

# Kolefnishlutleysi

Hví, hvað og hvernig?

Unnið fyrir hönd Loftslagsráðs, 2019

Höfundur: Darri Eyþórsson

Um er að ræða drög að fyrstu köflum skýrslu sem unnið er að fyrir Loftslagsráð. Athugið að drögin geta tekið breytingum áður en lokaútgáfa kemur út. Stefnt er að útgáfu haustið 2019.

## Efnisyfirlit

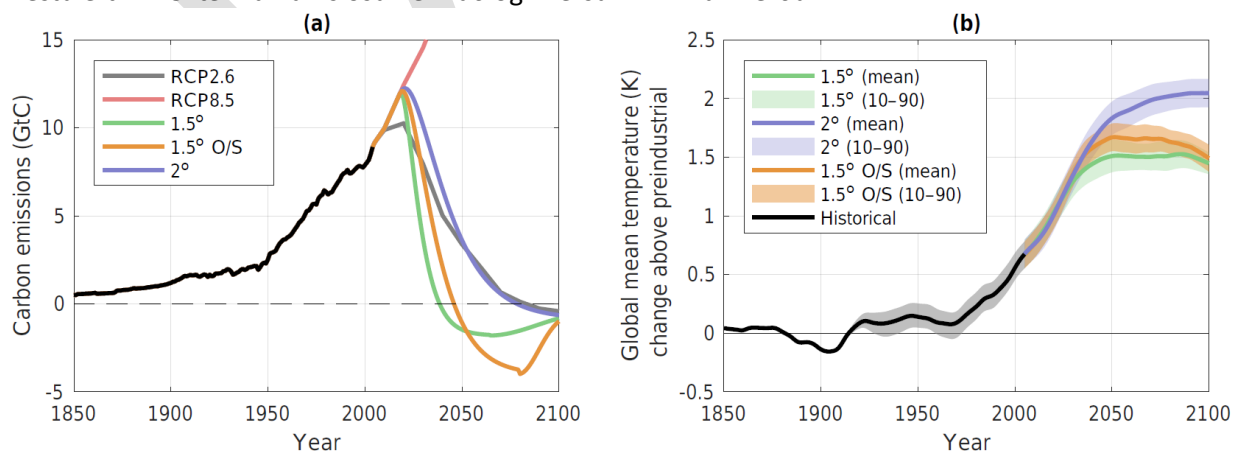
<b>1. Inngangur.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Hugtakið „Kolefnishlutleysi“ .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Flokkun losunarpátta og kolefnisbókhald.....</b>	<b>9</b>
<b>4. Önnur opinber stefnumörkun.....</b>	<b>12</b>
<b>5. Heimildarskrá .....</b>	<b>14</b>

## 1. Inngangur

Umsvif mannlægs samfélags frá iðnbyltingu hefur valdið því að styrkur gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftinu er nú hærri en á nokkrum tíma síðustu 800.000 árin (IPCC, 2013). Í kjölfarið hefur hitastig á jörðinni aukist hratt síðustu hundrað ár og hefur meðalhitastig aukist um 0.8 °C (Abernethy et al., 2018) en hækkar nú um 0.2°C á áratug (Myles et al., 2018). Afleiðingar hlýnunar hafa þegar gert vart við sig m.a. með aukinni tíðni þurrka og hitabylgna, þá hafa veðuröfgar aukist og orðið ófyrirsjáanlegri. Verði ekki við brugðist er líklegt að hitastig hækki um allt að 2-5°C fyrir lok aldarinnar og mun það hafa í för með sér verulegar og óafturkræfar afleiðingar fyrir vistkerfi jarðarinnar og samfélag manna.

Í desember 2015 komu þjóðir heims saman í París með það fyrir augum að ná samningi um samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda og með því ná tökum á loftslagsbreytingum. Að samningnum komu 195 þjóðir sem samanlagt bera ábyrgð á 97% af allri losun gróðurhúsalofttegunda. Markmið Parísarsamningsins er að styrkja hnattræn viðbrögð við loftslagsvánni og með því "halda hlýnun á meðalhitastigi jarðarinnar vel innan við 2°C frá iðnbyltingu og að leita leiða til að halda takmarka hlýnun við 1.5 °C" eins og segir í grein 2.1 samningsins. Til þess að þessu markmiði megi ná þarf mannkynið að ná kolefnishlutleysi seinni hluta þessarar aldar (PS grein 4.1) og halda losun 21 aldarinnar innan við 420-1200 Gt CO<sub>2</sub> (Myles et al., 2018). Engin ríki eða atvinnugreinar geta verið undanskilin þessu markmiði og alla umfram losun gróðurhúsalofttegunda verður að bæta upp með samsvarandi bindingu. Fari heildarlosun á öldinni yfir ofangreind viðmið mun þurfa að koma til nettó binding gróðurhúsalofttegunda til að halda megi hlýnun innan þessara marka.

Mynd 1 (a) sýnir þróun árlegrar heildarlosunar gróðurhúsalofttegunda frá iðnbyltingu og þann samdrátt í losun sem þarf til að markmiðum Parísarsamsamningsins verði náð, miðað nokkrar sviðsmyndir. Mynd 1 (b) sýnir hvernig meðalhitastig á jörðinni mun þróast út öldina miðað við þær losunarsviðsmyndir (Sanderson et al., 2017). Mynd 1 sýnir að til að ná markmiðum Parísarsamningsins um að halda hlýnun innan við 1.5 °C þarf nettó losun gróðurhúsalofttegunda að vera orðin neikvæð fyrir miðja þessa öld og veruleg nettó binding á kolefni þarf að eiga sér stað á síðari hluta aldarinnar. Ef stefnt er að því að halda hlýnun innan við 2°C þarf hnattrænu kolefnishlutleysi að vera náð í kringum árið 2075. Eins og sakir standa er losun enn að aukast en losun gróðurhúsalofttegunda jókst um 1.7% milli árana 2017 og 2018 á hnattvísu (IEA, 2017). Endanlegar afleiðingar loftslagsbreytinga og hraði nauðsynlegs viðsnúnings fer að mestu eftir hvenær hámarkslosun er náð og hversu mikil hún verður .

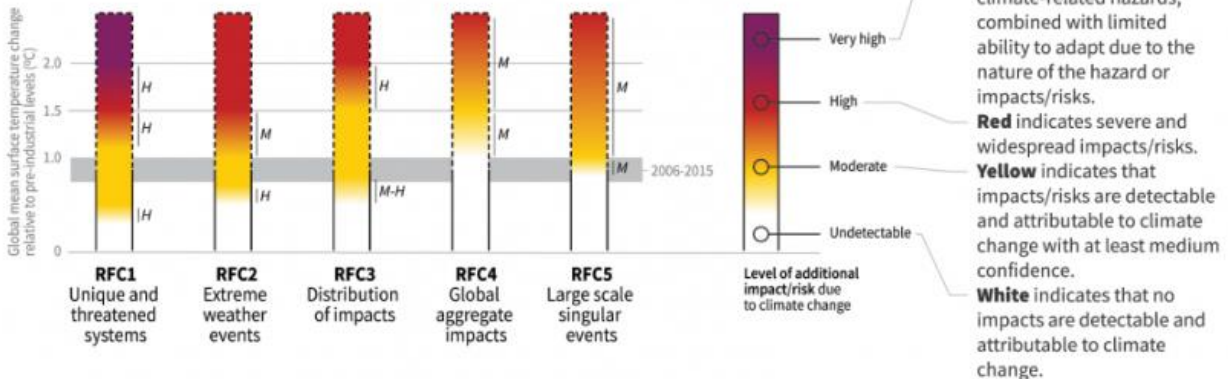


Mynd 1 Mögulegar sviðsmyndir í losun gróðurhúsalofttegunda (a) og hnattrænni hlýnun (b) (Sanderson et al., 2017)

