



LANDNÝTING OG LOFTSLAG

losunarbókhald, loftslagsmarkmið
og staða aðgerða

LOFTSLAGSRÁÐ III

Landnýting og loftslag –

losunarbókhald, loftslagsmarkmið og staða aðgerða

Mái 2024

Útgefandi

Loftslagsráð

Höfundur

Þórunn Wolfram Pétursdóttir PhD, sérfræðingur í umhverfis- og náttúrufræðum

Yfirlesið af Jóhanni Þórssyni PhD, sérfræðingi hjá Land og skógur

Efnisyfirlit

Inngangur.....	3
Losunarbókhald LULUCF (landnotkun, breytt landnotkun og skógrækt).....	4
Skóglendi	4
Ræktað land	4
Mólendi (e. grasslands)	4
Votlendi	5
Byggð	5
Annað land	5
Landfræðilegur gagnagrunnur og landnýtingarkort.....	6
Losun gróðurhúsalofttegunda frá landi og kolefnisbinding lands	8
Ástand lands, landgræðsla/endurheimt og skógrækt	9
Aðgerðir stjórnvalda – áætlun 2020 og stöðumat	11
Uppfærð markmið um aukna landgræðslu/endurheimt og skógrækt	13
Heimildir	14

Inngangur

Hnignun vistkerfa og landeyðing vegna landnýtingar eru umfangsmiklir áhrifabættir hvað varðar sívaxandi uppsöfnun CO₂ í andrúmslofti og loftslagsbreytinga af mannavöldum (IPCC 2019). Ósjálfbær landnýting raskar náttúrulegu jafnvægi í kolefnisbúskap vistkerfa og leiðir meðal annars til aukinnar losunar gróðurhúsalofttegunda umfram það sem vistkerfin ná að binda í mold og gróðri, ásamt því að skerða kolefnisforðabúrið sem moldin er og draga þannig úr getu vistkerfanna til að binda og geyma kolefni. Vistkerfahnignun, gróður- og jarðvegseyðing og hlýnun andrúmsloftsins eru því nátengd fyrirbrigði (Ólafur Arnalds 2023).

Gríðarlegt magn kolefnis hefur tapast úr íslenskum vistkerfum síðan land byggðist, að mestu vegna landnýtingar, sem tók ekki fullt mið af veðráttu hérlandis, eldfjallavirkni og rofgjarnri mold (t.d. Ólafur Arnalds 2023). Til að mynda hefur kolefnistap íslenskra vistkerfa síðustu 1000 árin vegna jarðvegsrofs verið áætlað 120-500 milljón tonn C. Það samsvarar heildarlosun upp á 440-1.833 milljón tonn CO₂ eða árlegri losun upp á 0,4-1,8 milljón tonn CO₂ (Hlynur Óskarsson o.fl. 2004). Áætlað er að um helmingur þess kolefnis þess hafi losnað út í andrúmsloftið en hinn hlutinn ýmist grafið sem set á hafsbotni eða safnast upp á ný sem kolefni í vistkerfum lands og hafs (Hlynur Óskarsson o.fl. 2004). Þá er ótalið kolefnistap vegna annarrar landeyðingar hérlandis.

Loftslagssamningur Sameinuðu þjóðanna (UNFCCC) felur í sér skuldbindingar um vernd kolefnisgeyma í lífríkinu og aðgerðir til að hraða upptöku kolefnis úr andrúmsloftinu og bindingu þess í kolefnisgeymum í jarðvegi og gróðri. Aðildarríki samningsins eru því skuldbundin að telja árlega fram losun frá öllu nytjuðu landi í sínu losunarbókhaldi undir samheitinu: Landnýting, breytt landnýting og skógrækt (e. Land Use, Land Use Changes and Forestry; LULUCF). Ísland framfylgir skuldbindingum sínum gagnvart Parísarsamningnum sameiginlega með Noregi og ESB. Þetta felur einnig í sér að Ísland hefur skuldbundið sig til að fylgja reglum ESB um upplýsingagjöf og losunarbókhald varðandi landnotkun, sem eru í sumum tilfellum nákvæmari en alþjóðlegar kröfur.

