

Júní 2021



# Hvítbók um aðlögun að loftslagsbreytingum

## Drög að stefnu

## Hvítbók um aðlögun að loftslagsbreytingum — Drög að stefnu

Unnið af: Starfshóp um stefnu stjórnvalda varðandi aðlögun að loftslagsbreytingum.

Ábyrgð: Umhverfis- og auðlindaráðuneytið

Umhverfis- og auðlindaráðuneytið

Skuggasund 1

101 Reykjavík

uar@uar.is

Júní 2021 | ISBN 978-9935-9610-0-6

©2021 Umhverfis- og auðlindaráðuneytið

# Efnisyfirlit

Samantekt .....	5
1. Inngangur — verkefni starfshóps og verklag .....	6
2. Kynning á viðfangsefninu og yfirlit yfir áhrif loftslagsbreytinga á náttúrupætti.....	9
2.1 Um viðfangsefni stefnunnar.....	9
2.2 Áhrif loftslagsbreytinga á náttúrupætti .....	10
2.3 Sviðsmyndir fyrir loftslagsbreytingar og áhrif þeirra .....	14
2.4 Um áhættu, áhættumat og áhættustýringu .....	15
2.5 Kerfislæg áhætta: afleidd áhrif loftslagsbreytinga.....	16
3. Tillaga að grunnammiðum og gildum aðlögunarstefnu .....	18
4. Náttúruvá.....	20
5. Skipulagsmál .....	24
6. Vatn og fráveitur .....	28
7. Orka og orkumál .....	36
8. Samgöngur .....	40
9. Atvinnuvegir .....	43
9.1 Atvinnulíf.....	43
9.2 Sjávarútvegur og fiskeldi í sjó.....	44
9.3 Landbúnaður .....	45
9.4 Ferðapjónusta .....	47
9.5 Vátrygginga- og fjármálastarfsemi .....	50
10. Lýðheilsa.....	56
11. Þjóðarhagur, vinnumarkaður og félagslegir innviðir .....	58
12. Samhæfing aðlögunarvinnu.....	61
12.1 Yfirlit yfir núverandi stofnanagerð .....	61
12.2 Samhæfing rannsókna og upplýsingagjafar .....	64

12.3 Samhæfing vinnu við útfærslu og framkvæmd aðgerða og almenn markmið þvert á samfélagsskipan.....	64
12.4 Skipulag og stöðumat aðlögunarvinnu.....	66
13. Næstu skref.....	68

# Samantekt

Hvítbókin inniheldur umfjöllun um aðlögun að loftslagsbreytingum og tillögu að grunn-gildum og grunnmarkmiðum stjórnvalda vegna hennar auk sértækra markmiða fyrir tiltekna málaflokka og samhæfingu aðlögunarvinnu.

Aðlögun að loftslagsbreytingum felur í sér aðgerðir sem snúa að því að auka viðnámsþrótt samfélagsins gagnvart áhrifum og afleiðingum loftslagsbreytinga. Slíkar aðlögunaraðgerðir geta haft samlegð með öðrum loftslagsaðgerðum sem miða að því að auka kolefnisbindingu eða samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda en hafa það ekki að meginmarkmiði.

Í 5. gr. a laga um loftslagsmál nr. 70/2012 segir að ráðherra láti vinna áætlun um aðlögun íslensks samfélags að loftslagsbreytingum og setji reglugerð um gerð og eftirfylgni hennar. Hvítbók um aðlögun að loftslagsbreytingum er undanfari stefnu sem verður grundvöllur þeirrar áætlanagerðar sem mælt er fyrir í lögum.

Athyglinni er fyrst beint að viðfangsefninu aðlögun að loftslagsbreytingum, áhrifum þeirra og þeirri náttúruvá sem þeim fylgja. Þá er fjallað um mismunandi þætti samfélagsins þar sem aðlögunar kann að vera þörf: skipulag, vatn og fráveitur, orkumál, samgöngur, atvinnuvegi, þjóðarhag, lýðheilsu og félagslega innviði. Að lokum er farið yfir núverandi stofnanagerð, samþættingu aðlögunarvinnu og næstu skref.

Aðgerðir til aðlögunar að loftslagsbreytingum, líkt og mótvægisaðgerðir vegna losunar, verða til í gegnum margþætt ferli rannsókna, vöktunar, greiningar, stjórnsýslu, ákvarðanatöku, útfærslu, framkvæmda, stöðutöku og endurmats.

Ákvarðanataka og aðgerðir eiga að byggja á bestu fáanlegu vísindalegu upplýsingum og fela í sér að tekið sé tillit til áhættumats og viðmiða um ásættanlega áhættu fyrir samfélag og lífríki frammi fyrir loftslagsbreytingum.

Mikilvægt er að samhæfa skilning hinna ýmsu aðila sem koma að aðlögunarvinnu á markmiðum aðlögunar og samhliða því tryggja aðkomu almennings, atvinnulífs og félagasamtaka og eflingu nærsamfélags við skipulag, skilgreiningu og framkvæmd aðgerða.

# 1. Inngangur — verkefni starfshóps og verklag

Með skipunarbréfi í október 2020 fól umhverfis- og auðlindarráðherra starfshópi að vinna tillögu að stefnu stjórnvalda um aðlögun íslensks samfélags að loftslagsbreytingum.

Í starfshópinn voru skipuð:

- Halla Sigrún Sigurðardóttir, umhverfis- og auðlindaráðuneyti — formaður
  - Ágúst Gunnar Gylfason, almannavarnadeild ríkislögreglustjóra
  - Árni Snorrason, Veðurstofa Íslands
  - Árni Freyr Stefánsson, samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneyti
  - Erla Sigríður Gestsdóttir, atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneyti (skrifstofa orku, iðnaðar og viðskipta)
  - Eygerður Margrétardóttir, Samband íslenskra sveitarfélaga
  - Guðmundur J. Óskarsson, Hafrannsóknastofnun
  - Henný Hinz, forsætisráðuneyti
  - Hrafnhildur Bragadóttir, Skipulagsstofnun
  - Lára Jóhannsdóttir, Háskóli Íslands (umhverfis- og auðlindafræði)
  - Þorsteinn Sigurðsson, atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneyti (skrifstofa sjávarútvegsmála)
- Starfsmaður hópsins var Halldór Björnsson, Veðurstofu Íslands.

Í vinnuferlinu voru fleiri þátttakendur kallaðir til:

- Ásta Þorleifsdóttir, samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneyti
- Gígja Gunnarsdóttir, Embætti landlæknis
- Guðmar Guðmundsson, Veðurstofa Íslands
- Jón Þrándur Stefánsson, atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneyti (skrifstofa sjávarútvegsmála)
- Magnús Örn Agnesar Sigurðsson, umhverfis- og auðlindaráðuneyti
- María Reynisdóttir, atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneyti (skrifstofa ferðamála og nýsköpunar)

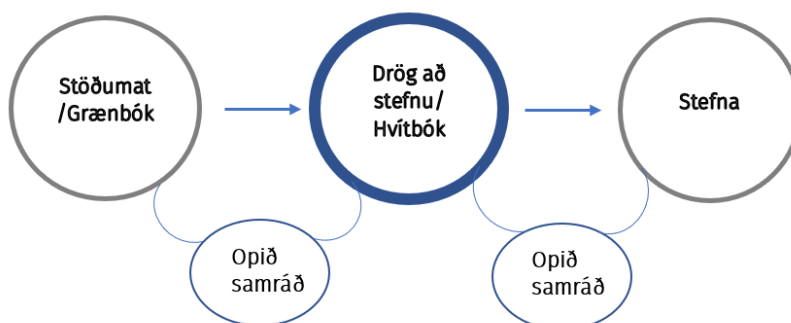
Við skipulag og afmörkun verkefnisins var strax ljóst að það þyrfti að vinna í nokkrum áföngum. Fyrst þyrfti að ná utan um þá vinnu sem þegar hefur átt sér stað í aðlögun hjá ýmsum aðilum, síðan þyrfti að gera grein fyrir geirum í samfélaginu þar sem aðlögun gæti verið nauðsynleg en frekari greiningar á áhrifum vantar.

Á grundvelli þessa er markmiðið hér að gera tillögu að stefnu í málaflokknum. Í 5. gr. a laga um loftslagsmál nr. 70/2012 segir að ráðherra láti vinna áætlun um aðlögun íslensks samfélags að loftslagsbreytingum og setji reglugerð um gerð og eftirfylgni hennar. Vinna að stefnu er því undanfari reglugerðar og áætlunar um aðlögun að loftslagsbreytingum. Gert er ráð fyrir að stefna verði unnin síðsumars en frekari vinna við reglugerð og áætlanagerð hefjist í framhaldinu.

Á Íslandi hefur þegar töluvert verið gert og greint á sviði aðlögunar þó að við séum eftirbátar annarra þjóða við að setja fram formlega stefnu. Vísindanefndir, skipaðar af umhverfis- og auðlindaráðherra, hafa gefið út þrjár vandaðar vísindaskýrslur um áhrif loftslagsbreytinga og Loftslagsráð gaf út umræðuskýrsluna „Að búa sig undir breyttan heim: aðlögun vegna loftslagsvárs í ljósi stefnumótunar og stjórnarháttanna“ árið 2020. Í þessu verkefni hefur verið stuðst við þessa fyrri vinnu líkt og afurðir hennar samsvari grænbók um aðlögun að loftslagsbreytingum, þ.e. að í fyrri skýrslum felist stöðumat og kortlagning á leiðum að árangri en þar er einnig dregin upp mynd af aðlögunarvinnu í nágrannalöndum. Efni þessara skýrslna varð til í virku samráði og rýni fagaðila þó svo að skýrslurnar hafi ekki farið í opið samráð. Til viðbótar hafa nokkur fyrirtæki og sveitarfélög gefið út aðlögunarstefnu fyrir starfsemi sína.

Eftirfarandi tillaga um stefnu stjórnvalda eða hvítbók varðandi aðlögun að loftslagsbreytingum skal undirbyggja gerð stefnu og síðan heildstæðrar áætlunar og ákvarðar því markmið stefnunnar, umfang hennar, eftirfylgni og stofnanagerð.

Til útskýringar er rétt að taka fram að í hvítbókarvinnu, eða við gerð draga að stefnu, er markmiðið umfjöllun og ákvörðun um framtíðarsýn, markmið og árangur, ávinning, sjónarmið og gildi sem byggt skal á. Hvítbók er síðan lögð fram í opið samráð og hvatt til umræðu um stefnuna og möguleg áhrif á íslenskt samfélag til skemmri eða lengri tíma. Að loknu samráði er farið yfir helstu sjónarmið sem fram koma í umsagnarferli áður en hin endanlega stefna er útfærð.



Mynd 1. Dæmi um feril stefnumótunar samkvæmt Stefnuráði Stjórnarráðsins.

Starfshópurinn hittist á 12 formlegum fundum frá desember 2020 til maí 2021 til að vinna að hvítbókinni. Auk þess hittust hlutar hópsins á vinnufundum þess á milli. Áhersla var lögð á samráð og vinnuhópar fyrir hvern undirkafla voru eftir atvikum í samráði við hagaðila. Þó að leitast hafi verið við að hafa sem víðtækast samráð varð ljóst í vinnuferlinu að þörf væri á frekara samráði við áætlanagerð. Hluti af aðlögunarvinnunni fram undan þarf því að snúa að því að viðhalda breiðu samráði.

Við gerð þessa skjals var horft til sambærilegra tillagna og skjala frá nágrannalöndum okkar. Aðlögun er mjög víðfeðmt viðfangsefni og kaflaskiptingin endurspeglar hvorki tæmandi lista atriðaflokka sem tengjast aðlögun né nákvæma fyrirmynd að skiptingu flokka við áætlanagerð. Nefna má þætti líkt og tegundir aðlögunaraðgerða (t.d. náttúrumiðaðar lausnir), málaflokka (t.d. mannvirkjagerð og sveitarstjórnarmál) og áhrifaþætti (t.d. aukna úrkomuákefð) sem skjóta upp kollinum þvert á kafla þó að tilefni gæti verið til að skoða þá sérstaklega á síðari stigum líkt og við áætlanagerð.



## 2. Kynning á viðfangsefninu og yfirlit yfir áhrif loftslagsbreytinga á náttúruþætti

### 2.1 Um viðfangsefni stefnunnar

Aðlögun vegna loftslagsvárs er aðskilið verkefni frá aðgerðum til að auka samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda og stuðla að kolefnisbindingu, þótt slíkar mótvægisáðgerðir geti haft samlegð með aðlögunarverkefnum. Hvað aðlögun varðar er ljóst að samfélagsleg áhrif loftslagsbreytinga og viðbrögð við þeim verða nokkur, bæði vegna kostnaðar við aðlögun og mótvægisáðgerðir, auk beinna afleiðinga sem ekki verða umflúnar.

Aðlögun snýr að því að búa samfélög undir að takast á við afleiðingar loftslagsbreytinga og tekur einnig til aðgerða sem stuðla að vörnum gagnvart þeim. Þannig þarf t.d. bæði að gæta þess hvar byggð er skipulögð til framtíðar m.t.t. aukinnar tíðni náttúruvárs sem rekja má til loftslagsbreytinga og einnig að vinna að því að verja innviði gegn slíkri áhættu. Einnig er horft til afleiddra áhrifa loftslagsbreytinga og t.a.m. breytinga utan Íslands sem hafa áhrif hér á landi.

Þrátt fyrir að Ísland hafi ekki sett sér aðlögunarstefnu áður hefur vinna þó þegar átt sér stað innan sumra geira. Þannig hefur orkugeirinn árum saman tekið tillit til mögulegra áhrifa loftslagsbreytinga við skipulagningu verkefna og sama gildir að einhverju leyti um aðra geira, s.s. samgöngugeirann. Til framtíðar ætti vinna við aðlögun að eiga sér stað víðs vegar í samfélaginu, innan mismunandi stjórnvalda, fyrirtækja og á meðal félagasamtaka og almennings. Til að svo geti orðið er mikilvægt að stjórnvöld marki sér stefnu vegna aðlögunar samfélags að loftslagsbreytingum til að sinna heildstæðu utanumhaldi aðlögunarvinnu og gerð landsáætlunar.

Aðlögun er gert hátt undir höfði í Parísarsamningnum með það að markmiði að auka aðlögunargetu, styrkja viðnámsþrótt gegn loftslagsbreytingum og draga úr varnarleysi gagnvart afleiðingum loftslagsbreytinga. Til þess að ná þessu markmiði stefna aðildarríkin að því að setja fram áætlanir um aðlögun og standa skil á þeim til skrifstofu Loftslagssamningsins (UNFCCC). Áætlanir skulu byggja á mati á áhrifum loftslagsbreytinga og aðlögunargetu.

Að auki er í Parísarsamningnum hvatt til þess að svæðisbundnar jafnt sem alþjóðlegar fjármálastofnanir geri grein fyrir því hvernig þær hyggjast styðja við aðlögun og einnig eru þróuð lönd hvött til þess að auka það fjármagn sem ætlað er til aðlögunar í þróunarlöndum [1, 2].

Aðlögunaraðgerðir á Íslandi hafa hingað til verið takmarkaðar og þ.a.l. hafa upplýsingar Íslands í reglulegri skýrslugjöf til samningsins um aðlögun verið samsvarandi [3].

#### Um aðlögunaraðgerðir úr 7. gr. Parísarsamningsins:

„... aðlögunaraðgerð ætti að fylgja aðferð sem er landsmiðuð, þar sem tekið er tillit til kynjasjónarmiða, sem byggist á þátttöku og er fyllilega gagnsæ, að teknu tilliti til viðkvæmra hópa, samfélaga og vistkerfa, og ætti að byggja á og fylgja bestu, fyrirliggjandi vísindum og, eins og við á, hefðbundinni þekkingu, þekkingu frumbyggja og staðbundnum þekkingarkerfum, með það fyrir augum að samþætta aðlögun við viðeigandi félagsleg og hagræn og umhverfisleg stefnumál og aðgerðir, eins og við á.“

Kassi 1. Um aðlögunaraðgerðir í Parísarsamningnum.

#### Heimildir

[1] Parísarsamningurinn (2015). Þingskjal 1625 — 858. mál á 145. löggjafarþingi. <https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/Par%3%adsarsamningurinn.pdf>

[2] Paris Agreement work programme (2018). FCCC/PA/CMA/2018/3/Add.1, Decision 9/CMA.1: <https://unfccc.int/documents/193407>

[3] Landsskýrsla Íslands til Loftslagssamningsins (2018). [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Iceland\\_NC7\\_BR3\\_2018\\_Final\\_I.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Iceland_NC7_BR3_2018_Final_I.pdf)

## 2.2 Áhrif loftslagsbreytinga á náttúrupætti

Í skýrslu vísindanefndar um loftslagsbreytingar frá 2018 er farið yfir helstu afleiðingar loftslagsbreytinga á náttúrupætti og samfélög. Hér fyrir neðan eru helstu atriði tengd náttúrunni (eðlisþáttum og lífríki) endurtekin en betur er fjallað um áhrif á samfélög í köflum hvers geira.

Í skýrslunni kemur fram að á tímabili samfelldra mælinga (frá um 1830) til 2015 hlýnaði að jafnaði um tæplega 0,8°C á öld, eða um ríflega 1,4°C á tímabilinu. Hlýnunin var ekki samfelld, hún var áköfust fyrir miðbik 20. aldar og svo aftur í lok hennar, en eftir miðbik síðustu aldar og út 8. áratuginn kólnaði. Á tímabilinu 1980—2015 hlýnaði um tæplega 0,5°C á áratug, mest vestan og norðvestan til á landinu, og á sama tíma jókst ársúrkoma frá um 1500 mm í 1600—1700 mm.

Íslenskir jöklar náðu flestir mestu útbreiðslu á nútíma í lok 19. aldar en hafa síðan hopað og dregist saman að flatarmáli um nálægt 2000 km<sup>2</sup>. Á 21. öld nemur samdrátturinn rúmlega 500 km<sup>2</sup> eða um 0,35% á ári. Miklar breytingar hafa orðið á afrennslisleiðum frá jöklum, t.d. rennur nú allt vatn sem kemur undan Skeiðarárjökl í Gígjukvísl, í stað þess að renna til sjávar í nokkrum

aðskildum vatnsföllum, Skeiðará, Gígjukvísl og Núpsvötnum–Súlu. Breytingar hafa víða orðið á jaðarlönnum við jökla, ný lón hafa myndast, sum eldri lón hafa stækkað og önnur horfið.

Mælingar sýna bæði skammtíma- og langtímabreytingar í vatnafari. Á hlyindaskeiði eftir aldamót breytist árstíðasveifla afrennslis þannig að afrennslí að vetri jókst en að sama skapi dró úr vorflóðum. Líkanareikningar benda til þess að þessi breyting árstíðasveiflu haldi áfram ef hlýnar frekar. Gera má ráð fyrir að afrennslí aukist í takt við aukna úrkomu og bráðnun jökla, a.m.k. fram yfir miðja öldina, en fyrst um sinn er líklegt að breyting árstíðasveiflu verði víða greinilegri en aukning afrennslis.

Mælingar sýna að landsig er víða við ströndina vestanlands og fyrir miðju Norðurlandi en inn til landsins er landrís. Frá Austurlandi og vestur eftir suðurströndinni er landrís, mest suðaustanlands. Þar sem land rís hraðast mun afstætt sjávarmál falla á öldinni. Bráðnun jökla hefur í för með sér breytingu á þyngdarsviði næst jökluum sem dregur úr hækkun sjávar þar, en hækkun sjávarborðs fjær íshvelinu verður því meiri. Bráðnun Grænlandsjökuls dregur því úr hækkun sjávar hér við land, en bráðnun á Suðurskautslandinu hækkar sjávarstöðu við landið.

Líklegt er að hækkun sjávarstöðu hér við land verði á bilinu 30–40% af hnattrænni meðalhækkun. Óvissumörk eru rífleg og hefur bráðnun íss á Grænlandi og Suðurskautslandi ráðandi áhrif á þetta hlutfall, aukið massatap á Suðurskautslandi gæti bætt tugum sentimetra við hækkun hér við land á öldinni. Langtímahækkun sjávarstöðu virðist óumflýjanleg víðast hvar við ströndina nema á Suðausturlandi.

Breytileiki í hafi umhverfis Ísland, bæði milli ára og áratuga, tengist víðáttumiklum veðurfarsveiflum í Norður-Atlantshafi. Síðustu tvo áratugi hafa hiti og selta sjávar umhverfis Ísland oftast verið um og yfir meðaltali. Breytingar á ástandi sjávar hafa á undanförunum áratugum haft veruleg áhrif á vistkerfi sjávar. Líklegt er að breyttar umhverfisaðstæður skýri að hluta breytingar í stofnstærð og útbreiðslu sumra uppsjávarfiska, sérstaklega loðnu, makríls og sandsílis. Þá hefur makríls gætt í auknum mæli innan íslenskrar lögsögu. Stofnar suðlægari þorskfiskategunda (t.d. ýsu, spærlings og lýsu) hafa stækkað og útbreiðslusvæði þeirra hliðrast til norðurs. Á hlyndatímabilinu sem hófst rétt fyrir aldamót hefur hrygningarstofn þorsks stækkað stöðugt og hefur hann ekki verið stærri í um 40 ár. Líklegt er að þorskurinn sé á kjörsvæði sínu og því vel aðlagður til að takast á við umhverfisbreytingar sem átt hafa sér stað.

Breytingar sem hafa orðið á útbreiðslu og fjölda nokkurra hvalategunda í hafinu kringum Ísland og fækkun á landsel og útsel á liðnum árum eru taldar tengjast breyttum fæðuskilyrðum á landgrunninu við Ísland. Fækkun hefur orðið í flestum sjófuglastofnum og líklega stafar hún af breyttum skilyrðum, þ.e. breytingum í stofnum uppsjávarfiska (loðnu, sandsíli) og dýrasvífs. Breytingar sem á undanförunum árum hafa átt sér stað í vistkerfi sjávar má að verulegu

leyti rekja til hlýinda síðustu áratuga. Til þessa er mjög erfitt að aðgreina náttúrulegan breytileika frá áhrifum hnattrænnar hlýnunar í hafinu umhverfis Ísland. Vistkerfi sjávar bregst við hlýnun óháð orsökum.

Vegna aðstæðna í hafinu er súrnun sjávar miklu örari hér nyrst í Atlantshafi en að jafnaði í heimshöfunum. Kalkmyndandi lífríki er talið einkar viðkvæmt fyrir áhrifum súrnunar. Vegna eiginleika sjávar og lágs sjávarhita er kalkmettunarstig í hafinu við Ísland og í Norðurhöfum almennt náttúrulega lágt. Við þessar aðstæður leiðir súrnun fyrr til undirmettunar kalks heldur en að jafnaði í heimshöfunum. Líklegt er því að neikvæð áhrif súrnunar á lífríki og vistkerfi sjávar komi fyrr fram á íslenskum hafsvæðum en að jafnaði í heimshöfunum. Áhrifin geta komið fram, án þess að eftir því sé tekið, hjá tegundum í lífríkinu sem eru ekki nýttar.

Rannsóknir á gróðurfarsbreytingum á Íslandi síðustu áratugi hafa leitt í ljós töluvert mikla aukningu gróðurs á landsvísu frá því um og fyrir 1990. Helstu ástæður þessarar aukningar eru taldir nokkrir samverkandi þættir, s.s. minni sauðfjárbætur á afréttum og láglandi og hlýnun sem eykur vöxt gróðurs en leiðir einnig til hops jökla og þ.a.l. landnáms gróðurs á nýjum svæðum.

Loftslagsbreytingar, hlýnun og aukinn styrkur CO<sub>2</sub> í andrúmsloftinu hafa mikil áhrif á lífsskilyrði plantna og dýra á landi. Aukinn styrkur CO<sub>2</sub> hefur áhrif á framleiðni plantna sem lýsir sér m.a. í meiri vexti þeirra. Loftslagsbreytingar hafa áhrif á ýmsa aðra umhverfisþætti sem hafa síðan áhrif á vistkerfi, valda breytingum á búsvæðum plantna, dýra og fjölbreytni.

