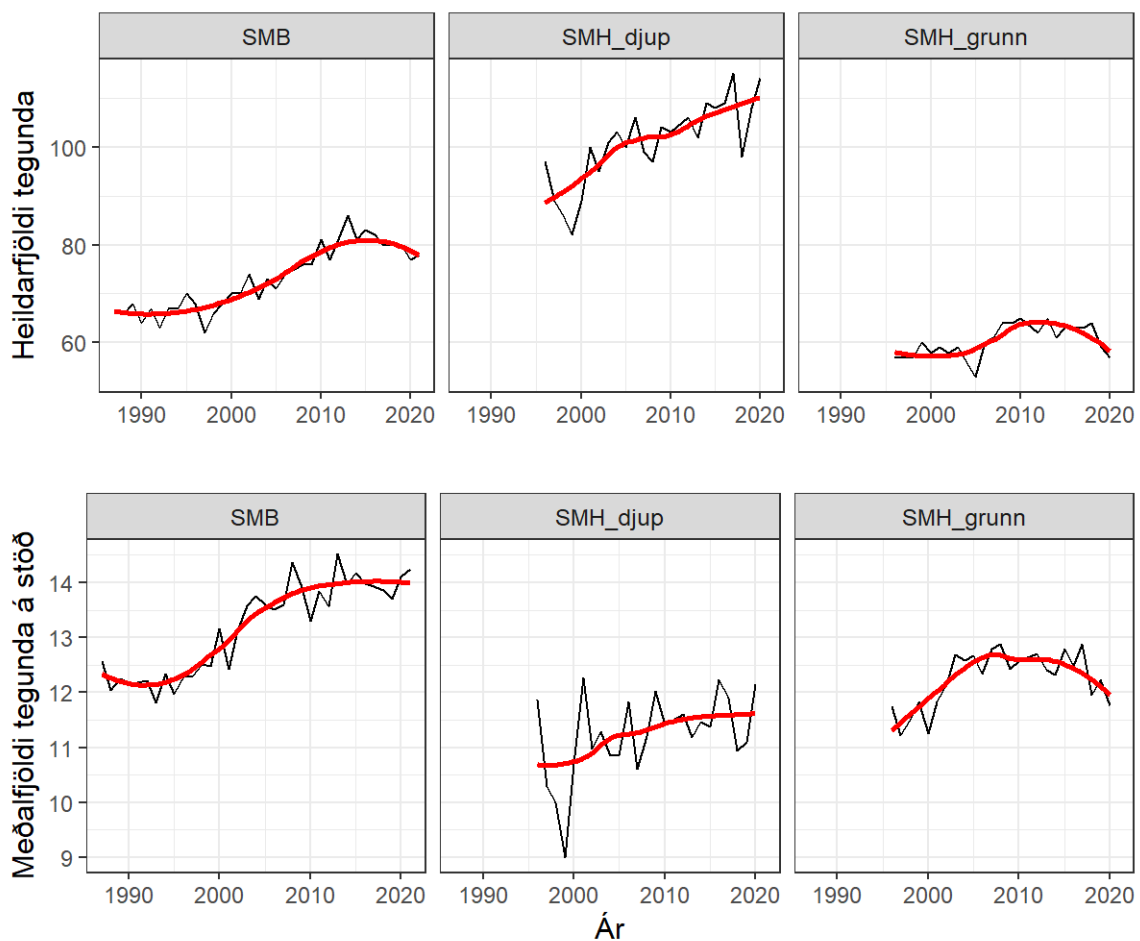
Yfir 2200 botndýrategundir hafa verið skráðar en þeim mun líklega fjölga við nánari úrvinnslu ýmissa hópa þar sem vinnu við greiningar er ekki að fullu lokið. Gagnagrunnur verkefnisins veitir umfangsmiklar upplýsingar sem geta nýst við flokkun hafsins í kringum Ísland í vistgerðir. Greining tegunda og hópa sýnir að mestur fjöldi tegunda er á landgrunninu suður og vestur af landinu og í Suðurdjúpi en minnstur í Norðurdjúpi og á landgrunni norðan og norðaustan við landið (5. mynd).

Skipulögð kortlagning búsvæða með myndavélum hófst árið 2004. Áhersla er að greina helstu samfélagsgerðir, meta umfang og ástand vistkerfa og meta þörf á verndun. Í kjölfar þessa verkefnis hafa nokkur kóralsvæði verið vernduð og tillögur að verndun fleiri svæða hefur verið lögð fram (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson 2004, Steinunn H. Ólafsdóttir o.fl. 2020, 2021).

3.3.4 Sjávarhryggdýr (bein- og brjóskfiskar og sjávarspendýr)

Fiskar

Í hafinu kringum Ísland hafa fundist um 340 fisktegundir en margar þeirra teljast til flækinga eða eru mjög sjaldséðar. Skráðum tegundum hefur fjölgað í gegnum tíðina m.a. vegna aukinna rannsókna en einnig vegna sóknar fiskiskipa á dýpri mið. Sömuleiðis hefur suðlægum tegundum farið fjölgandi sem líklega má rekja til hækkandi sjávarhita og/eða breytinga á hafstraumum. Lítið er vitað um fisktegundir á meira en 1300 m dýpi við Ísland en þar eru veiðar fátíðar og litlar rannsóknir stundaðar.



6. mynd Heildarfjöldi fisktegunda (efri myndir) og meðalfjöldi á stöð (neðri myndir) í stöðluðu gagnasafni stofnmælingaleiðangra; SMB (meðalfjöldi stöðva = 524) og SMH á djúpslóð (meðalfjöldi stöðva 125) og grunnslóð (meðalfjöldi stöðva = 159).

Ekki liggja fyrir upplýsingar um breytingar á heildarfjölda fisktegunda sem finnast við landið hverju sinni, en í stöðluðum stofnmælingaleiðöngnum Hafrannsóknastofnunar¹ að hausti (SMH) og vori (SMB) eru skráðar allar fisktegundir sem fást. Í þessum leiðöngnum fæst því mat á breytingum á fjölda fisktegunda sem finnast við landið. Á 6. mynd eru sýndar breytingar á fjölda fisktegunda í SMB (1987-2021) og SMH (1996-2020, skipt í grunnslóð og djúpslóð). SMB og SMH ber saman um að fisktegundum á grunnslóð hafi fjölgað uppúr aldamótum en fækkað aftur síðustu ár. Heildarfjöldi tegunda umhverfis landið er meiri á djúpslóð en grunnslóð, en meðalfjöldi tegunda á stöð er hinsvegar minni á djúpslóð. Í þessari úttekt eru stöðvar allt í kringum landið teknar saman en fyrri rannsóknir sýna að tegundaríkustu fiskisamfélögin finnast djúpt suðvestur og vestur af landinu en þau tegundasnauðustu í köldum sjó djúpt fyrir norðan og austan land (Lilja Stefánsdóttir o.fl. 2010). Þessi gögn má nota til að fylgjast með breytingum á tegundafjölbreytni á mismunandi dýpi, hafsvæðum og árstíma, og mætti jafnvel tengja við fiskveiðilág. Með frekari flokkun hafsvæða í vistgerðir gæti notagildi gagnanna aukist enn frekar.

Sjófuglar

Við Ísland verpa um 7,5 milljón pör sjófugla og margar tegundanna flokkast sem ábyrgðartegundir okkar Íslendinga. Fjallað er um sjófugla í *Samantekt Náttúrfræðistofnunar Íslands um stöðu líffræðilegrar fjölbreytileitni á Íslandi*. Reglubundnar talningar í fuglabjörgum veita upplýsingar um fjölda fugla sem afla sér fæðu í hafinu við Ísland að vori fram á haust, en minna er vitað um fjölda fugla að vetri.

Sjávarspendýr

Við Ísland finnast tvær staðbundnar selategundir, landselur og útselur, sem báðar kæpa hér við land. Að auki sjást fjórar selategundir hér reglulega; blöðruselur, kampselur, hringanóri, vöðuselur auk rostungs sem er sjaldgæfur flækingur og flokkast sem útdauður við Ísland.

Stofnstærðamat landsels við landið hófst 1980 og hefur farið fram reglulega síðan. Stofnstærðamat útsels við landið fór fyrst fram 1982 og síðan þá hefur stofnstærðamat farið nokkuð reglubundið fram. Stofnstærðamat þessara tegunda fer núna fram á vegum Hafrannsóknastofnunar í samvinnu við Selasetur Íslands, en auk þess sinna þessar stofnanir skráningu og vöktun á búsvæðum sela ásamt ýmsum öðrum rannsóknum (fæðuval, erfðafræði, truflanir af mannavöldum).

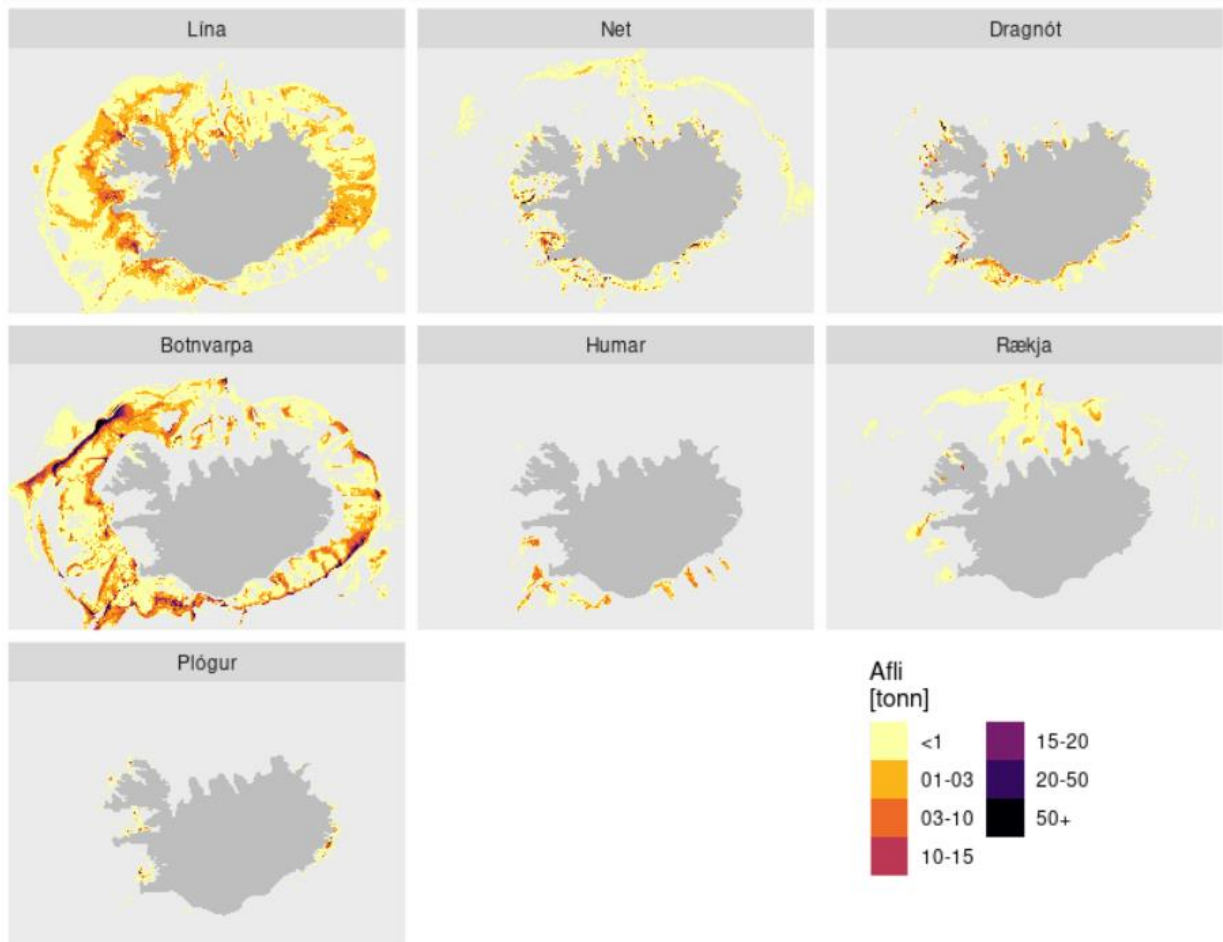
Alls hafa sést um 23 tegundir hvala á Íslandsmiðum og eru tólf þeirra algengar við landið. Þrjár tegundir teljast til heimskautahvala og eru sjaldgæfir gestir auk sjö tegunda sem eru suðlægari gestir. Ein tegund, sandlægja, dó út í Norður-Atlantshafi á 17. öld.

