

## 7 Breytingar á ástandi sjávar og áhrif á lífríki í sjó

### Samantekt

1. Langtímavöktun á ástandi sjávar á landgrunninu umhverfis Ísland hefur sýnt breytileika, bæði milli ára og áratuga, sem oftast tengjast viðáttumeiri veðurfarssveiflum í Norður-Atlantshafi.
2. Frá því rétt fyrir aldamót fram til ársins 2016 hafa hiti og selta í sjónum umhverfis Ísland oftast verið um og yfir meðaltali.
3. Breytingar á ástandi sjávar hafa á undanförunum áratugum haft veruleg áhrif á framvindu mikilvægra þátta vistkerfisins í sjónum.
4. Af uppsjávarfiskum hér við land eru loðna, makrill og sandsili þær tegundir sem hafa sýnt hvað mestar breytingar í stofnstærð og útbreiðslu á undanförunum árum og sem líklegast eiga sér skýringar í breyttum umhverfisaðstæðum.
5. Loðnan hefur hopað og haldið sig lengra norður í höfum og vestar yfir landgrunni Austur Grænlands. Jafnframt hefur dregið úr nýliðun og stofninn minnkað. Á árunum 2010–2016 hafa um 1–3 milljón tonn af makríl verið mæld innan íslenskrar lögsögu ár hvert og afli aukist úr um 40 þúsund tonnum í um 150 þúsund tonn.
6. Á hlýndatímabilinu sem hófst rétt fyrir aldamót hefur hrygningarstofn þorsks stækkað stöðugt og hefur hann ekki verið stærri í um 40 ár. Samanburður á stofnvísitölum fyrir árin 1985–1996 (kalt tímabil) annars vegar og 2002–2015 (hlýtt tímabil) sýnir hins vegar að miðja útbreiðslu hefur aðeins í litum mæli hliðrast inn á kaldari svæði. Litlar breytingar í útbreiðslu og nýliðun styðja þá kenningu að við Ísland sé þorskurinn á kjörsvæði sínu og því vel aðlagður til að takast á við breytingar sem átt hafa sér stað í umhverfi sjávar.
7. Stofnstærðir suðlægari þorskfiskategunda (t.d. ýsa, spærlingur, lýsa) hafa stækkað og útbreiðslusvæði þeirra hliðrast til norðurs á seinustu árum.
8. Margir minni stofnar og flækningar af suðrænum uppruna, sem hingað til hafa aðallega fundist undan suðurströndinni, hafa á undanförunum árum einnig veiðst í auknum mæli á landgrunninu fyrir norðan land.
9. Frá útkomu seinustu loftslagsskýrslu hafa átta fisktegundir veiðst í fyrsta sinn á Íslandsmiðum og samtals frá hlýndatímabilinu sem hófst fyrir aldamótin hafa 34 áður óþekktar fisktegundir veiðst innan 200 mílna lögsögunnar.
10. Á undanförunum árum hafa markverðar breytingar orðið á útbreiðslu og fjölda nokkurra hvalategunda í hafinu kringum Ísland. Talið er að þessar breytingar tengist að mestu breyttum fæðuskilyrðum á landgrunninu við Ísland. Bæði landsel og útsel hefur fækkað við Ísland á undanförunum árum og kann það að einhverju leyti að tengjast breytingum á fæðuskilyrðum.
11. Fækkun hefur orðið á flestum sjófuglastofnum og líklega stafar hún af breyttum lífsskilyrðum, þ.e. breytingum í stofnum uppsjávarfiska (loðnu, sandsili) og dýrasvifs.
12. Breytingar þær sem á undanförunum árum hafa átt sér stað í vistkerfi sjávar eru að verulegu leyti taldar tengjast náttúrulegri sveiflu. Undirliggjandi er þó einnig sú hnattræna hlýnun sem tengist gróður-

húsalofteggundum en enn sem komið er er mjög erfitt að aðgreina hinar náttúrulegu breytingar frá þeim sem tengjast almennri hlýnun jarðar.

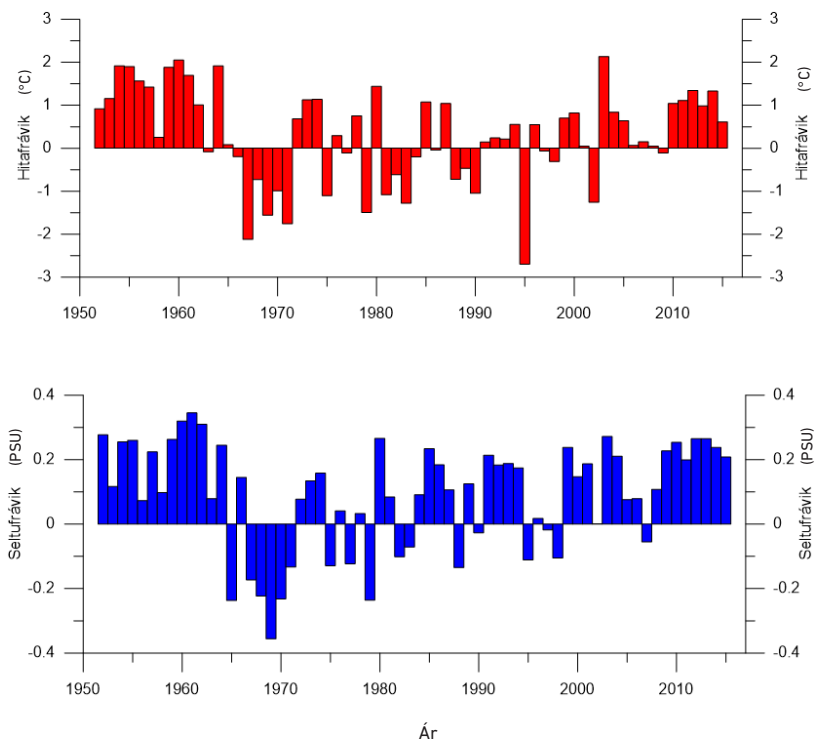
- Skýringar á orsakasamhengi umhverfisþátta og breytinga í vistkerfi sjávar kalla á mun ítarlegri rannsóknir en framkvæmdar hafa verið til þessa. Á næstu árum og áratugum er mikilvægt að vakta og skrá hvernig vistkerfi Íslandsmiða bregst við veðurfarsbreytingum, bæði þeim staðbundnu og eins þeim hnattrænu.

## 7.1 Langtímabreytingar á ástandi sjávar

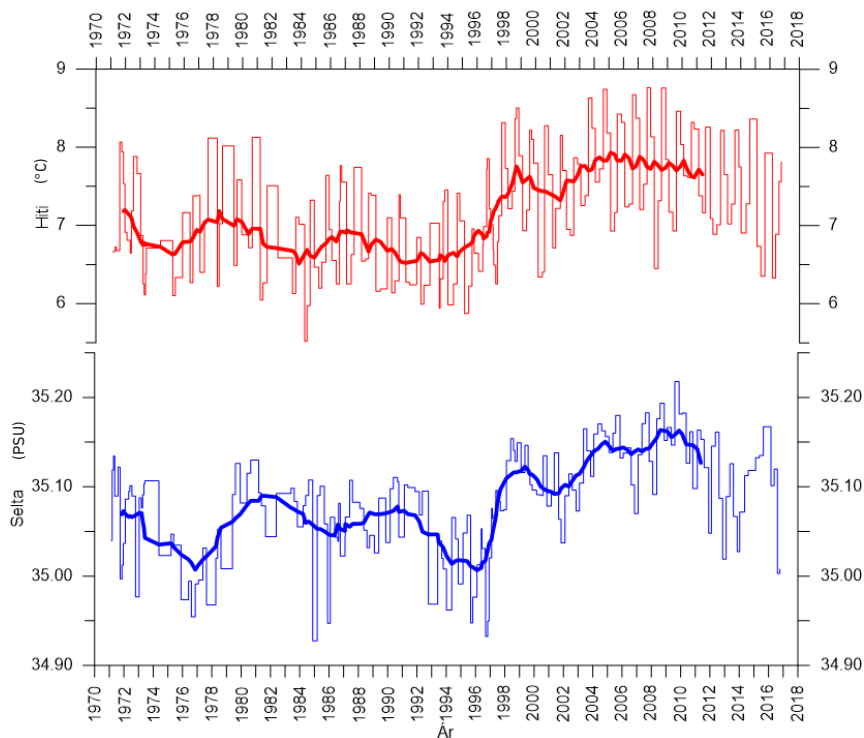
Ísland er staðsett á straumamótum þar sem hlýr sjór Norður-Atlantshafsstraumsins (Golfstraumsins) og Irmingerstraumsins streymir til norðurs og mætir köldu suðurflæði Austur-Grænlandsstraumsins og Austur-Íslandsstraumsins<sup>1,2</sup>. Lítil hluti Irmingerstraumsins streymir til norðurs vestan Íslands og nær síðan inn á landgrunnið fyrir norðan landið. Langtímarannsóknir hafa sýnt breytileika, bæði milli ára og áratuga, á ástandi sjávar á landgrunninu norðan Íslands og tengjast tímabil hlýnunar og kólnunar oftast viðáttumeiri veðurfarsbreytingum í Norður-Atlantshafi<sup>3,4</sup>. Breytileiki hita og seltu sjávar á landgrunninu umhverfis Ísland er mismikill og eru sveiflur norðan við landið yfirleitt mun meiri en sunnan við það vegna nálægðar við pólsjóinn

í Austur-Grænlandsstraumi, svalsjóinn í Austur-Íslandsstraumi, hafísáhrifa, breytinga á innflæði norður fyrir land og kaldari vinda úr norðri. Þessar breytingar á ástandi sjávar hafa haft veruleg áhrif á framvindu mikilvægra þátta vistkerfisins í sjónum, líkt og rakið hefur verið í fyrri skýrslum um loftslagsbreytingar<sup>5,6</sup> og vísindagreinum<sup>7,8,9</sup>.