Tilraunir hafa sýnt að viðbrögð gróðurlenda við hlýnun eru misjöfn. Í fjalldrapamóum leiðir hlýnun til aukins vaxtar viðarkenndra tegunda á kostnað mosa. Tilraunir í misheitum lækjum sýna að með hlýnun jókst magn þörungna og blágrænna baktería á botni, innflæði næringarefna jókst og breytingar urðu í fæðuvef og vistkerfi lækjanna. Í samanburði við kaldari læki voru tegundirnar færri þótt framleiðnin væri meiri, sem veldur áhyggjum um áhrif loftslagsbreytinga á lífríki ferskvatns á Íslandi. Rekja má mikinn samdrátt í íslenska bleikjustofninum til hlýnunar. Tilraunir sem nýta jarðvegshlýnun frá heitum berggrunni til að rannsaka áhrif hlýnunar á þurrlendisvistkerfi sýna að vistkerfin hafa umtalsvert þol gagnvart hlýnun, um rúmlega 5°C, en þegar hlýnunin fer upp fyrir þau mörk „hrynja“ þau hins vegar.

Merkja má áhrif hlýnunar á margar fuglategundir á Íslandi, útbreiðslumörk breytast og breytingar verða á búsvæðum. Tíðni landnáms nýrra fuglategunda hér á landi jókst þegar leið á 20. öldina, en haftyrdill, sem er hánorræn tegund, hætti að verpa á landinu. Komu- og varptími sumra farfugla breyttist í takt við hlýnun, en breyttur varptími getur haft áhrif á afkomu margra fuglategunda. Varpfuglum í sjófuglabyggðum við norðanvert Atlantshaf hefur fækkað verulega frá síðustu aldamótum og flestir sjófuglastofnar virðast fara minnkandi, en héraendis hafa slíkar breytingar verið sérstaklega áberandi síðustu 10–15 árin.

Áhrif loftslagsbreytinga á íslensk spendýr eru í flestum tilvikum óbein og tengjast fyrst og fremst breytingum á fæðuframboði. Gera má ráð fyrir að fækkun í sjófuglastofnum hafi áhrif á afkomu refa, sérstaklega á þeim svæðum þar sem sjófuglar eru stór hluti fæðunnar. Aukið og breytt gróðurfar samhliða hlýnun og skógrækt hefur leitt til breytinga á útbreiðslu smádýra (skordýra og annarra hryggleysingja) og víða sjást merki um landnám nýrra tegunda.

Hlýnandi loftslag mun auðvelda ýmsum tegundum dýra og plantna, þ.m.t. lífverum sem valda sjúkdómum, s.s. sníkjudýrum og örverum, að nema hér land og einnig hafa áhrif á útbreiðslu framandi ágengra tegunda sem fyrir eru í landinu, sem eykur skaðsemi þeirra. Mikilvægt er að fyllstu varúðar sé gætt við innflutning, notkun og dreifingu á framandi lífverum. Aðgerðir vegna loftslagsbreytinga verða að taka tillit til verndunar líffræðilegrar fjölbreytni.

Nýlegar rannsóknir sýna þó að vaxtartími úthaga færast fram um 16 daga fyrir hverja 1°C hækkun í meðaljarðvegs- og lofthita vormánaða. Þá hækkaði meðalgrænkuðuðull (e. NDVI) Íslands um 80% milli 1982 og 2010 og aukin gróska í úthaga hefur væntanlega aukið beitarþol landsins á mörgum svæðum á síðustu áratugum. Tilraunir frá 1987 til 2014 sýna að kornuppskera var 134% meiri á hvern hektara í hlýjustu árunum miðað við þau köldustu.

Margar nýjar rannsóknir sýna að bæði ræktaðir og náttúrulegir skógar vaxa nú umtalsvert betur en fyrir 1990. Flatarmál birkiskóga og birkikjarrs hefur aukist um 9% á landsvísu með sjálfsáningu frá 1989, en slík aukning í skógarþekju á sér stað víða á norðurheimskautssvæðinu. Í hlýindum síðustu áratuga jókst tíðni landnáms nýrra meindýra sem eru skaðleg fyrir trjárækt en skemmdirnar eru enn litlar á landsvísu miðað við vaxtaraukningu skóga á sama tíma.

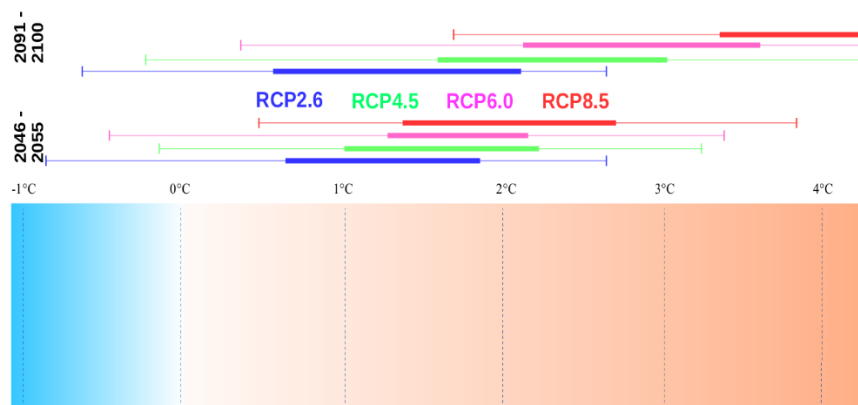
Hlýrri sumur og lengri vaxtartími þýða að uppskera af hverri einingu ræktarlands mun væntanlega aukast í hefðbundnum landbúnaði, garðyrkju og skógrækt, en vetrarhlýindi og vorhret munu áfram takmarka ræktun fjölærra eða vetrareinærra fódurjurta og skógartrjáa. Sumareinærar tegundir, s.s. bygg, hafrar og einær nepja, einær repja og sumarhveiti, geta haslað sér völl hér á næstu áratugum. Innri breytileiki veðurfars þýðir að kalár og búsifjar í jarðrækt, skógrækt og garðyrkju munu áfram eiga sér stað á næstu áratugum. Auknir þurrkar yfir vaxtartímann vegna meiri breytileika í úrkomu verða hugsanlega meira vandamál fyrir ræktun hér en verið hefur á síðustu áratugum.

Þó að hlýnun hér á norðurslóðum fylgi almennt aukin gróska eru einnig í náttúrunni ýmis ferli sem hlýnun og/eða gróðurbreytingar geta magnað og geta haft mikil og óvænt áhrif á bæði ræktarland og útjörð. Dæmi sem eru þegar farin að koma í ljós hérlendis eru aukin tíðni skordýraplága, breytingar á fartíma og beitarhegðun gæsa og álfta, og umfangsmiklir gróðureldar. Brynt er að auka rannsóknir á samspili loftslags og landnýtingar, þannig að traustari grunnur fái til að laga sjálfbæra nýtingu að breyttum aðstæðum.

## 2.3 Sviðsmyndir fyrir loftslagsbreytingar og áhrif þeirra

Þegar fengist er við áskoranir þar sem veruleg óvissa er um þróun er gagnlegt að hafa í huga sviðsmyndir um mögulega þróun. Þó að sviðsmyndir eigi að spanna róf mögulegrar þróunar er ekki lagt mat á hver þeirra sé líklegust til að ganga eftir. Slíkar sviðsmyndir geta byggt á líkanareikningum um framvindu loftslagsbreytinga eða mati sérfróðra aðila um mögulega þróun. Í þeim tilvikum er mikilvægt að gerð sviðsmynda sé gagnsæ og að um vinnulag ríki sátt. Hvað umfang loftslagsbreytinga varðar notaðist skýrsla vísindanefndar (2018) við úttekt á sviðsmyndum fyrir Ísland og nágrenni byggt á fjórum losunarsviðsmyndum IPCC og sem reiknaðar voru í alþjóðlegu samstarfsverkefni sem kallast CMIP5 (sjá kafla 4 í skýrslunni). Þessar fjórar sviðsmyndir (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 og RCP8.5) lýsa mismikilli losun gróðurhúsalofttegunda og hækkar talan eftir því sem losunin og aukning gróðurhúsaáhrifa er meiri. Í skýrslunni eru töflur sem sýna mat á hlýnun og úrkomubreytingar fyrir hverja sviðsmynd við miðbik aldarinnar og í lok hennar. Hlýnun samkvæmt þessum töflum er dregin saman á mynd 2, þar sem hlutfallsmörk hlýnunar fyrir hverja sviðsmynd (5%–95% fíndregin og 25%–75% breiðari lína) eru sýnd á efri hluta myndarinnar (efst, fyrir lok aldarinnar og miðbik aldarinnar þar fyrir neðan).

Neðst á myndinni eru litaðir dálkar þar sem merkja má inn fyrir hvern geira þær líklegu afleiðingar sem hægt er að tengja við ákveðna hlýnun. Stefnan er miðuð við líklegar loftslagsbreytingar en ekki tilteknar sviðsmyndir, þótt þær gefi hugmynd um hvers sé að vænta.



Mynd 2. Hlýnun til loka aldarinnar samkvæmt RCP-sviðsmyndum IPCC (efst) miðuð við meðaltal árána 1986–2005. Fíndregnar línur sýna 5%–95% bilið sem hlýnun líkana liggur á, þykkari línur sýna 25%–75% og hver sviðsmynd hefur sinn lit. Niðurstöður fyrir miðbik aldarinnar eru sýndar fyrir neðan. Neðsta myndin sýnir dálka þar sem merkja má inn einstakar afleiðingar.

## 2.4 Um áhættu, áhættumat og áhættustýringu

Áhrif loftslagsbreytinga fela í sér ýmsa röskun og hættu fyrir samfélög. Meta þarf líkur á röskun og hversu skaðleg eða hættuleg hún geti verið, þ.e. áhættu vegna áhrifa loftslagsbreytinga, og kallast það þá áhættumat. Það byggir á sviðsmyndum og lestri þeirra sem og frekari greiningum eftir samhengi. Stjórnvöld þurfa að gæta þess að ákvarðanatöku sem snertir loftslagstengda áhættu byggir á góðum upplýsingum, greiningu og áhættumati.

Tryggja þarf aðgengi að loftslagsþjónustu sem veitir upplýsingar og aðstoð við vinnslu áhættumats. Við ákvörðun áhættu skal líta til tíðni hennar og umfangs, óvissu hennar og breytileika og taka til greina hagræna og félagslega þætti mögulegrar röskunar.

Enn fremur skal við stefnumótun, áætlanagerð og ákvarðanatöku sem hefur snertifleti við loftslagstengda áhættu kynna sér eða láta gera mat á áhættu svo hægt sé að draga úr henni fyrir samfélagið. Ákvörðun sem byggir á áhættumati er hluti af áhættustýringu og felur í sér áhættuviðmið, þ.e. ákvörðun um ásættanlega áhættu. Þótt slík ákvörðun skuli byggja á bestu fáanlegu upplýsingum og vísindalegri þekkingu felur hún í sér huglægt mat og er því stjórnmalalegs eðlis.

### Ásættanleg áhætta

Áhættustýring byggir ekki einungis á áhættumati heldur einnig mótun viðmiða um ásættanlega áhættu. Slík viðmið eiga við um áhrif loftslagsbreytinga á byggð, mannvirki, lífríki og samfélag. Ásættanleg áhætta er í eðli sínu huglægt mat, á hverjum stað og tíma, því að hún er sú áhætta sem samfélag telur ásættanlega miðað við félags-, efnahags-, stjórn mála-, menningar-, tækni- og umhverfislegar aðstæður. Sú leið sem valin er verður því ávallt pólitísk ákvörðun.

Kassi 2. Um ásættanlega áhættu.

Þegar áhætta er ekki þekkt, um hana ríkir umtalsverð óvissa eða hugtakið nýtist illa til þess að lýsa tilteknum áhrifum loftslagsbreytinga getur reynst erfitt eða óhentugt að stýra henni. Því er mikilvægt að samhliða ákvarðanatöku byggðri á áhættumati hugi stjórnvöld að umræðu, uppbyggingu og úrræðum sem auka viðnámsþrótt samfélaga og lífríkis gagnvart áhrifum loftslagsbreytinga, t.d. almennri og sértækri fræðslu um mögulegar afleiðingar, greiningum á stöðu viðkvæmra hópa og úrræðum vegna atvinnumissis eða annarra illa fyrirséðra afleiðinga þar sem loftslagsbreytingar kunna að vera orsakapáttur.

## 2.5 Kerfislæg áhætta: afleiðd áhrif loftslagsbreytinga

Áhrif loftslagsbreytinga eru mjög víðfeðm, snerta gjörólík svið og það getur verið mikil áskorun að rekja hvernig áhættuþættir tengjast. Slík vandamál eru oft kölluð illvíg vandamál því að það getur verið mjög erfitt að ná tökum á þeim [1]. Áhætta vegna loftslagsbreytinga nær yfir mörg svið, frá einstaklingum, fyrirtækjum, stofnunum og nærsamfélögum yfir í samfélags- og efnahagskerfi, lífríki og vistkerfi og getur jafnvel verið tilvistarlegs eðlis [2]. Ótal tengingar eru á milli ólíkra þátta og kerfa og þegar greint er hvernig áhrif loftslagsbreytinga geta hrint af stað keðju atburða er unnið með kerfislæga áhættu. Hún getur náð til ýmissa náttúrulegra kerfa og flestra kerfa þjóðfélagsins, opinberra aðila sem og atvinnulífs. Oft eru fjármálakerfi, upplýsingakerfi og aðfangakeðjur nefnd sem dæmi. Kerfisáhætta getur raungerst þegar tiltekinn atburður sem getur verið einhvers konar stofnanabrestur, efnahagslegt áfall, t.d. faraldur eða náttúruhamfarir, reynist vera vendipunktur sem setur í gang keðju atburða og hefur í för með sér alvarlegar og víðtækar umhverfis-, efnahags-, félags- og/eða tæknilegar afleiðingar [3]. Áhættan getur orsakast af ytri þáttum eða áhættu sem raungerist innan kerfis [4].

Aukin eða vaxandi kerfisáhætta eykur líkur á að neikvæðar afleiðingar verði slíkar að einstakir aðilar innan kerfisins fái ekki rönd við reist [5]. Tengd kerfisáhætta eru síðan kerfi sem talin eru of mikilvæg til að falla, t.d. orkukerfi eða fjármálakerfi [6, 7]. Engu að síður eru ýmög dæmi þess að slík kerfi bili [8], jafnvel kerfi þar sem skilgreindar hafa verið áreiðanlegar stofnanir sem eigi að stýra flóknum kerfum, t.d. orkuframleiðslu, orkudreifingu, fjármálakerfum, samskiptakerfum eða flóknum upplýsingatæknikerfum [9]. Þegar teknar eru ákvarðanir um áhættumiklar fjárfestingar, t.d. um byggingu flugvalla, hafnarmannvirkja, jarðganga, virkjana o.p.h., þarf að taka kerfislæga áhættu með í reikninginn [8] og huga sérstaklega að samspili framkvæmdarinnar við kerfislæga áhættu, hvort hún hafi áhrif á áhættumat vegna framkvæmdarinnar eða jafnvel hvort framkvæmdin auki kerfislæga áhættu.

Áhættustýring í ljósi kerfislægrar áhættu er veruleg áskorun en ýmsar aðferðir hafa verið notaðar til þess að nálgast slíkar ákvarðanir. Sem dæmi má nefna áreiðanlega ákvarðanatöku sem velur þá kosti sem reynast vel fyrir margar ólíkar sviðsmyndir og einnig ákvarðanatöku sem forgangsraðar sveigjanlegum kostum sem hægt að breyta ef þörf gerist eða hafa a.m.k. ekki í för með sér skaðlegar afleiðingar ef þeir bregðast [10].

### Heimildir

[1] Batie, S. S. (2008). Wicked Problems and Applied Economics. *American Journal of Agricultural Economics* 90(5):1176-1191. 10.1111/j.1467-8276.2008.01202.x

[2] Johannsdóttir, L. og Cook, D. (2019). Systemic risk of maritime-related oil spills viewed from an Arctic and insurance perspective. *Ocean & Coastal Management*, 179 (104853), bls. 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104853>



[3] Schwarcz, S. L. (2008). Systemic risk. *The Georgetown Law Journal*, 97(1), bls. 193–249; King, D., Schrag, D., Dadi, Z., Ye, Q. og Ghosh, A. (2015). *Climate Change: A risk assessment*. [Series ed. Hynard, J., & Rodger, T]. Beijing, Delhi, Cambridge (MA), Centre for Science and Policy.

[4] Danielsson, J. og Shin, H. S. (2002). Endogenous Risk. Sótt af <https://www.riskresearch.org/files/DanielssonShin2002.pdf>

[5] Humphreys, A. & Thompson, C. J. (2014). Branding Disaster: Reestablishing Trust through the Ideological Containment of Systemic Risk Anxieties. *Journal of Consumer Research*, 41(4), bls. 877–910.

[6] Lakoff, A. (2010). Our Energy Production System: Too Big to Fail. Sótt af [https://www.huffingtonpost.com/andrew-lakoff/our-energy-production-sys\\_b\\_586119.html](https://www.huffingtonpost.com/andrew-lakoff/our-energy-production-sys_b_586119.html)

[7] Vilhjálmur Árnason, Salvör Nordal og Kristín Ástgeirsdóttir (2010). Siðferði og starfshættir í tengslum við fall íslensku bankanna 2008. (Bindi 8). Reykjavík: Rannsóknarnefnd Alþingis.

[8] Flyvbjerg, B. (2014). What You Should Know About Megaprojects and Why: An Overview. *Project Management Journal*, 45(2), bls. 6–19.

[9] Roberts, K. H. & Bea, R. G. (2001). When System Fails. *Organizational Dynamics*, 29(3), bls. 179–191.

[10] Wong og fl. (2014) Coastal systems and low-lying areas, í *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field og fl. (ritstj.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Bretland og New York, NY, Bandaríkin, bls. 361–409.

**Aðlögun og heimsmarkmiðin**

Stefnumótun vegna aðlögunar að loftslagsbreytingum tekur mið af heimsmarkmiðum Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun. Sérstaklega er stefnt að aðlögun undir markmiði 13, um loftslagsaðgerðir, en loftslagsmálin eru í raun svo nátengd heimsmarkmiðunum að meira og minna öll markmiðin tengjast aðlögunarvinnu með einum eða öðrum hætti. Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna voru samþykkt af fulltrúum allra aðildarríkja Sameinuðu þjóðanna í september árið 2015, þar á meðal Íslands. Heimsmarkmiðin eru margþætt og metnaðarfull og krefjast því þátttöku og samstarfs ólíkra hagsmunaaðila — rétt eins og loftslagsmálin.

Kassi 3. Aðlögun og heimsmarkmiðin.

## 3. Tillaga að grunnmarkmiðum og gildum aðlögunarstefnu

Meginmarkmið þessarar stefnu er að efla viðnámsþrótt íslensks samfélags frammi fyrir loftslagsvá og gera aðlögun að loftslagsbreytingum að föstum þætti í áætlunum og starfsemi hins opinbera, stofnana og fyrirtækja og þekktu viðfangsefni meðal félagasamtaka og almennings. Innleiða þarf hugmyndina um aðlögun að loftslagsbreytingum inn í ákvarðanatöku stjórnvalda og innan viðeigandi geira og atvinnugreina svo greiningar og ákvarðanir taki til loftslagsáhættu og afleiðinga hennar. Eftirfarandi gildi og markmið marka grunnhugsun stefnunnar:

### 3.1 Grunn-gildi

Aðlögunaraðgerðir og önnur vinna er snertir loftslagsvá byggja á:

1. bestu vísindalegu þekkingu og sviðsmyndum, vöktun og rannsóknnum á áhrifum loftslagsbreytinga á samfélag og náttúru;
2. greiningum, áhættumati til skemmri og lengri tíma og sem tekur bæði til beinnar áhættu og kerfislaegrar eða afleiddrar áhættu vegna áhrifa loftslagsbreytinga;
3. skilgreiningum um áhættustýringu þar sem gert er ráð fyrir að viðmið fyrir ásættanlega áhættu fyrir samfélagið séu ákvörðuð á gagnsæjan hátt;
4. sviðsmyndum þar sem m.a. er tekið mið af verstu þróun og félagslegum áhrifum loftslagsbreytinga, sérstaklega fyrir hópa fólks sem eru viðkvæmir fyrir;
5. greiningum á fjárhagslegum og þjóðhagslegum áhrifum;
6. tengslum loftslagsvár við félagslegt réttlæti og lýðheilsu;
7. kerfisbundnu stöðumati á aðlögunarþörf og samráði við alla viðeigandi hagaðila og almenning ásamt alþjóðlegu samstarfi;
8. greiningu á samlegðaráhrifum við mótvægisáðgerðir til að draga úr losun.

## 3.2 Grunnmarkmið

Grunnmarkmið stefnunnar eru að:

1. efla rannsóknir, vöktun og eftirfylgni vegna loftslagsvár;
2. efla greiningu og skipulag vegna aðlögunarverkefna og verkefna sem þarf að vinna m.t.t. loftslagstengdrar áhættu;
3. kortleggja núverandi skipulag vinnu sem getur fallið undir aðlögun að loftslagsbreytingum og útbúa tillögur að aukinni samþættingu og samráði á því sviði og efla samtal;
4. stjórnvöld vinni gerð aðlögunaráætlunar með reglubundnum hætti þar sem settar eru fram aðgerðir til að efla viðnámsþrótt og aðlögunarhæfni íslensks samfélags og lífríkis gagnvart áhrifum loftslagsbreytinga og afleiðingum þeirra;
5. kanna þörf fyrir sértækar aðlögunaráætlanir fyrir t.d. tiltekna geira, atvinnugreinar, sveitarfélög eða landshluta;
6. allar stærri áætlanir ríkisins verði metnar m.t.t. aðlögunar að loftslagsbreytingum;
7. aðlaga markmið stjórnvalda að samfélagslegum áhrifum sem tengjast loftslagsbreytingum, s.s. breytingum á íbúafjölda, búsetumynstri, atvinnutækifærum og matvælaframleiðslu;
8. tryggja nauðsynlegt fjármagn vegna vinnu við aðlögun;
9. skoða lög og regluverk varðandi aðlögun að loftslagsbreytingum;
10. almenningur hafi skilning á mikilvægi aðlögunar að loftslagsbreytingum og aðgengi að upplýsingum vegna hennar.

## 4. Náttúruvá

Margvísleg náttúruvá er viðvarandi á Íslandi og viðbrögð við henni og áhættustýring eru mikilvæg viðfangsefni til að tryggja öryggi almennings. Í áhættuskoðun almannavarna [1] er farið yfir helstu áhættuþætti hvað varðar náttúruvá.

Loftslagsbreytingar munu hafa áhrif á náttúruvá bæði til skamms tíma og langrar framtíðar. Í skýrslu Veðurstofunnar til Þjóðaröryggisráðs um áhættumat vegna loftslagsbreytinga, frá 2019 [2], kemur fram að neikvæðar afleiðingar loftslagsbreytinga eru margvíslegar. Niðurstöðurnar byggja á skýrslu vísindanefndar um loftslagsbreytingar frá 2018 [3] en þar eru nefnd dæmi um atburði sem þegar eru farin að sjást merki um, s.s. aukna ákefð úrkomu, þurrka, flóð og skriðuföll. Einnig kemur fram að tíðni stórviðra kunni að aukast sem gæti leitt til skemmda á byggingum og öðrum mannvirkjum, s.s. vegum og raflinum. Þá er aukin hætta á skriðuföllum og grjóthruni jafnt á byggðu bóli sem á vegum úti bæði vegna breytinga á úrkomu, á sífrera í hlíðum fjalla og hops jökla. Breytingar á gróðurfari, nýtingu lands og úrkomumynstri geta aukið tíðni gróðurelda. Breytingar á árstíðadreifingu úrkomu og hita geta breytt ofanflóðahættu og öðrum flóðum hvað varðar tíðni, umfang og árstíma. Auk þeirrar hættu sem rædd er í skýrslunni til Þjóðaröryggisráðs hafa nýlegar hamfarir einnig leitt í ljós að núverandi innviðir fyrir förgun eða aðra meðhöndlun úrgangs sem getur fallið til vegna ofanflóða ráða illa við umfangsmikið úrgangsmagn sem jafnvel getur innborið einhvers konar mengun. Tryggja þarf að viðunandi farvegur fyrir meðhöndlun sé til staðar fyrir ýmiss konar brak og mengun vegna hamfara. Hækkun sjávarborðs getur leitt til flóða við strendur, einkum þegar lágur loftþrýstingur fellur saman með stórstreymi og álandsvindi. Svæðisbundið landsig eða landris getur einnig verið áhrifaþáttur þegar kemur að sjávarflóðum, en fargléttingu vegna bráðnunar jökla fylgir landris, einkum við suðausturströnd landsins. Þá er mögulegt að fargléttingin leiði til tíðari eldgosa.