Fjölpjóðlegar hvalatalningar (NASS) hafa farið reglulega fram frá 1987 og hefur Hafrannsóknastofnun tekið þátt í samvinnu við nágrannaþjóðir við Norður-Atlantshaf. Talningarnar hafa veitt upplýsingar um útbreiðslu og stofnstærð flestra hvalategunda við Ísland, en hönnun talninganna hefur sérstaklega beinst að hrefnu og langreyði á þessu tímabili (sjá t.d. Pike o.fl. 2019, 2020, Gísli A. Víkingsson o.fl. 2009). Ýmsar aðrar athuganir hafa verið gerðar á hvölum hér við land, s.s. á sviði grunnlíffræði, stofnstærð, vistfræði, erfðafræði, farhegðun og atferli hvala.

¹ Haustrall SMH þar sem rannsóknadýpi nær frá 10–1300 m. Vorrall SMB þar sem rannsóknadýpi nær frá 10-500 m.

4. Nytjar

Nytjar hafsins eru mikilvægar fyrir efnahag Íslands og því hafa mælingar og vöktun á nytjastofnum og áhersla á sjálfbærni spilað stórt hlutverk þegar kemur að hafrannsóknum. Áhrif veiða á líffræðilega fjölbreytni eru ýmis. Auk þess að hafa bein áhrif á þær tegundir og stofna sem þeim er beint að geta áhrifin einnig verið á aðrar tegundir, tegundasamsetningu og samspil tegunda. Botnlægar veiðar hafa áhrif og geta valdið breytingum á búsvæðum, orkuflæði og virkni vistkerfa. Sókn með botnveiðarfærum fer fram allt í kringum landið en getur verið misjöfn eftir veiðarfærum (7. mynd).



7. mynd. Yfirlit yfir dreifingu veiða (meðalársafli per 0.025x0.0125 gráður) eftir veiðarfærum árunum 2009 til 2019.

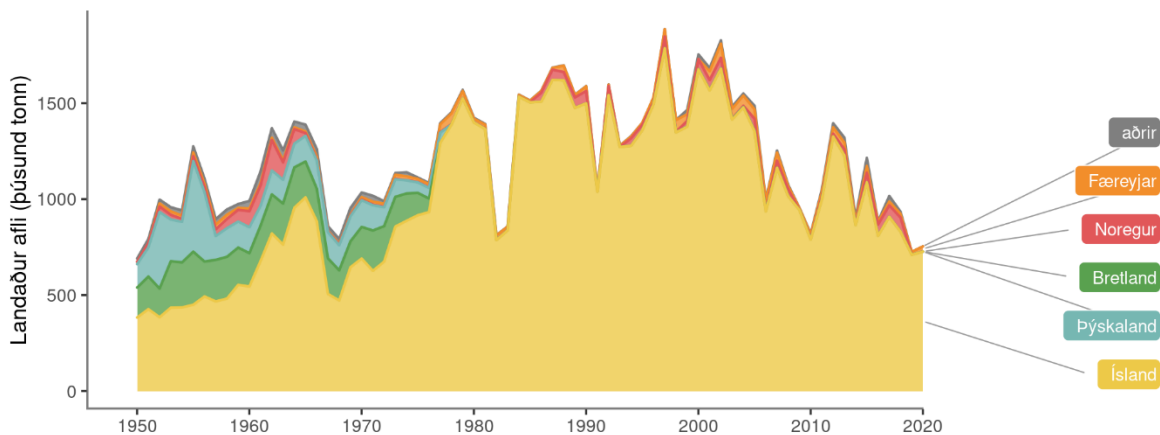
4.1 Nytjategundir og stofnar og staða þeirra

Veiðar innan íslensku efnahagslögsögunnar eru fjölbreyttar. Veiddar eru tegundir sem teljast til botnsjávarfiska (bol- og flatfiskar), uppsjávarfiska, djúpsjávartegunda, brjóskfiska og hryggleysingja. Í viðauka er tafla sem sýnir landaðan afla allra tegunda og stofna af Íslandsmiðum árin 2017–2020. Á þessu tímabili var landað afla 51 tegundar. Helstu tegundirnar eru þorskur, ýsa, ufsi, gull- og djúpkarfi, grálúða, skarkoli, steinbítur, loðna, síld (íslensk sumargotssíld og norsk-íslensk vorgotssíld), makrill og kolmunnir.

Landaður afli á Íslandsmiðum tvöfaldaðist frá því snemma á sjötta áratug síðustu aldar fram að síðari hluta þess sjöunda eða úr 750 þúsund tonnum í 1,5 milljón tonn vegna aukningar á síldarafla (8. mynd). Þegar norsk-íslenski og íslensku sumar- og vorgotsíldarstofnarnir hrundu í lok sjöunda áratugarins dróst landaður afli saman og var svipaður og í byrjun sjötta áratugarins. Aflinn samanstóð að mestu af

botnfiskum. Á tímabilinu 1970-2005 jókst árlegur afli jafnt og þétt og náði hámarki á árunum 1997-2002 þegar hann var á bilinu 1,4-1,9 milljón tonn. Þessi aukning var að mestu vegna veiða á uppsjávartegundum sem höfðu ekki verið nýttar áður; loðnuveiða sem hófust í byrjun sjöunda áratugarins, kolmunnaveiða sem hófust á síðari hluta tíunda áratugarins og makrílveiða sem hófust árið 2006. Bolfiskaafli minnkaði að sama skapi á þessu tímabili einkum vegna minni þorskafla. Frá árinu 2002 hefur árlegur heildarafli minnkað í um 725-750 þúsund tonn árin 2019 og 2020, aðallega vegna minni loðnuaflla.

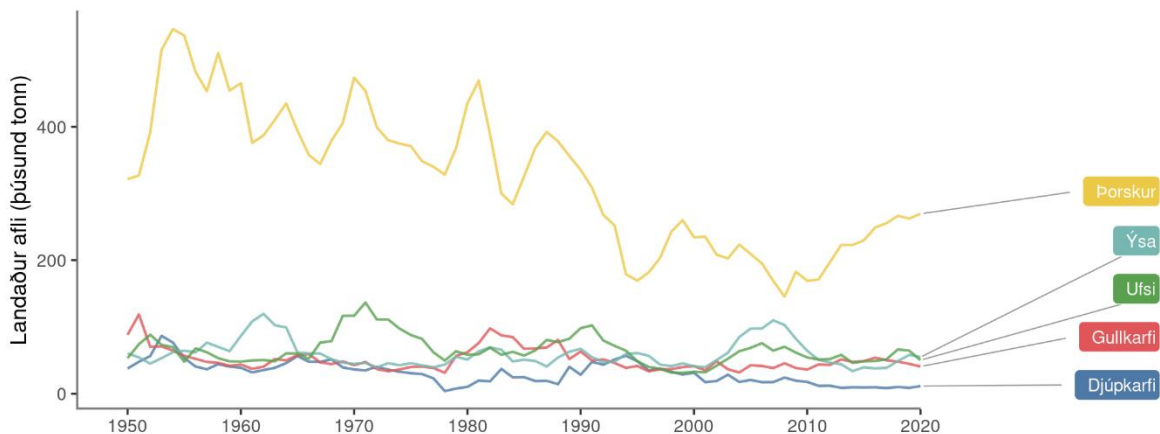
Tímaháðar breytingar á vísitölu fiskiveiðilags (HR/HR_{MSY} og F/F_{MSY}) og vísitölu stofnstærðar ($SSB/MSY B_{trigger}$) fyrir stofna botnfiska og uppsjávarfiska á íslenska hafsvæðinu er sýnd í viðauka 1.



8. Mynd: Landaður afli (þúsund tonn) á íslenska hafsvæðinu 1950-2020 skipt eftir þjóðum. Sýndar eru þær fimm þjóðir sem veitt hafa mest á tímabilinu, en samanlagður afli annarra þjóða er táknað sem „aðrir“.

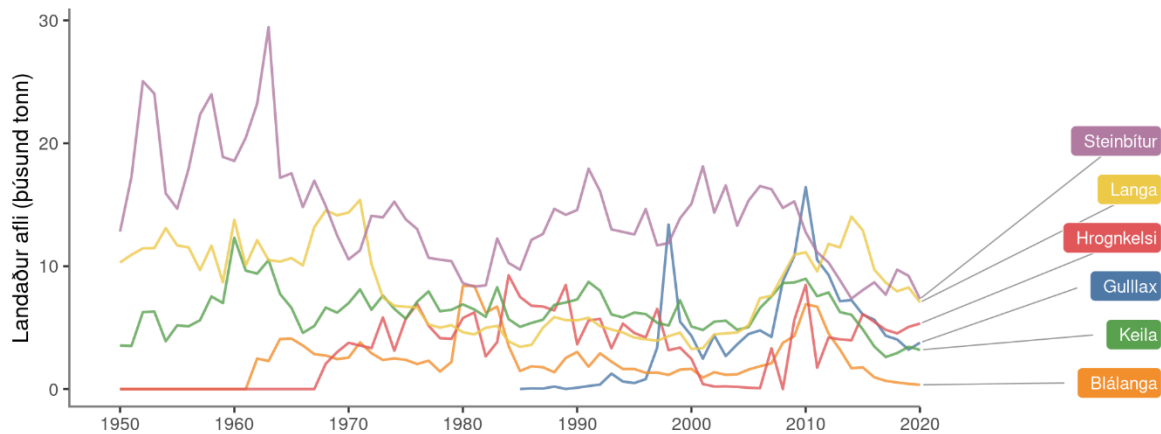
4.1.1 Bolfiskar

Af bolfiskum er mest veitt af þorski (9. mynd). Afli þorsks náði hámarki árið 1954 þegar 546 þúsund tonnum var landað. Árlegur þorskaflí minnkaði með sveiflum og náði lágmarki árið 2008 þegar aflinn var 146 þúsund tonn. Síðan þá hefur árlegur þorskaflí aukist og var rúm 260 þúsund tonn árin 2018-2020. Afli ýsu í seinni tíð fór hæst í um 100 þúsund tonn á árunum 2005 til 2008, sem er nærri hæstu aflatölum sjöunda áratugar seinustu aldar, en hefur síðan lækkað talsvert og er nú svipaður og hann var á árunum 1975 til 2000 (9. mynd). Árlegur afli ufsa og gullkarfa hefur verið tiltölulega stöðugur undanfarna tvo áratugi en afli djúpkarfa hefur minnkað mikið (9. mynd).



9. mynd: Landaður afli (þúsund tonn) bolfiskstegunda frá íslenska hafsvæðinu 1950–2020, skipt eftir fimm tegundum sem mest hefur verið veitt af á tímabilinu.

Afli annarra bolfiska, eins og steinbíts, löngu, blálöngu, keilu, hrognkelsis og gulllax, hefur sveiflast mikið á tímabilinu en hefur almennt minnkað undanfarinn áratug (10. mynd).

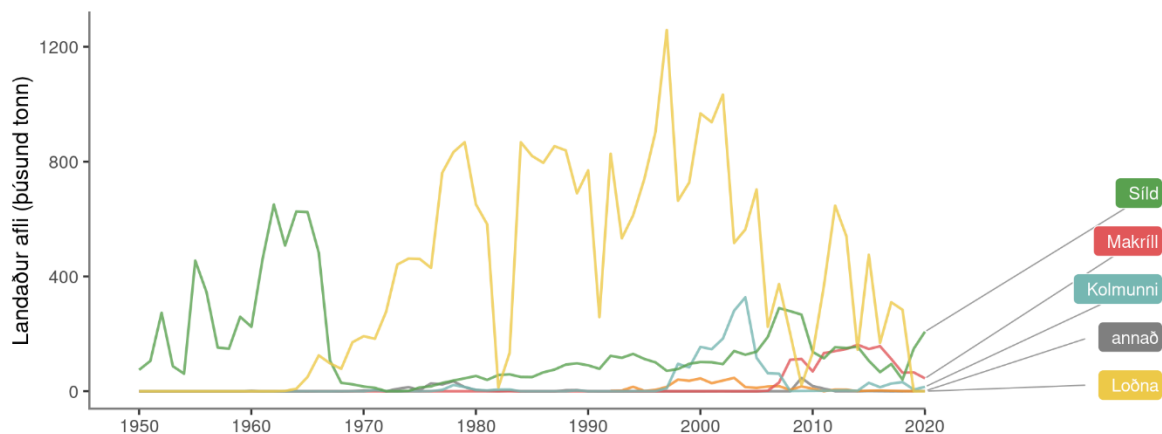


10. mynd: Landaður afli (þúsund tonn) sex bolfiskstegunda frá íslenska hafsvæðinu 1950–2020.