Stór hluti Íslands fellur undir skilgreiningar loftslagssamningsins á nytjuðu landi og losun gróðurhúsalofttegunda frá landi hérlandis er metin hlutfallslega mikil. Yfir 50% íslenskra vistkerfa teljast lítt gróin eða hnignuð en eru engu að síður nytjuð að hluta og losun frá þeim því talin til skuldbindinga vegna landnýtingar. Tækifærin sem felast í breyttri landnotkun og endurheimt vistkerfa til að ná auknum samdrætti í losun frá landi og aukinni kolefnisbindingu í gróðri og jarðvegi eru þannig gríðarleg.

Nokkuð hefur skort á almenna þekkingu og skilning á losun frá landi og LULUCF málaflokknum hérlandis, svo sem hvernig losunarbókhald flokksins er uppbyggt, yfirsýn yfir skiptingu landgerða í landsbókhaldsflokka, loftslagsmarkmið stjórnvalda tengd landnýtingu og hvernig hefur gengið að ná settum markmiðum síðustu árin.

Þessari samantekt er ætlað að bæta úr því og er hún skrifuð sem viðbót við skýrslu Loftslagsráðs *Losun gróðurhúsalofttegunda frá landi*, útgefin árið 2021.

Dr. Jóhann Þórsson, Leone Tinganelli og Gústav Ásbjörnson hjá Land og skógur aðstoðuðu höfund samantektarinnar við upplýsingasöfnun og yfirlestur og fá miklar þakkir fyrir.

Losunarbókhald LULUCF (landnotkun, breytt landnotkun og skógrækt)

Í bókhalði aðildarríkja loftslagssamningsins (UNFCCC) um losun og bindingu vegna landnotkunar, breyttrar landnotkunar og skógræktar (LULUCF) er öllu landi skipt í sex landbókhaldsflokka í samræmi við leiðbeiningar samningsins (IPCC 2006). Flokkarnir eru: *Skóglendi, ræktað land, mólendi (graslendi), votlendi, byggð og annað land*.

Skilgreiningar á hvaða landgerðir falla undir hvern landbókhaldsflokk taka hins vegar mið af staðbundnum aðstæðum innan hvers ríkis og eru því breytilegar á milli þeirra.

Núverandi skilgreiningum Íslands á hvaða landgerðir falla undir hvern landbókhaldsflokk er lýst hér á eftir og forsendur að baki flokkuninni útskýrðar nánar, svo sem hvaða land telst nytjað og telur því inn í losunarbókhald Íslands. Upplýsingarnar eru allar fengnar úr Landsskýrslu um losun gróðurhúsalofttegunda 2024 (Umhverfisstofnun 2024).

Skóglendi

Í þennan flokk fellur allt skóglendi, sem ekki tilheyrir landflokki *byggð*. Trjágróður í skóglendi skal að lágmarki ná fullvaxta 2 m hæð, 10% krónuþekju og þekja svæði sem er að minnsta kosti 20 m breitt og 0,5 ha að stærð. Þessi skilgreining á einungis við um Ísland.

Skóglendi á Íslandi skiptast í tvo undirflokka, *náttúrulegan birkiskóg* og *ræktaðan skóg*. Náttúrulegur birkiskógur er upprunninn frá því skóglendi sem var hér við landnám. Um er að ræða bæði fornt (e. pristine) skóglendi og náttúrulega sjálfræðslu frá því. Ræktaðir skógar hafa orðið til við gróðursetningu, stiklingastungu eða fræsáningu á bæði innlendum og erlendum trjátegundum. Að auki heyra undir ræktaða skóga þær sjálfræðslur sem upprunnar eru frá ræktuðu skóglendi.