Lögum samkvæmt ber almannavörnum að sjá um samhæfingu viðbragða til að takast á við afleiðingar neyðarástands, m.a. vegna náttúruvá „sem kann að ógna lífi og heilsu almennings, umhverfi og/eða eignum“ [4]. Í samvinnu við ríkisvaldið fara sveitarfélög með framkvæmd almannavarna í héraði, þ.m.t. viðbrögð við náttúruvá, meiri sem minni. Loks sinna einkaaðilar og félagasamtök viðbrögðum við ýmiss konar vá sem kann að fylgja ami og tjón.

Það er stefna stjórnvalda í almannavarna- og öryggismálum að efla almannavarnakerfið og stuðla að því að það sé undir það búið að bregðast við atburðum sem verða af völdum loftslagsbreytinga. Þær breytingar á náttúruhamförum sem fylgja loftslagsbreytingum leiða því til þess að endurskoða þarf fyrirliggjandi mat á áhættuþáttum [5]. Í aðgerðaáætlun ríkisins um uppbyggingu innviða er tekið fram að fara skuli yfir „skilgreiningar á

náttúruvá á Íslandi út frá m.a. aukinni hættu á ýmissi vá m.a. vegna veðurfars (öfgar, tíðari stórvíðri), sjávarflóða (hækkun yfirborðssjávar) og gróðurelda“ [6]. Eftirfarandi mynd úr skýrslu Loftslagsráðs um aðlögun sýnir dæmi um loftslagsvá á Íslandi til framtíðar [7].

Dæmi um loftslagsvá á Íslandi til framtíðar		
Dæmi um áhrif	Dæmi um afleiðingar	Dæmi um áhrif á samfélag
Purrkadögum kann að fjölga	Tíðari gróður- og skógareldar	Mannslíf í hættu, mannvirki brenna
Úrkomuákefð eykst	Flóðahætta eykst	Tjón á mannvirkjum og innbúi
Sjávarborðshækkun víða	Flóðahætta eykst	Tjón á mannvirkjum, endurskipulag byggðar
Rúmmál jökla minnkar	Breyting á árfarvegum	Tjón á vegum og brúm
Hlýnun veðurfars	Ágengar teg. lífvera breiðast út	Aukin smitsjúkdómahætta o.fl. ofnæmisvaldar
Bráðnun sífrera	Skriðuföll aukast	Mannslíf í hættu, tjón á mannvirkjum
Súrnun og hlýnun sjávar	Breytingar á lífríki sjávar	Breytt aflasamsetning, minni tekjur af sjávarfangi

Mynd 3. Dæmi um loftslagsvá á Íslandi til framtíðar úr skýrslu Loftslagsráðs.

## Markmið

Tryggja þarf skynsamlegt skipulag og landnýtingu sem er ein mikilvægasta forvörnin til að koma í veg fyrir slys, manntjón og eignatjón vegna náttúruvá. Það byggir m.a. á hættumati og áhættumati þar sem við á. Með slíku verklagi má draga verulega úr tjónnæmi samfélagsins og auka seiglu þess.

Skipulagsstofnun hefur lagt fram tillögu að viðauka við landsskipulagsstefnu 2015–2026, þar sem stefna um loftslagsmál, landslag og lýðheilsu er sett fram [8]. Með þessu er grunnur lagður að því að taka skuli tillit til loftslagsvá í skipulagi byggðar, landnýtingar og umhverfis. Fylgja þarf þessu eftir með laga- og regluverki þannig að markmiðasetningin sé skýr og sveitarfélög hafi bakland til að standa rétt að málum. Laga- og regluverk þarf að taka á hlutverki stofnana og tryggja að eftirfylgni á fyrirkomulagi og framkvæmdum sé skýr.

Segja má að ofanflóð sé sú náttúruvá sem Ísland er komið hvað lengst í að takast á við enda mannskæðust. Undanfarna rúma tvo áratugi hefur Veðurstofa Íslands unnið að áhættumati vegna ofanflóða og liggja nú fyrir skýrslur fyrir nánast alla þéttbýlisstaði landsins þar sem hætta er á ofanflóðum. Til viðbótar hefur verið unnið að úttekt á hættu á ofanflóðum í dreifbýli. Næst þarf að leggja áherslu á skriðuföll, m.a. vegna aukinnar áhættu af völdum loftslagsbreytinga. Lög og reglugerðir hafa verið sett sem stuðla að því að landnýting sé með skynsamlegum hætti. Verklagið sem sett var í upphafi hefur skilað árangri. Á það jafnframt við um utenumhald fjármögnunar verkefna sem snúa að ofanflóðum allt frá áhættumati að forvörnum og uppbyggingu varnarvirkja. Vinna þarf að því að koma allri náttúruvá í sama farveg og gert hefur verið fyrir ofanflóð.

Veðurstofan hóf ásamt Jarðvísindastofnun Háskólans, almannavarnadeild ríkislögreglustjóra, Vegagerðinni og Landgræðslunni vinnu við hættumat vegna eldgosa árið 2012. Veðurstofan hefur einnig unnið að hættumati vegna vatnsflóða og sjávarflóða frá 2015. Er það mikilvægt skref í átt að því að koma í veg fyrir að tjónnæmi aukist til náinnar framtíðar og til lengri tíma lítið.

Reynt er eftir fremsta megni að taka tillit til áhrifa loftslagsbreytinga í vinnu við ofangreind verkefni. Fjármögnun þessara þriggja verkefna er tímabundin. Tryggja þarf fjármögnun til frambúðar þannig að hægt verði að ljúka þeim. Enn fremur þarf að taka fyrir aðra náttúruvá, eins og aukna hættu á gróðureldum, og tryggja fjármögnun fyrir gerð hættumats.

Nýlega var samþykkt þingsályktunartillaga um skipan starfshóps til að meta þörf á frekari rannsóknum, vöktun og viðbrögðum við náttúruvá er nýtist til að efla hættumat og vöktun vegna náttúruvár á Íslandi [9].

Kanna þarf viðnámsprótt og þanþol samfélagsins og innviða þess gagnvart breytingum á náttúruvá af völdum loftslagsbreytinga og meta áhættu samfélagsins af slíkum breytingum. Tryggja þarf að ofangreind þingsályktun taki líka til aukinnar áhættu á náttúruvá vegna loftslagsbreytinga. Vísindanefnd um loftslagsbreytingar (frá 2018) benti á að auka þurfi vöktun og rannsóknir á öllum sviðum sem snúa að loftslagsbreytingum, en skipulögð viðbrögð við þeim þurfa að byggja á haldbærum rannsóknum og þekkingaröflun.

Eitt af átaksverkefnum stjórnvalda, sem komu til eftir óveðrið í desember 2019, fjallar um að kanna afstöðu ábyrgðaraðila til þess hvort lög og reglur taki nægjanlega á þáttum sem fallið geta undir náttúruvá, m.a. í tengslum við vöktun og viðbragð [6]. Tilgangur verkefnisins er því upplýsingaöflun til að unnt sé að meta í kjölfarið hvort þörf sé á endurskoðun laga eða reglna. Í tillögu átakshóps um uppbyggingu innviða er lagt til að farið sé yfir skilgreiningar á náttúruvá á Íslandi þar sem tekið er tillit til loftslagsbreytinga og þeirra áhrifa sem það getur haft í för með sér, s.s. vegna öfga í veðurfari, breyttrar sjávarstöðu og gróðurfars. Niðurstöður þessa verkefnis munu skila sér inn í vinnu starfshópsins, sem nefndur er hér að ofan.

Ljúka þarf við gerð hættumats og áhættumats þar sem við á, fyrir alla náttúruvá sem Ísland býr við. Í þeirri vinnu þarf að taka tillit til loftslagsbreytinga. Tryggja þarf fjármögnun þessara verkefna. Vinna þarf að laga- og regluverki sem tekur m.a. tillit til hlutverks stofnana, eftirfylgni verklags og tryggingamála.

## Heimildir

- [1] Áhættuskoðun almannavarna (2011). <https://www.almannavarnir.is/utgefing-efni/?wpdmc=ahaettuskodun-almannavarna-2011>
- [2] Skýrsla Veðurstofunnar til Þjóðaröryggisráðs. Áhættumatsskýrsla vegna loftslagsbreytinga — Unnið fyrir Þjóðaröryggisráð (Febrúar 2019).
- [3] Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson og Trausti Jónsson (2018). Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi — Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar 2018. Veðurstofa Íslands.
- [4] Lög um almannavarnir. <https://www.althingi.is/lagas/151a/2008082.html>
- [5] Stefna stjórnvalda í almannavarna- og öryggismálum (mars 2021). <https://www.stjornarradid.is/library/01--Frettatengt---myndir-og-skrar/FOR/Fylgiskjol-i-frett/Stefna%20stj%c3%b3rnvalda%20%c3%ad%20almannavarna-%20og%20%c3%b6ryggism%c3%a1lum.pdf>
- [6] Verkefnið Uppbygging innviða (2020). <https://www.stjornarradid.is/innvidir/>
- [7] Magnús Örn Sigurðsson (2020). Að búa sig undir breyttan heim — Aðlögun vegna loftslagsvárs í ljósi stefnumótunar og stjórnarháttanna. Loftslagsráð.
- [8] Tillaga Skipulagsstofnunar til umhverfis- og auðlindaráðherra að landsskipulagsstefnu 2015—2026. <https://www.landsskipulag.is/media/landsskipulagsstefna-vidbaetur/LSK-21-tillagaSkst-til-radherra.pdf>
- [9] Þingsályktun um mat og endurmótun á tilhögun hættumats og vöktunar vegna náttúruvárs. <https://www.althingi.is/altext/151/s/1048.html>

## 5. Skipulagsmál

Loftslagsbreytingar hafa fjölþætt áhrif á skipulagsgerð. Í skipulagi er mörkuð stefna til langs tíma um ráðstöfun lands til mismunandi nýtingar og verndar með almannahagsmuni og sjálfbæra þróun að leiðarljósi. Skipulagsmál ganga þvert á málaflokkana sem fjallað er um í þessari stefnutillögu en skipulagsáætlanir fela í sér stefnu um nýtingu lands og strandsvæða, þróun og fyrirkomulag byggðar, innviða, atvinnusvæða og landbúnaðarlands, hönnun mannvirkja, ráðstafanir vegna náttúruvár, náttúruvernd, landslag o.fl. Skipulagsáætlanir sveitarfélaga, þ.e. svæðis-, aðal- og deiliskipulag, eru grundvöllur fyrir útgáfu byggingar- og framkvæmdaleyfa og þurfa slík leyfi að samræmast skilyrðum og kvöðum sem kunna að koma fram í skipulagsáætlunum. Skipulag er því þýðingarmikið tæki til að stýra landnotkun og aðlaga hana að þeim breytingum sem gera þarf á m.a. mannvirkjum og innviðum vegna afleiðinga loftslagsbreytinga. Um leið felur skipulagsferlið í sér tækifæri almennings og nærsamfélagsins til að hafa áhrif á ákvarðanir um landnotkun og er mikilvægur vettvangur upplýsingamiðlunar og vitundarvakningar um áhrif loftslagsbreytinga á byggð og samfélag.

Skipulagsmál hafa breiðan snertiflöt við mannvirkjagerð en eins og getið var um í inngangi skarast mannvirkjagerð og aðlögun víðar, t.d. í innviðum og náttúruvæ. Mikilvægt er að taka mannvirkjagerð til sérstakrar skoðunar við áætlanagerð.

Sú stefna sem er lögð til hér vegna aðlögunar að loftslagsbreytingum á sviði skipulagsmála endurspeglar og tekur saman þá aðlögunarstefnu sem greina má í fyrirliggjandi lögum og opinberri stefnumörkun um skipulagsmál. Má þar sérstaklega nefna landsskipulagsstefnu sem felur í sér stefnu ríkisins í skipulagsmálum og almenn sjónarmið til leiðbeiningar við skipulagsgerð sveitarfélaga. Landsskipulagsstefna 2015–2026 sem samþykkt var á Alþingi 2016 hefur m.a. að geyma markmið um skipulag m.t.t. náttúruvár og loftslagsbreytinga. Einnig er horft til skipulagsáherslna um aðlögun í þingsályktunartillögu að endurskoðaðri landsskipulagsstefnu 2015–2026 sem nú er til umfjöllunar á Alþingi [1].

### Markmið

Mikilvægt er að nýta skipulagsgerð með markvissum hætti til að efla viðnámsþrótt íslensks samfélags.

Greina þarf áskoranir vegna afleiðinga loftslagsbreytinga við skipulagsgerð. Aðalskipulag sveitarfélaga er gert til a.m.k. 12 ára í senn og byggist m.a. á mati á mannfjölda-, byggða- og atvinnuþróun, auk þess sem horft er til þess hvaða takmarkanir náttúruvæ setur landnotkun og mannvirkjagerð á skipulagssvæðinu. Skipulagsgerð felur þannig í sér tækifæri til að leggja mat á mögulegar afleiðingar loftslagsbreytinga í viðkomandi sveitarfélagi og stuðla að því að landnotkun og þróun byggðar efli viðnámsþrótt samfélagsins gagnvart þessum



afleiðingum. Í þingsályktunartillögu að endurskoðaðri landsskipulagsstefnu 2015–2026 sem nú er til umfjöllunar á Alþingi er lögð áhersla á að við gerð aðalskipulags verði greint hvaða áskorana er að vænta í sveitarfélaginu til langs tíma vegna afleiðinga loftslagsbreytinga sem varðað geta ákvarðanir um landnýtingu og þróun byggðar. Það getur m.a. átt við hækkun sjávarborðs og ágang sjávar, vatnsflóð, flóðbylgjur, hörfun jökla, skriðuföll, úrkomuákefð, ofviðri, gróðurelda og líffræðilega fjölbreytni. Tillagan gerir ráð fyrir því að sveitarfélag byggi á bestu fáanlegu upplýsingum um viðkomandi áhættu, þar með talið á vísindaskýrslum vísindanefndar um áhrif loftslagsbreytinga á náttúrufer og samfélag hér á landi.

Gæta þarf þess að sveitarfélög setji sér stefnu um aðlögun byggðar og samfélags að afleiðingum loftslagsbreytinga. Í þingsályktunartillögu að endurskoðaðri landsskipulagsstefnu 2015–2026 er því beint til sveitarfélaga að setja sér stefnu um aðlögun byggðar og samfélags að afleiðingum loftslagsbreytinga. Þar er jafnframt gert ráð fyrir að sveitarfélög taki afstöðu til þess í skipulagsáætlunum hvaða takmarkanir þekktar afleiðingar loftslagsbreytinga setja uppbyggingu og landnýtingu í sveitarfélaginu og setji viðeigandi skipulagsákvæði þar sem það á við. Slík ákvæði geta m.a. varðað hönnun og útfærslu mannvirkja og byggðar með hliðsjón af hækkun sjávarmáls og flóðahættu og viðeigandi varnarmannvirki vegna flóða og skriðufalla.

Hvetja þarf sveitarfélög til að nýta græna innviði, s.s. sjálfbærar ofanvatnslausnir. Í þingsályktunartillögu að endurskoðaðri landsskipulagsstefnu 2015–2026 er því beint til sveitarfélaga að huga sérstaklega að því við skipulagsgerð hvernig megi nýta græna innviði, m.a. sjálfbærar ofanvatnslausnir, til að milda og takast á við áhrif loftslagsbreytinga á byggð. Áhersla er í því sambandi lögð á margþættan ávinning sem getur hlotist af slíkum innviðum, m.a. kolefnisbindingu, viðhald líffræðilegrar fjölbreytni, heilnæmara og grænna umhverfi og bætt yfirbragð borga og bæja.

Taka þarf mið af afleiðingum loftslagsbreytinga við skipulag haf- og strandsvæða. Meðal markmiða laga um skipulag haf- og strandsvæða er að skipulag taki mið af áhrifum vegna loftslagsbreytinga. Í þingsályktunartillögu að endurskoðaðri landsskipulagsstefnu 2015–2026 er sett fram stefna um að við gerð strandsvæðisskipulags verði tekið mið af bestu fáanlegu upplýsingum um áhrif loftslagsbreytinga, s.s. um breytingar á sjávarborði og röskun á búsvæðum.

Umhverfismat skipulagsáætlana þarf að fela í sér mat á viðnámsþrótti byggðar og samfélags. Í þingsályktunartillögu að endurskoðaðri landsskipulagsstefnu 2015–2026 er sett fram stefna um að umhverfismat skipulagsáætlana feli í sér mat á bæði loftslagsáhrifum og viðnámsþrótti samfélagsins gagnvart áhrifum loftslagsbreytinga. Sama stefna kemur þar fram um aðrar áætlanir stjórnvalda sem varða þróun byggðar, samgöngur og landnotkun.

Kanna þarf afleiðd áhrif loftslagsbreytinga á skipulag, t.d. m.t.t. áhrifa á búsetuþróun, ólíka hópa þjóðfélagsins og breytta landnotkun vegna matvælaframleiðslu. Ekki nægir að horfa til beinna áhrifa loftslagsbreytinga hér á landi heldur þarf einnig að horfa til afleiddra áhrifa breytinganna sem eiga sér stað bæði hér á landi og erlendis. Slík afleiðd áhrif, einnig nefnd kerfislæg áhætta, geta t.a.m. birst í breytingum á búsetuþróun sem rekja má til breyttra forsendna í landbúnaði vegna hlýnunar veðurfars eða breytinga á nýtingu sjávarauðlinda vegna súrnunar sjávar.

Endurskoða þarf lög og reglugerðir varðandi skipulag og umhverfismat áætlana m.t.t. markmiða um aðlögun að loftslagsbreytingum. Í þingsályktunartillögu að endurskoðaðri landsskipulagsstefnu 2015–2026 er gert ráð fyrir að umhverfis- og auðlindaráðuneytið, í samráði við Skipulagsstofnun og Samband íslenskra sveitarfélaga, fari yfir löggjöf um skipulagsmál og umhverfismat m.t.t. þess að þar sé skýr hvatning og grundvöllur fyrir loftslagsmiðaða skipulagsgerð. Slík úttekt þarf m.a. að beinast að því hvernig skipulagsgerð og önnur stefnumótun og áætlanagerð um landnotkun og byggðapróun verði nýtt með markvissari hætti til að efla viðnámsþrótt byggðar og samfélags gagnvart afleiðingum loftslagsbreytinga.

Yfirfara ætti með svipuðum hætti aðra löggjöf sem fjallar um mannvirkjagerð og uppbyggingu innviða, s.s. mannvirkjalög og byggingarreglugerð, vegalög, raforkulög, lög um uppbyggingu og rekstur fráveitna o.fl.

Kveða þarf með skýrari hætti á um hvaða áhrif fyrirbyggjandi þekking um áhrif loftslagsbreytinga skuli hafa á stefnumótun, áætlanagerð og ákvarðanir í löggjöf sem varðar þróun byggðar og landnotkun. Meðal þess sem skoða þarf í því samhengi er hlutverk og ábyrgðarskipting opinberra aðila við annars vegar greiningu á áhættu vegna loftslagsbreytinga og hins vegar við mótun viðmiða um hvernig bregðast eigi við slíkri áhættu.

Leita þarf leiða til að tengja skipulagsgerð með skýrari hætti við vinnu stjórnvalda sem lýtur að hættumati vegna afleiðinga loftslagsbreytinga. Sveitarfélögum ber samkvæmt skipulagsreglugerð að taka mið af hættumati við gerð skipulags, en ekki er alltaf ljóst hvernig það skuli gert. Ítarlegar reglur gilda um hættumat vegna ofanflóða en í öðrum málaflokkum eru reglurnar óljósari. Veðurstofunni er í lögum sem gilda um stofnunina falið af almannavarnayfirvöldum eða öðrum stjórnvöldum almennt hlutverk við gerð hættumats vegna náttúruhamfara. Þá er sveitarfélögum, í lögum um almannavarnir, falið að kanna áfallaþol í umdæmi sínu og er almannavarnanefndum sveitarfélaga falið að gera hættumat og viðbragðsáætlanir vegna hættu sem kann að steðja að fólki, umhverfi eða eignum, m.a. vegna náttúruhamfara. Ljóst er að vinna sem þessi getur skipt máli fyrir aðlögunaraðgerðir í skipulagi sveitarfélaga. Skoða þarf nánar tengsl hættumats sem verður til á þessum grundvelli við skipulagsgerð sveitarfélaga og meta hvort þörf er á lagabreytingum til að framangreind vinna stjórnvalda nýtist með markvissari hætti við skipulagsgerð.

Skoða þarf hvort við samráð vegna skipulagsgerðar þurfi að líta til fleiri þátta og aðila en nú er gert. Ýmsar opinberar stofnanir veita umsagnir um tiltekna þætti við gerð skipulags og umhverfismats áætlana. Skoða þarf hvort loftslagsbreytingar kalli á að litið verði til fleiri þátta en nú er gert í skipulagsvinnu og hvort fleiri aðilar þurfi að koma að borðinu, s.s. aðilar úr váttrygginga- og fjármálageiranum.

Auka þarf þekkingu á hlutverki skipulagsgerðar við aðlögun að loftslagsbreytingum. Tryggja þarf að til staðar sé þekking hjá starfsmönnum ríkis og sveitarfélaga um viðfangsefnið. Einnig þarf að auka fræðslu til almennings og hagsmunaaðila um hlutverk skipulagsgerðar við aðlögun að loftslagsbreytingum og skapa þannig grundvöll fyrir markvissara samráði og þátttöku nærsamfélagsins varðandi þennan þátt skipulags.

#### Heimild

[1] Tillaga til þingsályktunar um endurskoðaða landsskipulagsstefnu 2015–2026. Þingskjal 1184 – 705. mál á 151. löggjafarþingi. <https://www.althingi.is/altext/151/s/1184.html>

## 6. Vatn og fráveitur

Rétturinn til aðgengis að heilnæmu og nægu vatni og hreinlætisaðstöðu er talinn til grundvallarmannréttinda [1] og tilheyrir aðgengi að heilnæmu vatni og hreinlætisaðstöðu í heimsmarkmiðum Sameinuðu þjóðanna [2]. Vatnsveitur koma hreinu neysluvatni til heimila og fyrirtækja í landinu og fráveitur flytja vatn frá samfélaginu og tryggja að það hafi ekki skaðleg áhrif á umhverfið. Líklegt er að loftslagsbreytingar muni hafa áhrif á bæði vatnsveitur og fráveitu- og ofanvatnskerfi og aðlaga getur þurft kerfin að þeim breytingum [3, 4, 5]. Brýn þörf er á rannsóknum sem leggja má til grundvallar stefnumótun. Fjallað verður um neysluvatn og vatnsveitur annars vegar og fráveitur og ofanvatnskerfi hins vegar hér að neðan. Orkustofnun annast stjórnsýslu á nýtingu vatnsauðlindarinnar.

Með tilkomu laga um stjórn vatnamála [6] var sett á fót stjórnkerfi sem miðar að verndun vatnsauðlindarinnar, þar með talið ofanvatns, sem felur í sér heildstæða og samræmda stjórn vatnamála, rannsóknir og vöktun sem byggir á samvinnu stjórnvalda, stofnana, ráðgjafa, sveitarfélaga, hagsmunaaðila og almennings. Umhverfisstofnun lagði fram tillögu að vatnaáætlun 2022-2027 í maí 2021 [7] auk þess sem komið hefur verið á fót vatnavefsjá sem er ætlað að veita aðgengi að upplýsingum um vatn á einfaldan, aðgengilegan og skilvirkan hátt [8].

### Neysluvatn og vatnsveitur

Vatnsveitur þjóna þeim tilgangi að færa vatn frá vatnsbólum til þeirra sem neyta vatnsins. Þeim má skipta í fimm hluta: inntaksmannvirki við vatnsból, vatnshreinsivirki, aðveituæðar, miðlunartanka og dreifikerfi innanbæjar. Neysluvatn er hér á landi að mestu grunnvatn tekið úr borholum, brunnum eða uppsprettum og er sjaldan meðhöndlað. Þar sem neysluvatnið er yfirborðsvatn eða áhrifa frá því gætir t.d. í leysingum er vatnið oftast meðhöndlað með síun og sótthreinsað með geislun (stundum nefnt lýsing). Stærri vatnsveitur eru oftast byggðar og reknar af sveitarfélögum en þær minni af einkaaðilum og eru oftast í eigu notenda. Vatnsveitur starfa skv. lögum um vatnsveitur sveitarfélaga. Þar segir að sveitarfélag eigi að starfrækja vatnsveitu í þéttbýli. Í dreifbýli er sveitarstjórn heimilt að starfrækja vatnsveitur sé það talið hagkvæmt. Vatnsveitur eiga að uppfylla neysluvatnsreglugerð [9]. Markmið þeirrar reglugerðar er að vernda heilsu manna með því að tryggja að neysluvatn sé heilnæmt og hreint. Vatnsveitur bera ábyrgð á hreinleika vatnsins. Starfsleyfis- og eftirlitsskyldar vatnsveitur eru vatnsveitur sem þjóna 50 manns eða fleiri, eða 20 heimilum/sumarbústöðum eða matvælafyrirtækjum. Ný Evróputilskipun um neysluvatn tók gildi 12. janúar sl. þar sem gerð er krafa um vernd neysluvatns byggj á áhættumati og fyrirbyggjandi eftirlit.