Mat á árferði í sjónum við Ísland er að hluta byggt á gögnum sem safnað er í svokölluðum vorleiðöngnum Hafrannsóknastofnunar en þá er farið um miðin umhverfis landið og gerðar mælingar á ástandi sjávar, gróðri og átu. Mynd 7.1, sýnir vik (frá meðaltali árunna 1961–1980) í hita og seltu að vori árin 1952–2016 í efstu 200 m á sniði fastra athugunarstöðva norður frá Siglunesi. Á hafísárunum (1965–1971) var sjávarhiti mun lægri og selta minni en áður hafði mælst. Enn fremur var ástand sjávar fremur óstöðugt í rúma tvo áratugi eftir hafísárin en þá skiptust óreglulega á 1–3 ára tímabil hlýrra og kaldra ára. Frá 1998 og til ársins 2016 hafa hiti og selta hins vegar oftast verið um og yfir meðaltali fyrir norðan landið, að undanskildu árinu 2002 er hafís barst inn á Norðurmið í byrjun árs. Flæði Atlantssjávar inn á Norðurmið ber þangað hlýjan og selturikan sjó sem hefur áhrif á veðurfar á Norðurlandi. Jafnframt berast með innflæðinu næringarsölt sem eru nauðsynleg svifþörungum. Einnig berst með innflæðinu dýrasvif frá landgrunninu vestan landsins og sunnan.



Mynd 7.1 Hita- og seltufrávik í efstu 200 metrum sjávar að vori 1952–2016 á sniði norður frá Siglunesi að 67°N. Sýnd eru vik frá meðaltölum árunna 1961–1980. (Mynd frá Héðni Valdmarssyni, byggt á gögnum Hafrannsóknastofnunar.)



Mynd 7.2 Meðalhiti og selta í efstu 200 metrum sjávar nær ársfjórðungslega árin 1971–2016 í kjarna hlýsjávar vestur af landinu (stöð Fx9). (Mynd frá Héðni Valdimarssyni, byggt á gögnum Hafrannsóknastofnunar.)

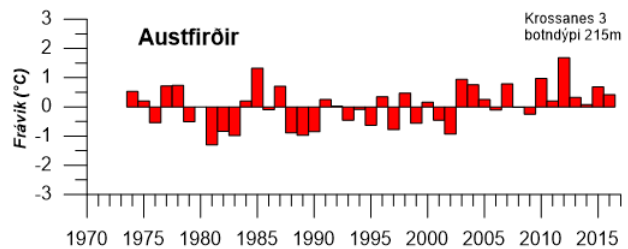
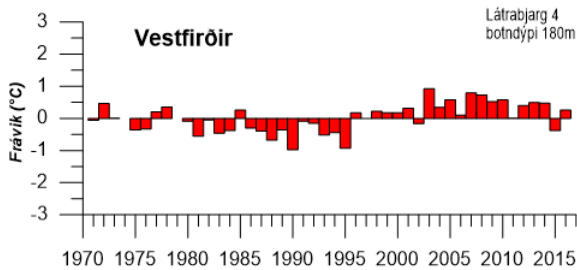
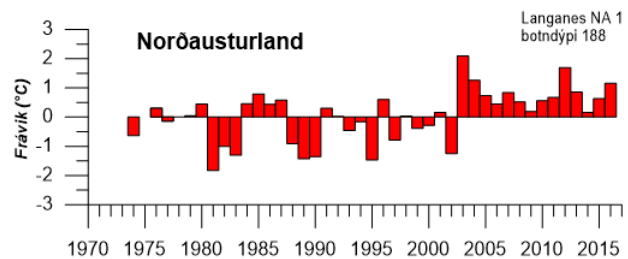
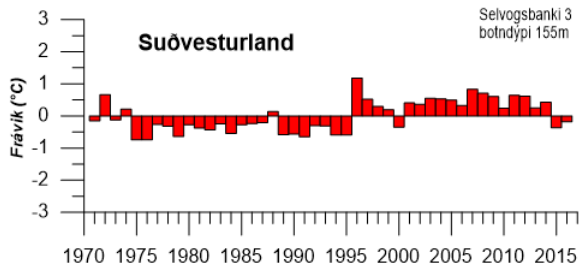
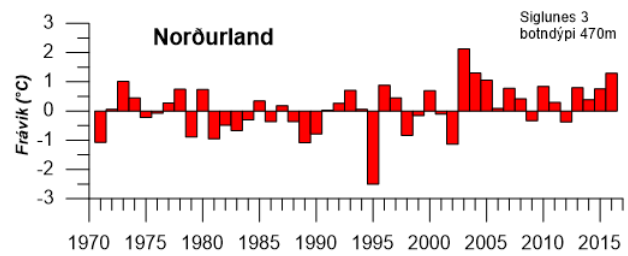
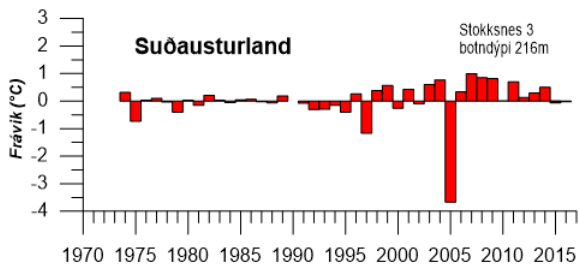
Auknu flæði Atlantssjávar norður fyrir land fylgir því almennt aukin framleiðni þörungum og dýrasvífs og þar með bætt fæðuskilyrði fyrir fiskistofna<sup>9</sup>. Undan suður- og vesturströndinni eru greinileg áraskipti í vorkomu og vexti þörungum, sem og átumagni. Breytileikann þar má að einhverju leyti rekja til leysinga og vinda en þeir þættir hafa mikil áhrif á þörungagróðurinn sem dýrasvífið lifir á<sup>6</sup>. Ljóst er þannig að sviptingar í lægstu þrepum fæðukeðjunnar í sjónum geta sagt til sín í vexti og viðkomu nytjastofna í sjónum en hvernig því orsakasamhengi er nákvæmlega háttað er lítið vitað um og því mikilvægt að efla rannsóknir hvað það varðar.

Snið fastra athugunarstöðva umhverfisrannsókna í Faxaflóa nær til vesturs yfir landgrundið og út í kjarna Irmingerstraumsins á og úti fyrir landgrunnsbrúninni<sup>10</sup>. Ysta stöðin á sniðinu er staðsett í kjarna straumsins og hún gefur til kynna eiginleika Atlantssjávarins sem streymir til norðurs um Grænlandssund. Rannsóknir hafa sýnt sterka samsvörun milli flæðis í yfirborðshringstreymi Norðvestur-Atlantshafs og seltu á 9. stöð á Faxaflóa (Fx9). Langtímabreytingar í hita og seltu á þessari stöð eru einnig í takti við djúpstöðvar á öðrum fóstum rannsóknasniðum suður og suðaustur af Íslandi og því má segja að stöðin sýni ástand sjávar í Atlantshafi sunnan Grænlands-Skotlandshryggjar. Hiti og selta á stöð Fx9 hækkuðu tiltölulega hratt á árunum

1996–1998 (mynd 7.2), í kjölfar lágra gilda frá því um 1990, en síðan varð aftur nokkur lækking. Árið 2003 hækkuðu hiti og selta á ný og síðan hafa gildi verið há fram til 2014 en 2015 og vorið 2016 var hiti í efri sjávarlögum í hlýsjónum vestan og sunnan við landið nokkuð lægri en verið hefur að jafnaði síðustu tvo áratugi.

Hiti sjávar við botn á Íslandsmiðum endurspeglar að nokkru hitadreifingu í efri lögum sjávar. Botnhitinn er að jafnaði lægri fyrir norðan og austan landið vegna áhrifa kaldsjávar úr norðri, en hærri fyrir sunnan og vestan land vegna áhrifa hlýsjávar úr suðri og dýpra blöndunarlags. Mynd 7.3 sýnir breytingar (frávik) á meðalhita 50–100 m yfir botni í maí/júní á sex stöðum umhverfis landið. Hiti við botn hefur að jafnaði verið yfir meðaltali síðasta áratuginn allt í kringum landið. Undantekning var árið 2005 er skilin við Suðausturland færðust til vesturs um skamma hríð. Mælingar að vori árið 2016 sýna að botnhiti er áfram um eða yfir meðaltali þessa árstíma fyrir norðvestan, norðan og austan land. Botnhiti við Suðausturland og Suðvesturland hefur hins vegar lækkað og er nú undir langtímameðaltali.