Stærð hrygningarstofna þorsks, ýsu, ufsa og löngu er nú tvisvar til þrisvar sinnum meiri en þegar hann var lægstur (viðauki 1. mynd a). Hrygningarstofn þorsks hefur stækkað frá árinu 2000 til ársins 2016 en hefur minnkað síðan þá. Hrygningarstofninn er þó talinn stór og er svipaður og hann var í kringum 1965. Hrygningarstofn ýsu minnkaði frá árinu 2008, þegar hann mældist stór, fram til ársins 2011 (viðauki 1. mynd a). Síðan þá hefur stærð hans verið stöðug og vel yfir viðmiðunarmörkum. Stærð hrygningarstofna ufsa og löngu eru nú þær hæstu síðan frá öndverðum níunda áratug síðustu aldar. Lífmassi keilu hefur minnkað og er nú nálægt nálægt viðmiðunarmörkum. Stofnstærðir gullkarfa og gulllax eru yfir viðmiðunarmörkum (viðauki 1. mynd c). Stærð hrygningarstofns gullkarfa hefur þó minnkað undanfarin ár vegna lélegrar nýliðunar. Aftur á móti hefur vísitala lífmassa hlýra og neðri stofns úthafskarfa lækkað og eru nú í sögulegu lágmarki. Aðeins lítill hluti heildarafla neðri stofns úthafskarfa er veiddur innan íslensku efnahagslögsögunnar.

4.1.2 Uppsjávarfiskar

Afli uppsjávartegunda hefur sveiflast mikið frá árinu 1950 (11. mynd). Frá 1950 til 1967 var eingöngu veidd síld (norsk-íslensk vorgots síld og íslensku sumar- og vorgotsíldarstofnarnir). Þegar síldarstofnarnir hrundu í lok sjöunda áratugarins hófust loðnuveiðar og á tímabilinu 1977-2003 var árlegur loðnuafli flest árin á bilinu 800-1100 þúsund tonn. Síðan 2003 hefur árlegur loðnuafli minnkað og var á tímabilinu 2003-2018 að meðaltali um 360 þúsund tonn. Engar loðnuveiðar voru stundaðar árin 2019 og 2020. Frá því um árið 2000 hefur hlutfallslegt vægi loðnu minnkað og vægi flökkustofna (norsk-íslensk vorgots síld, kolmunnur og makrill) og íslensku sumargotsíldarinnar aukist (11. mynd). Árin 2019 og 2020 var tiltölulega litlum uppsjávarafla landað af Íslandsmiðum einkum vegna þess að engar loðnuveiðar voru stundaðar en einnig vegna þess að veiðar á kolmunna og makríl innan íslensku lögsögunnar minnkuðu.

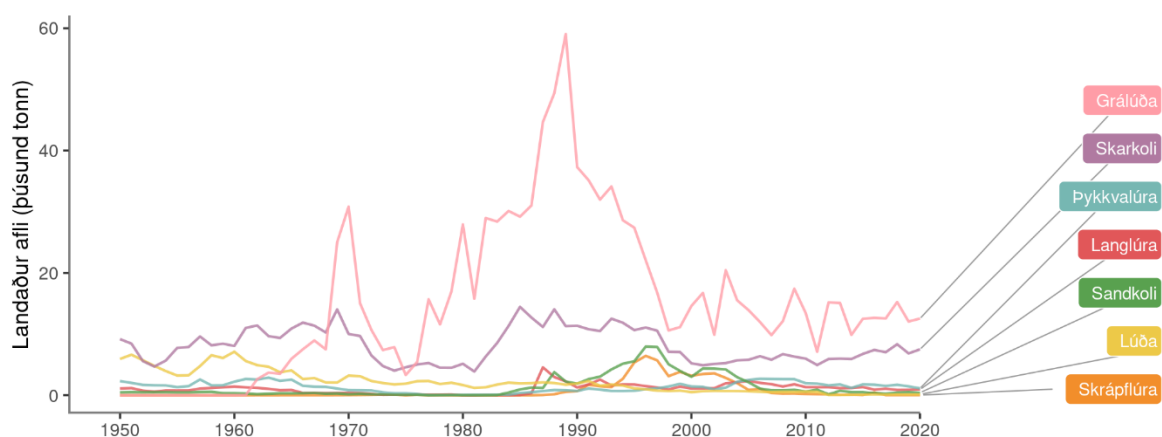


11. mynd. Landaður afli (þúsund tonn) fjögurra uppsjávartegunda frá íslenska hafsvæðinu 1950–2020. Samanlagður afli annarra tegunda (spærlingur og norræna gulldepla) er táknað sem „annað“.

Stofnstærð uppsjávartegunda sem veiddir eru við Íslands hafa sveiflast mikið. Undanfarin ár hafa allir stofnar uppsjávartegunda minnkað (viðauki 1. mynd *b,d*). Stærð hrygningarstofns er þó fyrir ofan viðmiðunarmörk.

4.1.3 Flatfiskar

Grálúða er sú flatfiskategund sem mest hefur verið veitt af á Íslandsmiðum (12. mynd). Grálúðaafllinn náði hámarki árið 1989 þegar rúmum 59 þúsund tonnnum var landað. Síðan þá hefur afllinn minnkað og var árlegur afli á Íslandsmiðum á árunum 2004–2020 á bilinu 10–18 þúsund tonn. Næst mest hefur verið veitt af skarkola. Árlegur afli 1998–2020 hefur verið nokkuð stöðugur á bilinu 5–8 þúsund tonn. Veiddar á öðrum flatfiskum hafa verið tiltölulega litlar samanborið við grálúðu og skarkola. Talsverðar veiðar voru á sandkola og skrápflúru á árunum 1990–2005 en lítið er veitt af þessum tegundum nú. Afli lúðu hefur minnkað mikið frá því 1951 þegar um 6600 tonnnum var landað. Lítið er nú veitt af lúðu og hefur árlegur afli verið minni en 100 tonn frá árinu 2012 þegar bein sókn í lúðu var bönnuð.



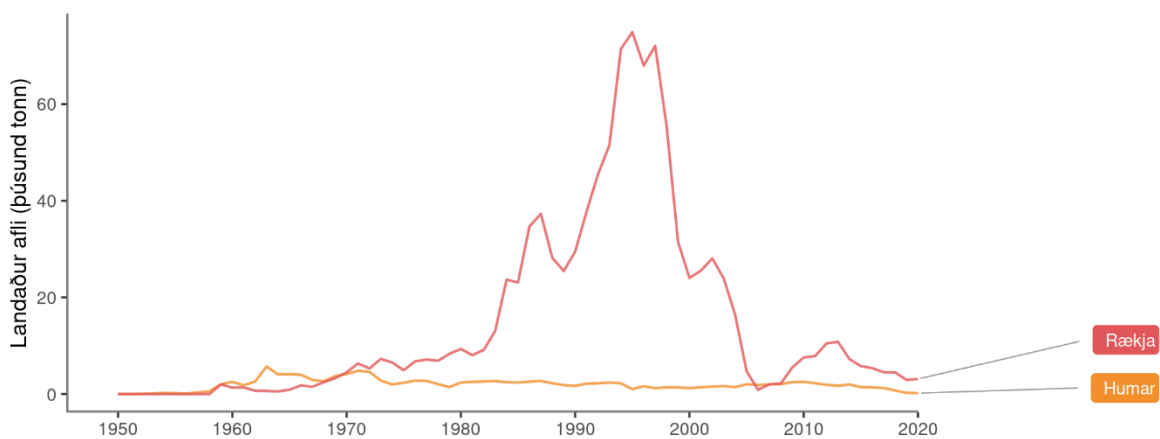
12. mynd. Landaður afli (þúsund tonn) flatfiskategunda frá íslenska hafsvæðinu 1950–2020, skipt eftir sjö tegundum sem veitt hefur verið af á tímabilinu.

Hrygningarstofn grálúðu hefur minnkað talsvert frá því um 1990 en er þó yfir viðmiðunarmörkum (viðauki 1. mynd *c*). Lífmassi skarkola, þykkvalúru og langlúru eru háar en lífmassi sandkola, skrápflúru og stórkjöftu eru hins vegar í lágmarki. Stofn lúðu hefur minnkað mikið vegna ofveiði og veiðast nú sem

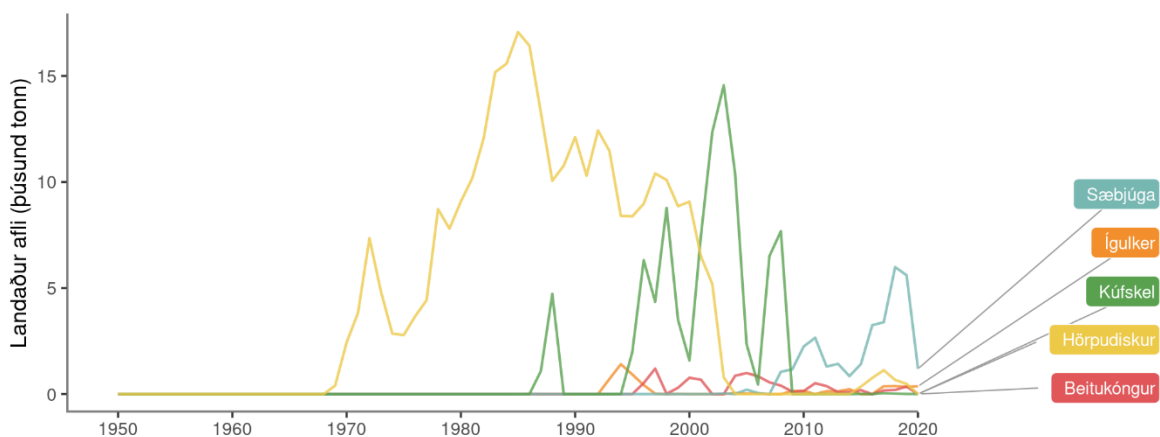
meðafli í öðrum veiðum. Lífmassavísitala lúðu úr stofnmælingum lækkaði hratt árin 1985–1992 og hefur verið lág síðan, þó lítilsháttar aukning hafi orðið frá lágmarkinu árið 2012. Árið 2012 voru beinar lúðuveiðar bannaðar og gert var skylt að sleppa lífvænlegri lúðu.

4.1.4 Hryggleysingjar

Afli krabbadýra (humar og rækja) hefur minnkað mjög mikið frá því í byrjun tíunda áratugar síðustu aldar einkum vegna minni rækjuaflla en afli humars hefur líka minnkað mikið á undanförunum árum (13. mynd). Frá árinu 2009 hafa litlar skeldýraveiðar verið stundaðar eftir að stofn hörpudisks hrundi árið 2003 og svo vegna minni veiði á kúfskel frá árinu 2009 (14. mynd). Árið 2008 hófust veiðar á sæbjúga og undanfarin ár hefur aflinn aukist frá ári til árs og var mestur árin 2018 og 2019.



13. mynd. Landaður afli (þúsund tonn) rækju og humars frá íslenska hafsvæðinu 1950–2020.



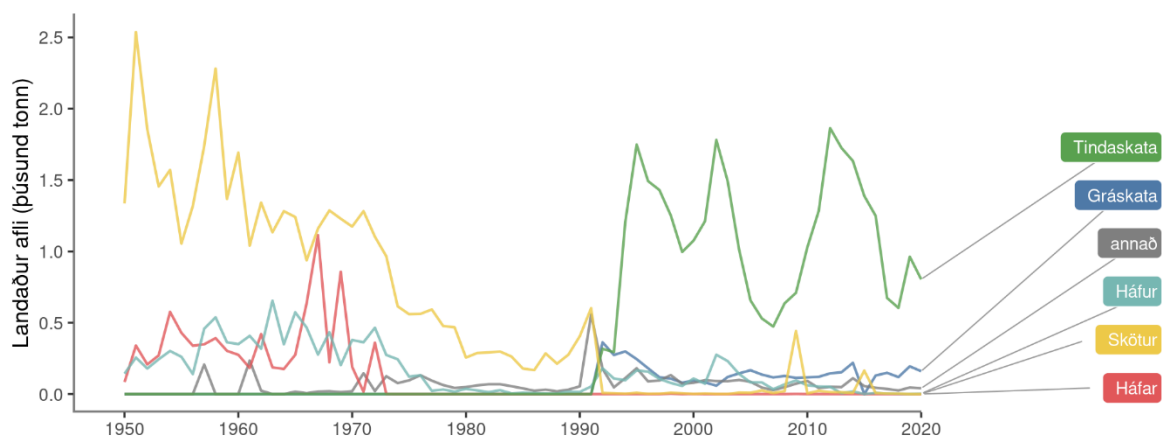
14. mynd. Landaður afli (þúsund tonn) fimm tegunda hryggleysingja frá íslenska hafsvæðinu 1950–2020, skipt eftir fimm tegundum sem mest hefur verið veitt af á tímabilinu.