Heilbrigðiseftirlit sveitarfélaga, undir yfirumsjón Matvælastofnunar hafa ytra eftirlit með vatnsveitum. Tekin eru sýni reglulega af neysluvatni og fylgst með

ástandi kerfisins. Neysluvatn er skilgreint sem matvæli í íslenskum lögum og vatnsveitur því sem matvælafyrirtæki [10][11] sem er skylt að hafa virkt fyrirbyggjandi innra eftirlit til þess að tryggja neytendum heilnæmt vatn. Innra eftirlit vatnsveitna er þegar gerð er áhættugreining á mögulegri mengun og skipulagðar aðgerðir til að fyrirbyggja og fylgjast reglulega með að hlutirnir séu í lagi.

### Fráveitur og ofanvatnskerfi

Fráveitur safna skólpi og ofanvatni frá lóðum og götum og leiða það í sjálfrennislögnum í átt til viðtaka. Í sinni einföldustu mynd snertir fráveitan bara manngerða fleti og afrennsli af þeim. Í sinni flóknustu mynd snertir hún allt yfirborð lands frá fjalli að fjöru og ef vatnið á ekki greiða leið í sjálfrennsli skapast vandamál sem geta valdið tjónum. Skólpi er nokkuð þekkt stærð og auðvelt að reikna út þarfirnar ef forsendur breytast. Það sama gildir ekki um ofanvatnið. Í skilningi laganna eru fráveitur allt lagnakerfi sem flytur frárennsli frá heimilum, stofnunum, atvinnufyrirtækjum, götum, gönguleiðum, lóðum og opnum svæðum, s.s. tengingar við einstakar fasteignir, niðurföll, svelgir, brunnar, safnkerfi, tengiræsi, sniðræsi, stofnlagnir, yfirföll og útræsi. Til fráveitu teljast einnig öll mannvirki sem reist eru til meðhöndlunar eða flutnings á frárennsli, s.s. hreinsivirki, dælu- og hreinsistöðvar og set- og miðlunartjarnir [12]. Skipta má fráveitukerfum upp í einföld og tvöföld kerfi. Í einföldum kerfum rennur ofanvatn og skólpi saman í lög en í tvöföldum kerfum eru þau aðskilin. Í flestum eldri byggðum á Íslandi eru einföld kerfi en komi til endurbóta skal aðskilja ofanvatn og skólpi.

Sveitarfélög bera ábyrgð á uppbyggingu fráveitna á sínu svæði og reka fráveitukerfin oft í sérstöku veitufyrirtæki og þá með vatnsveitu. Í þéttbýli skal reka sameiginlega fráveitu en utan þéttbýlis er sveitarfélagi heimilt að koma á fót og starfrækja fráveitu [12]. Greint er á milli skólps og ofanvatns í lögum um uppbyggingu og rekstur fráveitna. Lögin skilgreina ofanvatn þröngt þ.e. „regnvatn og leysingarvatn sem rennur í fráveitur af húspökum, götum, gangstéttum og öðru þéttu yfirborði“ og tekur hönnun fráveitna mið af þessu. Yfirborðsvatn er hins vegar allt það vatn sem fellur á og rennur um yfirborð jarðar. Meginreglan er að við skipulag og hönnun er leitast við að nýta náttúrulega farvegi fyrir yfirborðsvatn og þekktustu dæmin um slíkt eru lækir og ár sem renna um þéttbýli og skipulögð svæði. Við tiltekna aðstæður eins og í ofsaúrkomu eða ofsahláku geta mörkin milli yfirborðsvatns og ofanvatns skarast og skapað álag á fráveitukerfi sem ekki er gert ráð fyrir við hönnun þess.

Þegar kemur að ofanvatni koma til margir mismunandi aðilar sem mættu teljast ábyrgir fyrir því að hanna kerfin og reka sinn hluta, s.s. er lóðarhafi ábyrgur fyrir afrennsli innan sinnar lóðar og veitufyrirtækið rekur lagnir frá lóðarmörkum að útrás. Yfirborðsvatn s.s. vötn, ár, lækir, opin svæði eru þá á ábyrgð sveitarfélaga, landeigenda eða ríkisins að því marki sem tryggja þarf óraskaða náttúrulega farvegi eða eftir atvikum að stýra þeim hafi þeim verið breytt og tekin ákvörðun um að breyta þeim. Götur og stígar eru í rekstri sveitarfélaga og/eða

Vegagerðarinnar. Ofangreindir aðilar þurfa að sjá til þess að aðrir verði ekki fyrir óþægindum eða tjóni, s.s. með því að skipuleggja lágsvæði sem geta lent í sjávarflóðum, breyta grunnvatnsyfirborði eða veita vatni í nýja farvegi með landmótun [13]. Heilbrigðiseftirlitin gefa út starfsleyfi vegna hreinsistöðva fráveitu og losunar í viðtaka [9,10].

#### Áhrif loftslagsbreytinga á neysluvatn og vatnsveitur

Loftslagsbreytingar hafa haft áhrif á neysluvatn og vatnsveitur og nefnir skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar frá 2018 að þær kunni að hafa áhrif á eftirspurn, framboð og gæði vatns. Jafnframt kemur fram að gera þurfi umfangsmiklar rannsóknir og tryggja bætt eftirlit á þessu sviði. Í nýlegri rannsókn [5] kemur fram að loftslagsbreytingar munu auka hættu í rekstri vatnsveitna og geta leitt til neikvæðra áhrifa á gæði neysluvatns, vegna breytinga á lofthita, hækkunar sjávarstöðu og svæðisbundinna breytinga á úrkomu, bæði í magni og ákefð. Úrkomubreytingum getur fylgt aukin úrkoma á sumum svæðum meðan þurrkar verða á öðrum svæðum og þar með vatnsskortur.

Töluvert vantar upp á rannsóknir á áhrifum loftslagsbreytinga á neysluvatn og vatnsveitur. Til að styrkja stefnumörkun sem þessa er nauðsynlegt að auka ýmsar rannsóknir, t.d. á breytingum á úrkomu, flóðahættu, hættu á skriðuföllum, sjávarstöðu og öðrum áhrifum loftslagsbreytinga á vatnsauðlindina, á neysluvatn og gæði þess. Í skýrslu Orkuveitu Reykjavíkur (OR) um aðlögun OR-samstæðunnar að loftslagsbreytingum eru lagðar til hugmyndir að fjórum mögulegum rannsóknar- og samstarfsverkefnum milli Orkuveitu Reykjavíkur, fræðasamfélagsins og ráðgjafa sem liðum í að auka aðlögunarhæfni á svæði Orkuveitu Reykjavíkur [14]. Mikið hefur áunnist í eftirliti og viðhaldi á síðustu árum sér í lagi hjá stærri vatnsveitum. Sem dæmi lýsa Veitur nú þegar mestan hluta þess vatns sem þær veita í dag auk þess að hafa stóraukið við samfelldar eftirlitsmælingar og stýra vatnstökunni eftir bestu gæðum hverju sinni, sem jafnframt felur í sér möguleika á betri nýtingu á vatnsforða [15].

Í ofangreindri rannsókn frá 2019 [5] voru tilgreindir neðangreindir helstu áhættuþættir loftslagsbreytinga á vatnsveitur hérlandis. Til viðbótar má nefna að sumarið 2021 komu upp dæmi um vatnsskort á norður- og austurlandi í kjölfar þurrka. Ástæða er til að skoða sérstaklega áhrif loftslagsbreytinga á lækkun grunnvatnsborðs sem geta haft áhrif á vatnsauðlindina og framboð neysluvatns.

- Tegund og ástand vatnsbóla. Áhætta vegna loftslagsbreytinga er mismunandi eftir tegund og ástandi vatnsbóla. Búast má við því að vatnsból sem reiða sig á yfirborðsvatn, lindarvatn eða brunnvatn séu viðkvæmari fyrir áhrifum vegna loftslagsbreytinga en borholur. Meiri hluta vatnsbóla á Íslandi má skilgreina sem viðkvæman fyrir loftslagsbreytingum, nánar tiltekið 60% vatnsbóla hjá stærri vatnsveitum og 82% hjá minni vatnsveitum.

- Flóð og hærri sjávarstaða. Aukin tíðni flóða getur kaffært vatnsból eða skemmt vatnsleiðslur. Hækkandi sjávarstaða mun einnig ógna vatnsgæðum í vatnsbólum á lágsvæðum.
- Skriðuföll. Nokkur nýleg dæmi eru um að skriðuföll eyðileggi vatnsból og loftslagsbreytingar auka áhættu því tengda. Í slíkum aðstæðum þurfa varavatnsból að vera tiltæk. Eins og minnst er á í kaflanum um náttúruvá þurfa einnig að vera til innviðir fyrir meðhöndlun úrgangs og spilliefna í kjölfar skriðufalla til að tryggja að ekki verði tjón á vatnsbólum.
- Yfirfullar skólplagnir. Aukning úrkomuákefðar og flóða veldur því að frárennislagnir fyllast sem skapar mengunarhættu, sérstaklega í einföldum frárenniskerfum þ.e. þegar skólp og regnvatn er í sömu pípunni. Aukin mengunarhætta er þar sem neysluvatnslagnir og frárennislagnir eru í sama skurði sem er nokkuð algengt hér á landi. Algengt er að lagnir leki og á það sérstaklega við þegar lagnir eru orðnar gamlar og lélegar.
- Örverur og eiturefni í neysluvatni. Efnamengun er sjaldgæf í íslenskum vatnsveitum, en örverumengun er nokkuð algeng, sér í lagi í minni vatnsveitum. Að öðru óbreyttu má búast við að örverum muni fjölga í neysluvatni vegna áhrifa loftslagsbreytinga sem eykur áhættu vegna þessa og þörfina á meðhöndlun. Hafa þarf í huga að heildarefnagreiningar eru yfirleitt ekki gerðar hjá minni vatnsveitum.
- Hópsýkingar. Sýnt hefur verið fram á í erlendum rannsóknum [16] að úrkomuákefð og flóð auka hættuna á vatnsbornum hópsýkingum og að hækkandi hiti getur aukið tíðnina á niðurgangstífellum. Hafa þarf í huga að vatnsbornir faraldrar sem hafa orðið hér á landi hafa allir orðið hjá minni vatnsveitum og því þarf sérstaklega að huga að þeim og bæta skráningu á frávikum og eftirfylgni [17].
- Næringar- og varnarefnamengun í neysluvatni. Hitastigshækkun hefur áhrif á örverugróður og eykur hættu á ofauðgun og þörungagróðri. Vaxi áburðarnotkun verður meiri hætta á að næringarefni og varnarefni leki niður í grunnvatnsgeyminn. Varnarefni eru þó sjaldan mæld í neysluvatni.
- Reglubundið eftirlit og viðhald á geislatækjum. Loftslagsbreytingar munu setja meira álag bæði á inntaks- og hreinsunarinnviði sem innra eftirlit vatnsveitna og önnur gæðakerfi þurfa að taka tillit til. Í lok árs 2017 voru a.m.k. 60 vatnsveitur sem geisla hluta eða allt vatn sem frá þeim fer skv. skráningu heilbrigðiseftirlitanna.

#### Áhrif loftslagsbreytinga á fráveitukerfi

Loftslagsbreytingar geta haft áhrif á fráveitukerfi og í skýrslu vísindanefndarinnar 2018 kemur fram að áhrifaþættir eins og aukin úrkoma og úrkomuákefð, hækkandi grunnvatns- og sjávarstaða og fjölgun hlákudaga hafi helstu áhrifin. Þessir þættir geta einnig haft samverkan við aðra þætti. Sem dæmi getur hækkandi sjávarstaða minnkað hæðarmun í lagnakerfum og því hægist á rennsli sem leiðir til þess að flutningsgeta kerfanna minnkar sem getur svo leitt til flóða upp úr kerfinu. Jafnframt getur aukin úrkoma og/eða hækkun

sjávarstöðu valdið hærri grunnvatnsstöðu [18] og aukið á dælingar á jarðvatni inn í fráveitukerfin frá lóðarhöfum [19]. Aukin úrkomuákefð samhliða þéttingu byggðar getur svo aukið á vandann [20].

Mikið vantar upp á rannsóknir á áhrifum loftslagsbreytinga á fráveitukerfi héraendis og er nauðsynlegt að ráðast í frekari rannsóknir, m.a. á áhrifum ofangreindra áhrifaþátta á fráveitukerfi. Í skýrslu Orkuveitu Reykjavíkur er lagt til að ráðist verði í rannsóknir annars vegar á áhrifum loftslagsbreytinga á hönnunarflóð og flóðahegðun og hins vegar er lögð til rýni á lögum, reglugerðum og Evróputilskipunum um greiningu og stýringu á flóðahættu í þéttbýli.

## Markmið

Áhrif loftslagsbreytinga á neysluvatn og vatns- og fráveitur kalla á skýra markmiðasetningu og aðgerðir til aðlögunar.

### Neysluvatn og vatnsveitur

Í rannsókn sem greint er frá í byrjun kaflans [5] eru dregnar saman nauðsynlegar aðgerðir vegna nýrra og aukinna ógna vegna loftslagsbreytinga, bæði þeirra sem eru á valdi vatnsveitna og svo ríkis og sveitarfélaga.

Innra eftirlit vatnsveitna skuli taka mið af áhrifum loftslagsbreytinga og taka þannig einnig tillit til áhrifanna og aukinnar hættu á mengun, flóðum og skriðuföllum. Á grundvelli áhættumats séu gerðar endurbætur á vatnsbólum og unnið að endurbótum á dreifikerfi og lagnir endurnýjaðar þar sem þess gerist þörf. Bæta skuli mælingar á vatnsgæðum og að eftirlit sé með mannvirkjum og búnaði, s.s. geislunartækjum, sérstaklega þar sem hættu er á yfirborðsmengun. Athugaðir séu möguleikar á að sameina minni vatnsveitur þar sem hagkvæmast þykir og auka hlutfall vatnsveitna sem nota borholur.

Ríki og sveitarfélög skuli auka vöktun og rannsóknir á vatnsauðlindinni. Hvert sveitarfélag meti áhrif loftslagsbreytinga á vatnsafhendingu í sínu sveitarfélagi og almannavarnir sveitarfélaga taki áhættu vegna loftslagsbreytinga á neysluvatnsafhendingu inn í viðbragðsáætlun.

Einnig er lagt til að heilbrigðiseftirlitin fylgi því eftir að vatnsveitur setji upp innra eftirlit eins og lög segja fyrir um og reglulega verði gerðar ytri úttektir á þeim kerfum. Að auki sjái heilbrigðiseftirlitin til þess að gerði verð áhættuúttekt á öllum vatnsbólum og taki þar sérstaklega tillit til hættu á skriðuföllum og flóðum.

Loks leiddi rannsóknin í ljós að mikilvægt er að stjórnvöld marki stefnu um hvernig vinna skyldi að aðlögun að loftslagsbreytingum m.t.t. neysluvatns og vatnsgæða og að því næst sé gerð aðgerðaáætlun og unnið eftir henni.

### Fráveitur

Í vísindaskýrslunni [3] eru lagðar til fjórar aðgerðir til aðlögunar fráveitukerfa:



- **Breyta ætti hönnunarforsendum þar sem „loftslagsbreytingastuðull“ er** notaður við ákvörðun á stærð lagna.
- Skoða ætti aðskilnað fráveitukerfa við sjóinn, þ.e. hvað varðar dælingu, einstremis- og lokubúnað og rekstraröryggi. Það ættu hins vegar að vera lokaúrræði þegar skipulagi og hönnun sleppir [21].
- Kanna ætti aukin afköst fráveitukerfa, s.s. að tryggja nægan sverleika lagna, geymslur, ofanvatnslausnir og tvöföldun hitaveitukerfa.
- Byggja ætti upp svæði sem geta tekið við umframvatni á yfirborði.

Fyrir liggur frekari uppbygging fráveitukerfa og munu styrkveitingar til fráveituframkvæmda sveitarfélaga, sem byggja á reglugerð nr. 1424/2020, um úthlutun styrkja til fráveitna sveitarfélaga, stuðla enn frekar að henni.

Í landsskipulagsstefnu, sem felur í sér stefnu ríkisins í skipulagsmálum og almenn sjónarmið til leiðbeiningar við skipulagsgerð sveitarfélaga, er því beint til sveitarfélaga að huga sérstaklega að því við skipulagsgerð hvernig megi nýta græna innviði til að milda og takast á við áhrif loftslagsbreytinga á byggð [22]. Í því sambandi er mikilvægt að horfa til náttúrumiðaðra lausna, s.s. blágrænna ofanvatnslausna sem geta falið í sér græn þök, tjarnir, regnbeð og svelgi sem geta hægt á rennsli og miðlað vatni á yfirborði. Þó geta hár jarðvegsraki og tíð umskipti frosts og þíðu takmarkað írennsli og virkni slíkra lausna [23, 24]. Reykjavíkurborg og Veitur hafa í sameiningu unnið að upplýsingavef um blágrænar ofanvatnslausnir í Reykjavík og leggja áherslu á að auka þekkingu um þær [13].

Jafnframt er tilefni til að yfirfara og skýra löggjöf sem snertir fráveitur, stýringu ofanvatns og hlutverk og ábyrgðarskiptingu einka- og opinberra aðila hvað varðar skipulag, uppbyggingu og hönnun innviða en einnig rannsóknir og gagnaöflun hvað það varðar. Mikilvægt er að varpa betra ljósi á ábyrgðarskiptingu og þörf á samhæfingu og samstarfi ólíkra aðila, almannavarna, sveitarfélaga, veitna og lóðarhafa og jafnvel váttryggingafélaga, m.t.t. aðlögunar í fráveitumálum [25].

Skipulag byggðar og byggðapróun, s.s. þétting byggðar, hefur áhrif á kröfur til frárennslis. Í skipulagi sveitarfélaga er tækifæri til að kortleggja frekar áhættusvæði og skilgreina sérstaklega hvaða starfsemi ætti að forðast á þeim svæðum. Einnig er tækifæri til að greina hvaða skilmála væri æskilegt að setja gagnvart lóðarhafa til að fyrirbyggja atburði tengda afleiðingum loftslagsbreytinga. Sveitarfélögin þurfa að hafa betri og handhægari gögn til að byggja sínar áætlanir á og t.d. má leita fordæma til Noregs og Danmerkur um hvernig upplýsingum um framreiknaða áhrifaþætti loftslagsbreytinga er komið til sveitarfélaga [26, 27]. Ljóst er að horfa þarf til ólíkra mann- og landfræðilegra þátta í þéttbýli annars vegar og dreifbýli hins vegar og skilgreina hversu stóra atburði sveitarfélög og lóðarhafar þurfa að búa fráveitukerfi undir. Þetta þarf mælinet úrkomu í þéttbýli. Fjarlægð í næsta úrkomumæli getur haft úrslitaáhrif í tjónamálum en nýta mætti aðra tækni eins og radar í meira mæli. Jafnframt er

nauðsynlegt að greina þörf á öðrum mikilvægum upplýsingum, þ.m.t. upplýsingum um jarðvegsraka [28] og áhrif frosts og þiðu.

#### Heimildir

- [1] Sameinuðu þjóðirnar (2010). Resolution adopted by the General Assembly on 28 July 2010. <https://undocs.org/pdf?symbol=en/a/res/64/292>
- [2] Sameinuðu þjóðirnar (2015). Heimsmarkmið sameinuðu þjóðanna. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>
- [3] Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson og Trausti Jónsson (2018). Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi – Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar 2018. Veðurstofa Íslands.
- [4] Magnús Örn Sigurðsson (2020). Að búa sig undir breyttan heim — Aðlögun vegna loftslagsvárs í ljósi stefnumótunar og stjórnarháttá. Loftslagsráð.
- [5] María J. Gunnarsdóttir, Sigurður Magnús Garðarsson, Hrunn Ó. Andradóttir og Alfreð Schiöth (2019). Áhrif loftslagsbreytinga á vatnsveitur og vatnsgæði á Íslandi — áhættuþættir og aðgerðir. Verktækni, tímarit VFÍ, 1. tbl. 2019 (bls. 5–19). [https://www.vfi.is/media/utgafa/Loftslagsbreytingar-og-vatnsveitur\\_prent\\_2019.pdf](https://www.vfi.is/media/utgafa/Loftslagsbreytingar-og-vatnsveitur_prent_2019.pdf)
- [6] Lög nr. 36/2011 um stjórn vatnamála.
- [7] Umhverfisstofnun (2021). Vatnaáætlun fyrir Ísland 2022-2027 – drög til kynningar. [https://ust.is/library/sida/haf-og-vatn/Vatna%C3%A1%C3%A6tlun%202022-2027\\_DR%C3%96G.pdf](https://ust.is/library/sida/haf-og-vatn/Vatna%C3%A1%C3%A6tlun%202022-2027_DR%C3%96G.pdf)
- [8] Stjórn vatnamála (án ártals). Uppspretta upplýsinga um vatnamál á Íslandi. <https://vatnshotagatt.vedur.is/>
- [9] Reglugerð um neysluvatn nr 536/2001.
- [10] Lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir
- [11] Lög nr. 93/1995 um matvæli
- [12] Lög nr. 9/2009, um uppbyggingu og rekstur fráveitna.
- [13] Reykjavíkurborg og Veitur (2019). Blágrænar ofanvatnslausnir í Reykjavík, upplýsingavefur. [https://www.vfi.is/media/greinar/islenskt\\_neysluvatn\\_yfirlit\\_og\\_stada\\_gaeda\\_final.pdf](https://www.vfi.is/media/greinar/islenskt_neysluvatn_yfirlit_og_stada_gaeda_final.pdf)
- [14] Sædis Ólafsdóttir, Kári Helgason, Hólmfríður Sigurðardóttir, Hólmfríður Bjarnadóttir, Hildigunnur H. Thorsteinsson, Hlöðver S. Þorgeirsson, Sverrir Guðmundsson, Sigrún Tómasdóttir, Arna Pálsdóttir, Egill Maron Þorbergsson og Kári Hreinsson (2021). Aðlögun OR samstæðunnar að loftslagsbreytingum. Orkuveita Reykjavíkur. [https://arsskyrsla2020.or.is/documents/565/A%C3%B0%C3%B6gun\\_OR\\_samst%C3%A6%C3%B0unnar\\_a%C3%B0\\_loftslagsbreytingum\\_Fyrsti\\_%C3%A1fangi\\_%C3%AD\\_%C3%A1tt\\_a%C3%B0\\_auknum\\_ACUe986.pdf](https://arsskyrsla2020.or.is/documents/565/A%C3%B0%C3%B6gun_OR_samst%C3%A6%C3%B0unnar_a%C3%B0_loftslagsbreytingum_Fyrsti_%C3%A1fangi_%C3%AD_%C3%A1tt_a%C3%B0_auknum_ACUe986.pdf)
- [15] Veitur (án ártals) Skýrslur um mælingar og vinnslu á köldu vatni. <https://www.veitur.is/utgefid-efni/vatnsveita>
- [16] María J. Gunnarsdóttir, Ása St. Atladóttir og Sigurður M. Garðarsson (2020). Vatnsbornar hópsýkingar á Íslandi. Læknaþlaðið. <https://www.laeknaþladi.is/tolublod/2020/06/nr/7383>
- [17] María J. Gunnarsdóttir, Sigurður Magnús Garðarsson og Sigrún Ólafsdóttir (2016). Íslenskt neysluvatn: Yfirlit og staða gæða. Verktækni, tímarit VFÍ, 1. tbl. 2016 (bls. 32–37).
- [18] Árni Hjartarson og Daði Þorbjörnsson (2019). Vatnafarskort af Reykjavík vestan Elliðaána: Blágrænar ofanvatnslausnir, ÍSOR fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. [https://www.veitur.is/sites/veitur.is/files/atoms/files/2019\\_066\\_isor\\_vatnafarskort\\_v\\_elliadaa\\_blagraenar.pdf](https://www.veitur.is/sites/veitur.is/files/atoms/files/2019_066_isor_vatnafarskort_v_elliadaa_blagraenar.pdf)

- [19] Grétar Mar Hreggviðsson (2010). Áhrif hækkunar sjávar á fráveitukerfi. BSc-ritgerð, Háskólinn í Reykjavík.
- [20] Ásta Ósk Hlöðversdóttir, Brynjólfur Björnsson, Hrund Ólöf Andradóttir, Jónas Elíasson og Philippe Crochet (2015). Impacts of climate change on combined sewer systems in Reykjavík. *Water science and technology* 71(10), bls. 1471–1477. doi: [10.2166/wst.2015.119](https://doi.org/10.2166/wst.2015.119)
- [21] Samorka (2010). Fráveituhandbók Samorku. <https://www.samorka.is/fraveituhandbok-samorku/>
- [22] Tillaga til þingsályktunar um endurskoðaða landsskipulagsstefnu 2015–2026. Þingskjal 1184 – 705. mál á 151. löggjafarþingi. <https://www.althingi.is/altext/151/s/1184.html>
- [23] Bjarni Halldórsson (2021). Influence of repeated freeze-thaw cycles on the infiltration of Icelandic Andosols. MSc-ritgerð, Háskóli Íslands. <http://hdl.handle.net/1946/37576>
- [24] Zaqout, T. og Andradóttir, H. Ó. (2021). Hydrologic performance of grass swales in cold maritime climates: Impacts of frost, rain-on-snow and snow cover on flow and volume reduction. *J. of Hydrology*, 126159. doi: [10.1016/j.jhydrol.2021.126159](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126159)
- [25] Óbirt minnisblað Veitna, dags. 15. apríl 2020.
- [26] <https://klimaservicesenter.no/>
- [27] <https://www.dmi.dk/klima-atlas/data-i-klima-atlas/>
- [28] Anna Rut Arnardóttir (2020). Winter Floods in Reykjavík: Coaction of Meteorological and Soil Conditions. MSc-ritgerð, Háskóli Íslands. <http://hdl.handle.net/1946/34938>

## 7. Orka og orkumál

Mikilvægi orkukerfis landsins fyrir gang þjóðfélagsins er óumdeilt. Í verkefningu *Uppbygging innviða* [1] er minnst á átta mikilvæga innviði samfélagsins og er orkukerfi þar á meðal. Öryggi orkukerfisins er einnig mjög mikilvægt og í langtímaorkustefnu fyrir Ísland til 2050 [2] er orkuöryggi ein af fimm lykilstöðum stefnunnar. Þar er m.a. lögð áhersla á að orkuöryggi kunni að vera ógnað vegna náttúruhamfara og loftslagsbreytinga og að mikilvægt sé að auka áfallþol þess.