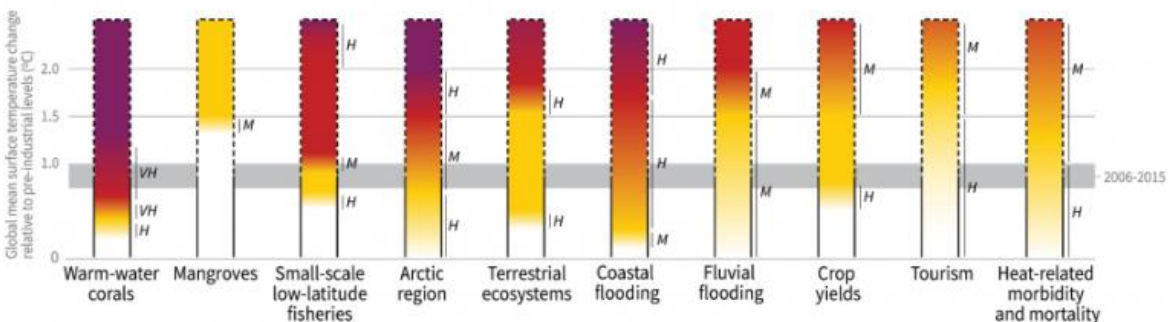
Ávinningur þess að halda hlýnun innan 1,5 °C samanborið við 2 °C er talin verulegur. Alvarleiki afleiðinga loftslagsbreytinga fer eftir hraða, hámarki og tímalengd hlýnunar. Í heild verða áhrifin meiri ef hlýnun fer yfir 1,5°C þó svo að hún lækki aftur að því marki fyrir árið 2100. Því meiri sem hlýnunin er því alvarlegri verða afleiðingar hennar og sum áhrif munu vera óafturkræf, svosem útrýming vistkerfa (Myles et al., 2018). Við 1.5 °C hlýnun er talið að norðurskaut verði laust við hafís einu sinni á hverjum 100 árum, við 2°C hlýnun mun það gerast einu sinni á 10 ára fresti (Sanderson et al., 2017). 2°C hlýnun mun m.a. valda 38% meiri bráðnun sífrera, tvisvar sinnum meiri samdrætti í fiskveiðum og meira en tvöfalt hraðari útdauða dýra- og plöntutegunda (Myles et al., 2018). Hlýnun sem nemur 2°C fylgir mun meiri áhætta á svokölluðum þröskuldsatburðum sem geta leitt til óðahlýnunar. Mynd 2 sýnir hvaða áhrif aukin hlýnun muni hafa á mismunandi áhættuþætti. Fyrir flesta þætti eru áhrifin þegar mikil við 1,5°C hlýnun en aukast verulega því meiri sem hlýnunin verður.

Five Reasons For Concern (RFCs) illustrate the impacts and risks of different levels of global warming for people, economies and ecosystems across sectors and regions.

Impacts and risks associated with the Reasons for Concern (RFCs)



Impacts and risks for selected natural, managed and human systems



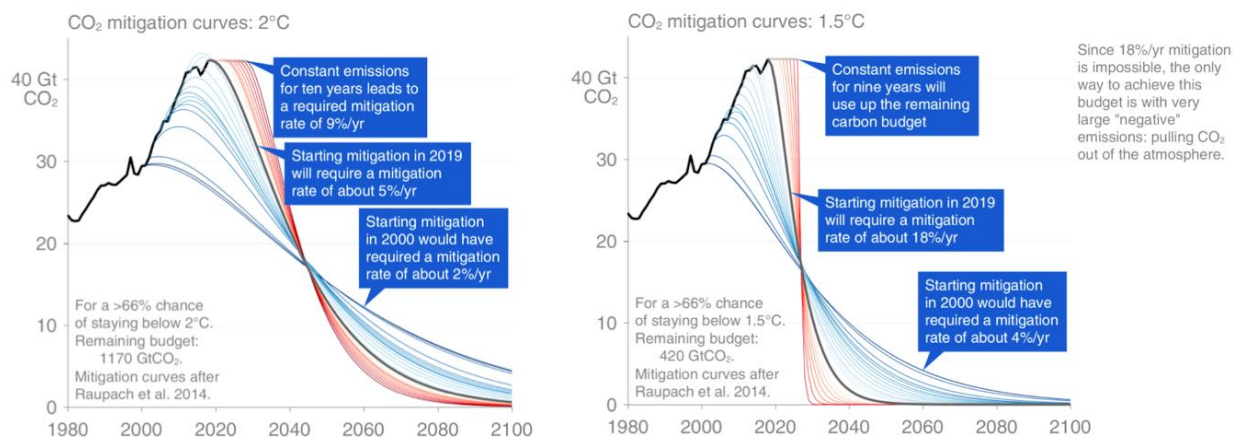
Confidence level for transition: L=Low, M=Medium, H=High and VH=Very high

Mynd 2 Áhrif hlýnunar á mismunandi áhættuþætti (Myles et al., 2018)

Á Íslandi mun aukin hlýnun einnig hafa í för með sér alvarlegri afleiðingar, en við 2°C hlýnun er talið að allir jöklar landsins muni hverfa. Talið er að heildar úrkoma aukist einnig tíðni alvarlegri úrkomuatburða aukist. Þannig eykst afrennsli af landi og samhliða því hættu á úrkomuflóðum, sem geta haft alvarlegar afleiðingar á vatnsöflun og fráveitukerfi. Hækkuð sjávarstaða mun hafa áhrif á strandsvæði og hafnir og aukin veðurharka mun reyna á samfélagið allt. Þá er hættu á að hröð bráðnun Grænlandsjökuls geti haft áhrif á hafstrauma umhverfis landið og dregið úr varmaflutningi til landsins. Því er ljóst að lofstlagsbreytingar fela í sér miklar hættur fyrir íslenskt samfélag og að stórir óvissuþættir eru í því hver nákvæmlega áhrif þeirra verða, en ljóst er að Ísland er í miðri hringiðu þessara hnattrænu breytinga (Björnsson et al., 2018).

Í stjórnarsáttmála Framsóknarflokks, Sjálfstæðisflokks og Vinstrihreyfingarinnar – græns framboðs um ríkisstjórnarsamstarf og eflingu Alþingis er tekið fram að markmið stjórnvalda í loftslagsmálum: „Ríkisstjórnin vill gera betur en Parísarsamkomulagið gerir ráð fyrir og stefna að kolefnishlutlausu Íslandi í síðasta lagi árið 2040“ (Stjórnarráð Íslands, 2017). Í sáttmálanum er kveðið á um að kolefnishlutleysi skuli náð með varanlegum samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda og einnig með breyttri landnotkun í samræmi við alþjóðlega staðla. Stefna ríkisstjórnarinnar er að allar stærri áætlanar ríkisins verði metnar út frá loftslagsmarkmiðum. Til að þessi markmið ríkisstjórnarinnar verði að veruleika þurfa Íslendingar allir að leggja sitt af mörkunum.

Verkefnið er gríðarlegt og bregðast þarf skjótt við þar sem sá kolefniskvóti sem mannkynið á inni til að halda megi hlýnun innan við 1.5 °C fer hratt minnkandi. Því lengur sem losun gróðurhúsalofttegunda heldur áfram að aukast, því skarpri þarf samdrátturinn að vera til að ná megi markmiðum Parísarsamningsins og þeim mun skemmri tími hafa ríki til að undirbúa hagkerfi sín undir þær breytingar. Mynd 3 sýnir nauðsynlegan samdráttarhraða eftir því hvenær hámarkslosun er náð (Andrew, 2018; Quéré et al., 2018; Raupach et al., 2014). Myndin sýnir að ef hámarks losun hefði verið náð árið 2000 hefði samdráttur mátt vera nokkuð hægur til að ná markmiðum. Úr því sem komið er hinsvegar, mun kolefniskvótinn sem mannkynið þarf að halda sér innan til að takmarka hlýnun við 1.5 °C verða uppurinn innan 9 ára, miðað við núverandi losun. Til að halda hlýnun innan við 1.5 °C þarf samdráttur í losun gróðurhúsalofttegunda á hnattvísu að vera um 18% á ári, samdrátturinn má vera hægari ef gert er ráð fyrir verulegri nettó bindingu kolefnis á síðari hluta aldarinnar.



Mynd 3 Nauðsynlegur samdráttur í losun gróðurhúsalofttegunda til að halda megi hlýnun innan við 2 °C (vinstri) og 1.5 °C hlýnun (hægri) (Andrew, 2018).