Allir skógar landsins (náttúruskógar og ræktaðir skógar) falla undir skilgreiningu um nytjað land þar sem þeir eru undir beinum áhrifum af athöfnum manna.

Ræktað land

Í þennan flokk fellur allt ræktað land utan landbókhaldsflokkanna *byggð* eða *skóglendi* sem nær yfir a.m.k. 0,5 ha samfellt svæði með 20 m lágmarksbreidd. Þetta eru ræktuð tún með fjölærum grösum nýtt til heyframleiðslu og akrar sem ræktaðir eru ýmist árlega eða annað hvert ár, svo sem til korn-, kartöflu- eða grænmetisframleiðslu.

Flokkurinn skiptist í undirflokka *ræktað land* og *ræktað land á lífrænum jarðvegi* til að hægt sé að leggja ítarlegra mat á kolefnisbúskap svæðanna eftir jarðvegsgerð og *ónytjað ræktað land*, þ.e. ræktað land sem er ekki í virkri ræktun.

Mólendi (e. grasslands)

Í þennan flokk fer allt land sem hefur >20% æðplöntuþekju en fellur ekki undir landbókhaldsflokkanna *byggð*, *skóglendi*, *ræktað land* eða *votlendi*. Þar sem landgerðin mólendi er ráðandi innan þessa flokks þá er það heiti notað, í stað þess að kalla flokkinn *graslendi*, eins og IPCC gerir ráð fyrir (IPCC 2006) þar sem afar lítill hluti landgerða flokksins uppfyllir skilgreiningar vistgerðaflokkunar Náttúrufræðistofnunar Íslands á *graslendi*. Engu að síður má deila um hvort heitið *mólendi* sé nægilega lýsandi fyrir allar þær fjölbreyttu og afar misvel grónu landgerðir sem falla undir flokkinn.

Landgræðslu- og endurheimt þurrlendisvæði falla hér undir, sem og framræst votlendi sem ekki fellur innan *ræktaðs lands* eða *skóglendis*. Flokkurinn *mólendi* skiptist í sjö undirflokka: *náttúrulegt birkikjarr*, *land endurheimt fyrir 1990*, *land endurheimt eftir 1990*, *framræst land*, *annað mólendi*, *mólendi án beitar og beitarland á öðru landi*. Svo að segja allt land í flokknum telst nytjað, fyrst og fremst til búfjárbætur.

Votlendi

Í þennan flokk fellur allt land sem er undir vatni eða jarðvegur er vatnsmettaður a.m.k. hluta árs og fellur ekki undir landbókshaldsflokkana *byggð*, *skóglendi* eða *ræktað land*. Hér er að finna landgerðirnar *vötn* og *ár* (ónytjað), *uppistöðulón* (nytjað) og *ósnortið votlendi* (hluta til nytjuð til búfjárbætur). Nýtt mat á beitarhegðun sauðfjár rennir stoðum undir eldri gögn sem benda til þess að fé nýti sér votlendigróður að mjög litlum hluta til beitar og verji aðeins um 10% af beartíma sínum í votlendi. Gögnin sýna einnig að verulega dregur úr þéttleika sauðfjár með aukinni hæð yfir sjó (óbirt gögn frá GróLind). Því er nú aðeins ósnortið votlendi undir 200 metra hæðarlínu sem nýtt er til búfjárbætur talið vera nytjað land (um 38% af heildarstærð landgerðarinnar) en ósnortið votlendi yfir 200 metra hæðarlínu, þar sem aðeins sauðfé hefur mögulega beitaradengi í afmarkaðan tíma að sumri, talið ónytjað.