Breytingar þær sem urðu á ástandi sjávar við Ísland á sjöunda og áttunda áratug seinustu aldar hafa aðallega verið taldar tengjast auknu útstreymi pólsjávar úr Íshafinu. Hækkun hita og seltu á hafsvæðinu umhverfis



Mynd 7.3 Hitafrávik botnhita (°C) á sex mælistöðvum umhverfis landið. Upplýsingar til hægri á hverri mynd gefa til kynna heiti sniðs, númer mælistöðvar á sniðinu og botndýpi. Meðaltal er tekið af vatnssúlu 50–100 metra yfir botni. Vikin eru frá meðaltali mælitímans. (Mynd frá Héðni Valdimarssyni, byggt á gögnum Hafrannsóknastofnunar.)

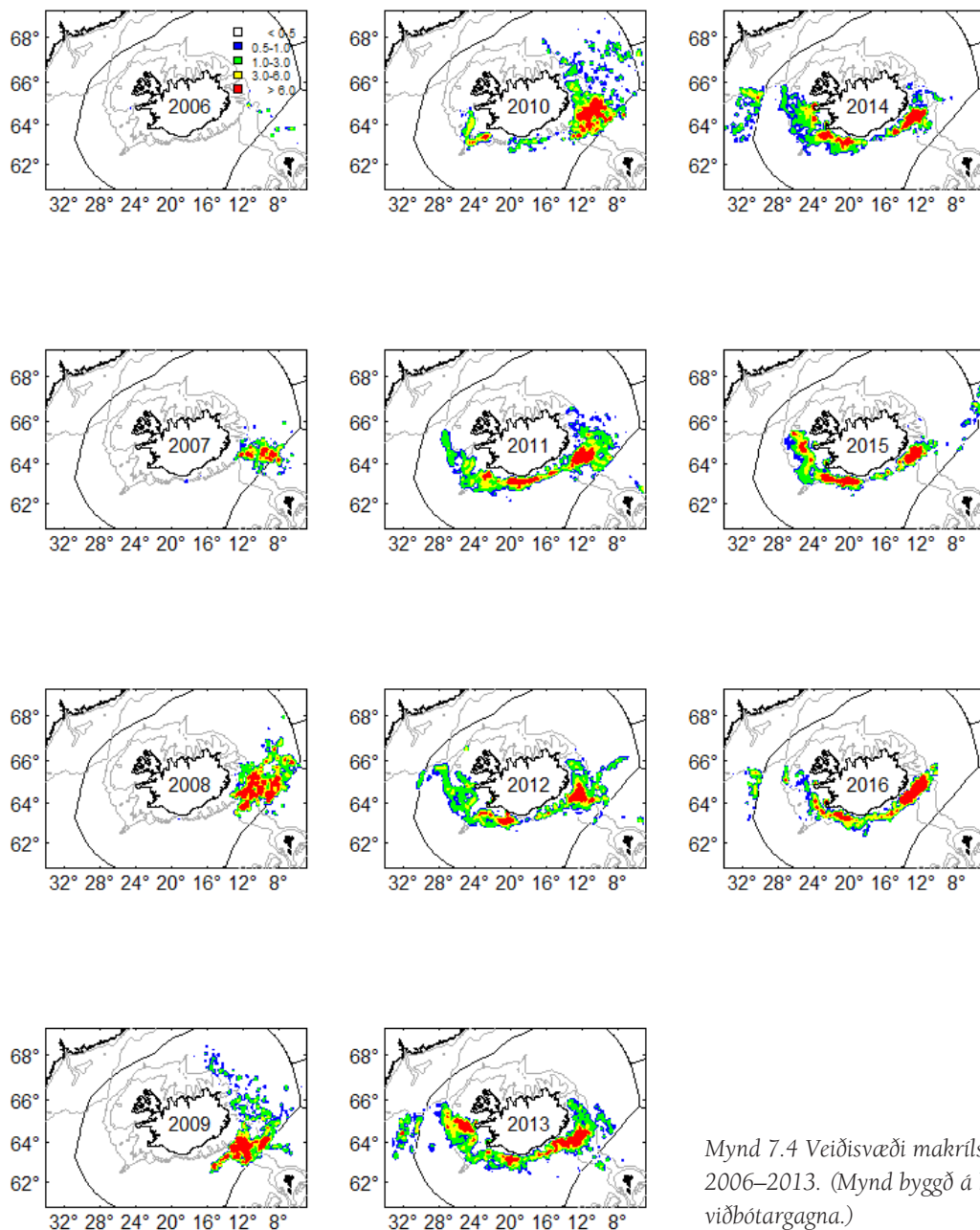
Ísland, sem og á víðáttumeira svæði í Norður-Atlantshafi og Norðurhöfum, frá því um miðjan 10. áratuginn hefur á hinn bóginn verið talin jafnast á við hlýndatímabilið sem var á árunum frá um 1920–1960<sup>4</sup>. Hækkun hita og seltu í Íslandsdjúpi suður af landinu og í Irmingerhafi hefur verið sett í samhengi við umfangsmeiri breytingar sem orðið hafa í virkni og hringrás sjávar í Norðvestur-Atlantshafi<sup>11,12,13,14</sup>. Þannig hafa gögn frá rekduflum sýnt nokkra hliðrun í hafsstraumum í byrjun 21. aldar<sup>15</sup>. Þá hefur breytilegt flæði hlýsjávar norður á bóginn og inn í hringrás Norðvestur-Atlantshafs og verið tengt áhrifum af breytilegri stöðu skotvinda<sup>16</sup>.

## 7.2 Lífríki í sjó

Á undanförunum árum hefur verið greint frá margvíslegum breytingum í útbreiðslu fiska og annarra sjávarlífvera í heimshöfunum og í flestum tilfellum hafa þær verið tengdar veðurfarsbreytingum þeim sem nú eru að eiga

sér stað<sup>17,18,19</sup>. Þrátt fyrir það eru viðbrögð fiskistofna við veðurfarsbreytingum enn sem komið er tiltölulega lítt þekkt. Þetta stafar að hluta til af því að erfitt er að meta nákvæmlega útbreiðslumörk þeirra og breytingar þar á. Þá má nefna að leitun margra fisktegunda á ákveðin búsvæði leiðir oft til flókinna viðbragða við hlýnun og öðrum þáttum veðurfarsbreytinga. Síðast en ekki síst eru margar fisktegundir undir stöðugu álagi frá veiðum og því er oft erfitt að greina á milli langtímaáhrifa veiða og umhverfisbreytinga.

Eins og getið er um hér að framan hafa athuganir undanfarinna ára sýnt hlýnun og hækkandi seltu, fyrst á hafsvæðinu sunnan og vestan Íslands en síðan einnig norðan við landið<sup>10</sup>. Á nær samfelldu hlýndatímabili sem varað hefur í sjónum hér við land frá því um 1996 hefur hiti hækkað um 1–2°C. Ennfremur hefur hiti frá því um aldamótin 2000 verið með hæsta móti miðað við seinustu áratugi. Á sama tíma hafa átt sér stað verulegar breytingar í útbreiðslu og stærð margra fiskistofna<sup>10</sup>. Þessar breytingar varða nokkra mikilvæga



Mynd 7.4 Veiðisvæði mákrills við Ísland 2006–2013. (Mynd byggð á heimild 24 auk viðbótargagna.)

nytjastofna, nokkra tiltölulega algenga stofna sem ekki eru nýttir í dag, flækjunga og loks áður óþekktar tegundir. Hér í framhaldi eru dregnar saman helstu breytingar sem átt hafa sér stað á síðustu áratugum í lífríki sjávar við Ísland og þær ræddar í tengslum við nýlegar sveiflur, sem og langtímabreytingar á ástandi sjávar.