Af mynd 3 er ljóst að samdráttur í losun gróðurhúsalofttegunda verður að vera hraður og hefjast umsvifalaust um allan heim. Til að ná megi loftslagsmarkmiðum þarf í senn að ráðast í aðgerðir sem skila árangri til skamms tíma sem og að gera áætlanir um hvernig megi ná verulegum samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda til langs tíma. Því þarf að huga að því að samþætta langtímamarkmið við skammtímaáætlanir svo að á sem skilvirkastan hátt megi undirbúa íslenskt samfélag og hagkerfi undir þær breytingar sem eru yfirvofandi.

### Skuldbindingar og stefnumörkun til skemmri tíma

*“Having a good plan is not a sufficient condition for success. But not having one is always a recipe for failure” - F. Bainimarama, forsætisráðherra Fiji og forseti UNFCCC COP23*

Ísland sem fullvalda ríki er aðili að alþjóðasamningum sem varða samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda og hefur þannig skuldbundið sig að ná fram ákveðnum árangri í þeim efnum.

Rammasamningur Sameinuðu þjóðanna (UNFCCC). Loftslagssamningurinn hefur það að markmiði að halda styrk gróðurhúsalofttegunda innan þeirra marka að komið verði í veg fyrir hættulega röskun á loftslaginu af mannavöldum. Aðildarríki skuldbinda sig til þess að grípa til aðgerða sem draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og auka bindingu kolefnis. Ísland varð aðili að samningnum á ráðstefnu Sameinuðu þjóðanna í Ríó árið 1992 og tók samningurinn gildi árið 1994. Í dag hafa 197 þjóðir fullgilt samninginn og eru því nær allar þjóðir heims aðilar að honum. Í samningnum var skilgreint markmið að heildarlosun iðnríkja skyldi ekki verða meiri árið 2000 en hún var árið 1990, ljóst er að það markmið náðist ekki.

Kyotobókunin. Á vettvangi UNFCCC hafa síðar verið gerðir viðtækari samningar en í Ríó, sá fyrsti var Kyotobókunin sem samþykkt var 1997 en tók ekki gildi fyrr en 2005. Með bókuninni skuldbinda iðnríkin sig til að koma á stöðuleika í losun gróðurhúsalofttegunda og í heild minnka losun um 5% miðað við losun árið 1990. Kyotobókunin er aðeins skuldbindandi fyrir þróuð ríki og leggur þyngrri byrðar á þau út frá meginreglunni um „sameiginlega en aðgreinda ábyrgð og getu“. (e. Common but differentiated responsibility and respective capabilities). Í bókuninni hlaut Ísland sérstaka undanþágu sem gerði ríkinu heimilt að halda losun frá nýjum stóriðjuframkvæmdum utan við skuldbindingar, samkvæmt tilteknum reglum. Skuldbindingar Kyotobókunarinnar ná ekki til losunar frá alþjóðaflugi, breyttri landnotkun eða skógrækt (LULUCF). Fyrsta skuldbindingartímabil bókunarinnar var frá 2008 til 2012 og á því tímabili gerði Ísland upp 20.099 kt af CO<sub>2</sub>íg en losunarheimildir Íslands á tímabilinu voru 18.524 kt CO<sub>2</sub>íg. Þannig að þrátt fyrir að Ísland hafi fengið undanþágu gegn því að telja fram losun frá stóriðju tókst ekki að standast skuldbindingar Kyotobókunarinnar á fyrsta tímabili hennar.

Á öðru skuldbindingartímabili bókunarinnar sem nær frá 2013-2020 fékk Ísland úthlutað heimildum sem samsvara 15.327 kt CO<sub>2</sub>íg. Árið 2016 hafði Ísland þegar nýtt sér 2/3 af úthlutuðum heimildum sínum og milli áranna 2016 og 2017 jókst losun um 2.2% (Keller et al., 2019), þykir ljóst að Ísland mun ekki uppfylla skuldbindingar sínar á öðru tímabili Kyotobókunarinnar og mun fara frammúr losunarheimildum sem nemur um 4.000 kt CO<sub>2</sub>íg.

Parísarsamningurinn. Til að taka við af Kyotobókuninni eftir að skuldbindingartíma hennar lýkur samþykktu ríki heims Parísarsamninginn í desember 2015. Parísarsamningurinn er samkomulag undir UNFCCC og er fyrsti samningurinn þar sem öll ríki gangast við að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda. Eins og áður segir í þessari skýrslu er aðalmarkmið samningsins að halda hækkun hitastigs innan við 2°C miðað við upphaf iðnbyltingar, en leita leiða til að halda hækkuninni innan við 1.5°C. Í samningnum eru

ekki ákveðnar losunarheimildir eins og í Kyotobókuninni, heldur skulu ríki sjálf setja sér markmið um að samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda til ársins 2030, svo kölluð landsákvörðuð framlög (e. Nationally Determined Contributions – NDC's). Landsákvörðuð framlög Íslands hafa verið skiluð inn til UNFCCC þar sem stefnt er að 40% samdrætti í losun árið 2030 miðað við 1990, í samstarfi við aðildarríki ESB og Noreg. Parísarsamningurinn tekur ekki til losunar frá alþjóðlegri flugstarfsemi né alþjóðlegum siglingum.

*Evrópusamþykktir.* Eins og fram hefur komið stefnir Ísland að 40% samdrætti í losun árið 2030 í samstarfi við aðildarríki ESB og Noreg. Stefna ESB er að ná markmiðunum með því að draga úr losun um 43% miðað við 2005 frá iðnaði sem fellur undir viðskiptakerfi ESB með losunarheimildir (e. Emissions Trading System - ETS) og um 30% miðað við árið 2005 frá uppsprettum sem falla ekki undir viðskiptakerfið. Samkvæmt reglum ESB fellur losun frá staðbundnum iðnaði á borð við álver ekki undir beinar skuldbindingar einstakra ríkja. Árið 2016 féll 38% af losun Íslands (án LULUCF) undir viðskiptakerfi ESB en losun utan viðskiptakerfisins hafði dregist saman um 7% á tímabilinu 2005-2016 en losunin innan þess jókst um 106% á sama tímabili. Helstu uppsprettur gróðurhúsalofttegunda sem eru á ábyrgð einstakra ríkja eru í orkugeiranum, landbúnaði og meðhöndlun úrgangs. Markmið ESB um samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda var samþykkt í maí 2018 með reglugerð um sameiginlegar efndir og ábyrgð (e. Effort Sharing Regulation - ESR). Samkvæmt ákvörðun sameiginlegu EES-nefndarinnar hefur verður takmark íslenskra stjórnvalda gagnvart Parísarsamningnum að ná fram 29% samdrætti í losun í þeim geirum sem eru á beinni ábyrgð einstakra ríkja fyrir árið 2030, reglugerðin verður innleidd í lög á Íslandi.

*Alþjóðlegt flug og siglingar.* Eins og fram hefur komið hér að ofan ná samningar loftslagssamnings Sameinuðu Þjóðanna ekki yfir losun frá alþjóðlegri flugstarfsemi og alþjóðlegum siglingum. Alþjóða siglingamálastofnunin (e. International Maritime Organization – IMO) hefur metið að alþjóðlegar siglingar beri ábyrgð á um 2.2% af losun gróðurhúsalofttegunda á heimsvísu og búist er við að losun frá þessum geira aukist um 50 til 250% fyrir árið 2050, ef ekkert verður að gert (IMO, 2015). Íslandi er aðili að IMO og getur á þeim vettvangi beitt sér fyrir samdrætti á losun gróðurhúsalofttegunda frá alþjóðlegum siglingum. Árið 2018 samþykkti IMO stefnu um samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda frá skipum, en þar kemur fram markmið um að í það minnsta helminga losun árið 2050 miðað við losun ársins 2008, sem og að leita allra leiða til að ná kolefnishlutleysi í alþjóðlegum siglingum (IMO, 2018). Frá árinu 2018 eru stór skip sem leggja við hafnir á EES svæðinu hluti af viðskiptakerfi Evrópusambandsins og þurfa því að vakta losun á leiðum til, frá og milli hafna innan EES.