Orkukerfið nær bæði til raforkukerfis og hitaveitna, en áskoranir þessara kerfa þegar kemur að loftslagsbreytingum eru ólíkar. Raforkukerfinu má skipta í raforkuvinnslu, raforkuflutning og dreifingu. Kerfið er einangrað og ótengt kerfum annarra landa, ólíkt því sem gerist í Evrópu þar sem raforkuflutningskerfi eru samtengd, bæði á Norðurlöndunum og víðar í Evrópu. Því er ekki unnt að grípa til innflutnings á raforku komi upp tímabundinn skortur á ákveðnum svæðum. Meginflutningskerfið er almennt hringtengt, nema á Suðurnesjum, Vestfjörðum, Norðausturlandi og öðrum stöðum þar sem notendur eru færri. Því er unnt að flytja raforku milli landshluta og ekki verða stórfelldar truflanir þótt einn hluti kerfisins detti úr rekstri. Flutningur er þó háður takmörkunum í flutningskerfinu sem kemur í veg fyrir að unnt sé að flytja umframorku frjálst á milli landsvæða. Þótt slík uppbygging styrki stöðugleika kerfisins gerir hún það þó að verkum að ógnir í einum landshluta geta haft áhrif víðar. Í þessu tilliti er mikilvægt að hafa í huga að ógnir sem valda raforkuskorti hafa áhrif á aðra mikilvæga samfélagsinnviði þar sem raforka er undirstaða í virkni þeirra. Ólíkt raforkukerfinu er varmaflutningskerfið á Íslandi byggt upp af svæðisbundnum kerfum sem rekin eru óháð hvert öðru. Stærstu varmaveiturnar, sem þjóna flestum íbúum, eru á höfuðborgarsvæðinu og á Akureyri, en aðrar varmaveitur eru smærri og þjóna minni svæðum. Varmafyrirtækjum má skipta í tvo flokka; varmasölufyrirtæki og framleiðslufyrirtæki. Varmasölufyrirtæki selja varmaorku til notenda og skiptast í hitaveitur og fjarvarmaveitur. Hitaveitur starfa á grundvelli einkaleyfis innan veitusvæðis og frá 2017 hafa verið starfræktar 22 sérleyfishitaveitur á Íslandi. Fjarvarmaveitur eru veitur sem hita kaldara vatn með rafmagni, eða olíu til vara, og dreifa því svo til notenda. Orkubú Vestfjarða rekur fimm fjarvarmaveitur á Vestfjörðum, RARIK rekur eina fjarvarmaveitu á Austfjörðum og HS Veitur reka eina fjarvarmaveitu í Vestmannaeyjum. Framleiðslufyrirtæki framleiða og notast við frumorku úr jarðvarma sem er fengin úr eigin borholum en er ekki seld til annars aðila. Undir þessa skilgreiningu falla nokkur fyrirtæki, s.s. í fiskeldi og iðnaði, og allar einkaveitur, en þær eru yfirleitt smáar og áætlaður fjöldi þeirra er um 200 talsins.

Áhrif loftslagsbreytinga eru ólík þegar kemur að mismunandi hlutum orkukerfisins. Fyrir raforkuvinnslu mun aukin bráðnun jökla auka virkjanlega orku vatnsaflsvirkjana, a.m.k. fram yfir miðja öldina [4]. Á sama tímabili geta farvegir og rennslishættir vatnsfalla breyst, m.a. með breytingum á tíðni og

umfangi aftakaflóða. Ofanflóð í vatnsvegi virkjaðra vatnsfalla geta valdið álagi á stíflur og breytt rennsli. Breytingar á úrkomu og snjóalögum munu hafa áhrif á allar vatnsaflsvirkjanir og er almennt erfitt að sjá fyrir áhrif þess. Sama gildir um aftakaflóð sem kann að hafa áhrif á öryggi mannvirkja.

Áhrif á orkuframleiðslu með jarðvarma eru hverfandi og eins er ekki líklegt að loftslagsbreytingar hafi mikil áhrif á vindorkuauðlindina. Hlýnandi veðurfar gæti auðveldað rekstur virkjana og annarra mannvirkja á hálendinu.

Flutningskerfi raforku býr við margháttað álag af náttúrunnar hendi, en loftslagsbreytingar geta haft áhrif á ísingu, seltuálag, vindálag, snjóþyngsli og ofanflóð. Loftslagsbreytingar geta haft margháttað áhrif á veðurvá, m.a. á aftakaveður, og aukið ákefð úrkomu en jafnframt lengt þurrkatíð. Einstök dæmi um afleiðingar eru rakin í skýrslu vísindanefndar um loftslagsbreytingar [4]. Meðal helstu afleiðinga má nefna styttri endingartíma jarðstrengja vegna þurrka, tjón á mannvirkjum vegna aurskriða og annarra ofanflóða og skemmdir á undirstöðum flutningsvirkja vegna breytinga á rofi. Aukinn trjávöxtur kann að hafa neikvæð áhrif á flutningsnet raforku og þar skapast hættu á gróðureldum. Almennt hafa allar öfgar í veðri og afleiðingar þeirra slæm áhrif á raforkukerfið og hafa stundum leitt til rafmagnsleysis í skemmri eða lengri tíma.

Áhrif loftslagsbreytinga á eftirspurn raforku hafa verið skoðuð af Orkuspárnefnd en hækkandi hitastig getur aukið raforkunotkun á ýmsum kælibúnaði. Óbein áhrif eru líklega meiri því að aðgerðir til að draga úr loftslagsvá geta haft áhrif á orkugeirann. Stefna stjórnvalda er að ná kolefnishlutleysi fyrir árið 2040 sem gerir orkuskipti mjög mikilvæg. Þau munu óhjáðmilega hafa í för með sér aukna eftirspurn eftir raforku á næstu árum með áhrifum á dreifingu eftirspurnar.

Áhrif loftslagsbreytinga á hitaveitur eru bæði vegna breytinga á framleiðslu og eftirspurn. Hvað framleiðsluna varðar geta orðið meiri sveiflur í vatnsborði vinnslusvæða, en einnig er hættu á skemmdum á framleiðslu- og veitukerfi vegna flóða og aurskriða. Áhrifin á eftirspurn eru þau að fækki kuldaköstum fækkar að sama skapi álagstoppum í aflþörf til hitunar.

## Markmið

Áhrif loftslagsbreytinga á orkukerfið kalla á aðgerðir til aðlögunar. Í kjölfar ítarlegra rannsókna [3, 4, 5, 6] hefur Landsvirkjun þegar gripið til aðgerða en við rekstur, hönnun og endurbætur virkjana notar fyrirtækið sviðsmyndir sem byggja á sögulegu rennsli sem leiðrétt hefur verið fyrir áhrifum loftslagsbreytinga. Þessi gögn eru uppfærð og samþykkt á fimm ára fresti þar sem tekið er tillit til nýjustu gagna og þekkingar. Þetta hefur leitt til 8% aukningar í framleiðslugetu fyrirtækisins án fjárfestinga. Aukning í vatnsorkuauðlindinni hefur þegar kallað á endurhönnun virkjana og frekara verk er að vinna.

Loftslagsverja þarf dreifi- og flutningskerfi raforku frekar en nú er. Þetta þýðir m.a. að halda áfram lagningu jarðstrengja þar sem það á við, byggja yfir tengivirki og gera ráðstafanir til að draga úr líkum þess að það flæði inn í raforkumannvirki, m.a. með því að staðsetja dreifistöðvar ekki í kjöllumurum.

Kanna þarf betur áhrif þurrka og hlýnunar á einstaka þætti raforkukerfisins, t.d. þörf á lónum og miðlunum þegar jöklar hopa, samnýtingu vindorku og vatnsorkuframleiðslu. Áhrif á orkuframleiðslu þarf að kanna betur, bæði tækifæri og ógnir sem í þessu kunna að felast.

Kanna þarf þörf á flóðavörnum og uppbyggingu varaafis og varaafiseyja þar sem hægt er að halda uppi afli rofni tenging við aðra landshluta. Til að takmarka afleiðingar gróðurfarsbreytinga getur þurft að skipuleggja betur hvaða gróðurþekja sé heimil á helgunarsvæði flutningskerfis.

Kortleggja þarf vel umfang og afleiðingar orkuskipta fyrir raforkukerfið. Í langtímaorkustefnu fyrir Ísland til 2050 [2] er lögð áhersla á að orkuskipti og notkun innlendra orkugjafa þýði að breyta geti þurft dreifikerfinu og að snjallvæðingu verðlagningar geti þurft til að stýra raforkunotkun. Við slíkt þarf að byggja gagnvirkni inn í dreifikerfið.

Kanna þarf betur áhrif loftslagsbreytinga á veitukerfið, s.s. eftirspurn í sambandi hlýnunar og breytinga á eftirspurn eftir heitu vatni og breytinga á áhrifum aur- og vatnsflóða. Rannsaka þarf betur hvernig hitaveitukerfið verður best loftslagsvarið.

Tryggja þarf skilvirkni stjórnsýslu m.t.t. áhættu og áfallapóls mikilvægra innviða, en tafir í innviðauppbyggingu hafa leitt til meiri áhættu og minnkandi áfallapóls í raforkukerfinu. Loftslagsbreytingar geta kallað á breytingar á skipulags- og leyfisveitingarmálum sem varða raforkukerfið til þess að flýta fyrir mögulegum mótvægisáðgerðum og opna á aukinn sveigjanleika í rekstri og uppbyggingu raforkukerfisins. Nauðsynlegt er að stuðla að bættu orkuöryggi með áfallapolnara og styrkara flutningskerfi sem hefur nægjanlega burði til þess að flytja orku milli landshluta.

## Heimildir

- [1] Verkefnið Uppbygging innviða (2020). <https://www.stjornarradid.is/innvidir/>
- [2] Sjálfbær orkuframtíð: Orkustefna til ársins 2050 (2020). <https://www.stjornarradid.is/library/01--Frettatengt---myndir-og-skrar/ANR/Orkustefna/200327%20Atvinnuvegaraduneytid%20Orkustefna%20A4%20V5.pdf>
- [3] Óli Grétar Blöndal Sveinsson, Úlfar Linnét og Elías B. Elíasson (2011). Hydropower in Iceland, Impacts and Adaptation in a Future Climate. Í: Thorsteinn Thorsteinsson and Halldór Björnsson (ritstj.): Climate and Energy Systems: Impacts, risks and adaptation to climate change in the Nordic and Baltic countries. TemaNord 2011:502, Norræna ráðherraráðið, Kaupmannahöfn, 226 síður.
- [4] Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson og Trausti Jónsson (2018). Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi — Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar 2018. Veðurstofa Íslands.
- [5] Fenger, J. (ritstj.) (2007). Impacts of climate change on renewable energy sources: Their role in the Nordic energy systems. Nord 2007:003, Norræna ráðherraráðið, Kaupmannahöfn, 190 síður.
- [6] Árnadóttir, S. (ritstj.) (2006). European Conference on Impacts of Climate Change on Renewable Energy Sources — EURENEW (Abstract volume), Reykjavík, Iceland, júní 2006. Nordic Energy Research, 228 síður.

## 8. Samgöngur

Samgöngukerfið er ein helsta grunnstoð samfélagsins. Um það fara allir fólks- og farmflutningar á lofti, láði og legi, og gæði þess mynda oftast en ekki grundvöll þess að hægt sé að nýta tækifæri til verðmætasköpunar. Áhrif loftslagsbreytinga á samgöngukerfið, innviði, framkvæmdir, viðhald og þjónustu birtast á margvíslegan hátt og fara afleiðingar eftir staðsetningu, tjónnæmi og viðnámsþrótti, þ.m.t. möguleikum til aðlögunar. Hvers kyns rof á samgöngum eða miklar tafir hafa keðjuverkandi áhrif á alla virkni samfélagsins og daglegt líf notenda. Gott dæmi er lenging á ferðatíma þegar flóð grafa frá brú eða rjúfa veg. Aftakaveður sem og breytingar á ríkjandi vindáttum geta hamlað flugi jafnvel svo dögum skiptir. Sama á við um sjávarflóð samfara aftakaveðri en áhrif slíkra flóða eru ekki bundin við hafnir heldur öll mannvirki á lágsvæðum, t.d. vegi, fráveitur og flugvelli.

Í samgönguáætlun 2020–2034 er horft til aðlögunar innviða vegna afleiðinga loftslagsbreytinga og stefnt að því að leita „hagkvæmra leiða til að laga núverandi mannvirki að þessum breytingum með öryggi og notagildi í huga“ [1]. Hraðar umhverfisbreytingar fela í sér miklar áskoranir fyrir samgönguyfirvöld, m.a. í hönnun og skipulagi, forgangsröðun framkvæmda og viðhalds- og þjónustupörf. Samgöngumannvirki eru víða við strendur þar sem hækkun sjávarborðs mun hafa mikil áhrif og/eða undir hlíðum þar sem er vaxandi hætta á ofanflóðum vegna meiri óstöðugleika jarðlaga og/eða úrkomuákefðar.

Mikilvægt er að bregðast við, kortleggja, meta og mæla áhættu og undirbúa aðlögun samgöngukerfisins að loftslagsbreytingum með vöktun og mildandi aðgerðum.

### Markmið

Verkefnin fram undan eru mörg og viðfangsefni næstu áratuga af völdum loftslagsbreytinga flókin. Aðlögun samgangna að áhrifum loftslagsbreytinga snýst um fyrirbyggjandi eða mildandi aðgerðir, ekki hvað sist við skipulag, hönnun og undirbúning mannvirkja. Þau felast mikið til í söfnun upplýsinga, kortlagningu staða sem eru viðkvæmir fyrir breytingum og mati á áhættu, tjónnæmi og tjónþoli mannvirkjana, reksturs þeirra og þjónustu. Þá er þörf á nákvæmum mælingum og rannsóknum á ýmsum umhverfisþáttum sem verða fyrir mestum áhrifum víðs vegar um landið svo hægt sé að bregðast við breytingum í tíma. Allt miðar það að því að bæta yfirsýn stjórnvalda í því verkefni að tryggja að áhrif loftslagsbreytinga á íslenskt samfélag verði sem minnst. Líklegt má telja að aðlögunin muni kalla á frekari samhæfingu milli opinberra aðila, atvinnulífs og annarra hagsmunaaðila.



### Markmið um mælingar og vöktun loftslagsbreytinga




Tryggja ætti reglulegar mælingar og vöktun á aðstæðum á stöðum í samgöngukerfinu sem eru viðkvæmir fyrir áhrifum loftslagsbreytinga. Samhliða þurfa að verða til sameiginleg og/eða gagnvirk gagnasöfn samgöngustofnana með tengingum við sambærilega gagnagrunna annarra aðila og stofnana. Meðal aðgerða sem eru hafnar eða æskilegt er að hefja eru:

- Að viðhalda og efla kerfi sjávarborðsmæla í höfnum landsins, kvarða þá og tryggja reglulegar mælingar og vöktun, sérstaklega þar sem er landsig.
- Kortleggja þarf staði eða mannvirki í samgöngukerfinu sem eru sérlega viðkvæm fyrir áhrifum og afleiðingum loftslagsbreytinga.
- Greina þörf á bættum flóðavörnum og vöktunar- og viðvörunarkerfum sem og spám um ölduhæð og áhlaðanda.
- Koma á fót gagnagrunni yfir veðurtengda atburði og skemmdir og tjón sem af þeim hljóttast. Fylgjast þarf með breytingum á veðurfari, s.s. vindum og hitaskilum vegna flugs og starfsemi flugvalla.
- Tengja gagnasöfn samgöngustofnana við mælingar og vöktun Landmælinga Íslands og Veðurstofu Íslands.

### Markmið um bættu yfirsýn stjórnvalda

Kortleggja þarf frekar samgöngukerfið m.t.t. þess hvaða afleiðingar loftslagsbreytingar hafa á uppbyggingu þess, viðhald og rekstur (sjá mynd 4 um helstu þætti og áhrif sem kanna ætti betur). Þar með talin eru afleiðd áhrif á samgöngur líkt og afleiðingar á ferðamannastraum eða hafnir ef fiskstofnar breytast/færast eða siglingaleiðir breytast vegna bráðunar heimskautsins.

Dæmi um áhrif loftslagsbreytinga á innviði og þjónustu samgöngukerfisins

Hitastig / hlýnun			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hærrí meðahiti, hitabylgjur, tíðari frost-þíðuferli, þurrkar</li> <li>• Minni snjókoma, meiri regn</li> <li>• Bráðnun sífera</li> <li>• Meiri gróður</li> <li>• Minni hafís</li> </ul>	<b>Vegir og umferð</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blæðingar og frostverkun í yfirborði</li> <li>• Minni snjómokstur</li> <li>• Meiri hálkuvarnir</li> <li>• Bráðnandi sífreri</li> <li>• Holur og skemmdir í burðarlagi</li> <li>• Aukið grjóthrun</li> <li>• Gróður skerðr útsýni</li> </ul>	<b>Flug og flugvellir</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blæðingar og skemmdir á flugbrautum</li> <li>• Lengra flugtak</li> <li>• Lengri flugbrautir eða minni þyngd</li> <li>• Meiri þörf fyrir kælingu farms</li> <li>• Breyttar vindáttir og notagildi flugbrauta</li> </ul>	<b>Siglingar og skip</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minni ísmyndun á vetrum - siglingar</li> <li>• Nýjar siglingaleiðir</li> <li>• Hætta á skemmdum á farni</li> <li>• Meiri orkunotkun vegna kælingar á farni</li> <li>• Minni hálkuvarnir</li> </ul>
<b>Úrkoma</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Breytingar á úrkomumynstri, úrkomuákefð, tíðni og veðuröfgum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flóð og álag á ræsi</li> <li>• Skolast úr vegum</li> <li>• Grefur frá brúm</li> <li>• Aurskriður, skriðuföll, grjóthrun</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bæta ofanvatnskerfi</li> <li>• Hætta á flóðum og skemmdum á flugbrautum</li> <li>• Tafir á flutningum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flóðahætta, álag á ofanvatnskerfi</li> <li>• Skemmdir vegna vatnsaga</li> </ul>
<b>Sjávarborð og flóð</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hækkandi meðalhæð sjávar</li> <li>• Fleiri aftakaveður, samverkandi þættir</li> <li>• Ölduhæð, áhlaðandi, sjávarrof/ sjógangur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flóðahætta á lágsvæðum</li> <li>• Rof í vegum vegna ágangs sjávar</li> <li>• Aukin hætta á skriðuföllum í bröttum hliðum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hætta á hálfu á flugbraut</li> <li>• Aukin hætta á sjógangi og flóðum</li> <li>• Sjávarrof vegna ágangs</li> <li>• Tafir á flugi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hækkun á mannvirkjum</li> <li>• Skemmdir vegnarofs og ágangs sjávar</li> <li>• Aukinn viðhalds- og framkvæmdakostnaður</li> <li>• Tafir og lokanir</li> </ul>

Mynd 4. Dæmi um áhrif loftslagsbreytinga á innviði og þjónustu samgöngukerfisins [2].

### Markmið um samhæfð viðbrögð

Gæta þarf að samráði stofnana og aðila sem sinna skipulagi, framkvæmdum eða þjónustu vegna samgöngumannvirkja við þá sem sinna innviðum í þéttbýli líkt og fráveitu- og ofanvatnskerfum.

Ljóst er að fyrirsjáanlegar aðgerðir vegna aðlögunar að loftslagsmálum gætu kallað á aukið fjármagn til málaflokksins. Mikilvægt er að valkostir til aðgerða verði metnir og gert ráð fyrir þeim eftir atvikum í samgönguáætlun. Í þeim tilvikum þar sem áhrif loftslagsbreytinga valda samgöngurofi þyrfti að vera hægt að bregðast hratt við, enda geti samfélagslegur kostnaður af slíku verið gríðarlegur. Kanna þarf leiðir í þá átt að slíkt væri tryggt.

### Heimild

[1] Þingsályktun um samgönguáætlun fyrir árin 2020–2034 (2020).

<https://www.althingi.is/altext/150/s/1944.html>

[2] Áhrif loftslagsbreytinga á samgöngur: forsendur aðlögunar (2021).

<https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/%c3%81hrif%20loftslagsbreytinga%20%c3%a1%20samg%c3%b6ngukerfi%c3%b0.pdf>

## 9. Atvinnuvegir

### 9.1 Atvinnulíf

Rekstur fyrirtækja, starfsfólk þeirra, eignir og fjárfestingar geta verið tjónnæm fyrir áhrifum loftslagsbreytinga. Sum íslensk fyrirtæki hafa um áraraðir þurft að horfa til áhrifaþátta líkt og aukinnar bráðnunar jökla, önnur hafa tekið þátt í alþjóðlegu starfi tengdu aðlögun en flest hafa ekki þurft að taka aðlögun að loftslagsbreytingum sérstaklega til greina hingað til.

Loftslagsbreytingar hafa mikil áhrif á atvinnulífið í heild sinni og mikilvægt er að fyrirtæki hugi að loftslagsáhættu og aðlögun í kjarnarekstri sínum á næstu misserum. Gagnlegt gæti verið fyrir einstaka atvinnugreinar og geira að vinna að sértækum aðlögunaráætlunum eða að skoða tiltekna þætti loftslagsáhættu fyrir sinn rekstur. Til dæmis er áliðnaður og upplýsingatækni háð tryggum og loftslagsþolnum raforku- og samskiptainviðum. Þá má einnig nefna mikilvægi þess að fyrirtæki í nýsköpun hugi að áhrifum loftslagsbreytinga og aðlögun í sínum grunnáætlunum.

Mikilvægt er að frekari greining á aðlögunarþörf og aðlögunargetu fyrirtækja fari fram í samvinnu við alla viðeigandi hagaðila. Aðkoma atvinnulífsins skiptir hér sköpum eigi þessi markmið að nást en horfa þarf til nýsköpunar í auknum mæli og viðeigandi fjárfestingartækifæra. Samkeppnishæfni íslensks efnahagslífs getur verið háð því að stjórnvöld, fyrirtæki og einstaklingar tileinki sér breytta og bætta viðskiptahætti.