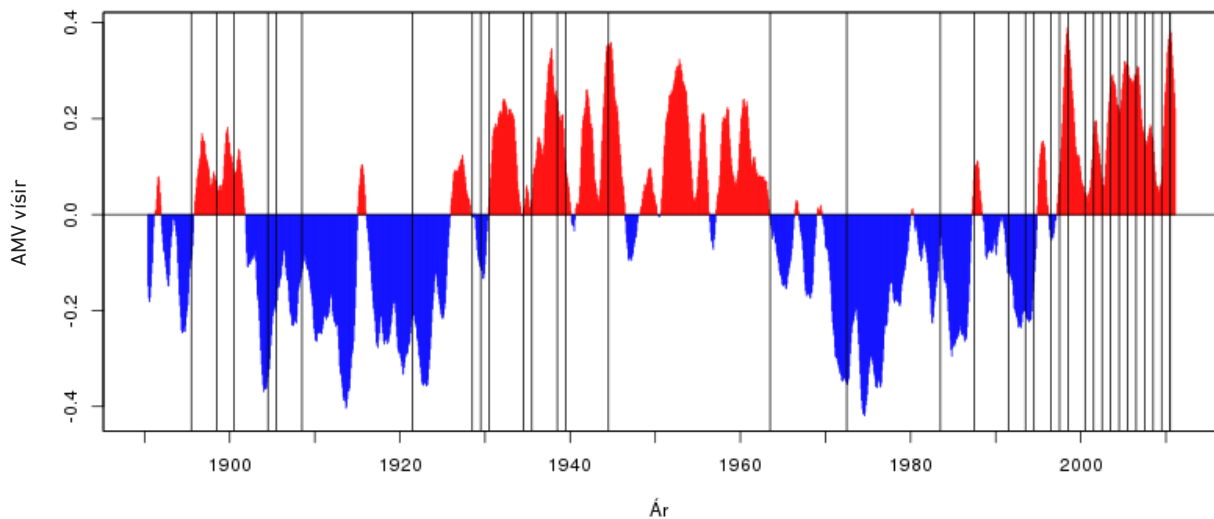
### 7.2.1 Uppsjávarfiskar

Af uppsjávarfiskum hér við land eru loðna, mákrill og sandsili þær tegundir sem sýnt hafa hvað mestar breytingar í stofnstærð og útbreiðslu á undanförmum árum og sem líklegast eiga sér skýringar í breyttum umhverfisaðstæðum. Hér verður fjallað nánar um loðnu og mákril.

### Loðna

Loðnan er einn af fáum nytjastofnum Íslendinga af kaldsjávaruppruna (aðrir sem nefna má eru grálúða, hlýri og rækja) og hún er einstök að því leyti að fullorðin sækir hún á sumrin æti sitt norður í kaldan sjó Íslandshafs og Grænlandssunds þar sem hún meira en þrefaldar þyngd sína<sup>20</sup>. Á haustin gengur hún til baka upp á íslenska landgrunnið og flytur þangað orku af norðlægum slóðum. Loðnan er ein mikilvægasta fæðutegund annarra nytjastofna, svo sem þorsks, grálúðu, ufsa og fleiri tegunda.

Loðnan hefur hopað í hlýndunum á undanförmum árum og haldið sig lengra norður í höfum og vestar yfir landgrunninu við Austur-Grænland. Jafnframt hefur



Mynd 7.5 Sveifla yfirborðshita í Norður-Atlantshafi (AMV vísir) og komur makrils á Íslandsmið. Rauður litur táknar jákvætt hitafrávik og blár neikvætt. Svört þverstrík gefa til kynna ár þar sem vitað er með vissu af makríl við Ísland. (Sjá nánar í tilvísunum 23 og 24.)

dregið úr nýliðun og stofninn minnkað mikið. Sú tilgáta hefur verið sett fram<sup>21</sup> að norðlæg útbreiðsla seiða og rek þeirra yfir á austur-grænlenka landgrunnið, þ.e. á nýjar og sennilega lakari uppeldisstöðvar, séu þættir í orsakaferli sem leitt hefur til nýliðunarbrestsins. Mikilvægt er hins vegar í þessu sambandi að hafa í huga að loðnan er skammlíf tegund og léleg nýliðun, þó að ekki sé nema eitt ár, getur haft mikil áhrif á stofnstærðina. Á sama hátt kann góð nýliðun eitt árið að stuðla að því að stofninn nái sér að verulegu leyti. Í ljósi þessa er nánast ógerningur, miðað við núverandi þekkingu, að spá fram í tímann um þróun loðnustofnsins.

### Makrill

Í Norðaustur-Atlantshafi nær útbreiðslusvæði makrils frá Azor- og Grænhöfðaeyjum inn í Miðjarðar- og Svartahaf og norður til Norður-Noregs og jafnvel inn í Hvítahaf. Makrill hefur löngum verið talinn flækingur á Íslandsmiðum og komur hans hingað aðallega verið bundnar þremur tímabilum, þ.e. veiði á stökum fiskum í upphafi 20. aldar, hlýindatímabili á árunum 1925–1955 og síðan á hlýindunum sem hófust undir lok 20. aldar, en frá því tímabili eru upplýsingar um komur og veiði ítarlegastar<sup>22,24</sup>. Á árunum 2002–2006 fékkst makrill á nokkrum stöðum við landið og jafnframt jókst meðafli í sildveiðum. Sumarið 2007 urðu síðan veruleg umskipti í útbreiðslu og magni makrils við Ísland en þá varð hans vart nær samfelld frá Austfjarðamiðum og vestur með allri suðurströndinni. Útbreiðslan var

svipuð árin 2008–2013 en árin 2014 og 2016 teygði makrillinn sig enn vestar og inn í grænlenka lögsögu. Árið 2015 var útbreiðslan hins vegar áberandi mikil djúpt suður af Íslandi (mynd 7.4). Á árunum 2010–2016 hafa um 1.1–3.1 milljón tonn af makríl verið mæld að sumarlagi innan íslenskrar lögsögu og afli aukist úr um 36 þúsund tonnum árið 2007 í um 150 þúsund tonn árin 2011–2016.

Á undanförunum árum hefur útbreiðsla verulegs hluta makrílstofnsins í Norðaustur-Atlantshafi hliðrast um nær 1400 mílur til vesturs og um 600 mílur til norðurs. Breytingar á fæðugöngum makrílstofnsins eru þekktar frá fyrri tíð en aldrei fyrr, svo vitað sé, hafa þær verið jafnvíðtækar og nú. Margir samverkandi þættir eru án efa ástæða þess að makrill er nú við Ísland í jafnmiklu magni og raun ber vitni. Auk sterks stofns og góðra fæðuskilyrða skipta líklegast mestu máli hagstæð staðbundin hitaskilyrði sem og hin víðáttumeiri veðurfarsfyrirbrigði í Norður-Atlantshafi. Eitt þessara fyrirbrigða er náttúruleg langtímasveifla heitra og kaldra tímabila í yfirborðshita á Norður-Atlantshafi, sem oft er sýnd með sk. AMV vísir<sup>23</sup>. Sögulegar upplýsingar um makrill hér við land (mynd 7.5) samsvara í stórum dráttum jákvæðu bylgjunni í AMV-sveiflunni og bendir það til þess að á hlýindatímabilum í Norður-Atlantshafi hliðrist útbreiðsla makrílstofnsins til norðurs og vesturs.

Sú spurning er áleitinn hvort makrill sé kominn til að vera á Íslandsmiðum en við henni eru ekki einhlít svör. Því ráða margir samverkandi þættir og þar skipta

líklegast mestu máli sjávarhiti, stærð stofnsins og ástand átustofna á beitarsvæðum hans, eins og þegar hefur verið vikið að. Meðan sjávarhiti helst hár má búast við áframhaldandi komum makríls í íslenska lögsögu en lækki hins vegar hiti, og eins ef stofninn minnkar, þá má telja líklegt að það dragi úr göngum vestur og norður á bóginn. Miklir hagsmunir eru í húfi fyrir Íslendinga og því mikilvægt að fylgjast áfram vel með magni og útbreiðslu makríls, sem og öllum umhverfis- aðstæðum, í þeim tilgangi að skilja betur hvernig samverkun umhverfis og stofns ræður göngum<sup>24</sup>.

### 7.2.2 Botnfiskar

#### **Porskur**

Í seinustu skýrslu voru raktar ítarlega þær miklu breytingar sem áttu sér stað í útbreiðslu og stærð þorskstofnsins á seinustu öld og að stórum hluta voru taldar tengjast breytingum í veðurfari á Íslandsmiðum og í Norður-Atlantshafi<sup>6</sup>. Á hlýindatímabilinu sem hófst árið 1996 hefur hrygningarstofn þorsks stækkað stöðugt og hefur hann ekki verið stærrí í 40 ár<sup>25</sup>. Rannsóknir á útbreiðslu þorsks á grundvelli aflagagna úr stofnmælingu að vori sýna að miðja útbreiðslusvæðis stofnsins hefur aðeins í litlum mæli hliðrast inn á kaldari svæði þegar borin eru saman tiltölulega kalt tímabil frá 1985–1995 og hlýtt tímabil frá 1996–2015. Á sama hátt sýnir samanburður á svæðisbundnum stofnvísitölum fyrir árabílin 1985–1996 annars vegar og 2002–2015 hins vegar aðeins óverulega aukningu þorsks á kaldari svæðum við Ísland á seinna tímabilinu<sup>26</sup>. Nýliðun þorskstofnsins hefur verið fremur stöðug síðan 1998 en aftur á móti mun minni en árin 1955–1985. Stórir árgangar á þeim árum tengdust að hluta lírfureki til Grænlands og síðan göngum þess fisks til baka á Íslandsmið við kynþroska. Í seinni tíð hefur tekið fyrir þetta lírfurek og var ástæða þess upphaflega talin tengjast lakara ástandi þorskstofnsins, dreifingu hrygningar og/eða breytingum í straumakerfinu vestan Íslands og í Irmingerhafi. Það hve þorskstofninn hefur sýnt litlar breytingar í útbreiðslu og hve nýliðun hefur verið stöðug frá um 1996 styður þá kenningu að þorskurinn sé við Ísland á kjörsvæði sínu og þannig vel aðlagður til þess að takast á við þær breytingar sem hafa átt sér stað í umhverfi sjávar.