Alþjóðleg flugstarfsemi er talin bera ábyrgð á um 3% af losun gróðurhúsalofttegunda á heimsvísu (EASA, 2019). Alþjóðasamtök flugfélaga (IATA) gera enn fremur ráð fyrir að árlegur vöxtur í alþjóðlegum flugsamgöngum verði 3.5% og heildarfjöldi flugfarþega tvöfaldist fyrir árið 2037 (IATA, 2017). Ísland er aðili að Alþjóða flugmálastofnunni (ICAO) og getur á þeim vettvangi beitt sér fyrir samdrætti á losun gróðurhúsalofttegunda frá alþjóðlegri flugstarfsemi. Á vegum ICAO er unnið að viðskiptakerfi með losunarheimildir (e. Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation - CORSIA) sem miðar að því að draga úr losun og jafna út alla aukningu sem eftir sendur frá og með 2021. Stefnt er að því að CORSIA verði lagalega bindandi frá árinu 2026. Flug innan EES svæðisins hefur verið hluti af viðskiptakerfi Evrópusambandsins síðan 2012.

Til að standast skuldbindingar þeirra samninga sem íslenska ríkið er aðili að hefur farið fram ýmis áætlanagerð og stefnumörkun um losun gróðurhúsalofttegunda. Þá hafa verið kannaðar aðgerðir sem geta leitt til samdráttar, bæði fyrir einstaka samfélagsgeira sem og fyrir íslenskt samfélag í heild sinni. Nánar verður fjallað um þessar áætlanir í kaflanum „Önnur opinber stefnumörkun“ síðar í þessari skýrslu.

## Langtímaáætlanir

*“All Parties should strive to formulate and communicate long-term low greenhouse gas emission development strategies” – Parísarsamningurinn grein 4.19*

Samkvæmt 19 grein fjórða kafla Parísarsamningsins er lagt til að „*Allir aðilar ættu að leitast við að setja saman og tilkynna þróunaráætlanir til langs tíma um litla losun gróðurhúsalofttegunda með 2. gr. í huga að teknu tilliti til sameiginlegrar en mismunandi ábyrgðar þeirra og getu, í ljósi mismunandi landsaðstæðna*“. Þannig er ætlast til að hvert ríki þrói leiðarvísi að því hvernig þau hyggjast þróast í átt að lágkolefnis hagkerfum (e. Low Carbon Economy) miðað við aðstæður í hverju landi fyrir sig. Ætlast er til að langtímaáætlanir liggja fyrir árið 2020, en nú þegar hafa 11 ríki skilað inn sínum áætlunum til Loftslagssamnings Sameinuðu þjóðanna (UNFCCC). Ekki liggja fyrir sérstakar leiðbeiningar um það hvernig útbúa skuli slíka langtímaáætlun eða hvaða losunarpátta skuli taka tillit til og hafa ríki mikið frelsi til að ákvarða hvernig langtímaáætlanir þessar skulu gerðar.

Þó svo að engar leiðbeiningar hafi verið gefnar út varðandi hvernig ríki skuli útbúa sínar langtímaáætlanir hafa forystuþjóðir í loftslagsmálum með sér umtalsvert samráð. Sem dæmi um slíkt alþjóðlegt samstarf eru: Carbon Neutrality Coalition – CNC, sem eru samtök ríkja sem stefna að kolefnishlutleysi, 2050 Pathways Platform sem er samráðsvettvangur ríkja, borga, héraða og fyrirtækja sem vinna að langtímaáætlunum um lágkolefnis framtíð og í janúar 2019 í Helsinki gáfu Norðurlöndin út yfirlýsingu um að vinna sameiginlega að langtímaáætlunum um kolefnishlutleysi. Ísland er aðili að CNC og Helsinki yfirlýsingunni og stefnt er að því að landið gerist einnig aðili að 2050 Pathways Platform.

Aðferðarfræði þeirra áætlana sem þegar hefur verið skilað til UNFCCC má skipta í þrennt:

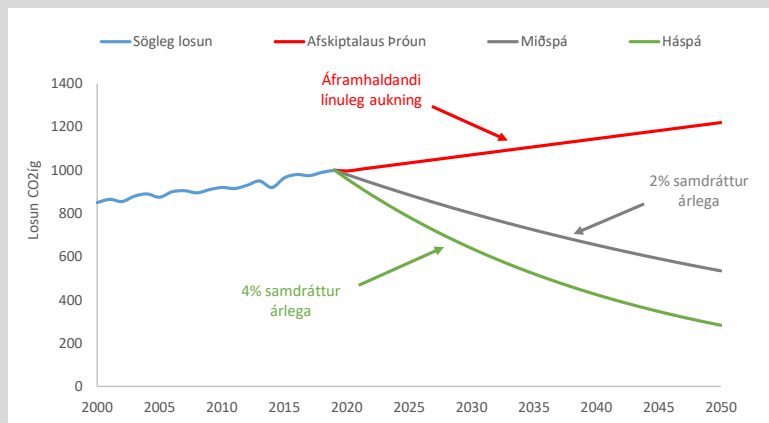
- **Könnun og líkanaqerð**: Gerð eru reiknilíkön sem meta hversu mikið ólíkar tæknilausnir geta dregið úr losun í mismunandi samfélagsgeirum til langs tíma miðað við núverandi stöðu (e. Forecasting). Metið er hvaða áhrif ákvarðanir um breytingar í landnotkun geta haft á losun og bindingu kolefnis. Áætluninni er ætlað sem innlegg til að hefja innlenda umræða um loftslagsbreytingar og þær aðgerðir sem þarf að ráðast í til að unnt verði að afstýra verstu áhrifum þeirra. Þessi aðferðarfræði hefur verið notuð í áætlunum Bandaríkjanna, Kanada, Mexíkó, Tékklands, Úkraínu og Evrópusambandsins.
- **Langtímasýn og leiðarvísir**: Byrjað er út frá langtímasýn yfirvalda í loftslagsmálum t.d. að ná skuli kolefnishlutleysi fyrir ákveðinn tíma og unnið er aftur að núvarandi aðstæðum. (e. Backcasting) Út frá langtímamarkmiði er þá fundin leiðarvísir að markmiðinu með því að kanna mögulegar leiðir ólíkra samfélagsgeira til að ná því. Lagður er grundvöllur að hagvexti samhliða samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda. Þessi aðferðarfræði hefur verið notuð í áætlunum Frakklands, Costa Rica, Fiji og Marshallleyja.
- **Stefnuyfirlýsing**: Unnin í samráði við hina mismunandi hagsmunaaðila. Reifaðar eru þær stefnur sem þegar er í gildi og skilgreindar eru áskoranir og tækifæri hvers samfélagsgeira. Búin er til stefnuyfirlýsing stjórnvalda sem ætlað er að opna fyrir samfélagslegri umræðu um loftslagsbreytingar og aðgerðir gegn þeim. Þessi aðferðarfræði hefur verið notuð í áætlunum Þýskalands og Bretlands.



### Textabox 1. Framspár v.s. Bakspár

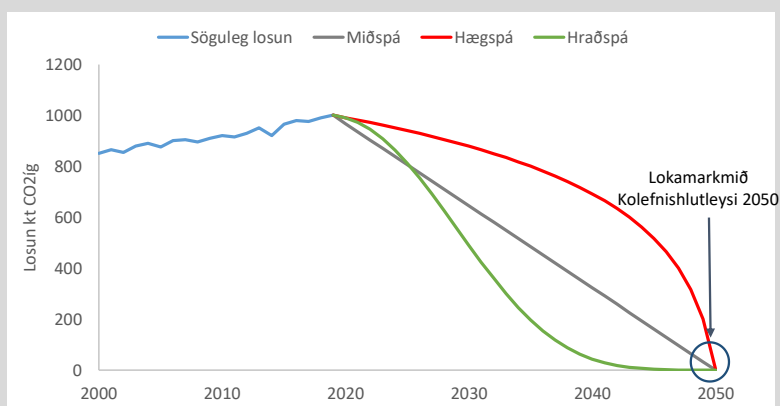
Tvær aðferðir eru almennt notaðar við áætlanagerð um losun gróðurhúsalofttegunda, framspár (e. Forecasting) og bakspár (e. Backcasting).