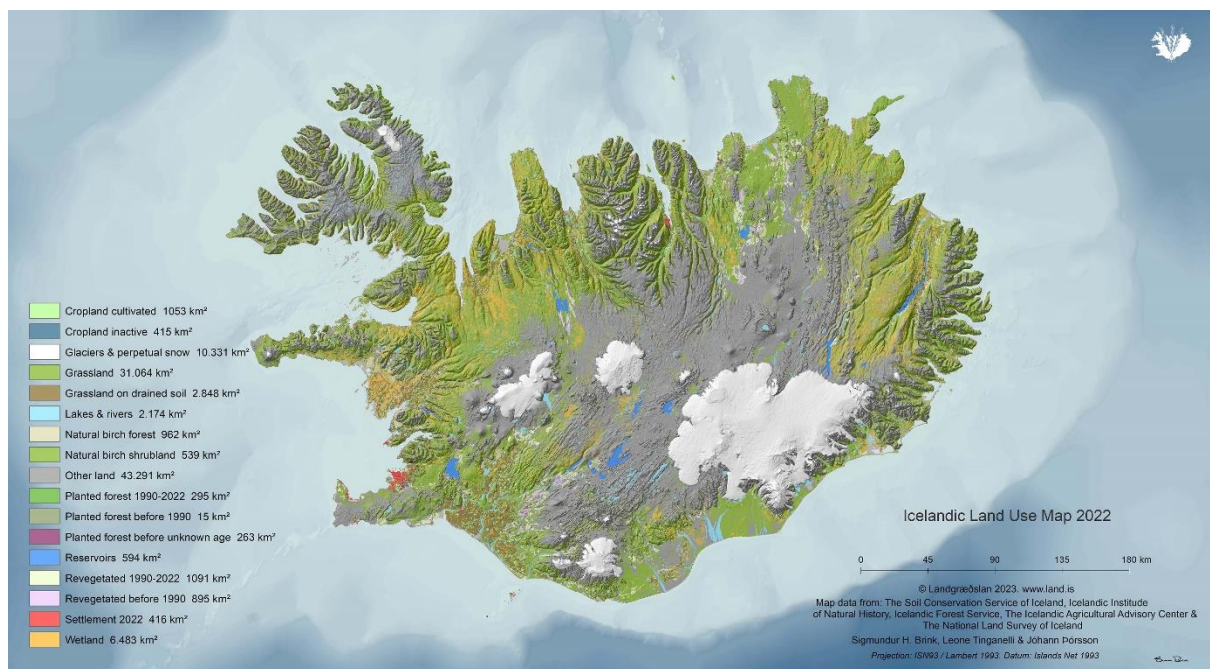
Byggð

Til skilgreiningar á þessum flokki er notaður IS-gagnagrunnur Landmælinga Íslands. Undir hann fellur þéttbýli og samgöngumannvirki. Þéttbýli er skilgreint sem samfelld byggð svæði sem hefur að lágmarki 200 íbúa og skýrt gatnakerfi og heiti, eða að hámarki 200 m á milli húsa. Samgöngumannvirki eru flugvællir og vegir (15 m frá miðlínu, að frátöldum vegum í skógum). Flokkurinn skiptist í tvo undirflokka; *þéttbýlissvæði* og *önnur svæði*.

Annað land

Í þennan flokk raðast land með <20% þekju æðplantna, ógróinn jarðvegur, klettur, jöklar og allar landgerðir sem falla ekki undir aðra landbókshaldsflokka. Samkvæmt viðmiðum IPCC telst land í þessum flokki ónytjað og hugsanleg losun frá því (svo sem víðáttumiklum illa rofnum landsvæðum) þar með ekki metin. Ný gögn frá verkefninu GróLind sýna að ríflega 50% lands innan flokksins *annað land* er engu að síður nytjað sem sumarbeitarlönd sauðfjár. Í losunarbókhalði landsins þarf að telja fram allt nytjað land og það land (km²) innan flokksins *annað land* sem er nýtt til sauðfjárbætur er því skilgreint sem sérstakur undirflokkur í *mólendi*. Í flokkinn *annað land* fellur einnig nýtt land, til dæmis land sem kemur undan jökli eða land sem verður til vegna landris við strendur. Flokkurinn er þannig notaður til að leiðrétta heildarflatarmál landsins.