Stofnstærð hryggleysingja á íslenska hafsvæðinu hefur minnkað og í sumum tilfellum er hún sú minnsta sem mælst hefur. Hins vegar er ekki til áreiðanlegt mat á lífmassa sumra stofna. Þróun á lífmassa níu rækjustofna sýnir mikla lækkun allra þeirra frá því um miðjan níunda áratug síðustu aldar. Af átta innfjarðarækjustofnum hafa fimm hrunið og engar veiðar eru nú leyfðar úr þeim. Stofnstærð hinna þriggja stofnanna er um 30% af því þegar stofnarnir mældust stærstir og takmarkaðar veiðar því leyfðar.

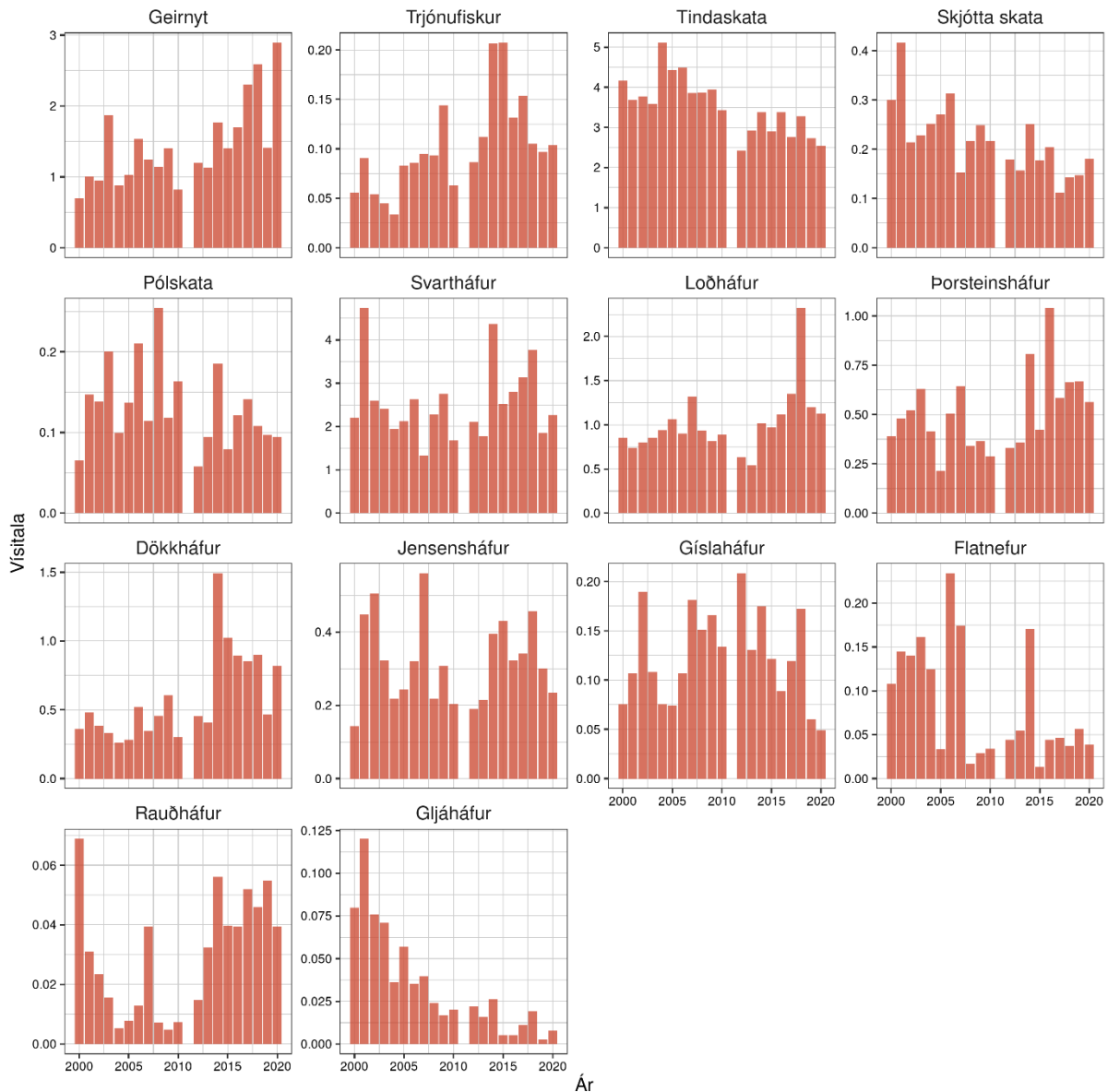
Úthafs-rækjustofninn, sem er stærsti rækjustofninn, hefur minnkað um helming frá því um 1985 en stærð hans er nú um 40% yfir gátmörkum. Humarstofninn er nú talinn mjög lítill og undir mögulegum gátmörkum (B_{pa}). Veiðistofninn hefur minnkað mikið frá 2009 og einungis eru mjög takmarkaðar veiðar á afmörkuðum svæðum leyfðar svo fylgjast megi með stærðarsamsetningu og dreifingu stofnsins. Litlar upplýsingar eru til um stofnstærð ígulkeru, beitukóns og kúfkeljar, en veiðar á þessum tegundum hafa minnkað umtalsvert undanfarin ár. Stofn hörpuðisks í Breiðafirði hrundi á árunum 2000-2004 og hafa veiðar ekki verið stundaðar síðan 2003, að undanskilum tilraunaveiðum 2014-2019. Hrun stofnsins er tengt lélegri nýliðun, ofveiði og háum náttúrulegum dauða vegna frumkýrasýkinnar (Jónasson o. fl. 2007). Nýlega hafa veiðar á sæbjúgum þróast vestur og austur af landinu en lítið er vitað um lífmassa og framleiðni sæbjúgna á Íslandsmiðum.

4.1.5 Brjóskfiskar

Veiðar á brjóskfiskum á Íslandsmiðum hafa almennt verið litlar (15. mynd). Mest hefur verið veitt af ýmsum skötutegundum, en frá árinu 1990 hafa veiðar á tindaskötu verið uppistaða brjóskfiskaafllans. Lítið er landað af öðrum tegundum. Almennt er lítið vitað um stöðu einstakra stofna brjóskfiska. Til eru fjöldavísitölur úr stofnmælingaleiðöngurum sem geta gefið mynd af stöðu einstakra tegunda og stofna (16. mynd).



15. mynd. Landaður afli (þúsund tonn) brjóskfiska frá íslenska hafsvæðinu 1950–2020, skipt eftir fimm tegundum og tegundahópum sem mest hefur verið veitt af á tímabilinu. Samanlagður afli annarra tegunda er táknað sem „annað“. Athugið að fyrir árið 1992 voru skötur og háfar ekki greind til tegunda og því sett í tegundahópana „skötur“ og „háfar“.

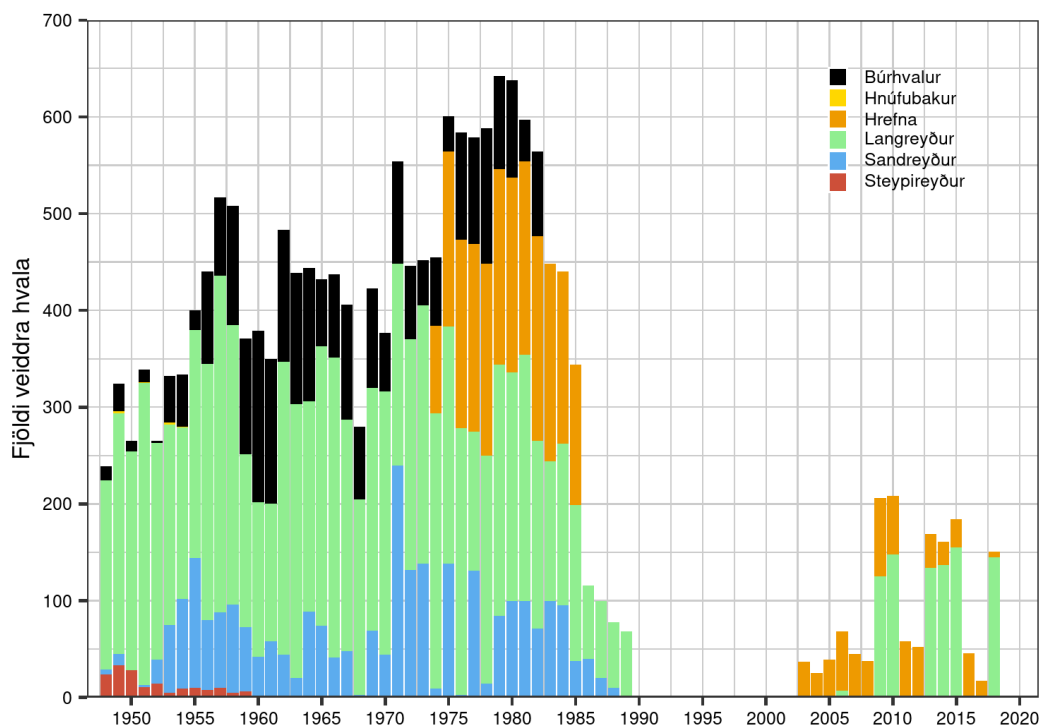


16. mynd. Fjöldavísitölur ýmissa brjóskfiskategunda í haustralli (SMH) 2000-2021. Ekki var farinn leiðangur árið 2011.

4.1.6 Sjávarspendýr

Hrefnuveiðar hófust hér við land árið 1914 en voru mjög takmarkaðar fram yfir miðja 20. öld. Árlega voru um 200 hrefnur veiddar 1974-1985 þegar hvalveiðibann Alþjóðahvalveiðiráðsins tók gildi (18. mynd). Frá því að atvinnuveiðar á hrefnu við Ísland hófust aftur árið 2007 hefur fjöldi veiddra hrefna verið sveiflukennður og minnkandi. Mest var veitt af hrefnum árið 2009 eða 81 dýr, en aðeins 6 hrefnur voru veiddar árið 2018. Engar hrefnuveiðar voru stundaðar árin 2019 og 2020 og einungis ein árið 2021. Núverandi veiðiráðgjöf er 217 hrefnur á ári og gildir fyrir tímabilið 2018-2025. Á tímabilinu 1883-1915 voru veiðar á langreyði og öðrum stórhvelum langt umfram afrakstursgetu sem leiddi til friðunar árið 1915. Á árunum 1948-1985 voru árlega veiddar 150-350 langreyðar (17. mynd). Eftir að veiðar á langreyði hófust aftur árið 2009 hafa að meðaltali verið veidd 140 dýr á ári á þeim árum sem veiðarnar voru stundaðar. Veiðar á langreyði voru ekki stundaðar árin 2011-2012, 2016-2017 og 2019-2021. Núverandi veiðiráðgjöf er 161 langreyðar á ári og gildir fyrir tímabilið 2018-2025. Veiðar á steypireyði við Íslandsstrendur hafa ekki verið stundaðar frá árinu 1959, veiðar á hnúfubak ekki frá 1954 og búrhval ekki frá árinu 1982. Veiðar á sandreyði hafa ekki verið stundaðar frá árinu 1988.

Á síðustu öld voru hefðbundnar selveiðar hér við land aðallega á kópum land- og útsels vegna skinna, en eldri selir og flökkuselir voru einnig nýttir. Á árunum 1962-1987 var árleg heildarveiði 3000-7000 selir, mest landselur. Frá árinu 1987 dró jafnt og þétt úr selveiði og á árunum 2002-2020 var skráður afli (þ.m.t. meðafli fiskibáta) undir 1000 dýrum. Samkvæmt lögum frá 2019 eru veiðar á öllum selategundum bannaðar. Staða landselsstofnsins við strendur Íslands er viðkvæm og brýnt að meta og bregðast við þeim þáttum sem mögulega hafa áhrif á stærð stofnsins, svo sem beinar og óbeinar selveiðar, umhverfisbreytingar, aðgengi að mikilvægum fæðutegundum ásamt truflun vegna athafna manna. Einnig er mikilvægt að vakta stofnvistfræðilega þætti, svo sem kópaframleiðslu og frjósemi (Sandra M. Granquist 2021).