Við framspá er gert grein fyrir núverandi ástandi og framreiknaðar mögulegar breytingar frá því, t.a.m. með því að gera ráð fyrir ákveðnum hlutfallslegum samdrætti á hverju ári. Oft er unnið með nákvæm líkön fyrir hvern samfélagsgeira þar sem áætlað er hversu hröðum árangri sé hægt að ná í hverjum geira fyrir sig. Mynd 4 sýnir dæmi um losunarframspá þar sem gert er ráð fyrir þremur sviðsmyndum, afskiptalausri þróun, miðlungs samdrætti (miðspá) og hámarkssamdrætti (háspá).



Mynd 4 Dæmi um framspá í losun gróðurhúsalofttegunda með 3 sviðsmyndum

Í bakspá er byrjað útfrá ákveðnu lokamarkmiði, t.d. að ná skuli kolefnishlutleysi fyrir ákveðið ár og bakreiknað hver árangur þurfi að vera til að því markmiði verði náð. Oft er unnið útfrá stóru lokamarkmiði og síðan ákvarðað hversu mikið hver samfélagsgeiri þurfi að leggja til stóru myndarinnar. Mynd 5 sýnir dæmi um bakspá í losun gróðurhúsalofttegunda þar sem gert er ráð fyrir 3 sviðsmyndum, hraður (hraðspá), línulegur (miðspá) og hægur (hægspá) samdráttur í losun.



Mynd 5 Dæmi um Bakspá í losun gróðurhúsalofttegunda með 3 sviðsmyndum

Báðar aðferðir hafa styrkleika og veikleika. Framspár eru góðar til að horfa á stigvaxandi samdrátt til skamms tíma og til þess að ýta af stað breytingum í rétta átt. Bakspár eru hinsvegar góðar þegar meta skal hvernig ná skuli stórum markmiðum til langs tíma. Geta þessar aðferðir skilað þónokkuð mismunandi niðurstöðum, sérstaklega þegar metin er kostnaður við aðgerðir. Þannig geta bakspár sett stórar og dýrar framkvæmdir í hagfelldara ljós en þegar litið er til ávinnings til skamms tíma.

Eins og áður segir er ríkjum nokkuð frjálst að ákveða hvernig þau stilla upp sínum langtímaáætlunum og fjölbreyttar aðferðir hafa verið notaðar til þess. Ræðst val á aðferðarfræði að miklu leyti af innlendum aðstæðum í hverju ríki, hvaða stefnumörkun þegar liggja fyrir og hvernig staða umræðunnar um loftslagsmál er innanlands. Hérlendis hefur verið unnið að loftslagsmálum á ýmsum vettvangi í lengri tíma og langtímasýn stjórnvalda, að *stefna að kolefnishlutlausu Íslandi í síðasta lagi árið 2040*, liggur þegar fyrir. Í tengslum við skuldbindingar Íslands um samdrátt til 2030 hafa þegar verið unnin reiknilíkon sem kanna hversu mikinn samdrátt megi ná fram með mismunandi tæknilausnum í mismunandi geirum. Umræða um umhverfismál hérlendis er einnig nokkuð vel þróuð miðað við víða erlendis. Það sem einna helst skortir uppá hjá Íslandi er að skýra hvernig skammtímaætlanagerð og aðgerðir samrýmast langtímamarkmiðum stjórnvalda og þróun leiðarvísis að markmiðinu um kolefnishlutleysi fyrir miðja þessa öld.

Umfram þá þörf að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og standast skuldbindingar í loftslagsmálum er mikilvægt að meta áhrif breyttra viðhorfa og aðgerða ríkja heims í loftslagsmálum á efnahagslegar horfur á Íslandi. Íslenskt hagkerfi byggir að miklu leyti á ferðamannaþjónustu, útflutningi sjávarafurða og framleiðslu málma og ljóst er að þessar atvinnugreinar hafa töluvert kolefnisfótspor við núverandi aðstæður. Það er því skynsamlegt að velta því upp, samhliða áætlanagerð um samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda til langs tíma, hvað áhrif þróun í átt að kolefnishlutleysi á heimsvísu muni hafa á hagkerfi og útflutningsgreinar á Íslandi og hvaða aðgerðir megi ráðast í til að tryggja samkeppnishæfi íslensks hagkerfis í lágkolefnissamfélagi framtíðarinnar. Í því samhengi er mikilvægt að hefja vinnu við að innleiða vísitölur sem tengja saman efnahagslega framlegð og kolefnisspor en þróun slíka vísitalna og hagvísu er þegar hafið á ýmsum vettvangi (e.g. Lyytimäki et al., 2018; OECD, 2018).

## 2. Hugtakið „Kolefnishlutleysi“

*“In order to achieve the long-term temperature goal set out in Article 2, Parties aim to reach global peaking of greenhouse gas emission as soon as possible, recognizing that peaking will take longer for developing country Parties, and to undertake rapid reductions thereafter in accordance with best available science, so as to achieve a balance between anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases in the second half of this century, on the basis of equity and in the context of sustainable development and efforts to eradicate poverty.”*

– Parísarsamningurinn grein 4.1

Markmið loftslagssamnings Sameinuðu þjóðanna og þeirra samninga sem hafa verið samþykktir á grundvelli hans er að stöðva loftslagsbreytingar og koma þannig í veg fyrir hættulegar raskanir á veðrakerfum af mannavöldum. Líta má á samningana sem hnattræna áhættustýringu sem miðar að því að lágmarka þann skaða sem iðnþróun mannegra samfélaga hefur á þau sjálf og umhverfið. Vegna þeirra eðlisfræðilegu ferla sem stjórna loftslagi og veðrakerfum jarðarinnar verður þessum markmiðum náð þá og því aðeins að náð verði hnattrænu kolefnishlutleysi.

Í Parísarsamningnum er hugtakið kolefnishlutleysi skilgreint þannig að jafnvægi sé náð milli losunar gróðurhúsalofttegunda frá manngerðum uppsprettum og bindingu þannig að nettó útstreymi þeirra sé jafnt núlli. Samkvæmt samningnum ber hvert land ábyrgð á losun sem á sér stað innan sinna landamæra.

Nái ríki bindingu umfram losun er heimilt samkvæmt samningnum að flytja þá bindingu milli landa sem kolefniskvóta (PS 6.4). Við viðskipti með kolefniskvóta ber hinsvegar að gæta þess gaumgæfilega að engin binding gróðurhúsalofttegunda sé tvítalin (6.5). Þessi ákvæði geta því falið í sér sóknarfæri fyrir ríki sem hafa tök á að ná mikilli bindingu gróðurhúsalofttegunda t.d. með aukinni skógrækt og landgræðslu eða bindingu koltvísýrings í jarðlögum.

Ennfremur eru lykilatriði fram í Parísarsamningnum hugmyndirnar um *sameiginlega en aðgreinda ábyrgð og getu og loftslagsréttlæti* (e. Climate Equity). Þannig er ætlast til að ríkar þjóðir sem sögulega bera meiri ábyrgð á losun gróðurhúsalofttegunda og séu betur í stakk búnar að takast á við afleiðingar loftslagsbreytinga vegna velmegunar sinnar leggi harðar að sér við að ná fram samdrætti í losun en þróunarlönd sem minni ábyrgð bera, en í senn eru berskjaldaðri fyrir yfirvofandi vá.

Markmið íslenskra stjórnvalda um kolefnishlutlaust Ísland í síðasta lagi árið 2040 eru því góðu samræmi við Parísarsamninginn, þar sem Ísland sem þróað ríki stefni að hröðum samdrætti og nái jafnvægi í losun og bindingu þeirra vel fyrir miðja þessa öld. Til að mæla árangur stjórnvalda þarf að skilgreina hvaða losun og binding fellur innan skilgreiningarinnar í fyrstu grein fjórða kafla Parísarsamningsins. Við þá skilgreiningu eru aðalega tvenn vafamál sem þarf að hafa í huga:

- Hvaða losun telst eiga sér stað innan landamæra Ísland?

Telst losun vegna framleiðslu á varningi sem neytt er á Íslandi sem losun í íslensku losunarbókhaldi eða í bókhaldi framleiðslulandsins? Telst losun vegna flug og sjósamgangna til og frá landsins til íslensk losunarbókhalds og ef svo, að hvaða leyti?

- Hvaða uppsprettur gróðurhúsalofttegunda teljast manngerðar?