Landfræðilegur gagnagrunnur og landnýtingarkort



Mynd 1. Landnýtingarkort 2022 (ensk útgáfa). Landgerðir, stærðir og landfræðileg staðsetning (Umhverfisstofnun 2024).

Landnýtingarkort LULUCF (Mynd 1) byggir á landfræðilegum gagnagrunni (e. the Icelandic Geographic Land Use Database; IGLUD) sem var byggður upp innan Landbúnaðarháskóla Íslands en er núna í umsjón Lands og skógar þar sem sú stofnun sér um utanumhald, gagnasöfnun og regluleg skil á tölulegum upplýsingum um LULUCF málaflokkinn til Umhverfisstofnunar. Gagnagrunnurinn inniheldur kortaþekjur af ólíkum uppruna, svo sem landfræðilega hnituð gagnasett sem safnað er á vettvangi, niðurstöður greininga á sýnum tengdum þeim (t.d. gróður- og/eða jarðvegssýni), ljósmyndir af sýnatökustöðum, landfræðileg gögn tengd stökum kortaþekjum og aðrar upplýsingar tengdar gagnagrunninum, sem og lýsigögn allra ofanefndra gagna (Umhverfisstofnun 2024). Upplýsingarnar í grunninum eru uppfærðar árlega og stöðugt er unnið að umbótum á þeim í samræmi við skilyrði ESB um gæði gagna, upplýsingagjöf og aðferðafræði og það markmið að allar upplýsingar í grunninum skuli byggja á staðgreinanlegum landfræðilegum gögnum. (Umhverfis- og auðlindaráðuneytið 2020). Vegna þess að fyrirliggjandi gögn eru ekki öll enn staðgreinanleg getur verið ósamræmi á milli gagna sem skilað er í gagnagátt IPCC og gagnanna í IGLUD.

Landeyðing vegna landnotkunar hefur verið viðvarandi hérlandis um árhundruða skeið og jarðvegseyðing, með tilheyrandi kolefnislosun, er enn ein af stærstu umhverfisáskorunum Íslands. Núverandi kolefnislosun frá nýttuðum hnignuðum og/eða rofnum þurrlandi er því líklega viðbótar uppspretta losunar frá Íslandi sem ekki hefur enn verið tekið tillit til í losunarbókhaldi landsins. Það er mikilvægt að ná betur utan um hvaða tölulegu stærðir þetta gætu verið og yfirstandandi rannsóknir á kolefnisbúskap þurrlandis í mismunandi vistfræðilegu ástandi ættu á næstunni að geta gefið til kynna grófa mynd af umfangi losunarinnar (Jóhann Þórsórn sérfræðingur hjá Land og skógur, munnlegar upplýsingar). Einnig er verið að safna þeim viðbótargögnum sem þarf til að byggja undir ítarlegri vinnslu landfræðilegra upplýsinga um til að mynda vistfræðilegt ástand lands eftir landgerðum, kolefnisforða og búfjárfjölda (beitarálag) en einnig til að draga fram land í framför (bata) og hvaða landi er enn að hnigna.

Tafla 1 sýnir nánar núverandi skiptingu Íslands í landbókhaldsflokka og landgerðir, stærðir þeirra (km²) og uppruna losunar/bindingar CO₂-ígilda innan LULUCF geirans hérlandis.

Tafla 1. LULUCF landbókhaldsflokkar, undirflokkar, stærðir (skv. landnýtingarkorti) og reiknuð losun/binding þús. tCO₂-íg. eftir flokkum fyrir árið 2022. Stærðir innan sviga eru stærðir vistgerða skv. vistgerðaflokkun NÍ (Umhverfisstofnun 2024).