17. mynd. Fjöldi veiddra hvala frá Íslenska hafsvæðinu 1948-2020, skipt eftir sex tegundum. Gögn frá Hagstofu Íslands

5. Vernd og válistar

Verndun nytjastofna byggir á lögum um veiðar í fiskveiðilandhelgi Íslands, nr. 79/1997. Flestar friðanir í sjó byggja á verndun nytjastofna og þá sérstaklega verndun á smáfiski. Þessar friðanir gilda flestar í skamman tíma en þó eru nokkrar þeirra sem hafa verið í gildi í langan tíma. Í 9. gr. laganna er fjallað um verndun viðkvæmra hafsvæða og friðun svæða. Kóralsvæði hafa verið friðuð á grundvelli þessarar greinar.

Gildissvið laga um náttúruvernd (60/2013) nær til efnahagslögsögu landsins, þar með talið til landgrunns og hafsbots (4.gr.). Friðlýsingar umhverfisráðherra geta náð til hafsins (38. gr.) og til friðunar vistkerfa, vistgerða og tegunda (56 gr.) en hafa skal samráð við þann ráðherra sem fer með málefni sem varða stjórn á nýtingu auðlinda hafsins og hafsbotsins um friðun sem haft getur áhrif á nýtingu fiskstofna eða annarra lifandi auðlinda hafsins eða hafsbotsins.

Stefnumörkun varðandi verndun og kerfi verndarsvæða í hafi innan íslenskrar efnahaglögsögu er skammt á veg komin, sérstaklega sem snýr að vistgerðum, búsvæðum eða viðkvæmum tegundum. Sem liður í stefnumörkun atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytisins fól ráðuneytið Hafrannsóknastofnun að taka saman fyrirliggjandi þekkingu á viðkvæmum vistkerfum og einkennistegundum þeirra í hafinu við Ísland, skoða skilgreind botnveiðisvæði, skilgreind takmörkuð botnveiðisvæði og verndarsvæði byggt er á þeim alþjóðlegu viðmiðum sem Ísland hefur tekið þátt í að móta fyrir úthafið. Haustið 2021 birtist skýrsla Hafrannsóknastofnunar um þetta efni (Steinunn H. Ólafsdóttir o.fl. 2021).

5.1 Listar yfir tegundir og búsvæði í hættu og viðkvæmar vistgerðir

Samningur um verndun Norð-Austur Atlantshafsins (OSPAR) tekur á ýmsum náttúrverndarmálum. Árið 2008 var settur fram listi yfir tegundir og vistgerðir í hættu eða á undanhaldi. Engin tegund hryggleysingja sem finnast í hafinu við Ísland er skilgreind í hættu eða undanhaldi samkvæmt OSPAR. Hins vegar eru hér við land viðkvæm búsvæði/vistgerðir sem skilgreindar eru í hættu eða undanhaldi á hafsvæðinu norður af Íslandi (svæði I, Arctic Waters). Þetta eru kóralgarðar, þyrpingar djúpsjársvampa, steinkóralrif, kóralþörungasvæði, öðubeð og neðansjárfrjöll. Auk þess eru leirur og marhálmsvæði skráð á undanhaldi eða í hættu en þau teljast til vistgerða fjörunnar og fjallað er um þau í kafla um líffræðilega fjölbreytni í fjörum í samantekt Náttúrfræðistofnunar Íslands.

Árið 2009 voru settar fram skilgreiningar af FAO um hvernig meta eigi tegundir og vistkerfi sem viðkvæm fyrir veiðum á djúpslóð (FAO 2009). Helst var litið til lífssögu (vaxtarhraði, langlífi, útbreiðslumöguleikar o.fl.), sérstöðu/fágætis, byggingarlags/formgerðar og hagnýts gildis/mikilvægis (búsvæðamyndandi, mikilvæg fyrir aðrar tegundir á einhverjum stigum lífs þeirra, lífeðlis-/efnafræðilega mikilvægar o.s.frv.). Alþjóðahafrannsóknaráðið (ICES 2020) byggir á þessum skilgreiningum og leggur til 10 gerðir af viðkvæmum vistkerfum og 14 undirgerðir í djúpsjó. Flest þeirra vistkerfa finnast í sjónum við Ísland (tafla 1). ICES hefur í sama skjali gefið út lista yfir hvaða tegundir eru taldar vísa til ákveðinna viðkvæmra vistkerfa og er litið til þeirra þegar unnið er að kortlagningu viðkvæmra búsvæða.

Tafla 1. Listi yfir viðkvæm vistkerfi (VME), undirgerðir þeirra og viðeigandi vísihópur (einfölduð tafla frá ICES 2020). Merkt er við þau vistkerfi sem einnig eru skráð hjá Norðaustur-Atlantshafs fiskveiðinefndinni (NEAFC) og þau sem finnast við Ísland. x= staðfest (x)= vistkerfi ekki staðfest en einkennishópur er til staðar (Steinunn H. Ólafsdóttir o.fl. 2021).

VME gerð	Undirgerð	Einkennishópur	NEAFC	Við Ísland
Kaldsjávarkóralrif	<i>Lophelia pertusa/Madrepora oculata</i> rif	Steinkóralar	x*	x
	<i>Solenosmilia variabilis</i> rif	Steinkóralar		(x)
Kóralgarður	Kóralgarður á hörðum botni:		x	
	Hornkóralar og svartkóralar á hörðum botni	Hornkóralar, mjúkir kóralar, svartkórall	x	(x)
	Sambýlis steinkóralar á grýttum botni	Steinkóralar	x	x
	Þyrpingar steinkórala - mynda ekki rif	Steinkóralar	x	(x)
	Blúndukóralar á hörðu undirlagi	Blúndukóralar/Stylasterids		x
	"Cup-coral" garðar	Stakir steinkóralar	x	?
	Blómkálskóralgarðar	Mjúkir kóralar		x
Kóralgarðar á mjúkum botni:			x	
	Hornkóralar og svartkóralar á mjúkum botni	Hornkóralar, mjúkir kóralar, svartkóralar	x	x
	"Cup-coral"garðar	Stakir steinkóralar	x	x
	Blómkálskóralgarðar	Mjúkir kóralar	x	x

	Þyrpingar steinkórala - mynda ekki rif	Steinkóralar		
Sæfjaðragarður		Sæfjaðrir	x	x
Svampabyrping á djúpsævi		Svampar	x ⁺⁺	x
Holusæfiflabyrping		Ceriantharidae	x	(x)
Þyrping sælilja á stilk		Sæliljur á stilk		(x)
Xenophyophore þyrpingar		Xenophyophores götungar	x ⁺⁺⁺	?
Mosadýraflekkir			x	(x)
Hverir og strýtur	Virkir hverir	Efnatillífandi tegundir		x
	Óvirkir hverir			?
Kaldstreymi				?

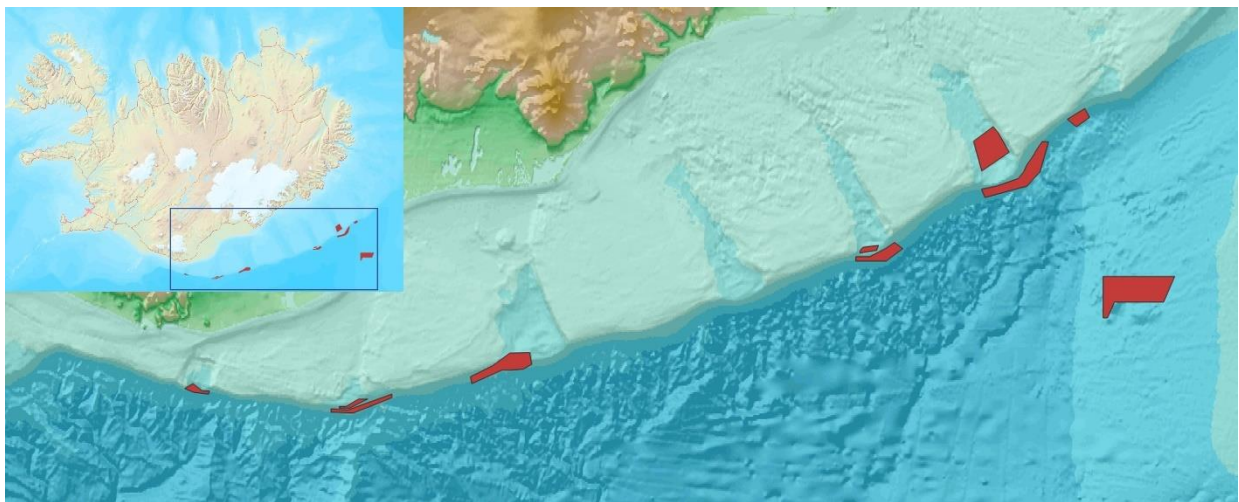
* NEAFC skilgreinir einungis *Lophelia pertusa* rif.

**NEAFC skilgreinir þrjár undirgerðir (Ostur („other“) svampabyrping, svampagarðar á hörðum botni og glersvampasamfélög).

***NEAFC skilgreinir Xenophyophore undir vistkerfi sem kallast Mud- and sand-emergent fauna.

5.1.1 Verndun og staða þekkingar viðkvæmra vistkerfa

Kaldsjávarkóralrif eru mynduð af steinkórulunum. Nú þegar hafa nokkur svæði verið vernduð þar sem slík rif finnast. Þau eru á landgrunnskantinum fyrir sunnan land, en einnig er útbreiðsla tegundanna út af Vesturlandi og Vestfjörðum. Kóralsvæðin voru friðuð með reglugerð (942/2016) samkvæmt ákvæðum laga nr. 79/1997, um veiðar í fiskveiðilandhelgi Íslands (9. gr.). Þar eru allar veiðar bannaðar nema á uppsjávarfiski með flotvörpu og hringnót (18. mynd).



18. mynd. Friðuð kóralsvæði.

Kóralgarðar (Coral garden) eru þyrpingar ýmissa kóraltegunda sem kallast hornkóralar og blómkálskóralar. Töluvert er vitað um útbreiðslu þessara hópa hér við land.

Sæfjaðragarðar (Sea pen fields) eru ekki skráðir á undanhaldi á hafsvæðinu við og norðan Íslands (svæði I, Arctic Waters) en teljast vera viðkvæm vistkerfi og er einnig að finna hér við land.

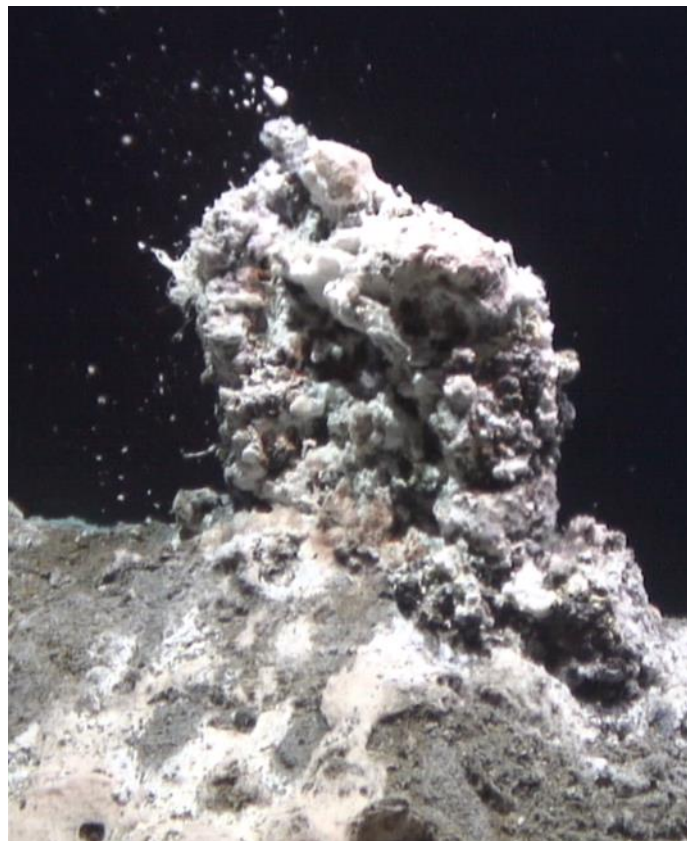
Þyrpingar svampa í djúpsjó (Deep sea sponge aggregation) eru þekktar á nokkrum stöðum, einkum í Grænlandssundi.

Öðubeð (Modiolus modiolus beds) hafa ekki verið kortlögð og þekkingu á stöðu þeirra skortir.