### Markmið

Huga þarf að því hvernig atvinnulíf getur aðlagð rekstur sinn, greiningar og reikningshald að þeirri auknu og nýju áhættu sem felst í loftslagsbreytingum. Fyrirtæki eru í auknum mæli að horfa til loftslagsáhættu og leita leiða til þess að greina, meta og miðla henni. Í nýlegri reglugerð ESB um sjálfbærar fjárfestingar er aðlögun að loftslagsbreytingum einn sex þátta umhverfislegar sjálfbærni sem fyrirtæki skulu líta til þegar kemur að miðlun ófjárhagslegra upplýsinga [1]. Hugmyndin er að auka gagnsæi varðandi það hversu sjálfbær atvinnustarfsemi er til að stuðla að upplýstum fjárfestingarákvörðunum.

Skoða þarf einnig afleiðd áhrif loftslagsbreytinga á atvinnulífið. Hér er einkum átt við kerfislæga áhættu eins og fjallað er um í kafla 2.5.

#### Heimild

[1] Reglugerð Evrópuþingsins og ráðsins 2020/852. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj>

## 9.2 Sjávarútvegur og fiskeldi í sjó

Sjávarútvegurinn er ein höfuðatvinnugrein landsins og má telja sem forsendu byggðar í mörgum sjávarþorpum landsins. Atvinnugreinin hefur sýnt mikla aðlögunarhæfni að breyttum aðstæðum og nýtingu auðlinda [1].

Undanfarinn aldarfjórðung hafa orðið verulegar breytingar á ástandi sjávar umhverfis landið sem tengjast veðurfarssveiflum á Norður-Atlantshafi þar sem hlýnun jarðar er einn undirliggjandi þátta. Á þessu tímabili hefur hiti og selta sjávar jafnan verið yfir langtímameðaltali, sér í lagi fyrir Norðurlandi en einnig í hlýjum Atlantssjónum sem einkennir hafsvæðin við sunnan- og vestanvert landið [2].

Breytingar á ástandi sjávar eru taldar hafa leitt til umtalsverðra breytinga á vistkerfi sjávar og taldar skýra breytingar á útbreiðslu og stofnstærðum margra nytjastofna við landið.

Hlýnun og súrnun sjávar vegna loftslagsbreytinga veldur breytingum á vistkerfum sjávar. Mikilvægt er að auka vísindalega þekkingu á áhrifum slíkra breytinga þannig að auka megi líkur á að hægt verði að gera raunhæfar sviðsmyndir um þróun lífríkisins samfara breytingum í umhverfisþáttum.

Hækkun sjávarhita getur leitt til breytinga á útbreiðslu og stofnstærð nytjastofna sjávar og þ.a.l. haft í för með sér mismunandi áhrif. Slíkar breytingar geta því bæði orðið jákvæðar og neikvæðar háð því hvernig aðstæður eru á hverjum stað. Búast má við að meiri hlýnun geti aukið framleiðni fiskeldis í sjó og þannig haft í för með sér jákvæð byggðaáhrif. Að sama skapi gæti veruleg lækkun á sjávarhita haft neikvæð áhrif á fiskeldið [2]. Fylgjast þarf með áhrifum hækkunar hitastigs sjávar á viðkomu sníkjudýra og mögulegum neikvæðum áhrifum sem gæti þurft að bregðast við.

Áhrif súrnunar heimshafanna á lífríki sjávar eru talin kunna að koma fyrir fram á íslensku hafsvæði en annars staðar. Súrnun getur haft veruleg neikvæð áhrif á lífsafkomu kalkmyndandi lífvera. Bæði er um að ræða nytjategundir, s.s. krækling og hörpudisk, en einnig fjölmargar tegundir sem ekki eru nýttar en hafa þýðingu í fæðuvef hafsins. Erfitt er að spá fyrir um áhrif súrnunar sjávar við landið og því brýnt að efla rannsóknir á því sviði vegna óvissu um hverjar afleiðingarnar verða fyrir lífverur og vistkerfi sjávar er fram líða stundir.

## Markmið

Efla þarf vöktun umhverfisþátta og grunnrannsóknir á áhrifum loftslagsbreytinga á mismunandi lífverur sjávar.

- Meta þarf áhrif breytinga á stofnstærðir og útbreiðslu nytjastofna.
- Efla þarf grunnþekkingu á tengslum umhverfisþátta og kalkbúskap mismunandi lífvera sem breytast með súrnun sjávar hér við land. Slíkar rannsóknir eru forsenda fyrir því að hægt verði að spá fyrir um afleiðingar súrnunar sjávar á vistkerfi Íslandsmiða.
- Greina þarf hvernig Hafrannsóknastofnun geti best sinnt verkefnum sínum um vöktun og rannsóknir á áhrifum loftslagsbreytinga á lífríki hafsins, þ.m.t. vegna rannsókna sem tengjast fiskeldi.

Meta þarf hagræn og samfélagsleg áhrif mögulegra breytinga á sjávarútveg og fiskeldi.

- Meta þarf heildstætt áhrif á sjávarbyggðir, auk þess að meta áhrif á einstök byggðarlög að teknu tilliti til staðbundinna aðstæðna.
- Þar sem mat á aðlögunarþörf og nauðsynlegum innviðum fyrir sjávarútvegsfyrirtæki og samfélag hefur ekki verið framkvæmt er nauðsynlegt að ráðist verði í slíkt.

Kanna þarf þörf á að gerðar verði áætlanir um aðlögun sjávarútvegs og fiskeldis að áhrifum loftslagsbreytinga.

- Gera þarf áhættumat fyrir sjávarútveg og fiskeldi út frá mismunandi sviðsmyndum loftslagsbreytinga.

### Heimildir

[1] Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneyti 2021. Staða og horfur íslenskum sjávarútvegi og fiskeldi. Sveinn Agnarsson (ritstj.), Sigurjón Arason, Hörður G. Kristinsson, Gunnar Haraldsson. <https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/Sta%C3%B0a%20og%20horfur%20%C3%ADslenskum%20sj%C3%A1var%C3%BAtvegi%20og%20fiskeldi.pdf>

[2] Hafrannsóknastofnun 2021. Guðmundur J. Óskarsson (ritstj.), Staða umhverfis og vistkerfa í hafinu við Ísland og horfur næstu áratuga. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2021-14. <https://www.hafogvatn.is/static/files/2021-sidur/hv2021-14.pdf>

## 9.3 Landbúnaður

Landbúnaður gegnir mikilvægu hlutverki í fæðu- og matvælaöryggi þjóðarinnar, samanber m.a. Matvælastefnu fyrir Ísland til ársins 2030 [1]. Innlend matvælaframleiðsla stendur fyrir stórum hluta fæðuframboðs á Íslandi, nær

öllum mjólkurafurðum, 90% af kjöti og helmingi af grænmeti. Þá er landbúnaður oft uppistaðan í lífsviðurværi og atvinnu á dreifbýlissvæðum landsins og oftast en ekki sá grunnur sem ýmis þjónusta og nýsköpun hvílir á.

Landfræðileg staðsetning og landslag Íslands eru takmarkandi þættir varðandi skilyrði til landbúnaðar. Vaxtartímabil er stutt eða um það bil fjórir mánuðir. Ræktanlegt land nær allt að 200 metra hæð yfir sjó og eru stór svæði landsins berskjölduð fyrir vind- og vatnsrofi. Landbúnaður á Íslandi byggist að mestu upp á búfjárrækt, ylrækt í gróðurhúsum og útiræktun. Loftslagsbreytingar hafa mismikil áhrif á greinar landbúnaðar á Íslandi.

Áhrif loftslagsbreytinga á búfjárrækt og garðyrkju á Íslandi hafa lítið verið rannsökuð og er því takmarkað til af gögnum um möguleg áhrif. Þó eru nýlegar rannsóknir þar sem áhrif hlýnandi veðurfars á jarðrækt og úthaga hafa verið skoðuð og eru þau metin töluverð. Lengri vaxtartími og hlýrri sumur geta þýtt að uppskera ræktunarlands aukist. Einnig getur hlýrra veðurfars þýtt að það verður hægt að framleiða fleiri tegundir hér á landi og að kornuppskera og ræktunaröryggi verður betra í framtíðinni [2].

Áhrif aukins breytileika eða sveiflna í veðurfari geta verið töluverð fyrir ræktunaröryggi fjölbærra jurta. Á Íslandi skiptast á frost- og þiðukaflar yfir vetrartímenn á láglendi. Sveiflukennt tíðarfar og of lágur hiti yfir vetrartímenn getur valdið verulegum kalskemmdum á ræktarlandi þar sem svellalög á jafnsléttu geta myndast.

Vetrarhlýindi og auknar sveiflur í veðurfari geta verið takmarkandi þáttur á Íslandi og einnig komið fram í óstöðugri jarðvegi og auknum skriðuföllum. Þá geta þurrkar einnig aukist. Aðlögun getur þurft að fara fram með því að breyta ræktunarfyrirkomulagi og gróðursetningartímum [2].

Hlýnandi veðurfars hefur í för með sér sjúkdóma í kornræktinni sem eru vel þekktir í hlýrra loftslagi erlendis. Hlýnandi loftslagi getur fylgt aukinn kostnaður vegna varnaraðgerða, s.s. til að verjast ásókn fugla. Með hlýnandi veðurfari hafa meindýr og plöntusjúkdómar í gróðri aukist. Illgresi getur að sama skapi aukist og því fylgir aukin umhirðuþörf og mögulega neikvæð umhverfisáhrif vegna aukinnar varnarefnanotkunar [2].

Uppskerumagn og yrkjavaal í matjurtaræktun utanhúss hefur sveiflast mikið á undanförunum áratugum en ekki er hægt að draga ályktanir um að breytingar á veðurfari og hlýrra loftslag sé ástæðan. Á lágsvæðum getur hækkun sjávarborðs haft áhrif á grunnvatn og ef til vill skert ræktunarmöguleika á einhverjum svæðum.

Landbúnaðurinn er háður innflutningi á fóðri að stórum hluta. Mögulega geta loftslagsbreytingar þýtt að hægt verður að rækta stærri hluta af því héraendis, en afar ólíklegt er að hægt verði að rækta fóðurjurtir eins og maís og soja. Erfiðleikar í ræktun erlendis vegna loftslagsbreytinga munu hafa áhrif hér ef t.d. framboð minnkar og verð hækkar verulega.

## Markmið

Gera þarf heildstætt mat á áhrifum loftslagsbreytinga á íslenskan landbúnað. Í skýrslu vísindanefndar um loftslagsbreytingar sem gefin var út 2018 [2] eru dregnar saman niðurstöður þeirra brotakenndu rannsókna sem þó liggja fyrir en víðtækara mat liggur ekki fyrir.

Leggja þarf mat á hvaða aðgerðir þarf að fara í til þess að búa landbúnaðinn undir mögulegar breytingar á veðurfari í framtíðinni og gera tillögur að nauðsynlegum aðgerðum. Það sem hefur verið skoðað hingað til snertir einkum nytjaplöntur og garðagróður en lítið sem ekkert búfjárrækt sem þó er uppistaða innlends landbúnaðar. Mikilvægt er að staðan sé greind út frá starfsemi eins og hún er í dag, einkum áhrif á búfjárræktina og áhrif á ræktun nytjaplantna til manneldis og fódurs.

Greina þarf afleidd áhrif á landbúnað í ljósi þess að hann er háður innfluttum aðföngum. Það snertir jafnframt áhrif á fæðuöryggi. Óbein áhrif geta einnig orðið ef samgöngukerfi skerðast eða aðrir samfélagslegir innviðir í dreifbýli. Slíkt verður að skoða í samhengi við þá þætti.

### Heimildir

[1] Matvælastefna fyrir Ísland til ársins 2030 (2020).  
<https://www.stjornarradid.is/verkefni/atvinnuvegir/matvaeli-og-matvaelaoryggi/matvaelastefna-fyrir-island-til-arsins-2030/>

[2] Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson og Trausti Jónsson (2018). Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi — Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar 2018. Veðurstofa Íslands. <https://www.vedur.is/media/loftslag/Skyrsla-loftslagsbreytingar-2018-Vefur-NY.pdf>

## 9.4 Ferðapjónusta

Undanfarinn áratug hefur ferðapjónustan vaxið hratt. Hún er orðin undirstöðuáttvinnugrein hér á landi og þjóðhagslegt og samfélagslegt vægi hennar er mikið. Þetta sést vel í ljósi COVID-19 faraldursins sem hefur haft gríðarlega neikvæð áhrif á ferðapjónustu og afleiddar greinar.

Hlutdeild ferðapjónustu í vergri landsframleiðslu var 8% árið 2019. Vöxtur ferðapjónustunnar hefur einnig haft jákvæð áhrif á byggðapróun í landinu síðastliðin ár.

Þrátt fyrir COVID-19 faraldurinn eru langtímahorfur fyrir ferðapjónustu á Íslandi jákvæðar. Ýmsir þættir geta þó haft áhrif á þróun eftirspurnar til lengri tíma, s.s. þróun flugframboðs, samkeppni við aðra áfangastaði, gengi krónunnar og þróun loftslagsmála. Hvað loftslagsmálin varðar hefur áhersla síðustu ára verið á að

draga úr losun gróðurhúsalofttegunda frá ferðapjónustu en engin áhersla hefur aftur á móti verið á aðlögun að loftslagsbreytingum hingað til.

Miklar ferðapjónustutengdar innviðafjárfestingar hafa átt sér stað síðasta áratuginn til þess að fylgja eftir hröðum vexti í fjölda erlendra ferðamanna. Loftslagsbreytingar gætu haft áhrif á þessa innviði og þjónustu þeim tengdum í framtíðinni. Hafa þarf í huga að ferðamenn nýta í raun flesta þá innviði sem íbúar landsins nota þannig að þeir geta orðið fyrir áhrifum af sömu áhættuþáttum vegna loftslagsbreytinga og íbúar hvað innviði, þjónustu og öryggi varðar.

Áhætta vegna áhrifa loftslagsbreytinga, breytingar á landslagi (t.d. aukin skógarþekja) og breytingar á innviðum og þjónustuframboði í kjölfar loftslagsbreytinga, sem og áhrif loftslagsbreytinga í öðrum löndum, gætu breytt sjálfru aðdráttarafli landsins fyrir erlenda ferðamenn og þannig samkeppnishæfni áfangastaðarins, til hins betra eða til hins verra.

Loftslagsbreytingar gætu haft áhrif á ýmsar tegundir ferðapjónustu hér á landi. Bráðnun jökla hefur nú þegar áhrif á jöklaferðamennsku [1]. Hlýnun loftslags gæti haft áhrif á skíðaferðapjónustu. Súrnun sjávar gæti valdið breytingum á lífríki sjávar sem hefur aðdráttarafli fyrir ferðamenn og þar með ógnað ferðapjónustu eins og hvala-, sela- og fuglaskoðun og veiðiferðamennsku.

Aukin eldvirkni á Íslandi vegna loftslagsbreytinga gæti valdið truflunum á samgöngum til og frá landinu og þar með komu ferðamanna. Eldgos geta þó einnig verið aðdráttarafli fyrir ferðamenn, eftir eðli þeirra. Aukin tíðni ofsaveðurs, snjóflóða og aurskriða gæti sett þjónustu við ferðamenn úr skorðum, s.s. gistingu eða afþreyingu á ákveðnum svæðum. Þá gæti verið áskorun að ná til erlendra ferðamanna með viðvaranir og leiðbeiningar í slíkum tilfellum.

Engin markmið eru til staðar um áhættumat og engir fyrirliggjandi ferlar eða stefnur eru til staðar um greiningu og/vöktun á mögulegum afleiðingum loftslagsbreytinga fyrir ferðapjónustu á Íslandi.

## Markmið

Móta þarf stefnu um greiningu og vöktun á margvíslegum afleiðingum loftslagsbreytinga á íslenska ferðapjónustu. Slíkar greiningar myndu undirbyggja frekari aðlögunaraðgerðir innan atvinnugreinarinnar.

Kanna ætti sérstaklega kerfislæga áhættu fyrir ferðapjónustu vegna áhrifa loftslagsbreytinga innan annarra geira eða utan landsteinanna.

- Hlýnun loftslags á suðrænum slóðum gæti aukið eftirspurn eftir ferðalögum til landa á norðlægari slóðum, eins og Íslands, sérstaklega á sumrin þegar flest fólk fer í frí. Einnig gæti eftirspurn eftir vetrarferðum til landa eins og Íslands aukist eftir því sem skíðaferðamennska dregst saman, t.d. í Ölpunum.



- Opnun siglingaleiða á norðurslóðum vegna bráðnunar hafiss gæti aukið komur ferðamanna til Íslands sjóleiðina.
- Alþjóðleg ferðahegðun gæti breyst í kjölfar loftslagsbreytinga, t.d. gæti eftirspurn eftir ferðalögum til staða sem eru að breytast vegna loftslagsbreytinga, eins og Íslands með sitt hverfandi jökullandslag, aukist til skemmri tíma. Aftur á móti gæti aukið „flugviskubit“ meðal almennings dregið úr því að fólk vilji fljúga til áfangastaða eins og Íslands en íslensk ferðaþjónusta er mjög háð alþjóðaflugi. Svipað gæti átt við um ferðalög með skemmtiferðaskipum. Þetta á við a.m.k. á meðan alþjóðaflug og alþjóðasiglingar eru enn mjög háð jarðefnaeldsneyti. Einnig gætu hugsanlegar mótvægisáðgerðir, hvort sem er á Íslandi eða annars staðar, haft áhrif á verðlag og þar með eftirspurn eftir ferðalögum.
- Ferðaþjónusta er mjög háð samgöngum og áhrif loftslagsbreytinga á samgöngumannvirki hafa því líka áhrif á ferðaþjónustu. Tjón á samgönguinnviðum vegna loftslagsbreytinga gæti haft áhrif á komur ferðamanna til landsins og dreifingu þeirra um landið.

Kanna þarf kerfislæga áhættu fyrir aðra félagslega innviði á Íslandi ef vera skyldi að fjöldi ferðamanna ykist eða drægist saman vegna áhrifa loftslagsbreytinga innanlands eða utan.

- Ef loftslagsbreytingar verða til þess að það dragi úr ferðaþjónustu eða hún raskist á einhvern máta vegna þeirra getur það dregið úr tekjum af greininni, valdið atvinnuleysi, haft neikvæð áhrif á byggðapróun í landinu og orðið til þess að ýmsir mikilvægir innviðir sem byggst hafa upp verði vannýttir. Tengdar atvinnugreinar yrðu einnig fyrir neikvæðum áhrifum, s.s. flug og hafnarstarfsemi, byggingariðnaður, landbúnaður og menningartengd starfsemi.

Vinna ætti áhættumat og setja áhættuviðmið vegna:

- áhrifa loftslagsbreytinga á ferðahegðun á heimsvísu og líklegar birtingarmyndir þess á Íslandi;
- áhrifa opunar siglingaleiða á norðurslóðum á komur ferðamanna með skipum;
- áhrifa loftslagsbreytinga á landslag Íslands, aðgengi að ferðamannastöðum, á ferðaþjónustu og ferðaþjónustutengda innviði eftir svæðum og eftir tegundum ferðaþjónustu;
- mögulegra truflana á ferðaþjónustu sem geta orðið vegna áhrifa loftslagsbreytinga á samgönguinnviði, aukinnar eldvirkni eða aukinnar tíðni ofsavæðurs, snjóflóða og aurskriða;
- aukinnar eftirspurnar eftir raforku fyrir ferðaþjónustu, m.a. fyrir bílaleigubíla, samhliða orkuskiptum í samgöngum.

Kortleggja ætti hvaða tegundir ferðaþjónustu eru viðkvæmastar fyrir áhrifum loftslagsbreytinga, m.a. m.t.t. viðhalds til skemmri og lengri tíma.

Fella þarf aðlögun að loftslagsbreytingum inn í ferðamálastefnu sem og aðra stefnumótun og stefnumótandi verkefni á vegum stjórnvalda sem varða ferðamál, s.s. áfangastaðaáætlanir, Framkvæmdasjóð ferðamannastaða og landsáætlun um uppbyggingu innviða til verndar náttúru og menningarsögulegum minjum.

Skoða ætti hvernig Ferðamálastofa getur sinnt hlutverki sínu m.t.t. áhrifa loftslagsbreytinga á ferðaþjónustu. Samhliða skyldi kanna hlutverk annarra stofnana m.t.t. þekkingarsköpunar, greininga, áhættumats, ákvarðanatöku og aðgerða sem geta snúið að viðnámsþrótti ferðaþjónustu frammi fyrir áhrifum loftslagsbreytinga.

Efla þarf samvinnu ólíkra aðila til þess að fella málefni aðlögunar að loftslagsbreytingum inn í stefnumótun ferðamála og hvetja ferðaþjónustufyrirtæki og ferðamannastaði til þess að taka þau inn í áætlanagerð ef við á. Helsta áskorunin í stjórnsýslu ferðamála er hversu dreifð hún er, en öll ráðuneyti koma að ferðaþjónustu með einum eða öðrum hætti. Málefni eins og áhrif loftslagsbreytinga á ferðaþjónustu kallar á mikla samhæfingu þvert á ráðuneyti, stofnanir og aðra hagaðila, s.s. Samband íslenskra sveitarfélaga og Samtök ferðaþjónustunnar.

#### Heimild

[1] Welling, Johannes (2020). Glacier tourism and climate change adaptation in Iceland. Doktorsritgerð við Háskóla Íslands. <https://opnvisindi.is/handle/20.500.11815/2133>

## 9.5 Vátrygginga- og fjármálastarfsemi

Vátrygginga- og fjármálastarfsemi er kerfislega og þjóðhagslega mikilvæg starfsemi sem skiptir samfélagið allt miklu máli. Hún snýr að einkareknum vátryggingafélögum, bönkum, lífeyrissjóðum, Náttúruhamfaratryggingu Íslands (NTÍ) sem og öðrum sjóðum, líkt og Bjargráðasjóði, sem bæta fyrir veðurfarstjón. Starfsemin þarf að taka mið af áhrifum loftslagsbreytinga sem endurspeglast í breytingum á áhættuprófil vátrygginga- og fjármálafyrirtækjanna sjálfra og viðskiptavina þeirra. Vátrygginga- og fjármálastarfsemi getur bæði orðið fyrir áhrifum af loftslagsbreytingum og verið lausn þegar kemur að því að stýra loftslagstengdri áhættu og bæta fyrir afleiðingar alvarlegra veðuratburða og náttúruhamfara [1]. Dæmi um óbein áhrif loftslagsbreytinga á tryggingavernd hér á landi eru gróðureldar sem verða algengari í kjölfar hlýnunar, en sú vá getur í meira mæli aukið kröfur um tryggingavernd.

Vátrygginga- og fjármálastarfsemi er í stöðu til að greina og dreifa áhættu, miðla upplýsingum um loftslagsáhættu til mismunandi hagsmunaaðila og beina fjármunum á stefnumiðaðan hátt í fjárfestingar sem stuðla að aðlögun gegn loftslagsbreytingum [2, 3, 4].

Veðurfarstjón hafa nú þegar áhrif á rekstur vátryggingafélaga, en þau tengjast m.a. aukinni samþjöppun eigna og þéttbýlismyndunar á láglandi þar sem hætta af sjávarflóðum, skriðuföllum eða snjóflóðum er til staðar [5, 6], en slíkt gerir fólk og eignir útsettara fyrir líkams- og eignatjónum. Ofsafengið veðurfar annars staðar í heiminum getur einnig haft áhrif á rekstur innlendra vátryggingafélaga, beint eða óbeint, vegna endurtryggingasamninga við erlend vátryggingafélög.

Búist er við aukinni tíðni og alvarleika tjóna af völdum loftslagsbreytinga víða um heim [5], sem leitt getur til hækkunar á vátryggingaiðgjöldum eða jafnvel gjaldþrots vátryggingafélaga [6, 7] eða banka [8]. Loftslagsáhættu má skipta í tvennt, þ.e. umbreytingaráhættu (löggjöf og stefnumörkun stjórnvalda, orðspors-, markaðs- og tæknilega áhættu) og áhættu sem snýr að eignum (öryggi eigna, bóta- og skaðabótaskyldu, rekstrarstöðvun eða truflun á rekstri aðfangakeðja) [9]. Einnig má nefna félagslega áhættu og áhættu sem lýtur að stjórnarháttum viðkomandi starfsemi.

#### Vátryggingageirinn — aðferðir og hugtök

Framsýn líkön (e. forward looking): Söguleg gögn duga ekki til að meta loftslagstengda áhættu vegna þess að tíðni og alvarleiki tjóna er meiri en slík gögn segja til um [14, 6].