#### **Ýsa**

Á landgrunninu fyrir sunnan Ísland hefur ýsa verið talin vera nálægt norðurmörkum útbreiðslu sinnar. Árin 1998–2003 voru allir árgangar, nema 2001 árgangurinn, yfir meðaltali en árin 2004–2014 hafa allir árgangar, nema árgangar 2007 og 2014, verið undir meðallagi<sup>25</sup>. Á fyrria tímabilinu stækkaði ýsustofninn verulega og samfara því, sem og vegna hærri hita sjávar, stækkaði útbreiðslusvæðið norður með vesturströnd Íslands og inn á landgrunnið fyrir norðan land. Á síðara tímabilinu hefur ýsustofninn aftur minnkað en þrátt fyrir það áfram haft víðáttumikla útbreiðslu fyrir norðan land. Samanburður á útbreiðslusvæði ýsu í stofnmælingu botnfiska á Íslandsmiðum köldu árin 1985–1989 og hlýju árin 2004–2015 sýnir að miðja þess hefur hliðrast um 300 km norður með vesturströnd Íslands milli tímabilanna<sup>26</sup>. Þess má einnig geta að stofnstærðir tveggja annarra þorskfiskategunda, spærlings og lýsu, hafa stækkað og útbreiðslusvæði þeirra færst til norðurs á seinustu árum.

#### **Skötuselur**

Þar til um árið 2000 var útbreiðslusvæði skötusels aðallega bundið við afmörkuð svæði í hlýja sjónum undan suðurströndinni. Skötuselur fékkst fram að þeim tíma aðallega sem aukaafli við humarveiðar og frá 1965 til 2000 var ársaflinn um 700 tonn. Á árunum 1998–2007 var hver einasti nýliðunarárgangur stór en eftir það hafa þeir aftur verið minni. Aukin nýliðun hefur verið rakin til þess að hagfellt uppeldissvæði hafi stækkað samfara hækkuðum hita og seltu<sup>27</sup>. Veiðistofninn stækkaði einnig hratt á þessum árum vegna góðrar nýliðunar og samfara því stækkaði einnig útbreiðslusvæðið og náði eftir það með allri suður- og vesturströndinni og inn á landgrunnið fyrir norðan land. Aukin stofnstærð hefur leitt til aukinna veiða sem numið hafa að meðaltali um 2500 tonnum sl. 10 ár. Á allra seinustu árum hefur veiðistofninn minnkað en útbreiðslusvæðið er þó áfram mun víðáttumeira en fyrir hlýindatímabilið sem hófst í kringum 1996 (mynd 7.6)<sup>25</sup>.

#### **Minni stofnar og flækningar**

Nokkrir minni fiskstofnar af suðrænum uppruna sem hingað til hafa aðallega fundist undan suðurströndinni hafa á undanförunum hlýjum árum einnig veiðst í auknum mæli á landgrunninu fyrir norðan land. Sem



Mynd 7.6 Útbreiðsla skötusels í stofnmælingu botnfiska að vori árin 1985–2016. (Mynd frá Jóni Sólmundssyni, byggt á gögnum Hafrannsóknastofnunar.)

dæmi um þessar tegundir má nefna litlu brosmu, blágómu, fjólumóra og sænál<sup>10</sup>. Sænál er sérlega áhugaverð þar sem stofnstærð hennar og útbreiðslusvæði virðist hafa verið að stækka í öllu Norður-Atlantshafi. Útbreiðslusvæðið hefur fram til þessa verið frá ströndum Azoreyja og Portúgals norður að miðri vesturströnd Noregs. Við Ísland var hún þar til nýlega aðeins þekkt undan suðurveströndinni. Árið 2001 veiddist svo sænál í fyrsta sinn í áratug en þar var um að ræða einn fisk sem fékkst undan vesturströnd landsins. Árin 2002, 2003, 2004 og 2007 veiddust svo fleiri fiskar suður og vestur af landinu. Haustið 2004 veiddist sænál í fyrsta skipti svo vitað sé fyrir norðan land og árin 2005, 2006 og 2007 fengust upplýsingar um fleiri fiskar sem veiddust úti fyrir Norðurlandi. Þessi dæmi sýna að sænál finnst nú nánast allt í kringum landið<sup>28</sup>.

Nokkrir suðrænir flækingsfiskar hafa á seinustu árum veiðst oftast við Ísland en áður hefur þekkt. Meðal þeirra eru t.d. augnasild, hornfiskur, sæsteinsuga og tunglfiskur<sup>10</sup>. Gögn Hafrannsóknastofnunar um veiði á sæsteinsugu gefa til kynna að á árunum 1970–1997 hafi þær veiðst stöku sinnum hér við land og þá oftast aðeins 1–2 fiskar. Samfara hlýnuninni frá því um miðjan 10. áratug seinustu aldar hefur sæsteinsuga hins vegar

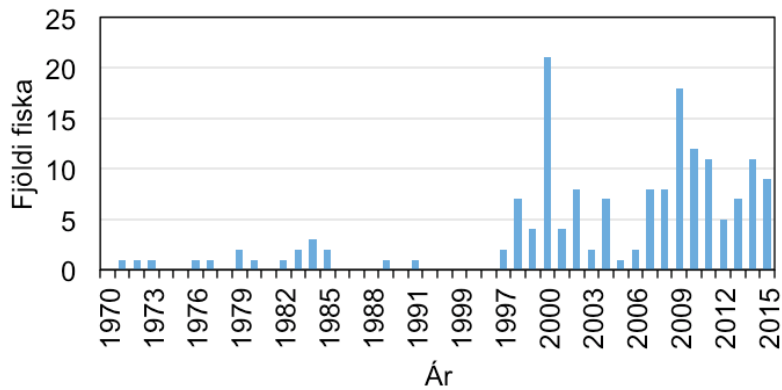
veiðst árlega og fjöldinn aukist á seinustu árum (mynd 7.7). Í raun hefur fjöldinn sem veiðst hefur stundum verið enn meiri en myndin gefur til kynna þar sem skráningar gefa í sumum tilfellum (t.d. árin 2007 og 2008) ekki til kynna nákvæman fjölda fiska sem veiddist. Tunglfiskur hefur á sama hátt veiðst í auknum mæli á allra seinustu árum<sup>29</sup>. Að nokkru kann sú aukning að tengjast makrílveiðum í úthafinu suðvestur af Íslandi en nýleg rannsókn á gögnum sem ná yfir rúmlega 100 ára veiði tunglfisks hér við land sýnir svo ekki verður um villst að veiðin og þá líklega einnig útbreiðslan er mjög í takt við hitabreytingar í Norður-Atlantshafi samkvæmt AMV-vísinum.

### 7.3.4 Áður óþekktar fisktegundir innan íslenskrar lögsögu

Í seinustu skýrslu vísindanefndar (V2008) var greint frá því að á 11 ára tímabili frá 1996–2007 hefðu 26 fisktegundir veiðst í fyrsta sinn innan 200 sjómílna lögsögunnar<sup>6</sup>. Á þeim níu árum sem síðan eru liðin hafa bæst við átta tegundir sem fram til þessa hafa ekki talist til íslensku fiskafánunnar. Mynd 7.8 sýnir skráningar nýrra tegunda á Íslandsmiðum frá 1995–2016<sup>10,30,31</sup>. Sjá má að ein eða fleiri tegund sem ekki hafði veiðst áður

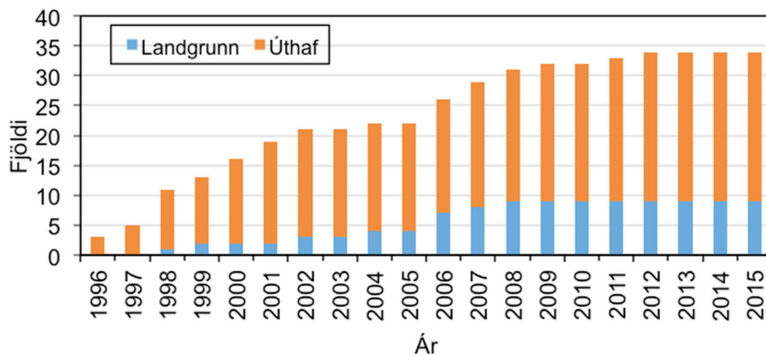


## Sæsteinsugur



Mynd 7.7 Skráningar um veiði á sæsteinsugu í gögnum Hafrannsóknastofnunar á árunum 1970–2015.