Hér er mikilvægast að skilgreina við hvaða grunnástand skuli miða við þegar metin er losun vegna breyttrar landnotkunar. Það mun hafa mikil áhrif á kolefnishlutleysi Íslands hvaða grunnástand verði haft til viðmiðunar til að skilgreina hvaða uppsprettur teljist manngerðar eða náttúrlegar og þar af leiðandi hvort eða að hve miklu leyti núverandi stjórnvöld hyggist bera ábyrgð á landbreytingum síðustu alda.

Í þessari greinagerð verður kannað hvað áhrif mismunandi skilgreininga á hugtakinu *kolefnishlutleysi* muni hafa á þær aðgerðir sem þörf er á til að ná markmiðum hugtaksins.

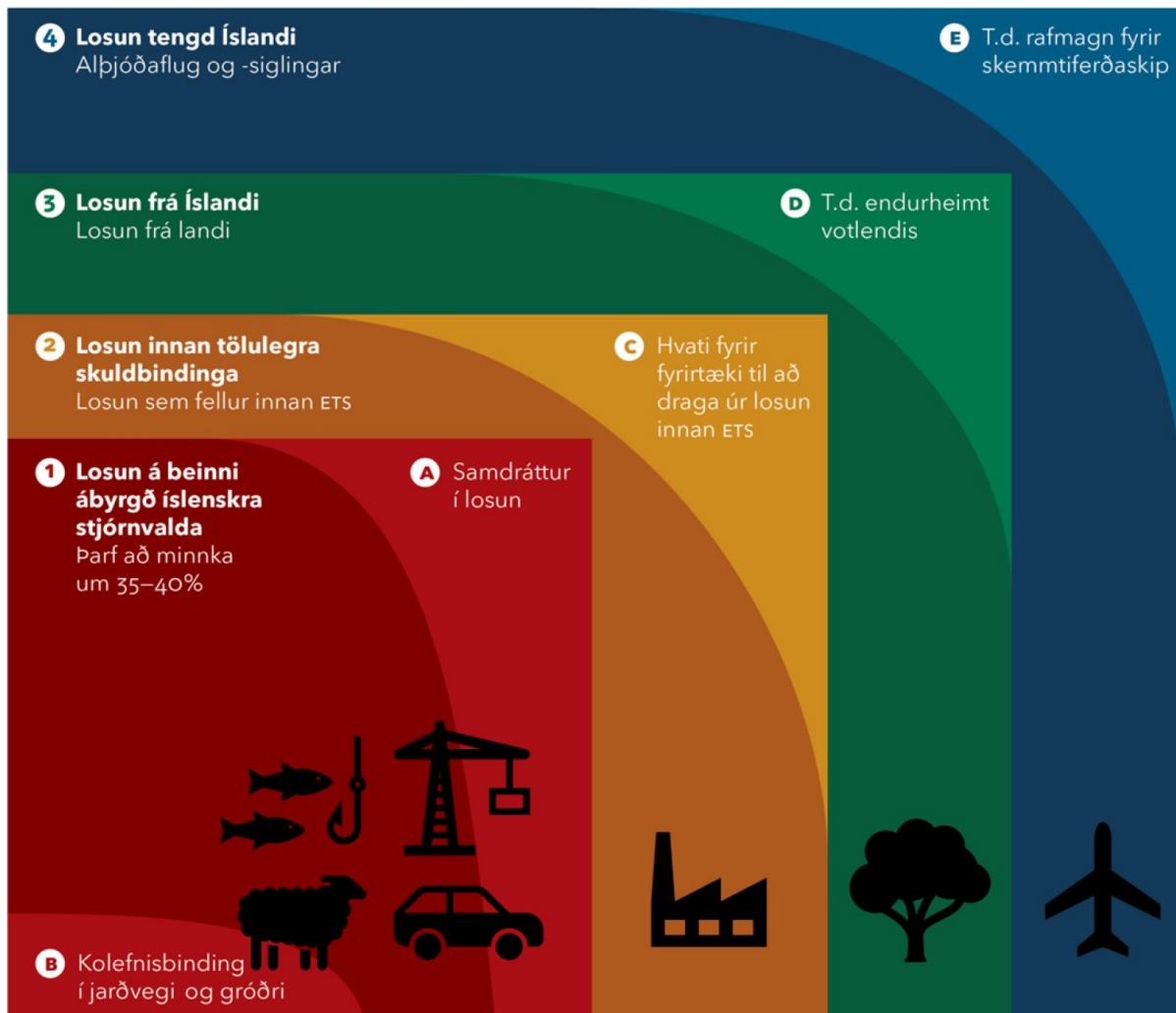
### 3. Flokkun losunarpátta og kolefnisbókhald

*“Balanced budget requirements seem more likely to produce accounting ingenuity than genuinely balanced budgets” – Thomas Sowell*

Eins og rakið hefur verið eru skammtímaskuldbindingar íslenska ríkisins í loftslagsmálum margvíslegar og á margan hátt flóknar. Ólíkar reglur gilda um losun frá mismunandi uppsprettum svo sem vegasamgöngum, iðnaðarferlum í stóriðju, framræstum mýrum og alþjóðasamgöngum. Sum losun fellur undir tölulegar skuldbindingar sem íslensk stjórnvöld bera beina ábyrgð á en önnur losun heyrir undir verksvið alþjóðlegra stofnana sem Ísland er aðili að.

Mynd 4. gefur yfirsýn yfir ólíka losunarpætti og þá möguleika sem eru til staðar varðandi samdrátt og kolefnisbindingu í hverjum þætti fyrir sig, samkvæmt þeim reglum um losunarbókhald sem gilda dag.

Innan stærsta ferningsins (bláa) er öll losun sem tengist íslensku samfélagi á einhvern hátt, þar á meðal losun frá alþjóðaflugi og siglingum og losun vegna framleiðslu á innfluttum vörum sem notaðar eru hételendis. Í næst stærsta ferningnum (græna) er losun innan landamæra Íslands, þar á meðal vegna landnotkunar. Í næst minnsta ferningnum (gula) er losun sem Íslandi er skylt að draga úr samkvæmt alþjóðlegum skuldbindingum, þ.á.m. losun sem fellur undir evrópska viðskiptakerfið með losunarheimildir (ETS). Innan minnsta ferningsins (rauða) er svo losun sem telst vera á beinni ábyrgð íslenskra stjórnvalda samkvæmt Parísarsamningnum, en þar er gerð krafa um 29% samdrátt í losun fyrir árið 2030.



Mynd 6 Yfirlit yfir losunarþætti gróðurhúsalofttegunda frá Íslandi og kröfur í hverjum þætti fyrir (Umhverfis- og Auðlindarráðuneytið, 2018).

Markmið íslenskra stjórnvalda um kolefnishlutleysi er ekki bundið þeim flokkunum losunarþátta og bókhaldsreglum sem skilgreindar hafa verið í alþjóðlegum samningum hingað til. Stefna um kolefnishlutleysi til langs tíma er því kjörið tækifæri fyrir stjórnvöld að skapa samræmda heildarsýn í loftslagsmálum fyrir Ísland. Slík heildarsýn er mikilvæg til að hægt sé að taka skynsamlegar ákvarðanir og fjárfestingar til skemmri sem lengri tíma og tryggja samkeppnishæfni íslensks hagkerfis í lágkolefnishagkerfi framtíðarinnar.

Íslenskum stjórnvöldum er að talsverðu leyti frjálst að velja hvaða losunarpætti verði tekið tillit til undir markmiðinu um kolefnishlutleysi og einnig hvaða grunnástand verði miðað við. Þar sem Ísland er aðili að ýmsu alþjóðasamstarfi um langtímamarkmið í losun gróðurhúsalofttegunda er hinsvegar eðlilegt að langtímamarkmið verði unnin í samstarfi við önnur ríki og í samræmi stefnumörkun á þeim vettvangi.