Áhættuvitund og miðlun þekkingar: Ráðgjöf til viðskiptavina og annarra hagaðila á áhættugreiningu og áhættustjórnun. Ráðgjöf og/eða samstarf við stjórnvöld um kortlagningu og skilgreiningu áhættusvæða, endurbætur á landsskipulagi, byggingarreglugerðum, umsögnum um stefnu o.fl. Aukið gagnsæi og samnýting upplýsinga gæti gagnast þegar kemur að aðlögun að loftslagsbreytingum, sem og miðlun upplýsinga varðandi áhættugreiningu og áhættustjórnun [15, 16].

Meginstarfsemi: Áhættumiðuð vátryggingakjör, skilyrtir vátryggingaskilmálar eða undanþáguákvæði sem stuðla að breyttri hegðun vátryggingataka, nýjar vátryggingalausnir, lagfæringar í kjölfar tjóna sem taka mið af því að forða framtíðartjónum [15, 16, 17, 18]. Stjórnvöld þurfa einnig að hvetja einstaklinga og fyrirtæki til að fjárfesta í vátryggingavernd sem lið í forvörnum og aðlögun [14]. Vátryggingafélög geta aukið upplýsingagjöf um tjón og tjónatíðni.

Forvarnaverkefni og viðvörðunarkerfi: Vátryggingafélög reyna að forða tjónum, t.d. með kortlagningu vindasamra svæða og með útsendingu á stromviðvörðunum [15, 9, 17], auk þess sem þau geta þrýst á stjórnvöld um úrbætur á innviðum, t.d. á holræsakerfum [16].

Fjárfestingar: Mat á og stýring lána- og eignasafna taki mið af loftslagsáhættu, m.a. með þeim hætti að beina fjárfestingum í verkefni sem stuðla að aðlögun vegna loftslagsbreytinga. Þegar er hafin vinna innan banka við að þróa aðferðir við að meta lána- og eignasöfn m.t.t. loftslagsáhættu og að setja fram ramma um sjálfbær fjármál, þar sem m.a. er komið inn á vistvæna stýringu náttúrulegra svæða og landnotkun [19].

Mikilvægt er að váttryggingaskilmálar, verðlagning váttrygginga og upplýsingagjöf taki mið af vel ígrunduðu áhættumati til að hvetja váttryggingataka til að huga sem best að forvörnum, því að einungis hluti tjóna fæst bættur af váttryggingafélögum [10]. Fjármálastarfsemi banka, lífeyrissjóða og váttryggingafélaga, mun þurfa að taka mið af loftslagsáhættu þegar kemur að lánveitingum og fjárfestingum. Lán sem veitt eru til viðskiptavina, sér í lagi til fyrirtækja, krefjast þess að loftslagsáhætta viðskiptavina sé þekkt, t.d. varðandi eignir staðsettar á mögulegum hættusvæðum og/eða eðlisáhættu starfseminnar [11] þannig að lánakjör endurspegli þá áhættu. Sama gildir um mat á fjárfestingaáhættu.

Váttrygginga- og fjármálastarfsemi mun í auknum mæli þurfa að upplýsa um umhverfis- og loftslagsáhættu sem tengist rekstri þeirra, til að mynda hvernig loftslagsáhætta er skilgreind, metin og henni stýrt (sjá t.d. ESB-reglugerð í kafla 9.1) [12, 13]. Ákvæði um ófjárhagslega upplýsingagjöf er þegar að finna í lögum nr. 3/2006, um ársreikninga, auk þess sem áherslur á ábyrgar fjárfestingar hafa vaxið en við endurskoðun á lögum nr. 129/1997, um skyldutryggingu lífeyrisréttinda og starfsemi lífeyrissjóða, árið 2017 kom inn ákvæði um siðferðisleg viðmið í fjárfestingum lífeyrissjóða.

## Markmið

Efla þarf rannsóknir á getu váttryggingafélaga, banka og lífeyrissjóða til þess að mæta áhættu vegna loftslagsbreytinga og því hvernig best sé að beita váttryggingum og fjármunum til að stýra slíkri áhættu [9, 20]. Jafnframt þarf að skoða hvernig aðlögunarþátturinn snýr að núverandi og mögulegum váttryggingatökum, t.d. þegar kemur að forvörnum, váttryggingakjörum og skilmálum, lána- og eignasöfnum og váttryggingaskuld (bótasjóðum).

Auka má gagnsæi um aðgerðir innlendra váttrygginga- og fjármálafyrirtækja þegar kemur að aðlögun að loftslagsbreytingum og endurskoða ætti kröfur um gagnsæi í skýrslugerð fjármálastofnana þegar kemur að loftslagsáhættu eigna- og lánasafna. Hamfaraáætlanir fjármálastofnana ættu að taka mið af verstu mögulegu útkomu. Til að mynda skortir upplýsingar um tíðni og alvarleika veðurfarstengdra tjóna og áhrif þeirra á váttryggingakjör og skilmála. Þá skortir upplýsingar um hvort og þá hvernig tjónaupplýsingar eru nýttar til að draga úr áhættu af veðurfarstjónum með endurbótum á reglugerðum sem lúta að hönnun mannvirkja eða landsskipulagi.

Endurskoða ætti löggjöf varðandi váttryggingar þegar kemur að náttúruvá, sér í lagi varðandi flóðaáhættu. Skoða þarf hvort fullnægjandi framboð og vernd sé til staðar gagnvart flóðaáhættu, t.d. leysingavatns, flóða af mannavöldum, t.d. ef mannvirki bresta, og sjávarflóða sem ekki eru tryggð af íslenskum skaðatryggingafélögum. Hagsmunaaðilar gætu legið óbættir hjá garði, sér í lagi ef um siendurtekin flóð er að ræða, þar sem slík áhætta er einnig undanskilin þeirri vernd sem NTÍ veitir [15, 16, 21, reglugerð nr. 700/2019]. Slík tjón falla ekki

undir þau skilyrði að vera skyndileg og ófyrirséð og sú krafa færist því yfir á eigendur eigna að gera viðeigandi ráðstafanir til að verja þær flóðum [15, 16].

Efla ætti þekkingu á loftslagsáhættu váttrygginga- og fjármálafyrirtækja til að bæta ákvarðanatöku þeirra hvað varðar lán og/eða fjárfestingar. Kanna ætti innleiðingu á því að framkvæma loftslagstengd álagspróf á lána- og eignasöfnum sem og váttryggingaskuld, og að niðurstöður slíkra prófana séu notaðar til að bæta áhættumat þeirra og verðlagningu váttrygginga og lánakjör.

Meta ætti hvernig gögn váttryggingafélaga, bæði NTÍ og einkarekinna, gagnast við landsskipulag og endurskoðun byggingarreglugerða.

Kanna ætti sérstaklega aðkomu NTÍ að gerð skipulagsáætlana. Aukið samráð og miðlun þekkingar á milli skipulagsyfirvalda og NTÍ er talið mikilvægt m.t.t. aðlögunar að loftslagsbreytingum, þ.e. að tekið sé mið af váttryggingaáhættu NTÍ við gerð skipulagsáætlana [15, 16].

Auka þarf upplýsingagjöf til almennings um hættur sem stafa af loftslagsbreytingum til að stuðla að forvörnum vegna þeirra. Þá þarf að auka upplýsingagjöf til almennings um lögboðna váttryggingavernd og vernd sem í boði er hjá einkareknum váttryggingafélögum.

Kanna ætti, með hliðsjón af sambærilegri reynslu erlendis frá, möguleika á bótaskyldu úr rekstrarstöðvunar- og ábyrgðartryggingum sem og persónutryggingum vegna áhrifa loftslagsbreytinga [15, 16, 22].

Efla þarf samtal og samráð milli váttrygginga- og fjármálastofnana og þeirra ráðuneyta, sveitarfélaga og eftirlitsaðila sem aðkomu hafa að málaflökknum þegar horft er til aðlögunar að loftslagsbreytingum og hvernig megi forða tjónum, draga úr afleiðingum þeirra eða bæta fyrir þau. Þar má m.a. nefna samráð við byggingaryfirvöld, skipulagsyfirvöld og stofnanir.

Taka þarf afstöðu til ábyrgðarskiptingar vegna loftslagstengdra hamfara í samræmi við Sendai-rammaáætlun Sameinuðu þjóðanna og heimsmarkmið 11, sjálfbærar borgir og samfélög, undirmarkmið 11.B, þar sem kemur fram að útbúa eigi heildræna áhættustýringu vegna hvers kyns hamfara í samræmi við rammaáætlunina og fylgja henni eftir. Þar er enn fremur fjallað um hlutverk ríkja við að draga úr hörmungum, en einnig að aðrir hagaðilar, t.d. sveitarstjórnir og einkageirinn, s.s. váttryggingafélög, eigi að deila ábyrgðinni [22, 23].

#### Heimildir

[1] Stenek, V., Amado, J. C. og Connell, R. (2011). Climate Risk and Financial Institutions : Challenges and Opportunities. International Finance Corporation, Washington, D.C. International Finance Corporation. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/27888> License: CC BY-NC-ND 3.0 IGO.

[2] BSR (e.d.). Adapting to Climate Change: A Guide for the Financial Services Industry. [https://www.bsr.org/reports/BSR\\_Climate\\_Adaptation\\_Issue\\_Brief\\_Financial\\_Services.pdf](https://www.bsr.org/reports/BSR_Climate_Adaptation_Issue_Brief_Financial_Services.pdf)

- [3] TCFD (e.d.a). About. <https://www.fsb-tcdf.org/about/#the-climate-challenge>
- [4] UNEP Finance Initiative (2006). CEO Briefing. A document of the UNEP FI Climate Change Working Group (CCWG). [https://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEO\\_briefing\\_adaptation\\_vulnerability\\_2006.pdf](https://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEO_briefing_adaptation_vulnerability_2006.pdf)
- [5] IPCC (2014). Summary for policymakers. Í: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C. B., V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea og L. L. White (ritstj.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Bretland og New York, NY, Bandaríkin, bls. 1–32.
- [6] Swiss Re Institute (2020). Natural catastrophes in times of economic accumulation and climate change. Sigma No 2/2020.
- [7] Ministry of Agriculture and Forestry (2014). Finland's National Climate Change Adaptation Plan 2022. Helsinki, Ibid. ISBN 978-952-453-862-6.
- [8] Colas, J., Khaykin, I. og Pyanet, A. (2019). Climate change. Managing a new financial risk. New York, Oliver Wyman.
- [9] Johannsdóttir, L. (2012). Nordic non-life insurer's interest in, and response to, environmental issues. Ph.D. thesis (562 pp.). Reykjavík: Viðskiptafræðideild, Háskóli Íslands.
- [10] Munich Re (2021). Record hurricane season and major wildfires — The natural disaster figures for 2020. <https://www.munichre.com/en/company/media-relations/media-information-and-corporate-news/media-information/2021/2020-natural-disasters-balance.html>
- [11] Eceiza, O., Harreis, H., Härtl, D. og Viscardi, S. (2020). Banking imperatives for managing climate risk. <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk/our-insights/banking-imperatives-for-managing-climate-risk>
- [12] European Banking Authority (e.d.). Joint RTS on ESG disclosure standards for financial market participants. <https://www.eba.europa.eu/regulation-and-policy/transparency-and-pillar-3/joint-rts-esg-disclosure-standards-financial-market-participants>
- [13] TCFD (e.d.b). Task Force on Climate-related Financial Disclosures. <https://www.fsb-tcdf.org/>
- [14] Insurance Europe (2018). Response to the European Commission's consultation on the evaluation of the EU's strategy on adaptation to climate change [GEN-SUS-18-016]. Geneva, Ibid.
- [15] Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson og Trausti Jónsson (2018). Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi — Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar 2018. Veðurstofa Íslands.
- [16] Johannsdóttir, L. (2017). Climate change and Iceland's risk-sharing system for natural disasters. The Geneva Papers on Risk and Insurance — Issues and Practice, Vol. 42, Iss. 2, bls. 275–295. 10.1057/s41288-016-0002-7
- [17] Johannsdóttir, L., Davíðsdóttir, B., Goodsite, M. & Ólafsson, S. (2014). What is the potential and demonstrated role of non-life insurers in fulfilling climate commitments? A case study of Nordic insurers. Environmental Science & Policy, 38(2014), bls. 87–106. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.10.011>
- [18] Lára Jóhannsdóttir, Brynhildur Davíðsdóttir og Snjólfur Ólafsson (2014). Umhverfisleg sjálfbærni Íslands: Staðan og aðkoma stjórnvalda. Stjórnmal og stjórnsýsla, 10(2), bls. 445–471.
- [19] Íslandsbanki (2020). Árs- og sjálfbærnisýrsla 2020. [https://cdn.islandsbanki.is/image/upload/v1/documents/ISB\\_2020\\_ISL\\_HQ.pdf](https://cdn.islandsbanki.is/image/upload/v1/documents/ISB_2020_ISL_HQ.pdf)

[20] Maccaferri, S., Cariboni, F. og Campolongo, F. (2011). Natural Catastrophes: Risk relevance and Insurance Coverage in the EU. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-21844-6 (PDF).

[21] Náttúruhamfaratrygging Íslands (e.d.). Vátryggingavernd.  
<https://www.nti.is/vatryggingarvernd/>.

[22] Johannsdóttir, L., Wallace, J. & Jones, A. (2012). The Primary Insurance Industry's Role in Managing Climate Change Risks and Opportunities. Í: J. A. F. Stoner & C. Wankel (ritstj.), Managing Climate Change Business Risks and Consequences: Leadership for Global Sustainability. New York: Palgrave Macmillan.

[23] UNISDR (e.d.). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction.  
<https://www.unisdr.org/we/coordinate/sendai-framework>

## 10. Lýðheilsa

Andleg, líkamleg og félagsleg heilsa og líðan er afurð af samspili einstaklinga og þeirra nánasta umhverfis og aðstæðna. Góður samhljómur er á milli grunnstoða sjálfbærrar þróunar og áhrifaþátta heilbrigðis sem eru allt í senn félags-, efnahags- og menningarlegar aðstæður sem og byggt og náttúrulegt umhverfi (mynd 5). Lýðheilsa, heilsa þjóða og þjóðfélagsþróun, er þannig nátengd heilbrigði jarðarinnar og þarf, líkt og loftslagsmál, að vera sameiginlegt viðfangsefni þvert á stjórnsýslustig og málefnasvið. Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna eru góður grunnur fyrir slíka nálgun. Standa þarf vörð um hornsteina heilsu í lífi, leik og starfi og æskilegri valkostir fyrir heilsu fólks og jarðar þurfa almennt að vera eins aðgengilegir og eftirsóknarverðir og mögulegt er. Auk þess þurfa einstaklingar að búa yfir viðeigandi forsendum til að taka sem bestar ákvarðanir fyrir sig og jörðina.



Mynd 5. Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna og Áhrifaþættir heilsu og vellíðanar, aðlöguð útgáfa embættis landlæknis [1].

Í skýrslu vísindanefndar um loftslagsmál frá 2018 kemur m.a. fram að smit- og öndunarfærasjúkdómar eru sem stendur helstu heilsufarsógnirnar vegna loftslagsbreytinga hér á landi. Heilbrigðiskerfið er talið vel í stakk búið að takast á við afleiðingar loftslagsbreytinga. Á alþjóðavísu bitna loftslagsbreytingar alla jafna frekar á viðkvæmum hópum og stuðla að auknum ójöfnuði til heilsu [2].

Samanber áhrifaþætti heilbrigðis er mikilvægt að við stefnumótun og áætlanagerð er varðar aðlögun að loftslagsbreytingum sé viðfangsefnið nálgast með eins heildrænum hætti og kostur er. Önnur markmið stefnunnar munu með einum eða öðrum hætti hafa áhrif m.t.t. lýðheilsu og er því mikilvægt að rýna þau og aðgerðir þeim tengdar með það fyrir augum að hámarka jákvæð áhrif og lágmarka neikvæð áhrif á heilsu og líðan mismunandi hópa. Almennt er mikilvægt að kortleggja nánar áskoranir og möguleika vegna loftslagsbreytinga



m.t.t. heilsu og líðanar Íslendinga og byggja frekari markmiðasetningu og áætlanagerð á slíkri greiningu.

## Markmið

Rýna þarf hvaða lærdóm má draga af COVID-19 faraldrinum og viðbrögðum við honum m.t.t. aðlögunaraðgerða í loftslagsmálum. Varpar reynslan t.d. nýju ljósi á getu heilbrigðiskerfisins og annarra kerfa til að takast á við áhrif loftslagsbreytinga?

Efla þarf enn frekar stöðu þekkingar á tengslum loftslagsbreytinga, heilsu og áhrifaþátta heilsu í íslensku samhengi og kanna t.d.:

- hvað þarf til, til að vinna slíka greiningu með markvissum og heildstæðum hætti;
- hvaða áhrif (jákvæð/neikvæð) og hversu mikil er líklegt að loftslagsbreytingar muni hafa á andlega, líkamlega og félagslega heilsu og líðan, mataræði, útiveru og hreyfingu, áhættuhegðun, félagstengsl, atvinnumöguleika, staðsetningu og gæði húsnæðis í náginni framtíð;
- hvaða hópar eru viðkvæmastir fyrir loftslagsbreytingum og áhrifum þeirra hér á landi;
- hvernig heilbrigðiskerfið, félagsþjónusta og önnur kerfi eru í stakk búin að bregðast við beinum og óbeinum afleiðingum loftslagsbreytinga, m.a. auknum fjölda flóttafólks;
- hvaða þáttum er þegar verið að taka á í fyrirliggjandi stefnum, áætlunum og starfi á ólíkum málefnasviðum og hvar eru göt;
- þörfina á að skilgreina vísa sem snúa að loftslagi og heilsu og gera kleift að vakta stöðu og framvindu hvað þetta varðar með markvissari hætti en nú er;
- hvaða gögnum er þegar verið að safna og hvaða gögn vantar.

Mikilvægt er að leggja áherslu á gagnsemi aðgerða í íslensku samhengi og taka mið af þörfum ríkis, sveitarfélaga og annarra hagaðila.

## Heimildir

[1] Dahlgren G. og Whitehead M. (1991). Policies and Strategies to Promote Social Equity in Health. Stockholm Sweden: Institute for Future Studies. Aðlöguð útgáfa embættis landlæknis 2019 (3.0).

[2] Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Beagley, J., Belesova, K., ... Costello, A. (2021). The 2020 report of the Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *Lancet*, 397, bls. 129–70.

# 11. Þjóðarhagur, vinnumarkaður og félagslegir innviðir

Afleiðingar loftslagsbreytinga, s.s. tjón vegna hækkunar sjávarborðs og aukinnar úrkomuákefðar, geta haft áhrif á öryggi og afkomu einstaklinga og fjölskyldna, hvort sem tjónin eru skyndileg eða vegna hægfara breytinga. Líkt og merkja má af þeim afleiddu áhrifum sem eru kortlögð í sumum hlutum hér að framan getur aukinheldur reynst snúið að rekja allar afleiðingar loftslagsbreytinga á samfélög. Raunar magna loftslagsbreytingar upp ýmis vandamál í heiminum á hátt sem verða ekki að fullu rakin. Því er talað um að sum áhrif loftslagsbreytinga séu handan marka aðlögunaraðgerða. Það þýðir þó ekki að útilokað sé að bregðast við þeim heldur má þá líta á áhrif loftslagsbreytinga sem frekari ástæðu til að styrkja ýmsa grundvallar efnahagslega og félagslega innviði til þess að efla almennan viðnámsþrótt samfélagsins.

Íslenskt hagkerfi er lítið og sveiflukennt og utanríkisviðskipti mikilvæg fyrir þjóðarþúið. Útflutningstekjur þjóðarþúsins koma að verulegu leyti úr greinum sem geta orðið fyrir umtalsverðum áhrifum vegna loftslagsbreytinga eins og sjávarútvegur og ferðaþjónusta, auk þess sem afleidd áhrif þessara greina eru umtalsverð.

Einsleitni atvinnulífsins eykur líkur á að áhrif loftslagsbreytinga á einstaka atvinnugreinar valdi efnahagsáföllum og/eða ruðningsáhrifum í hagkerfinu með tilheyrandi áhrifum á þjóðarhag og vinnumarkað sem eykur kerfislega áhættu hagkerfisins ef til áfalla kemur. Verði loftslagsbreytingar t.a.m. til að fjölga ferðamönnum og auka hlutdeild ferðaþjónustunnar umfram getu hagkerfisins getur það valdið ruðningsáhrifum og dregið úr samkeppnishæfni annarra útflutningsgreina sem m.a. birtast í þrýstingi á gengi krónunnar, verðlagi og þenslu á vinnumarkaði, hækkun á eignaverði og aukinni útlánahættu fjármálakerfisins. Valdi loftslagsbreytingar hins vegar áföllum í fiskstofnum sem dregur úr vægi sjávarútvegsins í hagkerfinu getur það dregið úr útflutningstekjum með tilheyrandi áhrifum á gengi, verðlag og vexti, aukið atvinnuleysi, veikt stöðu ríkissjóðs, raskað búsetuskilyrðum og byggðapróun og valdið því að innviðir verði vannýttir. Það eykur viðnámsþrótt og stöðugleika efnahagslífsins ef atvinnulíf hvílir á fjölbreyttum stöðum, m.a. greinum þar sem áhrif loftslagsbreytinga eru lítil. Slíkt dregur úr líkum á miklum og skyndilegum hagsveiflum með tilheyrandi kostnaði og óvissu.

Mikilvægt er að greina möguleg þjóðhagsleg og vinnumarkaðsleg áhrif loftslagsbreytinga og breytinga sem kunna að verða vegna þeirra á stöðu og horfum atvinnugreina og landsvæða. Þá er einnig nauðsynlegt að efla þekkingu

og greiningar á áhrifum loftslagsbreytinga á peningastefnu og fjármál hins opinbera m.a. m.t.t. þess hvernig óvissa og áhætta vegna loftslagsbreytinga og atburða þeim tengdum mun hafa áhrif á þætti á borð við framleiðslu, framleiðni, fjárfestingu, eignaverð og vexti.

Samfélög sem búa við efnahagslegan og félagslegan stöðugleika, sterka samfélagslega innviði og skilvirkt stjórnkerfi eru alla jafna betur í stakk búin til þess að takast á við áföll og hvers kyns breytingar sem hafa áhrif á grundvallarþætti eins og atvinnuvegi, afkomumöguleika og búsetuskilyrði. Þá auka öflug heilbrigðis-, velferðar- og menntakerfi með góðu aðgengi almennt getu samfélaga til að takast á við og aðlagast breytingum og tryggja stöðu þeirra hópa sem verða fyrir mestum áhrifum vegna breytinganna eða eru í sérstaklega viðkvæmri stöðu. Nauðsynlegt er að hugað sé að þessum þáttum sérstaklega til að tryggja að áhrif og afleiðingar loftslagsbreytinga verði ekki til þess að auka aðstöðumun og ójöfnuð.

Loftslagsbreytingar eiga sér stað samhliða miklum tæknibreytingum sem hafa munu viðtæk áhrif á samfélag og vinnumarkað á næstu árum og breyta störfum fjölda fólks.

#### Dæmi um hópa sem eru sérstaklega útsettir fyrir áföllum

- Þau sem búa við ofbeldi, fíknivanda eða aðrar ógnandi aðstæður
- Þau sem glíma við persónulegan eða félagslegan vanda
- Þau sem eru með annað móðurmál en íslensku, sérstaklega þau sem óska eftir alþjóðlegri vernd
- Aldraðir, sjúklingar og öryrkjar
- Þau sem búa ein og/eða hafa lítið tengslanet
- Þau sem verða fyrir endurteknum áföllum, s.s. atvinnumissi, slysum eða óvæntum alvarlegum veikindum
- Flóttafólk og sérstaklega börn á flótta

Kassi 5. Dæmi um hópa sem eru sérstaklega útsettir fyrir áföllum.

## Markmið

Kortleggja ætti eins vel og hægt er áhrif loftslagsbreytinga á íslenskt samfélag og þjóðarhag og styrkja innviði, atvinnugreinar og afkomuöryggi eftir því.

Þegar gera má ráð fyrir að loftslagsbreytingar gætu haft áhrif á tiltekin svið samfélagsins en óvissa er um tíðni og styrk áhættunnar skyldi þó gæta þess að taka loftslagsvá til greina við ákvarðanatöku.

Greina og meta möguleg áhrif vegna loftslagsbreytinga á efnahags- og peningamál, stöðu ríkissjóðs og fjárhag sveitarfélaga til skemmri og lengri tíma.