## Heildarfjöldi áður óþekkra fisktegunda



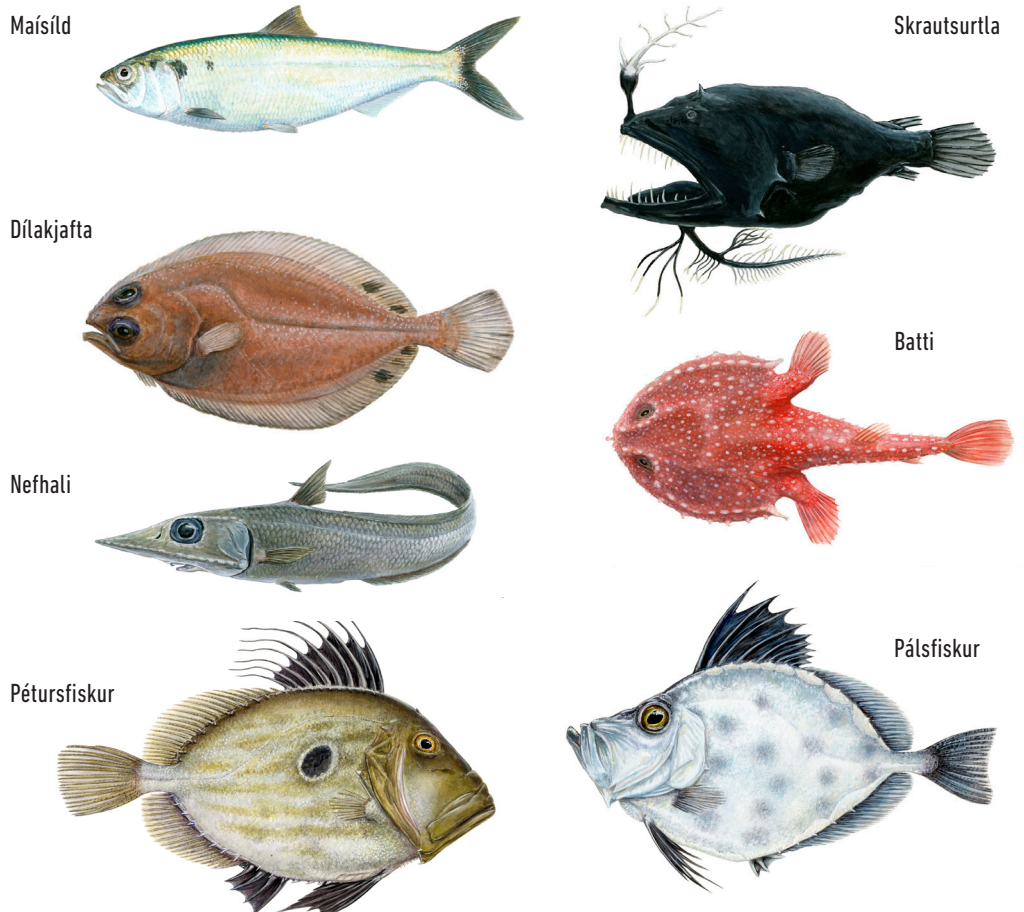
Mynd 7.8 Heildarfjöldi áður óþekkra suðrænna fisktegunda, flokkaðar eftir því hvort þær halda sig yfir landgrunni eða í úthafi, sem veiðst hafa í fyrsta sinn á Íslandsmiðum á árunum 1996–2015. (Byggt á gögnum Hafrannsóknastofnunar.)

hefur veiðst á hverju ári, að undanskildum árunum 2003, 2005, 2010, 2013, 2014 og 2015. Það að ekki hafi veiðst nýjar tegundir á seinustu þremur árum kann að benda til þess að alla vega tímabundið sé að draga úr aðflutningi suðrænna tegunda í lögsöguna. Hugsanlega kann það að tengjast lækkun á hita og seltu sunnan Íslands hin allra seinustu ár. Alls hafa 18 af hinum áður óþekktu tegundum veiðst á aðeins einni stöð og þá sem einn einstaklingur (deplagleypir, tröllageirsili, rákungur, svartmeiti, luktarlaxsild, spéfiskur, trölfi, násurtla, oddhali, pétursfiskur, maísild, hringaháfur, eyjasurtla, skriðáll, batti, skrautsurtla og þveráll). Átta tegundir (svartdjöfull, kjáni, kryppuangi, svartskoltur, vígatanni, djúpmóri, silfursporður og randarangi) hafa veiðst á 2–11 stöðvum en ávallt sem stakir fiskar. Af aðeins átta tegundum (bláháf, flundra, blaðhaus, pálsfisk, græna marhnút, silfurpolla, dílakjöftu og nefhala) hafa veiðst fleiri en einn einstaklingur á sömu stöð og af þeim hafa bláháfur og flundra veiðst oftast og víðast. Nokkrar af þessum áður óþekktu tegundum eru sýndar á mynd 7.9 og hér að neðan er fjallað frekar um bláháf og flundra.

Bláháfur veiddist í fyrsta sinn svo vitað sé innan íslenskrar efnahagslögsögu sumarið 1996 við

tilraunaveiðar á vegum Japana á túnfiski djúpt suður af Íslandi<sup>32,33</sup>. Á árunum 1997–2005 var bláháfur síðan áfram meðafli við túnfiskveiðarnar og fjöldi fiska sem veiddist á hverri vertíð á bilinu 30 til 848 fiskar. Veiðarnar voru mestar á svæði sem afmarkast milli 60–62°N og 16–24°V, og nyrstu veiðistaðir voru um 50 mílur undan suðurströnd Íslands. Að öllum líkindum endurspeglar þessi útbreiðsla fremur sóknina í túnfiskveiðinni en hina raunverulegu útbreiðslu bláháfsins. Ennfremur bendir þetta til þess að bláháfur sé tiltölulega algengur í úthafinu suður af Íslandi og að veiði í seinni tíð tengist því hinum nýju tilraunaveiðum fremur en hlýnandi veðurfari. Bláháfur finnst á suðlægum slóðum í öllum heimshöfum og árleg veiði er talin um 750–1500 tonn.

Flundra veiddist fyrst með vissu við mynni Ölfusár í september 1999<sup>34</sup>. Áður sama ár höfðu bændur í nágrenninu veitt „undarlegan“ kola en hann barst ekki Hafrannsóknastofnun til skoðunar. Síðan þá hefur flundra fundist nær árlega og á mörgum stöðum og allt í kringum landið. Vorið 2007 fékkst hrygnandi flundra í fyrsta sinn í dragnótaveiðum undan vesturströndinni. Það er augljóst að flundra hefur breiðst hratt út og víða



Mynd 7.9 Nokkrar suðrænar fisktegundir sem veiðst hafa í fyrsta sinn á Íslandsmiðum á undanförunum árum. Maisíld (*Alosa alosa*), dilakjafta (*Lepidorhombus boschii*), nefhali (*Coelorinchus labiatus*), pétursfiskur (*Zeus faber*), skrautsurtla (*Linophryne pennibarbata*), batti (*Dibranchus atlanticus*), pálsfiskur (*Zenopsis conchifera*). Myndir © Jón Baldur Hlíðberg ([www.fauna.is](http://www.fauna.is)).

á grunnslóð við Ísland frá því að hún fannst fyrst<sup>10</sup>. Undan ströndum Evrópu er flundra bundin við grunnslóð og árósa. Hún er veidd til manndis í Eystrasalti, dönsku sundunum og Norðursjó og hefur árlegur afli verið um 20 þús. tonn. Í umfjöllun um framandi sjávarlífverur við Ísland benda höfundar á að flundra hafi sennilega borist til Íslands af mannavöldum með kjölfestuvatni skipa og sama telja þeir jafnvel eiga við um græna marhnút<sup>35</sup>.

Í ljósi vitneskju um heildarútbreiðslusvæði þeirra áður óþekktu tegunda sem hér hefur verið fjallað um er ekki ólíklegt að sumar þeirra séu fornir íbúar hafsvæðanna suður af Íslandi<sup>32</sup>. Veiði þeirra hér við land á undanförunum árum kann því að nokkru að tengjast aukinni sókn á nýjar og dýpri veiðislóðir. Hins vegar verður jafnframt að telja líklegt að veiði margra hinna

áður óþekktu fisktegunda nú á undanförunum árum endurspegli raunverulega hliðrun sem átt hefur sér stað í útbreiðslu fiskafánunnar í Norður-Atlantshafi. Þetta á sérstaklega við um tegundir eins og rákung, pálsfisk, pétursfisk og dilakjöftu sem veiðst hafa hér við land á slóðum þar sem veiðiálag hefur um árabil verið mikið og stöðugt.

### 7.3 Sjávarspendýr

Hafrannsóknastofnun hefur síðan 1987 staðið að víðtækum, reglubundnum hvalatalningum í mið- og norðaustanverðu Atlantshafi í samstarfi við erlendar systurstofnanir<sup>36</sup>. Talningarsvæðið nær yfir meginhluta sumarútbreiðslusvæðis helstu stórhvalastofna og meginmarkmið talninganna er að leggja grunn að

stofnstærðarmati fyrir helstu tegundir stórhvala, einkum nytjastofna hvala svo sem langreyði og hrefnu, en einnig veita nýtsamlegar fjöldaupplýsingar og gögn um útbreiðslu annarra stórra hvala og smárra.