Kóralþörungasvæði (Mäerl beds) finnast á grunnsævi við Ísland. Kortlagning á þeim hefur miðast við nýtingarmöguleika á Vestfjörðum og í Húnaflóa (sjá Kjartan Thors 2018). Þekkt svæði eru auk þess á

Austfjörðum og í Hvalfirði. Kortlagning kóralþörungasvæða við Ísland og rannsóknir á tegundum og vistfræði svæðanna er brýnt að framkvæma.

Sjávarhryggir með hversvæðum (Oceanic Ridges with hydrothermal vents). Þetta vistkerfi er ekki skráð á undanhaldi á hafsvæðinu við og norðan Íslands (svæði I, Arctic Waters). en neðansjávarhverasvæði eru þekkt við Grímsey og á Kolbeinseyjahrygg og á Steinhólspyrpingunni (19. mynd) á Reykjaneshrygg. Þetta eru sérstök og fágæt svæði en vistfræði þeirra er lítt rannsökuð. Tilvist þeirra eykur líffræðilega fjölbreytni vistkerfa við Ísland. Hverastrýtur eru einnig þekktar inn í Eyjafirði en þær eru friðaðar. Verndargildi þessara svæða er hátt vegna sérstöðu og fágætis ekki bara við Ísland heldur á heimsvísu.



19. mynd. Neðansjávarhverastrýta á Steinhólssvæðinu. Mynd: Senckenberg am Meer & GEOMAR.

Landform á hafsbotni

Undir yfirborði sjávar er að finna fjölbreytt landslag. Það getur haft mótandi áhrif á umhverfisþætti eins og strauma og dreifingum vatnsmassa auk farleiða dýra. FAO tiltekur sértaklega neðansjávargljúfur, landgrunnshlíðar, fjöll og heita hvera sem geta fóstorað viðkvæmar vistgerðir og lífverur. Hér við land finnast öll þessi landform og styðja rannsóknir við þetta mat þar sem viðkvæmar vistgerðir hafa verið kortlagðar meðal annars í Háfadjúpi sem er neðansjávargljúfur, í landgrunnshlíðum vestur og suður af landinu og á neðansjávarfjöllum út af Látragrundi (Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson 2004, Óðinsson o.fl. 2019, Steinunn H. Ólafsdóttir o.fl. 2020, 2021).

5.1.2 Friðun náttúruvættanna í sjó og friðlönd

Fyrstu friðlýstu náttúruvættir á hafsbotni við Íslandi voru hverastrýtur við Ystuvík í Eyjafirði en þær voru friðlýstar árið 2001 á grundvelli laga um náttúruvernd. Hverastrýturnar norður af Arnarnesnöfum, sem

einnig eru í Eyjafirði, voru friðlýstar sem náttúruvætti árið 2007. Markmið friðlýsinganna var að vernda sérstæðar jarðmyndanir og lífríki, líffræðilega fjölbreytni og einstök náttúruyfyrirbrigði sem felst í myndun hverastrýtanna, efnasamsetningu, útliti og lögun, þ.m.t. örveruvistkerfi sem þar þrífst við óvenjulegar aðstæður.

Surtsey og Eldey eru friðlönd sem eru úti í hafi og njóta strangrar friðunar m.a. vegna rannsóknahagsmuna. Surtsey var fyrst friðlýst sem friðland 1965 en svæðið umhverfis hana var stækkað 2006. Megintilgangur friðlýsingarinnar er að tryggja að þróun eyjarinnar verði eftir lögmálum náttúrunnar sjálfar sbr. 1. gr. laga um náttúruvernd. Tilgangur friðunarinnar er að tryggja verði að landnám plantna og dýra, framvinda lífríkis og mótun jarðmyndana verði með sem eðlilegustum hætti og truflun af völdum manna sem minnst. Eldey var friðlýst friðland 1974 skv. lögum um náttúruvernd til verndar fuglum.

5.2 Listar yfir fisktegundir, sjófugla og sjávarspendýr í hættu eða á undanhaldi

Fiskar

Samkvæmt OSPAR eru 10 fisktegundir í hættu eða á undanhaldi á hafsvæðinu við og norðan Íslands (svæði I, Arctic Waters) (<https://www.ospar.org/work-areas/bdc/species-habitats/list-of-threatened-declining-species-habitats>). Þetta eru fjórar tegundir beinfiska; áll, búrfiskur, lax og sæsteinsuga og sex tegundir brjóskfiska; beinhákarl, gljáháfur, rauðháfur, hámeri, háfur og gráskata. Flestar þessara tegunda eru einnig á lista Alþjóðanáttúruverndarsambandsins (IUCN 2022) fyrir evrópskar fisktegundir í hættu eða yfirvofandi hættu sem einnig finnast á hafsvæðinu við Ísland (tafla 3).

Tafla 3. Fisktegundir sem finnast við Ísland (*fundist sjaldnar en 10 sinnum) og eru metnar í hættu eða yfirvofandi hættu á evrópskum hafsvæðum skv. IUCN.

Beinfiskar	Íslenskt heiti	Flokkur	Lýsing flokks
<i>Anguilla anguilla</i>	Áll	CR	Í bráðri hættu
<i>Anarhichas denticulatus</i>	Blágóma	EN	Í hættu
<i>Sebastes mentella</i>	Djúpkarfi	EN	-
<i>Coryphaenoides rupestris</i>	Slétthali	EN	-
<i>Scophthalmus maximus</i>	Sandhverfa	VU	Í nokkurri hættu
<i>Salmo salar</i>	Lax	VU	-
<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Lúða	VU	-
<i>Sebastes norvegicus</i>	Gullkarfi	VU	-
<i>Molva dypterygia</i>	Blálanga	VU	-
<i>Hoplostethus atlanticus</i>	Búrfiskur	VU	-
<i>Cyclopterus lumpus</i>	Hrognkelsi	NT	Í yfirvofandi hættu
<i>Anarhichas minor</i>	Hlýri	NT	-
<i>Beryx decadactylus</i>	Rauðserkur	NT	-
<i>Beryx splendens</i>	Fagurserkur	NT	-
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	Grálúða	NT	-
Brjóskfiskar	Íslenskt heiti	Flokkur	Lýsing flokks
<i>Lamna nasus</i>	Hámeri	CR	Í bráðri hættu
<i>Dipturus batis</i>	Gráskata	CR	-
<i>Squalus acanthias</i>	Háfur	EN	Í hættu
<i>Centroscymnus coelolepis</i>	Gljáháfur	EN	-
<i>Deania calcea</i>	Flatnefur	EN	-
<i>Cetorhinus maximus</i>	Beinhákarl	EN	-

<i>Centrophorus squamosus</i>	Rauðháfur	EN	-
<i>Leucoraja fullonica</i>	Náskata	VU	Í nokkurri hættu
<i>Galeorhinus galeus*</i>	Gráháfur*	VU	-
<i>Chimaera monstrosa</i>	Geirnyt	NT	Í yfirvofandi hættu
<i>Somniosus microcephalus</i>	Hákarl	NT	-
<i>Etmopterus spinax</i>	Loðháfur	NT	-
<i>Raja clavata*</i>	Dröfnuskata*	NT	-
<i>Dipturus nidarosiensis*</i>	Þrændaskata*	NT	-

Athuga þarf að sumar tegundir eru flækningar/sjaldgæfar á Íslandsmiðum og fyrir flestar tegundir var listinn síðast uppfærður árin 2013-2015. Á lista IUCN eru fleiri tegundir en á lista OSPAR. Ekki hefur verið útbúinn sérstakur valisti fyrir fisktegundir á Íslandsmiðum og ekki er víst að staða tegundar við meginland Evrópu sé lýsandi fyrir stöðu tegundarinnar hér við land (gæti verið betri eða verri). Válistaflokkun fisktegunda við Ísland þyrfti að vera í samræmi við leiðbeiningar IUCN um gerð svæðisbundinna válista (IUCN 2012).

Sjófuglar

Náttúrufræðistofnun sér um válistaflokkun á fuglum, þar með talið sjófuglum (tafla 4), í samræmi við hættuflokka Alþjóðanáttúruverndarsambandsins (IUCN) frá 2017. Ein tegund er skráð í bráðri hættu (Critically endangered CR), fimm tegundir eru skráðar í hættu (Endangered EN), níu tegundir í nokkurri hættu (Vulnerable VU) og tvær í yfirvofandi hættu (Near threatened NT). Auk þess er haftyrðill skráður útdauður við Ísland (Regionally extinct RE).

Tafla 4. Sjófuglategundir sem eru metnir í hættu samkvæmt válistaflokkun Náttúrufræðistofnunar í samræmi við hættuflokka IUCN (<https://www.ni.is/midlun/utgafa/valistar/fuglar/valisti-fugla>).

Sjófuglar	Íslenskt heiti	Flokkur	Lýsing flokks
<i>Pinguinus impennis</i>	Geirfugl	EX	Útdauð
<i>Alle alle</i>	Haftyrðill	RE	Útdauð á Íslandi
<i>Fratercula arctica</i>	Lundi	CR	Í bráðri hættu
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fýll	EN	Í hættu
<i>Larus hyperboreus</i>	Hvítmáfur	EN	-
<i>Larus marinus</i>	Svartbakur	EN	-
<i>Uria lomvia</i>	Stuttnefja	EN	-
<i>Cephus grylle</i>	Teista	EN	-
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Dvergmáfur	VU	Í nokkurri hættu
<i>Sterna paradisaea</i>	Kría	VU	-
<i>Uria aalge</i>	Langvía	VU	-
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Sjósvala	VU	-
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Stormsvala	VU	-
<i>Puffinus puffinus</i>	Skrofa	VU	-
<i>Morus bassanus</i>	Súla	VU	-
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Toppskarfur	VU	-
<i>Somateria mollissima</i>	Æðarfugl	VU	-
<i>Alca torda</i>	Álka	NT	Í yfirvofandi hættu
<i>Larus argentatus</i>	Silfurmafur	NT	-

Sjávarspendýr

Á válista íslenskra sjávarspendýra sem er metinn samkvæmt viðmiðum Alþjóðlegu náttúruverndarsamtakanna (IUCN) (tafla 5) lendir íslenski landselsstofninn í áhættuflokknum í bráðri

hættu (CR) og útselsstofninn telst í nokkurri hættu (VU) (Sandra M. Granquist og Erlingur Hauksson 2019). Af hvöllum flokkast sléttbakur í bráðri hættu (CR) og steypireyður í nokkurri hættu en aðrir hvalir sem metnir voru (9 tegundir) töldust ekki í hættu (Least concern).

Tafla 5. Sjávarspendýrategundir sem finnast við Ísland og eru metnar í hættu eða yfirvofandi hættu á evrópskum hafsvæðum skv. IUCN.

Sjávarspendýr	Íslenskt heiti	Flokkur	Lýsing flokks
<i>Odobenus rosmarus</i>	Rostungur	RE	Útdauður á Íslandi
<i>Eschrichtius robustus</i>	Sandlægja	RE	-
<i>Phoca vitulina</i>	Landselur	CR	Í bráðri hættu
<i>Eubalaena glacialis</i>	Sléttbakur	CR	-
<i>Balaenoptera musculus</i>	Steypireyður	VU	Í nokkurri hættu
<i>Halichoerus grypus</i>	Útselur	VU	-
<i>Cystophora cristata</i>	Blöðruselur	NA	Á heimsválista, flækingur við Ísland

5.3 Ábyrgð Íslands á líffræðilegri fjölbreytni í hafi

Í lögum um náttúruvernd (Lög nr. 60 frá 2013) er ábyrgðartegund skilgreind þannig: „Tegund sem Íslendingar bera sérstaka ábyrgð á vegna þess að stór hluti útbreiðslusvæðis tegundarinnar á Evrópu- eða heimsvísu er hér á landi eða stór hluti stofnsins á Evrópu- eða heimsvísu heldur hér til að staðaldri eða hluta úr ári“. Ljóst er að í hafinu við Ísland finnast fjölmargar tegundir hryggleysingja, fiska og sjávarspendýra sem uppfylla þessi skilyrði en skilgreining á því hvaða tegundir teljast ábyrgðartegundir hefur ekki farið fram fyrir þessa hópa.

Margar fiskitegundir innan íslenska hafsvæðisins eru skilgreindar sem sérstök stjórnunareining, hvort sem það sé vegna erfðafræðilegra rannsókna eða annars og þ.a.l. á okkar ábyrgð að sjá til þess að nýting sé samkvæmt varúðarsjónarmiðum (t.d. í gegnum ICES).