Af þeim þjóðum sem skilað hafa inn langtímaáætlunum til UNFCCC hefur verið nokkuð misjafnt hversu ítarlega hefur verið fjallað um mismunandi losunarpætti. Einföldustu áætlanirnar hafa komið frá fámönnum þróunarríkjum t.d. Marshall eyjar og Fiji en áætlanir þeirra hafa að mestu takmarkast af losun frá orkugeiranum, meðhöndlun úrgangs og landbúnaði. Þróuð ríki hafa öll mun ítarlegri áætlanir og fjalla öll um losun frá iðnaðarferlum og landnotkun. Nokkuð misjafnt er hvaða grunnástand er miðað við en algengast er að miða sé við losun ársins 1990 en einnig er oft miðað við 2005. Flest þróuð ríki nefna losun sem tengist alþjóðaflugi og siglingum en setja ekki nákvæm töluleg markmið varðandi árangur í þeim geirum. Fæst ríki fjalla um neyslutengda losun en í langtímamarkmiðum Frakklands er þó fjallað lauslega um breytingar á neyslumynstri sem aðgerð sem skilað gæti árangri í samdrætti. Flest þróuð ríki vinna því langtímamarkmið sín útfrá þeim losunarpáttum sem eru landfræðilega bundnir hverju ríki, (Græni ferningurinn á Mynd 4) meðan flest þróunarríki miða sínar áætlanir að þeim losun innan landamæra með minni áherslu á losun tengdri breytingu á landnotkun (guli ferningurinn á Mynd 4).

Þó svo að fæst ríki séu í dag með langtímamarkmið um alþjóðaflug- og siglingar getur verið skynsamt fyrir eyþjóð sem byggir hagkerfi sitt að stóru leyti á ferðaþjónustu og útflutningsgreinum að í það minnsta vera vel upplýst um stöðu mála í loftslagsmálum þessara geira. Ef alþjóðasamfélagið á að ná sínum loftslagsmarkmiðum er ljóst að losun frá þessum geirum þarf að dragast verulega saman á næstu áratugum. Komi nýjar tæknilausnir ekki til gæti slíkt þurft að eiga sér stað með aðgerðum sem leiða af sér samdrátt í eftirspurn og framboði t.d. með losunarkvótum eða kolefnisgjaldi.

Í þessari greinagerð verða skoðaðar þrjár sviðsmyndir um skilgreiningu hugtaksins kolefnishlutleysi eftir því hvaða losunarpættir eru teknir með.

### 1. Grunn sviðsmynd

Í grunn sviðsmynd er tekið tillit til þeirra losunarpátta sem eru innan tölulegra skuldbindinga Íslands gagnavart núverandi samningum UNFCCC og viðskiptakerfis ESB, þ.e. losun frá orkunotkun, landbúnaði, meðhöndlun úrgangs og iðnaði, eða þeim þáttum sem eru innan gula rammans á Mynd 6. Gert verður ráð fyrir að einhverjar breytingar á landnotkun geti talist til bindingar samkvæmt núgildandi reglum ESB. Þessi sviðsmynd lýsir kolefnishlutleysi í þrengstum skilningi hugtaksins.

### 2. Grunnur + landnotkun

Í þessari sviðsmynd er tekið tillit til þeirra losunarpátta sem eru í grunn sviðsmyndinni að viðbættri losun frá landnotkun og breytingu á landnotkun (LULUCF).

### 3. Grunnur + landnotkun + alþjóðlegar samgöngur

Í þessari sviðsmynd er tekið tillit til þeirra losunarpátta sem eru í sviðsmynd 2 að viðbættri losun frá alþjóðlegum siglingum og flugi. Þessi sviðsmynd lýsir því kolefnishlutleysi í víðasta skilningi hugtaksins.

## 4. Önnur opinber stefnumörkun

Ráðist hefur verið í ýmsa stefnumörkun og áætlanagerð í loftslagsmálum hérlendis til að gera Íslandi kleift að standast skuldbindingar sínar í þeim efnum. Þessi vinna hefur farið fram á margvíslegum vettvangi bæði fyrir einstaka geira sem og fyrir samfélagið allt. Verður í þessum kafla reynt að gera skil þeirri opinberu stefnumörkun og áætlanagerð sem unnin hefur verið á undanförunum árum.

### Aðgerðaráætlun stjórnvalda í loftslagsmálum

Í stjórnarsáttmála Framsóknarflokks, Sjálfstæðisflokks og Vinstrihreyfingarinnar – Græns framboðs var tekið fram að aðgerðaráætlun um samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda yrði tímasett og fjármögnuð (Stjórnarráð Íslands, 2017). Aðgerðaráætlunin er hugsuð sem tæki stjórnvalda til að tryggja að Ísland nái markmiðum Parísarsamningsins til ársins 2030 sem og markmiðinu um kolefnishlutleysi árið 2040. Fyrsta útgáfa áætlunarinnar var birt í september 2018 en verður endurskoðuð strax árið 2019 (Umhverfis- og Auðlindaráðuneytið, 2018). Í áætluninni birtast um 34 aðgerðir sem hafa það að markmiði að stuðla að samdrætti í losun og aukningu í bindingu gróðurhúsalofttegunda. Helstu áhersluatriði aðgerðaráætlunarinnar eru orkuskipti í samgöngum og átak í kolefnisbindingu.

### PaMs

Í apríl 2019 gaf Umhverfisstofnun í fyrsta sinn út greinagerð um stefnumörkun, aðgerðir og áætlanir í losun gróðurhúsalofttegunda til ársins 2035. Greinagerðin er hluti af skuldbindingum vegna samnings Íslands við Evrópusambandið í tengslum við annað skuldbindingartímabil Kyoto bókunarinnar. Í greinagerðinni er lýst þeirri stefnumörkun, áætlunum og aðgerðum sem fyrirhugaðar eru í loftslagsmálum á Íslandi og er aðgerðaráætlun stjórnvalda í loftslagsmálum notuð sem grunnur í þeim efnum. Í skýrslunni er aðeins lýst þeim aðgerðum sem þegar eru hafnar og fjármagnaðar, en ekki er tekið tillit til annara aðgerða sem kunna að koma til framkvæmdar síðar. Niðurstöður vinnunnar benda til að losun gróðurhúsalofttegunda muni aukast lítillega fyrir árið 2035 miðað við losun ársins 2005 (Helgadóttir et al., 2019).

### Orkuspá

Orkustofnun gefur reglulega út orkuspá sem gerð er af Orkuspárnefnd. Gefnar eru út þrjár orkuspár eftir sviðum, raforkuspá, jarðvarmaspá og eldsneytisspá. Eldsneytisspá var síðast gefin út árið 2016 (Orkustofnun, 2016) og raforkuspá árið 2018 (Orkustofnun, 2018). Orkuspárnar ná til ársins 2050 og eru notaðar til grundvallar mati á framtíðar losun gróðurhúsalofttegunda frá orkugeiranum. Spárnar gera ráð fyrir að raforkunotkun aukist samhliða fólksfjölgun og hagvexti fram á miðja öldina þá er búist við að innlend notkun á jarðefnaeldsneyti dragist saman vegna orkuskipta en að millilandnotkun aukist verulega vegna aukningar á alþjóðlegum samgöngum.

### Spá Hagfræðistofnunar HÍ

Í febrúar 2017 gaf Hagfræðistofnun Háskóla Íslands út skýrslu sem unnin var fyrir hönd Umhverfis- og auðlindaráðuneytisins um möguleika á því að draga úr nettólosun gróðurhúsalofttegunda ásamt mati á kostnaðarskilvirkni hvernar aðgerðar. Í skýrslunni var losun metin til ársins 2030 miðað við mismunandi sviðsmyndir í samdrætti og metinn núvirtur kostnaður við að draga úr losun fyrir hverja sviðsmynd. Niðurstöður sýndu að veruleg aukning gæti orðið í losun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi á spátímabilinu sem nemur allt að 290% miðað við losun ársins 1990, mestu munar þar um aukin umsvif í stóriðju.

Skoðaðar voru um 30 aðgerðir í loftslagsmálum og sýndu niðurstöður að margar þeirra bæði verulegan umhverfislegan og efnahagslegan ávinning í för með sér (Davíðsdóttir et al., 2017).

### **Norrænt samstarf**

Norðurlöndin hafa ákveðið að auka með sér samvinnu í loftslagsmálum og í janúar 2019 gáfu forsætisráðherrar Norðurlandanna út sameiginlega yfirlýsingu í Helsinki þess efnis að löndin skyldu í sameiningu vinna að markmiðinu um kolefnishlutleysi. Stefna samstarfsins er að vinna saman að háleitustu markmiðum Parísarsamningsins og um leið tryggja að norræn fyrirtæki og iðnaður verði leiðandi afl í afkolun heimshagkerfisins. Helsinki yfirlýsingunni verður fylgt eftir með tillögu að aðgerðaráætlun á fundi norrænu ráðherranefndarinnar í ágúst 2019.