Í þessum rannsóknum hafa m.a. komið í ljós markverðar breytingar á útbreiðslu og fjölda nokkurra hvalategunda í hafinu kringum Ísland<sup>37</sup>. Þannig hefur hnúfubak miðsvæðis í Norður-Atlantshafi fjölgað úr 1,800 í 11,600 dýr á árabílinu 1987–2007 og langreyði úr 15,200 í 20,600 á sama tímabili. Á hinn bóginn hefur hrefnu á íslenska landgrunninu fækkað úr 43,600 dýrum árið 2001 í 10,700 dýr árið 2009. Samfara aukningu í fjölda langreyðar stækkaði útbreiðslusvæði hennar út í dýpri hluta Grænlandshafs og á sama tíma hliðraðist útbreiðsla steypireyðar norður á bóginn. Talið er líklegt að þessar breytingar í útbreiðslu og fjölda hvala tengist að stærstum hluta breyttum fæðuskilyrðum, svo sem minnkuðu magni ljósátu, minnkun loðnustofns og hliðrun í útbreiðslu loðnu norður á bóginn, sem og hrúni í sandsílisstofni á landgrunni fyrir sunnan Ísland<sup>37,42</sup>.

Bæði landsel og útsel hefur fækkað nær stöðugt frá því fyrstu talningar til stofnmats voru gerðar á árunum kringum 1980. Afföll vegna óbeinna veiða eru talin hafa minnkað seinustu ár og dregið hefur úr nýtingu selabænda á landselsstofninum og því er fækkun talin tengjast annað hvort veiðum í ósum laxveiðiáa (landselur), óskráðum veiðum eða breytingu á fæðuframboði vegna umhverfisbreytinga. Mikilvægt er að rannsaka þessa þætti og reyna að meta hlut hvers og eins þeirra á næstu árum<sup>25,38</sup>.

## 7.4 Sjófuglar

Ísland og hafsvæðið umhverfis landið eru mikilvæg útbreiðslusvæði nokkurra stærstu sjófuglastofna í Norðaustur-Atlantshafi. Útbreiðsla sjófugla umhverfis Ísland er aðallega talin ráðast af fæðuskilyrðum þar sem varpstaðir virðast ekki vera takmarkandi. Síðustu tvo til þrjú áratugi hafa farið fram endurteknar talningar á fimm tegundum sjófugla, þ.e. langvíu, stuttnefju, álku, ritu, og fyl, í Krísvíkurbergi og Hafnarbergi á Reykjanes-skaga (talið fyrst 1985) og Skoruvík á Langanesi (talið fyrst 1996)<sup>39</sup>. Þessi svæði voru valin til vöktunar vegna þess að þau eru tiltölulega aðgengileg, hvort í sínum landshluta og aðskilin af 600 km strandlengju. Fyrir

suðvestan eru fuglabjörgin umlukin tiltölulega hlýjum Atlantssjó en fyrir norðaustan er sjórinn kaldari. Einnig hafa farið fram talningar í Drangey og á Snæfellsnesi. Þrjú mynstur hvað varðar þróun stofnstærða hafa komið í ljós við þessar talningar. Breytingar á fjölda rita voru ekki samstíga milli landshluta. Á suðvesturhorni landsins fór rituhreiðrum fjölgandi í kjölfar lágmarks um miðjan níunda áratuginn. Á Langanesi var fjöldi ritu við upphaf rannsókna tiltölulega mikill en hrundi síðan árið 2005 niður í um fjórðung af því sem áður var. Langvía og álka voru í jafnvægi eða fjölgaði lítillega fram undir aldamót, en vorið 2005 hafði þeim fækkað bæði suðvestanlands og á Langanesi. Fallið í langvíu og álku árið 2005 hefur verið talið tengjast fæðuskilyrðum í sjónum og þá líklegast skorti á loðnu og síli sem eru aðalfæða þessara tegunda. Fyl og stuttnefju fækkaði á báðum athugunarsvæðum allt rannsóknatímabilið, fyl að meðaltali um 2–3% á ári og stuttnefju um 7% á ári. Fækkun í báðum þessum stofnum hefur verið talin stafa af breyttum lífsskilyrðum, sennilega breytingum í átustofnum sem rekja má til loftslagsbreytinga. Hvað stuttnefju varðar hefur einnig verið bent á ofveiði við Vestur-Grænland sem áhrifaþát<sup>40</sup>.

Vöktun á viðkomu lunda við Vestmannaeyjar hefur leitt í ljós árlegan viðkomubrest síðan 2005 og það meðal annars leitt til þess að veiðar á lunda voru verulega takmarkaðar síðan 2009. Rannsóknir á langtímabreytingum í lundastofninum við Vestmannaeyjar benda til þess að stofnstærðin sveiflist í öfugu hlutfalli við sjávarhita (AMV-breytileikinn) þannig að stofnstærðin minnki á hlýviðrisskeiðum í Norður-Atlantshafi og stækki svo aftur á tímabilum þegar kalt er í sjónum<sup>41</sup>. Hafískomur hafa einnig mjög neikvæð áhrif á viðkomu lunda en mun skammvinnari (2–3 ár). Hitastigið er þó ekki álitnið vera hinn beini áhrifavaldur en þess í stað talið að skýringar sé að leita í áhrifum hitastigs á mikilvægustu fæðutegund lundans, þ.e. sandsílið. Lítið er hins vegar vitað um langtímabreytingar í sandsílastofninum við Vestmannaeyjar en rannsóknir sem gerðar hafa verið frá árinu 2006 sýna að sílið hefur hrúnið á sama tíma og viðkomubrestur hefur verið hjá lunda<sup>42</sup>. Við Vestmannaeyjar virðist skorta aðrar fæðutegundir fyrir lunda sem komið geta í stað sandsílis. Hrun sandsílis kann að tengjast þeim hitabreytingum sem átt hafa sér stað á undanförunum árum<sup>42</sup> og svo áhrifum þeirra á þörungablóma að vori<sup>43</sup>

en einnig hefur verið bent á samkeppni um fæðu og aukið afrán sem hugsanlega áhrifavalda<sup>42</sup>. Skýringar á orsakasamhengi umhverfisþátta og fæðuvefs sjávar kalla hins vegar á mun ítarlegri rannsóknir en framkvæmdar hafa verið til þessa.

## 7.5 Að lokum

Niðurstöður þær sem fjallað hefur verið um hér að ofan sýna að markverðar breytingar hafa átt sér stað í vistkerfi sjávar við Ísland á undanförunum 20 árum. Að ýmsu leyti virðast þessar breytingar svipaðar þeim sem urðu á náttúrulegu hlýindatímabili sem ríkti í Norður-

Atlantshafi frá 1920–1960. Nú er hins vegar aukning svokallaðra gróðurhúsalofttegunda talin veigamikil orsök þeirra veðurfarabreytinga sem eru að eiga sér stað á jörðinni allri en engin leið er á þessu stigi að aðgreina þær breytingar frá náttúrulegum sveiflum í vistkerfi sjávar við Ísland. Hugsanlega er nú ekki um að ræða skammvinnnt hlýindatímabil eins og á fyrri hluta síðustu aldar heldur upphaf víðtækari breytinga sem kunna að hafa varanleg áhrif á umhverfi og lífríki sjávar. Því er mikilvægt, á næstu árum og áratugum, að vakta og skrá hvernig vistkerfi Íslandsmiða bregst við veðurfarabreytingum, bæði þeim staðbundnu sem og þeim er tengjast Norður-Atlantshafi öllu.