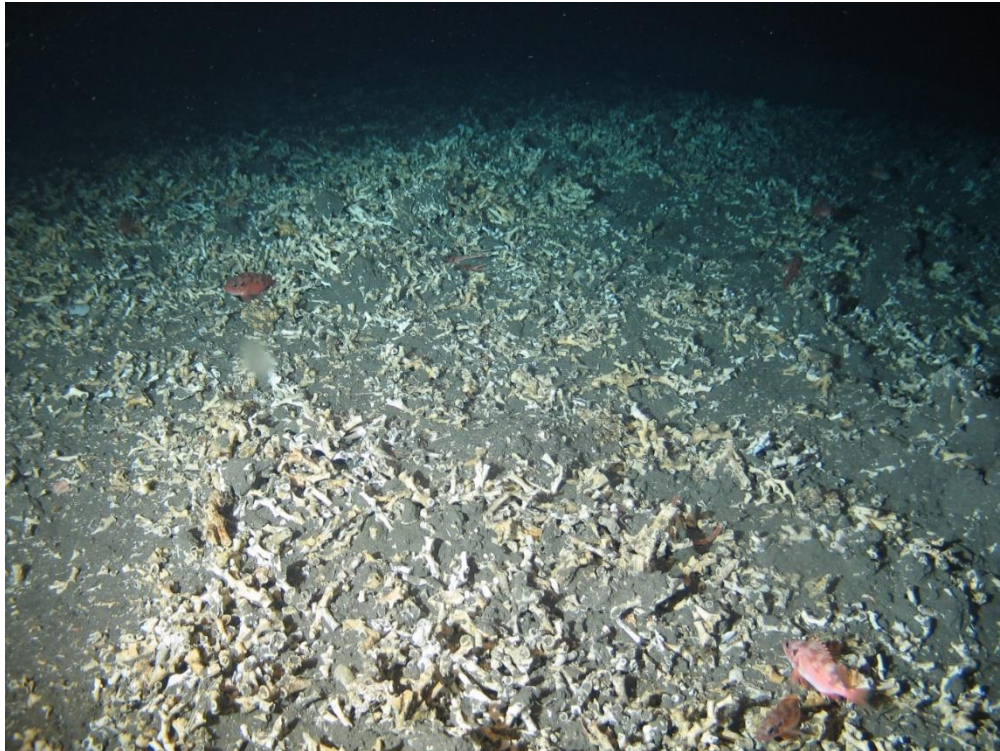
Samkvæmt upplýsingum frá Fuglavernd (2019) teljast 18 tegundir sjófugla til ábyrgðartegunda Íslendinga: Fýll, rita, langvía, stuttnefja, álka, súla, lundi, skrofa, stormsvala, sjósvala, toppskarfur, æðarfugl, teista, kjói, skúmur, hvítmáfur, svartbakur og kría. Miðað er við að a.m.k. 20% af Evrópustofni tegundanna verpi á Íslandi eða komi þar við á ferðum til og frá varpstöðvum í öðrum löndum. Flestar sjófuglategundir við Ísland eru því ábyrgðartegundir okkar og margar eru á válista Náttúrufræðistofnunar.

6. Áskoranir

Athafnir mannsins hafa skapað margvíslegar áskoranir fyrir lífríki í sjó og munu halda áfram að móta vistkerfi í fjórirsjáanlegri framtíð. Breytingar eiga sér stað á loftslagi og náttúruferli með víðtækum afleiðingum fyrir lífverur og samfélög. Þessar breytingar koma fram í vistkerfum hafs og vatna meðal annars sem breytingar á hitastigi eða súrnun. Áhrif súrnunar sjávar geta orðið veruleg á lífríkið og vistkerfi í hafinu við Ísland. Mikil óvissa um hvernig súrnun sjávar mun móta vistkerfi og líffræðilegan fjölbreytileika, sér í lagi vegna þess að lífríki er undir áhrifum af öðrum umhverfisþáttum og vegna þess

mikla breytileika sem er í viðbrögðum lífvera við súrnun sjávar. Ljóst er þó að súrnun sjávar ógnar einna mest tilvist kalkmyndandi lífríkis en kalkmyndun er algengur eiginleiki hjá sjávarlífverum.

Staða líffræðilegrar fjölbreytni innan mismunandi vistkerfa er víða lítt þekkt og þetta er eitt af því sem við þurfum að beina sjónum okkar að í mun ríkara mæli. Öflugar grunnrannsóknir og reglubundin vöktun lykilmáttáttu sem geta mælt þessa þætti þarf að skoða og meta sérstaklega hvar gögn skortir. Sókn í auðlindir hafsins eða hafsbotnsins geta haft veruleg áhrif og gæta skal vel að því hvaða áhrif slíkt getur haft á líffræðilegan fjölbreytileika, einkum þar sem vistkerfi eru viðkvæm, fágæt og ókönnuð. Búsvæði geta tapast við athafnir mannsins er snerta botninn. Þetta getur verið fjarlæging ákveðinnar setgerðar eins og á við í efnistöku, skert flæði strauma og aðgengi að svæðum eins og getur gerst við þveranir og uppfyllingar. Bein áhrif á búsvæði og búsvæðatap má sjá á kóralsvæðum á landgrunnskantinum úti fyrir Suðurlandi (20. mynd). Þar hafa kóralrifin að miklu leyti verið eyðilögð af veiðarfærum sem er dregin eru eftir botni sem með tímanum hafa brotnað niður og jafnast út. Búsvæðatap vegna annarra áhrifa mannsins eru minna þekkt sérstaklega þar sem grunnrannsóknir og vöktun skortir en gera má ráð fyrir að breytingar og búsvæðatap hafi orðið á helstu veiðislóðum.



20. mynd. Kóralrif í Skeiðarárdjúpi sem brotið hefur verið niður af veiðarfærum.

Með breyttu náttúrufari og aukinni skipaumferð aukast líkur á komu framandi tegunda sem geta náð fótfestu hér við land. Náttúrustofa Suðvesturlands hefur skráð 36 framandi tegundir sjávarlífvera í strandsjónum við Ísland. Framandi tegundir eru „Tegund, undirtegund eða lægri flokkunareining (svo sem afbrigði, kyn eða stofn), þar með talið lífhlutar, kynfrumur, fræ, egg eða dreifingarform sem geta lifað af og fjölgað sér, sem menn hafa flutt (viljandi eða óviljandi) út fyrir sitt náttúrulega forna eða núverandi útbreiðslusvæði, óháð því hvenær það gerðist.“

Ágeng framandi tegund er: „Framandi tegund í viðkomandi vistkerfi, sem a) sýnir mikla eða hraða útbreiðsluaukningu af eigin rammleik eða b) veldur eða er líkleg til að valda minnkun líffræðilegrar fjölbreytni, efnahagslegu eða umhverfislegu tjóni eða er skaðleg heilsufari manna.“

Framandi sjávarlífverur hafa borist hingað til lands meðal annars með kjölfestuvatni skipa (Karl Gunnarsson o.fl. 2015). Talið er líklegast að grjótkrabbi hafi borist hingað til lands á þann hátt. Útbreiðslu grjótkrabba hefur verið fylgt undanfarin ár og áratugi, allt frá Hvalfirði og meðfram strönd landsins nær allan hringinn kringum landið (Sindri Gíslason o.fl. 2020).

Skráningar á framandi fisktegundum sem oftast koma hingað sem flækingar hafa farið fram í reglubundnum stofnstærðarleiðöngnum Hafrannsóknastofnunar. Til að teljast ágeng þarf tegundin hins vegar að hafa komið sér það vel fyrir á þessu nýja svæði að hún er farin að hafa neikvæð áhrif á umhverfi sitt og aðrar lífverur sem voru þar fyrir. Um tíma uppfyllti makrill mögulega þessi skilyrði, en undanfarin ár hefur minna fengist af honum á Íslandsmiðum og áhrif hans á umhverfi sitt enn nokkuð óljóst. Flundra veiddist fyrst í Ölfusárósi 1999 en finnst í sjó, ísöltu vatni og ferskvatni frá sunnanverðum Austfjörðum til Skagafjarðar og hefur náð hér fótfestu. Hnúðlax hefur veiðst annað slagið í ám á Íslandi frá 1960, en frá 2017 hefur orðið mikil aukning í skráningum á veiddum hnúðlaxi og hrygning hér við land var í fyrsta sinn staðfest. Hvort hnúðlax muni teljast ágengur verður tíminn að leiða í ljós.

Heimildir

Artsdatabanken.no Natur i Norge. <https://www.artsdatabanken.no/NiN>

Ástþór Gíslason, Kristinn Guðmundsson, Sólveig R. Ólafsdóttir og Hildur Pétursdóttir 2021. Inter-annual variability of *Calanus finmarchicus* and *C. hyperboreus* in subarctic waters north of Iceland 1990-2020. ICES Journal of Marine Science, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab218>

Coastal and Marine Ecological Classification Standard (CMECS), FGDC-STD-018-2012.

Davies, C.E., Moss, D. and Hill, M.O. 2004. EUNIS Habitat Classification. Copenhagen: European Environment Agency.

Eyjólfur Reynisson, Sveinn Haukur Magnússon og Viggó Þór Marteinsson 2011. Þéttleiki örvera á Íslandsmiðum. Matís.

FAO. 2009. International guidelines for the management of deep-sea fisheries in the high seas. Food; Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 73 bls.

Fuglavernd 2019. Fréttatilkynning. https://fuglavernd.is/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-02_Fr%C3%A9ttatilkynning_Sj%C3%B3fuglabygg%C3%B0ir-vi%C3%B0-%C3%8Dsland.pdf.

Guðmundur Guðmundsson, Jón Gunnar Ottósson og Guðmundur V. Helgason 2014. Botndýr á Íslandsmiðum (BIOICE). NÍ-14004.

Hafrannsóknastofnun 15. Júní 2021. Ástand nytjastofna sjávar og ráðgjöf 2021. <https://www.hafogvatn.is/static/files/2021-sidur/00c-vistkerfi.pdf>

Hildur Pétursdóttir, Kristinn Guðmundsson og Ástþór Gíslason 2021. Plöntu- og dýrasvif. 2021. Í Guðmundur J. Óskarsson (ritstj.), Staða umhverfis og vistkerfa í hafinu við Ísland og horfur næstu áratuga. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2021-14.

Hrönn Egilsdóttir 2021. Líffræðilegar afleiðingar súrnunar sjávar. 2021. Í Guðmundur J. Óskarsson (ritstj.), Staða umhverfis og vistkerfa í hafinu við Ísland og horfur næstu áratuga. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2021-14.

ICES. 2020. ICES/NAFO Joint Working Group on Deep-water Ecology (WGDEC). ICES Scientific Reports. 2:62. 188 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.7503>.

IUCN 2012. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. iii + 41pp.

IUCN 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. <https://www.iucnredlist.org> ISSN 2307-8235

Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir, ritstj. 2016. Vistgerðir á Íslandi. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54. 299 s.

Jonasson J. P., Thorarinsdóttir G., Eiriksson H., Solmundsson J. og Marteinsdóttir, G. 2007. Collapse of the fishery for Iceland scallop (*Chlamys islandica*) in Breidafjörður, West Iceland. ICES Journal of Marine Science 64 (2), 298-308

Karl Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir og Ó. Sindri Gíslason 2015. Framandi sjávarlífverur við Ísland / Alien marine species in Icelandic waters. Náttúrufræðingurinn 85 (1-2): 4-14

Kjartan Thors 2018. Útbreiðsla og magn kalkþörungasetts á Vestfjörðum og í Húnaflóa. Náttúrufræðingurinn 88 (3-4), bls 115-124.

Lilja Stefánsdóttir, Jón Sólmundsson, Guðrún Marteinsdóttir, Kristján Kristinsson og Jónas P. Jónasson 2010. Groundfish species diversity and assemblage structure in Icelandic waters during recent years of warming. Fisheries Oceanography, 19(1), 42-62. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.2009.00527.x>

OSPAR 2008. OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. Reference number 2008-6

Óðinsson D., Ólafsdóttir S. H. og Burgos J. 2019. Characterization of the geomorphology and biotopes of the Háfadjúp canyon system, south Iceland. In: GeoHab Atlas of Seafloor Geomorphic Features and Benthic Habitats. 753-767.

Ólafur S. Ástþórsson, Ástþór Gíslason og Steingrímur Jónsson 2007 Climate variability and the Icelandic marine ecosystem. Deep-Sea Research, 54: 2456-2477.