### **Carbon Neutrality Coalition**

Ísland er aðili að Carbon Neutrality Coalition sem er bandalag 19 landa og 32 borga sem myndað hafa með sér samstarf í því að þróa metnaðarfullar loftslagsstefnur til að ná langtímamarkmiðum Parísarsamkomulagsins en aðilar bandalagsins hafa heitið þess að ná kolefnishlutleysi fyrir árið 2050. Markmið bandalagsins er að uppskera efnahagslegan og samfélagslegan ávinning kolefnishlutleysis, uppbygging loftslagsþolinnna hagkerfa og að hraða loftslagsaðgerðum á heimsvísu. Bandalagið stefnir að því að kolefnishlutleysi verði leiðarstjarna sem öll áætlangerð og stefnumótun til skamms tíma verði miðuð við.

### **2050 Pathways Platform**

Á COP 22 ráðstefnunni árið 2016 var 2050 Pathways Platform bandalagið stofnað með það að markmiði að styðja ríki til að þróa langtímaáætlanir um kolefnishlutleysi, loftslagsþol og sjálfbæra þróun. Að bandalaginu koma 27 þjóðríki 15 borgir, 15 héruð og 196 fyrirtæki, en stefnt er að því að Ísland gerist þar aðili á næstu misserum. Bandalagið hefur m.a. staðið að útgáfu ýmissa ráðlegginga og leiðarvísa að langtímaáætlunum í loftslagsmálum.

### **High Ambition Coalition**

Ísland er aðili að „High Ambition Coalition“ sem er bandalag 107 ríkja sem stefna að því markmiði að halda hlýnun innan við 1.5 °C í stað 2 °C. Bandalagið var stofnað á COP21 í París í kjölfar Parísarsamningsins og samstendur af bæði þróunarlöndum sem og þróuðum ríkjum þ.m.t öllum löndum innan Evrópusambandsins.

### **Önnur stefnumörkun**

Samfélagsumræða um loftslagsmál hefur aukist verulega undanfarin ár, til marks um alvarleika þeirra. Samhliða hefur mikið verið lagt í margvíslega áætlanagerð og stefnumörkun í þessum málaflokki á vettvangi opinberra stofnana, sveitarfélaga, félagasamtaka og fyrirtækja. Í þessari greinagerð gefst ekki tækifæri á að lista upp allar þessar áætlanir en sem dæmi um opinbera stefnumörkun má nefna loftslagsstefnu Stjórnarráðsins (2018), loftslagsstefnu Reykjavíkurborgar (2016) og aðild Íslands að alþjóðlegum samstarfsvettvangi fjármálaráðherra um aðgerðir í loftslagsmálum (2019). Þá hefur FESTA félag um samfélagsábyrgð fyrirtækja gefið út loftslagsyfirlýsingu sem fjöldi fyrirtækja hefur skrifað undir auk þess að halda úti loftslagsmæli sem gerir fyrirtækjum auðveld að halda utan um sína losun.

## 5. Heimildarskrá

- Abernethy, R., Ackerman, S. A., Adler, R., Albanil Encarnación, A., Aldeco, L. S., Alfaro, E. J., ... McVicar, T. R. (2018). State of the climate in 2017. *Bulletin of the American Meteorological Society*. <https://doi.org/10.1002/wea.2311>
- Andrew, R. (2018). Figures from the Global Carbon Budget 2018. Retrieved May 9, 2019, from <http://folk.uio.no/roberan/GCB2018.shtml>
- Davíðsdóttir, B., Eyþórsson, D., Barja, A., Friðriksson, K., Bragadóttir, H., Byrne, C., ... Þórisson, J. (2017). *Ísland og Loftslagsmál*.
- EASA. (2019). *European Aviation Environmental Report 2019*. Retrieved from <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/eaer-2019.pdf>
- Halldór Björnsson, Árný E. Sveinbjörnsdóttir, Anna K. Daniëlsdóttir, Árni Snorrason, Bjarni D. Sigurðsson, Einar Sveinbjörnsson, Gísli Viggósson, Jóhann Sigurjónsson, Snorri Baldursson, S. Þ. & T. J. (2018). *Hnatrænar loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi - Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar. Veðurstofa Íslands*. Retrieved from [http://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF\\_skrar/visindanefndloftslagsbreytingar.pdf](http://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF_skrar/visindanefndloftslagsbreytingar.pdf)
- Helgadóttir, Á. K., Keller, N., Einarsdóttir, S. R., Stefani, M., Þórisson, J., & Snorrason, A. (2019). *Report on policies, measures and projections: Projections of Greenhouse gas emissions in Iceland til 2035*.
- IATA. (2017). 2036 Forecast Reveals Air Passengers Will Nearly Double to 7.8 Billion. *Iata*.
- IEA. (2017). *Global Energy & CO2 Status Report*. Retrieved from <https://www.iea.org/geco/emissions/>
- IMO. (2015). *Third IMO Greenhouse Gas Study 2014*. Smith, Tristan & P. Jalkanen, J & A. Anderson, B & Corbett, James & Faber, J & Hanayama, S & O'Keeffe, E & Parker, S & Johansson, Lasse & Aldous, L & Raucci, Carlo & Traut, Michael & Ettinger, S & Nelissen, D & Lee, David & Ng, S & Agrawal, A & Winebrake, .
- IMO. (2018). *ADOPTION OF THE INITIAL IMO STRATEGY ON REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS AND EXISTING IMO ACTIVITY RELATED TO REDUCING GHG EMISSIONS IN THE SHIPPING SECTOR*. Retrieved from [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/250\\_IMO\\_submission\\_Talanoa\\_Dialogue\\_April\\_2018.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/250_IMO_submission_Talanoa_Dialogue_April_2018.pdf)
- IPCC. (2013). Summary for policymakers. In *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*.
- Keller, N., Stefani, M., Einarsdóttir, S. R., Helgadóttir, Á. K., Guðmundsson, J., Snorrason, A., ... Tinganelli, L. (2019). *National Inventory Report, 2019*.
- Lyytimäki, J., Antikainen, R., Hokkanen, J., Koskela, S., Kurppa, S., Känkänen, R., & Seppälä, J. (2018). Developing Key Indicators of Green Growth. *Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1002/sd.1690>
- Myles, A., Mustafa, B., Yang, C., & de Coninck, H. (2018). Global Warming of 1.5°C. Summary for Policymakers. *IPCC*. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.10.013>
- OECD. (2018). *Green Growth Indicators 2017 - Highlights*. Retrieved from



[http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/Highlights\\_Green\\_Growth\\_Indicators\\_2017.pdf](http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/Highlights_Green_Growth_Indicators_2017.pdf)

Orkustofnun. (2016). *Eldsneytisspá 2016-2050*.

Orkustofnun. (2018). *Raforkuspá 2018 - 2050*.

Quéré, C., Andrew, R., Friedlingstein, P., Sitch, S., Hauck, J., Pongratz, J., ... Zheng, B. (2018). Global Carbon Budget 2018. *Earth System Science Data*. <https://doi.org/10.5194/essd-10-2141-2018>

Raupach, M. R., Davis, S. J., Peters, G. P., Andrew, R. M., Canadell, J. G., Ciais, P., ... Le Quéré, C. (2014). Sharing a quota on cumulative carbon emissions. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate2384>

Sanderson, B. M., Xu, Y., Tebaldi, C., Wehner, M., O'Neill, B., Jahn, A., ... Francois Lamarque, J. (2017). Community climate simulations to assess avoided impacts in 1.5 and 2°C futures. *Earth System Dynamics*. <https://doi.org/10.5194/esd-8-827-2017>

Stjórnarráð Íslands. (2017). Sáttmáli Framsóknarflokks, Sjálfstæðisflokks og Vinstrihreyfingarinnar - græns framboðs um ríkisstjórnarsamstarf og eflingu Alþingis. Retrieved from <https://www.stjornarradid.is/rikisstjorn/stefnuyfirlysing/>

Umhverfis- og Auðlindarráðuneytið. (2018). *Aðgerðaráætlun í loftslagsmálum*.