## Tilvísanir

- 1 Unnsteinn Stefánsson 1962. North Icelandic waters. Rit Fiskideildar 3. 1-269.
- 2 Unnsteinn Stefánsson 1999. Hafið. Háskólaútgáfan, Reykjavík. 480 bls.
- 3 Svend A. Malmberg & Stefán S. Kristmannsson 1992. Hydrographic conditions in Icelandic waters, 1989-1990. ICES Marine Science Symposia 195. 76-92.
- 4 Svend A. Malmberg & Héðinn Valdimarsson 2003. Hydrographic conditions in Icelandic waters, 1990-1999. ICES Marine Science Symposia 219. 50-60.
- 5 Veðurfarsbreytingar og afleiðingar þeirra. 2001. Umhverfisráðuneytið, Reykjavík. 32 bls.
- 6 Hnattrænar loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi. Sjá kafla 3, tilvitnun 3.
- 7 Unnsteinn Stefánsson & Jakob Jakobsson 1989. Oceanographic variations in the Iceland Sea and their impact on biological conditions. Bls. 456-467 í: Proceedings of the sixth conference of the Comité Arctique International, 13-15 May 1985 ritstj. Rey, L. & Alexander, V. E.J. Brill, Leiden.
- 8 Hjalmar Vilhjálmsson 1997. Climatic variations and some examples of their effects on marine ecology of Icelandic and Greenland waters, in particular during the present century. Rit Fiskideildar 13. 9-29.
- 9 Ólafur S. Ástþórsson, Ástþór Gíslason & Steingrímur Jónsson 2007. Climate variability and the Icelandic marine ecosystem. Deep-Sea Research II, 54. 2456-2477.
- 10 Héðinn Valdimarsson, Ólafur S. Ástþórsson & Jónbjörn Pálsson 2012. Hydrographic variability in Icelandic waters during recent decades and related changes in distribution of some fish species. ICES Journal of Marine Science 69. 816-825.
- 11 Það hringstreymi sem hér er átt við er á ensku kallað „Subpolar Gyre“, oft skammstafað SPG. Sjá nánar umfjöllun um hafhringrás í Norður-Atlantshafi í grein: 4C Hafhringrás í Norður-Atlantshafi og loftslagsbreytingar.
- 12 Berch, M. 2002. North-Atlantic Oscillation-induced changes of the upper layer circulation in the Northern North Atlantic Ocean. Journal of Geophysical Research 107 1-10.
- 13 Hakkinen, S. & Rhines, P.B. 2004. Decline of Subpolar North Atlantic circulation during the 1990s. Science 304. 555-559.
- 14 Hátún, H., Sandö, A.B., Drange, H., Hansen, B. & Héðinn Valdimarsson 2005. De-stabilization of the North Atlantic thermohaline circulation by a gyre mode. Science 309. 1841-1844.
- 15 Hakkinen, S. & Rhines, B.P. 2009. Shifting surface currents in the northern North Atlantic Ocean. Journal of Geophysical Research 114. 1-12.
- 16 Hakkinen, S., Rhines, P.B. & Worthen, D.L. 2011. Warm and saline events embedded in the meridional circulation of the northern North Atlantic. Journal of Geophysical Research 116. 1-13.
- 17 Hollowed, A.B., Barange, M., Ito, S., Kim, S., Loeng, H. & Peck, M.A. 2011. Preface. Effects of climate change on fish and fisheries: forecasting impacts, assessing ecosystem responses, and evaluating management strategies. ICES Journal of Marine Science 68. 984-985.
- 18 Heath, M.R., Neat, F.C., Pinnegar, J.K., Reid, D.G. Sims, D.W. & Wright, P.J. 2012. Review of climate change impacts on marine fish and shellfish around UK and Ireland. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 22. 337-367.
- 19 Barange, M., King, J., Valdés, L. & Turra, A. 2016. Introduction to the Symposium: Effects of Climate Change on the World Oceans. The evolving and increasing need for climate change research on the oceans. ICES Journal of Marine Science 73. 1267-1271.
- 20 Hjalmar Vilhjálmsson 1994. The Icelandic capelin stock. Capelin (*Mallotus villosus*) in the Iceland-East Greenland-Jan Mayen ecosystem. Rit Fiskideildar 13. 1-281.
- 21 Ólafur K. Pálsson, Ástþór Gíslason, Hafsteinn G. Guðfinnsson, Björn Gunnarsson, Sólveig R. Ólafsdóttir, Hildur Pétursdóttir, Sveinn Sveinbjörnsson, Konráð Þórisson & Héðinn Valdimarsson 2012. Ecosystem structure of the Iceland Sea and recent changes to the capelin (*Mallotus villosus*) population. ICES Journal of Marine Science 69. 1242-1254.
- 22 Ólafur S. Ástþórsson, Héðinn Valdimarsson, Ásta Guðmundsdóttir & Guðmundur J. Óskarsson 2012. Climate-related variations in the occurrence of mackerel (*Scomber scombrus*) in Icelandic waters. ICES Journal of Marine Science 69. 1289-1297.
- 23 Sjá nánar umfjöllun um AMV í grein 4C Hafhringrás í Norður-Atlantshafi og loftslagsbreytingar. Á mynd 7.5 er notast við aðeins aðra aðferð við að reikna AMV vísitöluna en gert er í kafla 4, og hér sjást því breytingar innan áratugs betur en þar.
- 24 Ólafur S. Ástþórsson, Héðinn Valdimarsson, Ásta Guðmundsdóttir & Guðmundur J. Óskarsson 2015. Makrill og ástand sjávar við Ísland í rúm 100 ár. Ægir 108. 10-14.
- 25 Anon 2016. Nytjastofnar sjávar 2015/2016 og aflahorfur 2016/2017. Hafrannsóknir 1985. 1-159.
- 26 Ólafur S. Ástþórsson & Jón Sólmundsson 2016. Botnfiskar og sjávarhiti 1985-2015. Fyrirlestur fluttur á málstofu um „Áhrif loftslagsbreytinga á lífríki sjávar og sjávarútveg“ 18. mars 2016. Byggt á gögnum Hafrannsóknarstofnunar.
- 27 Jón Sólmundsson, Einar Jónsson & Höskuldur Björnsson 2010. Phase transition in recruitment and distribution of monkfish (*Lophius piscatorius*) in Icelandic waters. Marine Biology 157. 295-305.
- 28 Ólafur S. Ástþórsson & Jónbjörn Pálsson. 2008. Stóra sænal stingur sér niður víðar en áður við Ísland. Náttúrufræðingurinn 77. 59-62.
- 29 Jónbjörn Pálsson & Ólafur S. Ástþórsson. 2017. New and historical records of Ocean sunfish, *Mola mola*, in Icelandic waters. Journal of Fish Biology. 90:3 bls 1126-1132.
- 30 Jónbjörn Pálsson. 2013. Sjaldgæfir fiskar á Íslandsmiðum 2011. Ægir 106. 10-12.
- 31 Jónbjörn Pálsson. 2014. Sjaldgæfir fiskar á Íslandsmiðum 2012 og 2013. Ægir 107. 14-16.
- 32 Gunnar Jónsson & Jónbjörn Pálsson. 2013. Íslenskir fiskar. Mál og menning, Reykjavík. 494 bls.

- 33 Ólafur S. Ástþórsson & Jónbjörn Pálsson. 2006. New fish records and records of rare southern fish species in Icelandic waters in the warm period 1996-2005.
- 34 Gunnar Jónsson, Jónbjörn Pálsson & Magnús Jóhannesson. 2001. Ný fisktegund, flundra *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758) veiddist á Íslandsmiðum. Náttúrufræðingurinn 70. 83-89.
- 35 Karl Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir & Óskar S. Gíslason. 2015. Framandi sjávarlífverur við Ísland. Náttúrufræðingurinn 85. 4-14.
- 36 Gísl A. Víkingsson. 2015. Decadal changes in distribution, abundance and feeding ecology of baleen whales in Icelandic and adjacent waters – A consequence of climate change? Dr phil. ritgerð, University of Tromsø, Tromsø. 54 bls. +12 sjálfstæðar greinar.
- 37 Gísl A. Víkingsson, Pike, D.G., Héðinn Valdimarsson, Schleimer, A., Þorvaldur Gunnlaugsson, Silva, T., Bjarki Þ. Elvarsson, Mikkelsen, B., Øien, N., Desportes, G., Valur Bogason & Hammond, P.S. 2015. Distribution, abundance, and feeding ecology of baalen whales in Icelandic waters: have recent environmental changes had an effect? *Frontiers in Ecology and Evolution* 3. 1-18.
- 38 Jóhann G. Þorbjörnsson, Erlingur Hauksson, Guðjón Sigurðsson, Sandra Granquist. 2017. Aerial census of the Icelandic harbour seal (*Phoca vitulin*) population in 2016: Population estimate, trends and current status / Landselstalning 2016: Stofnstærðarmat, sveiflur og ástand stofns. Haf- og vatnarannsóknir 9. 1-22.
- 39 Arnþór Garðarsson. 2006. Nýlegar breytingar á fjölda íslenskra bjargfugla. *Bliki* 27. 13-22.
- 40 Þorkell L. Þórarinsson, Böðvar Þórisson & Erpur S. Hansen. 2014. Farhættir og vetrarstöðvar íslenskra svartfugla. *Veiddidagbók Umhverfisstofnunar*: 18. 40-43.
- 41 Erpur S. Hansen. 2016. Neikvæð fylgni lundaveiði við sjávarhita í 135 ár. Fyrirlestur fluttur á málstofu um „Áhrif loftslagsbreytinga á lífríki sjávar og sjávarútveg“ 18. mars 2016.
- 42 Kristján Lilliendahl, Erpur S. Hansen, Valur Bogason, Marinó Sigursteinsson, Margrét L. Magnúsdóttir, Páll M. Jónsson, Hálfán H. Helgason, Gísl J. Óskarsson, Pálmi F. Óskarsson & Óskar J. Sigurðsson. 2013. Viðkomubrestur lunda og sandsílis við Vestmannaeyjar. *Náttúrufræðingurinn* 83. 65-79.
- 43 Silva, T., Ástþór Gíslason, Licandro, P., Guðrún Marteinsdóttir, Ferreira, A.S.A., Kristinn Guðmundsson & Ólafur S. Ástþórsson. 2014. Long-term changes of euphausiids in shelf and oceanic habitats southwest, south and southeast of Iceland. *Journal of Plankton Research* 36. 1262-1278.