Pike, D., Gunnlaugsson, Þ., Mikkelsen, B., Halldórsson, S. D., & Víkingsson, G. A. 2019. Estimates of the abundance of cetaceans in the central North Atlantic based on the NASS Icelandic and Faroese shipboard surveys conducted in 2015. NAMMCO Scientific Publications, 11. <https://doi.org/10.7557/3.4941>

Pike, D., Gunnlaugsson, Þ., Sigurjónsson, J., og Víkingsson, G. 2020. Distribution and abundance of cetaceans in Icelandic waters over 30 years of aerial surveys. NAMMCO Scientific Publications, 11. <https://doi.org/10.7557/3.4805>

Sandra M. Granquist 2021. The Icelandic harbour seal (*Phoca vitulina*): Population estimate in 2020, summary of trends and the current status. HV 2021-53

Sandra M. Granquist og Erlingur Hauksson 2019. Aerial census of the Icelandic grey seal (*Halichoerus grypus*) population in 2017: Pup production, population estimate, trends and current status HV 2019-02

Sigmar A. Steingrímsson og Sólmundur T. Einarsson 2004. Kóralsvæði á Íslandsmiðum: Mat á ástandi og tillaga um aðgerðir til verndar þeim / Coral grounds off Iceland: assessment of their status and proposal for mitigating measures. Fjölrit nr. 110.

Sigurður Reynir Gíslason 2012. Kolefnishringrásin. Umhverfisrit Bókmenntafélagsins. Hið íslenska bókmenntafélag, 2012. 268pp. ISBN 9979663030, 9789979663034

Sindri Gíslason, Snæbjörn Pálsson, Hermann Dreki Guls, Jónas Páll Jónasson, Jörundur Svavarsson og Halldór P. Halldórsson. 2020. Population dynamics of three brachyuran crab species (Decapoda) in Icelandic waters: impact of recent colonization of the Atlantic rock crab (*Cancer irroratus*). ICES Journal of Marine Science doi: 10.1093/icesjms/fsaa059

Sólveig R. Ólafsdóttir 2021. Breytingar á styrk næringarefna og sýrustigi undanfarin ár. Í Guðmundur J. Óskarsson (ritstj.), Staða umhverfis og vistkerfa í hafinu við Ísland og horfur næstu áratuga. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2021-14.

Steingrímur Jónsson og Sólveig R. Ólafsdóttir 2021. Umhverfisbreytingar í hafinu við Ísland. Í Guðmundur J. Óskarsson (ritstj.), Staða umhverfis og vistkerfa í hafinu við Ísland og horfur næstu áratuga. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2021-14.

Steinunn H. Ólafsdóttir, Julian M. Burgos, Stefán Á. Ragnarsson og Hjalti Karlsson 2020. Kóralsvæði við Ísland. Rannsóknir 2009-2012 lýsing – útbreiðsla – verndun. HV 2020-31.

Steinunn H. Ólafsdóttir, Stefán Á. Ragnarsson, Julian M. Burgos, Einar Hjörleifsson, Klara Jakobsdóttir og Guðmundur Guðmundsson 2021. Vernd viðkvæmra botnvistkerfa. Samantekt upplýsinga og mat á fimm þáttum er varða viðkvæm botnvistkerfi fyrir atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið. HV 2021-50.

Unnsteinn Stefánsson 1991. Haffræði I. Háskólaútgáfan Reykjavík

Víkingsson, G. A., Pike, D. G., Desportes, G., Öien, N., Gunnlaugsson, Þ., og Bloch, D. 2009. Distribution and abundance of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Northeast and Central Atlantic as inferred from the North Atlantic Sightings Surveys 1987-2001. NAMMCO Scientific Publications, 7, 49-72. <https://doi.org/10.7557/3.2705>

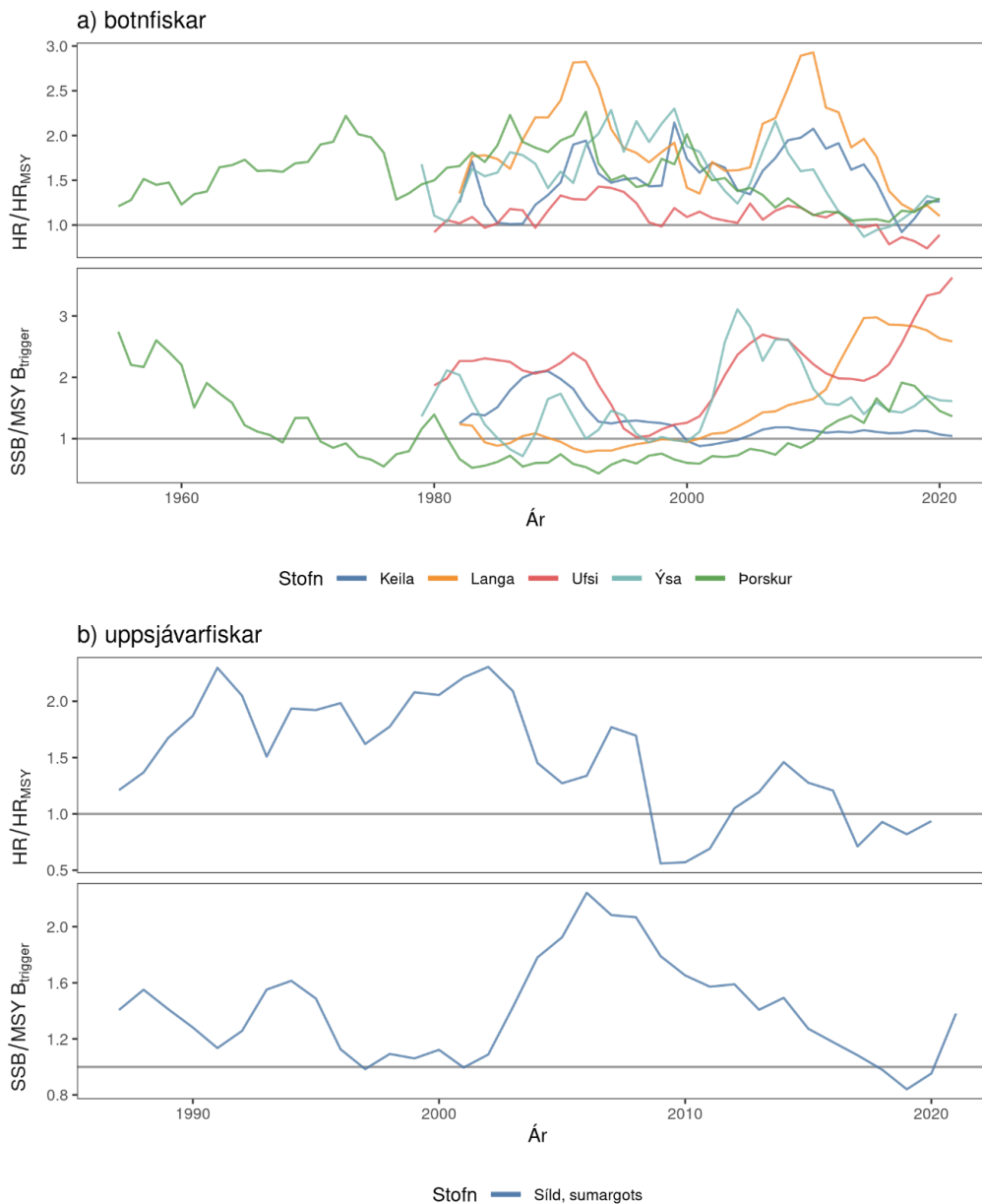
Þórunn Þórðardóttir 1994. Plöntusvif og frumframleiðni í sjónum við Ísland. Íslendingar, hafið og auðlindir þess, bls. 65-88. Ritstjóri: Unnsteinn Stefánsson. Vísindafélag Íslendinga, Reykjavík.

Þórunn Þórðardóttir og Kristinn Guðmundsson 1998. Plöntusvif. Námsgagnastofnun – Hafrannsóknastofnun.

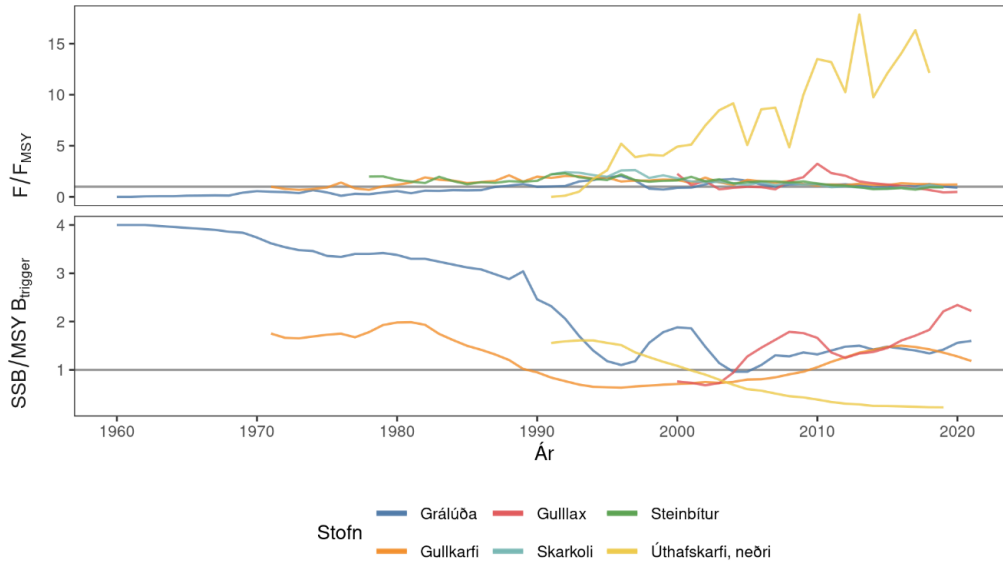
Viðauki 1

Vísitala fiskveiðialags og stofnstærðar fyrir stofna botnfiska og uppsjávarfiska á íslenska hafsvæðinu.

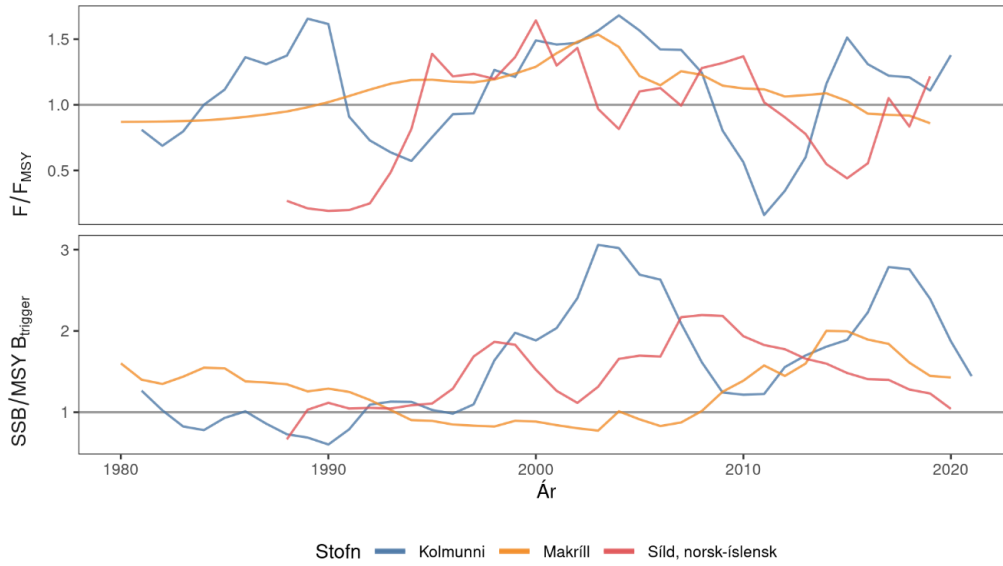
Myndir a til e sýna tímaháðar breytingar á vísitölu fiskveiðialags (HR/HR_{MSY} og F/F_{MSY}) og vísitölu stofnstærðar ($SSB/MSY B_{trigger}$) fyrir stofna botnfiska og uppsjávarfiska á íslenska hafsvæðinu. Að auki eru sýndir tveir stofnar sem eru ekki metnir af Alþjóðahafrannsóknaráðinu (skarkoli og steinbítur). Einnig er sýnd vísitala veiðihlutfalls ($F_{proxy}/target F_{proxy}$) og lífmassavísitölur fyrir stofna þar sem ekki er framkvæmt tölfræðilegt stofnmat og gátmörk ekki skilgreind.



c) botnfiskar



d) uppsjávarfiskar



e) botnfiskar