Landbókhaldsflokkar/landgerðir	Stutt skýring	Stærð (km ²)	Reiknuð losun/binding (þús. tonn CO ₂ -íg.* á ári)
Skóglendi	>2 m., 10% króna og a.m.k. 0,5 ha		9.6/-515
Birkiskógar (náttúruskógar)	Sjálfsáðir birkiskógar	962	
Ræktaðir skógar	Útplöntun/fræsán. allar tegundir		
Plantað/sáð fyrir 1990		278	
Plantað/sáð 1990-2022		295	
Ræktað land	A.m.k. 0,5 ha og 20 m. Breitt		1.461/-24
Ræktað land (a)	Að mestu tún en einnig akrar	1053	
Ræktað land (b)	Framræstur lífrænn jarðvegur		
Ræktað land óvirkt	Ónytjuð tún (bókfært með mólendi)	415	
Mólendi	>20% þekja æðplantna		6.677/-706
Náttúrulegt birkikjarr	Sjálfsáð birki; <2 m. á hæð	539	
Endurheimt/landgræðsla	Fjölbreyttar landgræðsluaðgerðir		
Landgræðsla fyrir 1990		895	
Landgræðsla 1990-2022		1.091	
Framræstur lífrænn jarðvegur	Framræst votlendi, ekki í ræktun	2.848	
Annað mólendi		31.064	Ekki metið
Þar af:			
mólendi (L10)	Samkvæmt vistgerðaflokkun NÍ	(18.500)	
graslendi	Samkvæmt vistgerðaflokkun NÍ	(<3.000)	
moslendi (L5-3)	Samkvæmt vistgerðaflokkun NÍ	(5.300)	
aurar (L4-2)	Samkvæmt vistgerðaflokkun NÍ	(2.000)	
Votlendi			1.340/-495
Votlendi	Ósnortin votlendi landsins	6.483	
Endurheimt votlendi	Hækkuð vatnsstaða á áður framræstum votlendissvæðum		
Vötn og ár	Stöðuvötn og fallvötn	2.174	
Uppistöðulón	Flest tengd vatnsaflsvirkjunum	594	
Byggð		416	8.8
Þéttbýlissvæði	Bæir og önnur þéttbýlissvæði		
Önnur svæði	Flugvællir og vegir		
Annað land	<20% þekja æðplantna		Ekki metið
Annað land		43.291	
Þar af beitarlönd búfjár	Talið fram undir <i>Mólendi</i>	-22.535	
Skipting á milli landgerða:			
melar (L1-1,2,3,4,5)	Samkvæmt vistgerðaflokkun NÍ	(22.200)	
sandar/vikrar (L1-6)	Samkvæmt vistgerðaflokkun NÍ	(2.700)	
eyrar (L4-1)	Samkvæmt vistgerðaflokkun NÍ	(800)	
moslendi (L5-1;L5-2)	Samkvæmt vistgerðaflokkun NÍ	(3.900)	
Jöklar og fannir		10.331	

*CO₂-íg. = CO₂-ígildi. Eitt tonn af CO₂-ígildi samsvarar einu tonni af koldíoxíði eða því magni annarra gróðurhúsalofttegunda (t.d. metans, glaðlofts eða F-gasa) sem hefur sambærilegan hnatthlýnunarmátt.

Um 72% af heildarstærð landsins (utan jökla, vatna og vatnsfalla) teljast vera nytjað land, svo sem til ræktunar, búfjárbætur eða mannvirkjagerðar og eru því talin fram í losunarbókhaldi Íslands. Tafla 2 sýnir nánar skiptinguna á milli landbókhaldsflokka (Umhverfisstofnun, 2024). Vert er að nefna að reiknuð losun og binding innan hvers landbókhaldsflokks byggir á aðeins annarri nálgun við samantektir á stærðum svæða þó heildarútkomur séu þær sömu, sjá nánar í töflu 6.7 í Landsskýrslu um losun gróðurhúsalofttegunda 2024 (Umhverfisstofnun 2024).