Greina áhrif og afleiðingar loftslagsbreytinga fyrir vinnumarkaðinn, samsetningu starfa og afkomuöryggi launafólks.

Kanna ætti með hliðsjón af greiningum á vinnumarkaði að:

- tryggja skilyrði til uppbyggingar nýrra atvinnugreina og breyttra atvinnuhátta;
- tryggja afkomuöryggi og stuðning við þá hópa sem hætt er við að missi atvinnuna vegna loftslagsbreytinga eða áfalla þeim tengdum;
- auðvelda fólki að sækja sér nýja þekkingu og færni til að auðvelda tilfærslu milli starfa, geira og svæða. Til þess þarf að tryggja námsframboð og aðgengi og tækifæri til þátttöku í sí- og endurmenntun;
- auka gæti þurft stuðning vegna fólksflutninga vegna breyttra atvinnuhátta í kjölfar loftslagsbreytinga.

Meta ætti möguleg áhrif á hópa sem eru viðkvæmir fyrir efnahagslega eða félagslega og þá sem eru sérstaklega viðkvæmir fyrir ákveðnum áhrifaþáttum loftslagsbreytinga.

Tryggja ætti tengsl félagslegs stuðnings og viðbragða vegna loftslagstengdra hamfara og kanna þörf á aðstoð við fólk sem er búsett á svæðum þar sem náttúruvár gætir. Hér hefur almannavarnakerfið hlutverk ásamt fleiri aðilum, s.s. félagsþjónustu sveitarfélaga.

Meta ætti möguleg áhrif loftslagsbreytinga á fólksflutninga til landsins og innanlands. Loftslagsbreytingar geta verið undirliggjandi þáttur í fólksflutningum þó svo að erfitt geti reynst að skilgreina sérstaklega loftslagsflóttamenn vegna þess að oft búa að baki fjölpættar ástæður. Skoða mætti sérstaklega mögulega aukningu á móttöku flóttamanna vegna loftslagstengdra náttúruhamfara.

Kanna ætti hvernig megi standa að þróunarsamvinnu Íslands þannig að sem best megi ná fram núverandi markmiðum um aðlögunarhæfni samfélaga vegna áhrifa af völdum loftslagsbreytinga í þróunarstarfi.

## 12. Samhæfing aðlögunarvinnu

Mikilvægt er að koma á heildrænu skipulagi aðlögunarvinnu. Það mun fela í sér gerð nýrra ferla og skipulagseininga en ekki síður að þess sé gætt að fyrirliggjandi áætlanir og vinnubrögð miði að því að efla viðnámsþrótt samfélagsins. Að stuðla að samhæfingu viðeigandi stofnana, fyrirtækja, almennings og annarra hagaðila er grundvallaratriði og það má gera með samráði, samtali og skýrri ábyrgðarskiptingu gegnum löggjöf, stefnumótun og áætlanagerð.

### 12.1 Yfirlit yfir núverandi stofnanagerð

Eitt af grundvallarverkefnum næstu ára vegna aðlögunar að loftslagsbreytingum er að kortleggja og endurskoða ábyrgðarskiptingu og stofnanagerð sem viðkemur loftslagsvá. Viðfangsefnið er víðfeðmt og margir aðilar munu þurfa að taka að sér samþættingu aðlögunarvinnu. Verkefnið eru fjölbreytileg frá rannsóknum og vöktun til greininga, skipulags og áætlanagerðar og loks framkvæmda, endurmats og eftirfylgni.

Hér að neðan er yfirlit yfir núverandi stofnanagerð sem telja má að hafi snertiflöt við aðlögunarvinnu en ekki ber að skoða það sem tæmandi upptalningu.

Umhverfis- og auðlindaráðuneytið fer með yfirumsjón með skipulagi aðlögunarvinnu en umhverfis- og auðlindaráðherra lætur gera áætlun um aðlögun íslensks samfélags að loftslagsbreytingum samkvæmt lögum um loftslagsmál. Líkt og í aðgerðum til að draga úr losun í aðgerðaáætlun í loftslagsmálum kemur ábyrgðin á aðlögun að loftslagsbreytingum til með að dreifast víða. Rétt eins og allir verða að huga að samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda er nauðsynlegt að samfélagið allt bregðist við og skipuleggi sig gagnvart afleiðingum loftslagsbreytinga hér á landi.

Önnur ráðuneyti hafa ríku hlutverki að gegna þegar kemur að aðlögun að loftslagsbreytingum: Forsætisráðuneytið hefur samhæfingarhlutverki að gegna (t.d. vegna þjóðhagsmála og þjóðaröryggis), atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið (t.d. vegna iðnaðar, landbúnaðar og sjávarútvegs), dómsmálaráðuneytið (sem almannavarnir heyra undir), félagsmálaráðuneytið (t.d. vegna vinnumarkaðsmála, félagslegra innviða og mannvirkja), fjármála- og efnahagsráðuneytið (t.d. vegna fjármála hins opinbera og fjármálamarkaða), heilbrigðisráðuneytið (t.d. vegna lýðheilsu), mennta- og menningarmálaráðuneytið (t.d. vegna háskóla), samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytið (t.d. vegna samgöngumannvirkja og aðgerða á sveitarstjórnarstigi) og utanríkisráðuneytið (t.d. vegna þróunarsamvinnu).

Undir þessi ráðuneyti heyra stofnanir sem hafa hlutverk vegna rannsókna og vöktunar vegna áhrifa loftslagsbreytinga, t.a.m. Veðurstofa Íslands, Hafrannsóknastofnun, Náttúrufræðistofnun, Umhverfisstofnun og embætti landlæknis.

Undir Veðurstofu Íslands verður einnig starfrækt skrifstofa loftslagsþjónustu og aðlögunar sem hefur það hlutverk að samþætta upplýsingar, upplýsingagjöf og vísindaráðgjöf um áhrif loftslagsbreytinga fyrir ákvarðanatöku almennings, stefnumótenda, framkvæmdaaðila og aðra sem kunna að koma að aðlögunarvinnu. Veðurstofan hefur einnig forystu í vísindanefnd sem vinnur reglulegar skýrslur um áhrif loftslagsbreytinga.

Háskólastofnanir og rannsóknastofnanir og -miðstöðvar þeirra eru mikilvægir aðilar þegar kemur að rannsóknum, vöktun og eftirfylgni varðandi áhrif loftslagsbreytinga á náttúruþætti, samfélög og einstaka geira.

Eins eru stofnanir undir ráðuneytum, opinber hlutafélög og ríkisfyrirtæki sem hafa ólíku og misstóru hlutverki að gegna við greiningu og eftirfylgni vegna aðlögunarvinnu, líkt og Skipulagsstofnun, Húsnæðis- og mannvirkjastofnun, Samgöngustofa, Vegagerðin, Ferðamálastofa, Isavia, ríkislögreglustjóri (almannavarnir), Orkustofnun, Orkusetur, ÍSOR, Landsvirkjun, Landsnet, Matvælastofnun, Matís, Byggðastofnun, Minjastofnun, Hagstofa Íslands, Seðlabanki Íslands, Landgræðslan og Skógræktin.

Ýmsir samráðsvettvangar og ráðgefandi aðilar hafa hlutverk þegar kemur að vinnu við aðlögun og má þar nefna t.d. Loftslagsráð og Grænvang.

Á borði sveitarfélaga eru ýmis verkefni sem snúa að framkvæmd aðgerða sem geta snúið að aðlögun að loftslagsbreytingum, t.d. í skipulagi, mannvirkjagerð, uppbyggingu innviða og félagslegs stoðkerfis samfélaga. Til dæmis annast sveitarfélög gerð svæðis-, aðal- og deiliskipulagsáætlana, veita byggingarleyfi og framkvæmdaleyfi og geta gegnt mikilvægu hlutverki við að tryggja ábyrgð og þátttöku almennings og annarra hagaðila. Í samvinnu við ríkisvaldið fara sveitarfélög einnig með framkvæmd almannavarna í héraði, og þ.m.t. viðbrögð við náttúruvá, meiri sem minni. Aukinheldur sjá heilbrigðiseftirlit sveitarfélaganna um eftirlit með eftirlitsskyldum vatns- og fráveitum.

Samband íslenskra sveitarfélaga vinnur að eflingu íslenskra sveitarfélaga og að hvers konar hagsmunamálum þeirra. Sambandið mótast stefnu sveitarfélaganna til einstakra mála og hefur því nán samskipti við ríkisstjórn og Alþingi.

Ýmsar nefndir og starfshópar vinna að málum sem geta haft snertifleti við aðlögunarvinnu. Nefna má áhættumatsnefnd á sviði matvæla, fóðurs, áburðar og sáðvöru sem heyrir undir atvinnuvega- og nýsköpunaráðuneyti. Eins eru sjóðir á vegum ríkisins sem hafa vald til fjárveitinga í verkefni allt frá rannsóknum til greininga, nýsköpunarverkefna og framkvæmda til loftslagsvarna (t.d. Bjargráðasjóður, ofanflóðasjóður, Orkusjóður, loftslags sjóður og Framkvæmdasjóður ferðamannastaða). Samkeppnissjóðir á vegum RANNÍS

styrkja vísindarannsóknir, m.a. rannsóknir sem skoða áhrif loftslagsbreytinga, og hafa burði til að styrkja einnig rannsóknir á sviði aðlögunar.

Eins eru aðrir aðilar, líkt og samtök, félag og fyrirtæki sem hafa mikilvægu hlutverki að gegna við rannsóknir, upplýsingagjöf, greiningar og framkvæmdir sem snúa beint að aðlögun eða þurfa að taka sérstakt tillit til áhrifa loftslagsbreytinga. Til dæmis umhverfis- og náttúruverndarsamtök og, m.t.t. landbúnaðar, mætti nefna Bændasamtök Íslands og Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins og önnur samtök bænda og landeigenda.

Samorka er samtök orku- og veitufyrirtækja á Íslandi. Innan samtakanna starfa fráveitur, hitaveitur, vatnsveitur, raforkuframleiðendur, raforkusalar og flutnings- og dreifingarfyrirtæki raforku. Ýmis fyrirtæki og stofnanir sem tengjast orku- eða veitufyrirtækjum með einhverjum hætti eru aukaaðilar að Samorku. Vatns- og fráveitufélag Íslands (VAFRÍ) var stofnað 17. apríl 2009 og hefur m.a. það hlutverk að stuðla að öruggum vatnsveitum, bættum vatnsgæðum og vistvænum fráveitum. Skoða mætti hvernig nýta mætti þann vettvang frekar til að auka rannsóknir og bæta þekkingu á áhrifum loftslagsbreytinga.

Vátryggingafélög sem starfa samkvæmt lögum nr. 100/2016, um vátryggingastarfsemi, og nr. 30/2004, um vátryggingarsamninga, bjóða tryggingar á eignum vegna veðurs, s.s. fok- og óveðurstjóna, skýfalls og asahláku og snjóþunga [1]. Ýmsir aðrir einkaaðilar sinna viðbrögðum við ýmiss konar vá sem kann að fylgja ami og tjón.

Náttúruhamfaratrygging Íslands (NTÍ) starfar samkvæmt lögum nr. 55/1992 með áorðnum breytingum og reglugerð nr. 700/2019 bætir eignatjón af völdum eldgosa, jarðskjálfta, skriðufalla, snjóflóða og vatnsflóða úr ám og lækjum. Tryggja þarf innbú og lausafé sérstaklega með heimilistryggingu hjá almennu félögunum til þess að verðmætin séu vátryggð hjá NTÍ fyrir náttúruhamförum. NTÍ vátryggir einnig mannvirki og innviði í eigu ríkis og sveitarfélaga (hitaveitur, vatnsveitur og skólpeitur), hafnarmannvirki, brýr yfir 50 metrum, raforkuvirki (dreifikerfi, stíflur og veitumannvirki), síma- og fjarskiptamannvirki og skíðalyftur, þótt eignirnar séu ekki brunatryggðar [2].

Hagaðilar gegna mikilvægu hlutverki þegar kemur að sértæku samráði og ráðgjöf. Með tilliti til atvinnulífs og vinnumarkaðar eru fjölmargir hagaðilar sem hafa hlutverk í samþættingu, upplýsingagjöf og umbreytingu samfélagsins með það að sjónarmiði að bregðast við loftslagsvá. Í þann hóp má telja t.a.m. samtök launafólks á vinnumarkaði og Samtök atvinnulífsins og undirsamtök þess.

Dæmi um mögulega hagaðila m.t.t. viðkvæmra hópi eru auk sveitarfélaga og heilbrigðisstofnana t.d. Barnaheill, Félagsráðgjafafélag Íslands, Geðhjálp, Landsamband eldri borgara, Rauði krossinn, Slysavarnafélagið Landsbjörg, Proskahjálp og Öryrkjabandalagið.

## 12.2 Samhæfing rannsókna og upplýsingagjafar

Tryggja þarf að rannsóknir á áhrifum loftslagsbreytinga bæði á náttúruþætti og samfélög, hvort sem þær eru unnar innan háskóla, rannsóknastofnana, ríkisstofnana eða fyrirtækja, séu unnar í samráði hlutaðeigandi aðila til að koma í veg fyrir tvítekingu eða að upplýsingar nýtist ekki.

Efla þarf samstarf milli aðila sem stunda rannsóknir vegna leiða til þess að aðlagast loftslagsbreytingum eða vinna að nýsköpun, gerð efnis eða tækni sem gagnast við skipulag eða framkvæmd aðlögunaraðgerða.

Tryggja þarf aðgengi almennings, stofnana, fyrirtækja og annarra sem hag hafa af aðlögun vegna loftslagsbreytinga að bestu fáanlegu upplýsingum um áhrif loftslagsbreytinga á Íslandi og m.t.t. íslensks samhengis, t.a.m. með því að starfrækja vefgátt um efnið. Slíkur grunnur gæti verið góð stoð við áætlanagerð fyrir aðlögun á mismunandi málefnasviðum.

Kanna þarf hlutverk háskóla, rannsóknastofnana, ríkisstofnana og annarra rannsóknaraðila m.t.t. kennslu, rannsókna og miðlunar þeirra á atriðum er varða þekkingu um áhrif loftslagsbreytinga á Íslandi og leiðir til þess að aðlagast þeim.

Hvetja skal háskóla þegar kemur að aðlögun að loftslagsbreytingum til þess að kortleggja stöðu þessa málaflokks innan skólanna; byggja upp getu og skilgreina ábyrgð; greina sóknarfæri og gloppur í þekkingu; forgangsraða aðgerðum; samþætta, innleiða og festa í sessi umræddar áherslur og loks vakta, meta og miðla viðkomandi upplýsingum.

Tryggja þarf og taka mið af félags- og hugvísindum og listum þegar kemur að þekkingarsköpun vegna aðlögunar að loftslagsbreytingum sem kallar ekki bara á tæknilegar breytingar, heldur einnig, og ekki hvað síst, breytingar á mannlegri hegðun.

## 12.3 Samhæfing vinnu við útfærslu og framkvæmd aðgerða og almenn markmið þvert á samfélagsskipan

Aðgerðir til aðlögunar að loftslagsbreytingum, líkt og mótvægisáðgerðir vegna losunar, verða til í gegnum margþætt ferli rannsókna, vöktunar, greiningar, stjórnsýslu, ákvarðanatöku, útfærslu, framkvæmda, stöðutöku og endurmats.

Á Íslandi hefur formleg stefnumótun um aðlögun að loftslagsbreytingum á vegum stjórnvalda verið takmörkuð, en einstaka fyrirtæki og stofnanir hafa þó mótað sér aðlögunarstefnu og stundum þá sem hluti af almennri loftslagsstefnu. Þó að lítið fari fyrir notkun eða vísunum í hugtakið aðlögun að



loftslagsbreytingum í lögum og regluverki falla ýmis ferli innan stofnana og fyrirtækja innan ramma aðlögunar.

- Samhæfa ætti skilning á markmiðum aðlögunar á milli hinna ýmsu aðila sem koma að aðlögunarvinnu og samhliða því að auka skilning og þátttöku almennings.

Sveitarfélög koma við sögu í flestum hlutum þessarar hvítbókar. Aðgerðir til aðlögunar að loftslagsbreytingum eru gjarnan háðar umhverfislegu og samfélagslegu samhengi nærumhverfis. Því má gera ráð fyrir að sveitarfélög muni hafa viðtæka aðkomu að aðlögunaraðgerðum.

- Tryggja þarf að skipulag aðlögunarvinnu endurspegli ríkt hlutverk sveitarfélaga.

Aðlögunaraðgerðir geta verið af ýmsum toga og skipst í mismunandi þætti aðlögunar. Þær geta snúið að verklegum þáttum, t.d. hinu byggða umhverfi og smíðuðum vörnum, gerð og notkun tækni og búnaðar eða verið í formi þjónustu eða fræðslu innan tiltekinna hluta samfélagsins.

- Tryggja ætti aðkomu almennings og félagasamtaka og eflingu nærsamfélags við skipulag, skilgreiningu og framkvæmd aðgerða.
- Kanna ætti sérstaklega náttúrumiðaðar lausnir líkt og eflingu grænna innviða en með þeim er algengt að ná fram samlegðaráhrifum með mótvægisáðgerðum með bindingu kolefnis eða samdrætti í losun. Færa má sams konar rök fyrir styrkingu vistkerfa og færa má fyrir almennri styrkingu félagslegra innviða til að þjóna aðlögun og efla viðnámsþrótt kerfa í tilvikum þar sem erfitt er að hanna sérstakar aðlögunaraðgerðir vegna óvissu um afleiðingar.

#### Náttúrumiðaðar lausnir

(e. nature-based solutions, ecosystem-based approaches)

... eru algeng áhersla í aðlögunarstefnum ríkja. Umhverfisstofnanir ESB og Svíþjóðar hafa gefið út nýlegt efni um þennan aðgerðaflokk en þær voru einnig aðilar að ítarlegum leiðbeiningum sem samningur Sameinuðu þjóðanna um líffræðilega fjölbreytni (CBD) stóð að [3, 4, 5]. Breska vistfræðifélagið hefur einnig gefið út greinargóða skýrslu um náttúrumiðaðar lausnir [6]. Auk þess er fjallað um náttúrumiðaðar lausnir í drögum að landgræðsluáætlun 2021-2030 [7]. Verulega skortir á rannsóknir á þessu í íslensku samhengi og því hvernig finna má samlegð milli aðlögunar og mótvægisáðgerða en í því virðast þó vera umtalsverðir möguleikar. Meðal þess má nefna möguleika til bindingar með því að endurheimta gróðurþekju og votlendi en slíkar aðgerðir geta verið hluti af aðlögun vegna aukinnar flóðahættu.

Kassi 6. Um náttúrumiðaðar lausnir.

Aðlögunaraðgerðir geta einnig snúið að félagslegum þáttum líkt og menntun, fræðslu og upplýsingagjöf og haft það að markmiði að hvetja fólk og félög til að hugsa hluti á nýjan hátt. Þá má einnig nefna stjórnkerfislega þætti líkt og hagstjórn, váttryggingar, loftslagsstefnur stjórnvalda og fyrirtækja sem og lög, styrki og stefnumótun eins og birtist í þessu skjali.

- Kanna ætti sérstaklega nauðsyn á aðgerðum vegna afleiddra áhrifa loftslagsbreytinga, t.d. vegna áhrifa utan landsteinanna, á svæði eða geira sem áætlanagerð snýr að, samanber umræðu um kerfislæga áhættu í inngangi og heildræna sýn á slík áhrif í kafla 11 um samfélagslega innviði og þjóðarhag.
- Aðlögunaráætlanir skyldu kanna hvort ákveðnir hópar fólks séu sérstaklega viðkvæmir fjárhags- eða félagslega fyrir röskun vistkerfa og samfélags vegna loftslagsbreytinga eða aðgerða vegna þeirra.

## 12.4 Skipulag og stöðumat aðlögunarvinnu

Tryggja þarf yfirsýn yfir aðlögunaraðgerðir vegna áhrifa loftslagsbreytinga með reglubundinni heildstæðri áætlun.

Tryggja þarf frekari vinnu við áætlanagerð vegna aðlögunar innan þeirra geira, atvinnugreina og málaflokka sem eru viðkvæmir fyrir afleiðingum loftslagsbreytinga. Mikilvægt er að innleiða hugsun aðlögunar inn í fyrirliggjandi ferla ákvarðanatöku, stefnur og áætlanir [8] en í sumum málaflokkum gæti verið gagnlegt að miða áætlanagerð að gerð sértækra aðlögunaráætlana.

Tryggja þarf að stöðutaka og endurmat á aðlögunaraðgerðum fari fram og þjóni frekari ákvarðanatöku í aðlögunarvinnu.

Kanna ætti árangur aðgerða út frá fjölbreyttum forsendum, t.a.m. út frá umhverfis-, menningar-, efnahags- og félagslegum þáttum. Evrópska vefgáttin um aðlögun, Climate-ADAPT, safnar saman ýmsu efni og tólum sem nýtist við mótun og mat aðgerða. Alþjóðanáttúruverndarsamtökin (IUCN) hafa einnig þróað staðal fyrir náttúrumiðaðar lausnir (e. nature-based solutions) með leiðbeiningum [9, 10, 11].

## Heimildir

- [1] Johannsdóttir, L. (2017). Climate change and Iceland's risk-sharing system for natural disasters. *The Geneva Papers on Risk and Insurance — Issues and Practice*, Vol. 42, Iss. 2, bls. 275—295. 10.1057/s41288-016-0002-7.
- [2] Jón Örvar Bjarnason (2021). *Vátryggingar og loftslagsbreytingar* [glærुकynning]. Reykjavík, Náttúruhamfaratrygging Íslands.
- [3] European Environment Agency (2021). *Nature-based solutions in Europe: Policy, knowledge and practice for climate change adaptation and disaster risk reduction*. EEA Report 1/2021. Luxembourg.
- [4] Naturvårdsverket (2021). *Naturbaserade lösningar — ett verktyg för klimatanpassning och andra samhällsutmaningar*. Rapport 6974. Stockholm.
- [5] Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2019). *Voluntary guidelines for the design and effective implementation of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and disaster risk reduction and supplementary information*. Technical Series No. 93. Montreal.
- [6] Stafford, R., Chamberlain, B., Clavey, L., Gillingham, P. K., McKain, S., Morecroft, M. D., Morrison-Bell, C. og Watts, O. (ritstj.) (2021). *Nature-based Solutions for Climate Change in the UK: A Report by the British Ecological Society*. London, Bretland.  
<https://www.britishecologicalsociety.org/wp-content/uploads/2021/05/NbS-Report-Final-Designed.pdf>
- [7] Verkefnisstjórn Landgræðsluáætlunar (2021). *Drög að landgræðsluáætlun 2021-2030*.  
<https://landgraedsluaetlun.land.is/>
- [8] GIZ (2013). *A Closer Look at Mainstreaming Adaptation*.  
<https://www.adaptationcommunity.net/download/ms/CloserLook-mainstreaming.pdf>
- [9] EC og EEA (2021). *The European Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT*.  
<https://climate-adapt.eea.europa.eu/>
- [10] IUCN (2020a). *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.  
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en>
- [11] IUCN (2020b). *Guidance for using the IUCN Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of Nature-based Solutions*. First edition. Gland, Switzerland: IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.09.en>

## 13. Næstu skref

Starfshópurinn leggur til að upplýsingarnar og markmiðasetningin í hvítbókinni hér að framan verði lagðar til grundvallar við gerð stefnu stjórnvalda varðandi aðlögun að loftslagsbreytingum.

Gera má ráð fyrir að næstu skref feli í sér að bregðast við ábendingum sem berast í gegnum samráðsgátt. Það getur falið í sér að efnisgreinar og kaflar bætist við drög þessi til að úr verði heildstæð stefna um aðlögun að loftslagsbreytingum.

Vinna að stefnu er undanfari reglugerðar og áætlunar um aðlögun að loftslagsbreytingum. Síðsumars 2021 verði unnin stefna og í kjölfar hennar settur á fót stýrihópur um gerð áætlunar vegna aðlögunar að loftslagsbreytingum.

Samkvæmt lögum um loftslagsmál þarf ráðherra að láta vinna áætlun um aðlögun íslensks samfélags að loftslagsbreytingum og setja reglugerð um gerð og eftirfylgni hennar. Hluti af þessu ferli er að í reglugerð sé tiltekið hversu oft skuli endurskoða aðlögunarþörf og áætlun, t.d. á fimm ára fresti.

Samráð við sveitarfélög er grundvallarþáttur í aðlögunarvinnu og gæta þarf þess að þau eigi skýra aðkomu að gerð áætlunar.