Tafla 2. Yfirlit yfir skilgreint nytjað land innan landbókhaldsflokka LULUCF og stærðir (km²) (byggt á: Umhverfisstofnun 2024)

Landbókhaldsflokkar	Landnotkun	Stærð (km ²)
Skóglendi	Skógrækt og beitarlönd búfjár	1.500
Ræktað land	Tún og akrar	1.087
Mólendi	Beitarlönd búfjár og framræstur lífrænn jarðvegur/votlendi	36.697
Annað land/Mólendi	Beitarlönd búfjár	22.535
Votlendi	Beitarlönd búfjár	2.456
Uppistöðulón	Vatnsforðabúr fyrir orkuframleiðslu	594
Byggð	Þéttbýli og önnur mannvirki	419

Nytjað land alls: 65.288

Losun gróðurhúsalofttegunda frá landi og kolefnisbinding lands

Árleg heildarlosun frá landi árið 2022 nam 9.497 þús. tonnum CO₂-íg. (Umhverfisstofnun 2024). Um 86% kom frá framræstum lífrænum jarðvegi (framræst votlendi); landgerð sem flokkast að mestu sem undirflokkur innan landbókhaldsflokkanna *mólendi* og *ræktað land* (tafla 1). Um 13% losunarinnar er metanlosun frá nytjuðu ósnortnu votlendi (tafla 1; tafla 2).

Kolefnisbinding í jarðvegi og gróðri árið 2022 nam alls 1.740 þúsund tonna CO₂-íg. Þar af nam kolefnisbinding innan landbókhaldsflokksins *votlendi* um 495 þúsund tonnum, um 515 þúsund tonn bundust í lífmassa og jarðvegi innan flokksins *skóglendi* og 706 þúsund tonn í lífmassa og jarðvegi landgræðslusvæða og náttúrulegs birkikjarrs innan flokksins *mólendi* (tafla 1) (Umhverfisstofnun 2024).

Þegar búið er að draga magn bindingar frá brúttólosun LULUCF stendur eftir að nettólosun frá nytjuðu landi hérlandis árið 2022 var 7.757 þúsund tonn CO₂-íg. (Umhverfisstofnun 2024).

Ástand lands, landgræðsla/endurheimt og skógrækt

Helsta sérstaða Íslands hvað varðar LULUCF geirann er í fyrsta lagi lítil þekja skóglendis og mikið flatarmál framræsts lands. Á hinum Norðurlöndunum reiknast LULUCF geirinn með árlega nettóbindingu, fyrst og fremst vegna víðáttumikilla skóga og gróskulegra vistkerfa (Lind et al. 2023). Hér er þekja skóglendis aðeins um 2% af heildarstærð landsins (Umhverfisstofnun 2024). Um 47% af öllu votlendi Íslands hefur verið raskað á einhvern hátt og þar af er heildarstærð framræsts votlendis (lífræns jarðvegs) innan flokksins *mólendi* um 2900 km² (Umhverfisstofnun 2024). Bókfærð árleg losun frá framræstu votlendi (lífrænum jarðvegi) sem er ekki í ræktun (+óvirk tún) er ríflega 6,6 milljón tonn CO₂-íg. (Umhverfisstofnun 2024).

Í öðru lagi eru íslensk vistkerfi almennt í mun verra ástandi en vistkerfi hinna Norðurlandanna þar sem ósjálfbær landnýting fyrr á öldum, í bland við óblítt veðurfar, eldgos og rofgjarnan eldfjallajarðveg leiddu til umfangsmikillar landhnignunar/auðnamyndunar og því taps á stórum hluta kolefnisforða þurrlendis (Tafla 3) (Ólafur Arnalds og Jón Guðmundsson, 2020). Rannsóknir benda til að töluverð losun eigi sér stað árlega frá hnignuðu mólendi (Jóhann Þórsson sérfræðingur hjá Land og skógur, óbirt gögn) en sú losun er ekki enn bókfærð í losunarbókhaldi Íslands. Áframhaldandi losun kolefnis frá röskuðum vistkerfum, svo sem framræstu votlendi og hnignuðu mólendi, vegur langþýngst í losun gróðurhúsalofttegunda frá Íslandi (Ólafur Arnalds 2023).

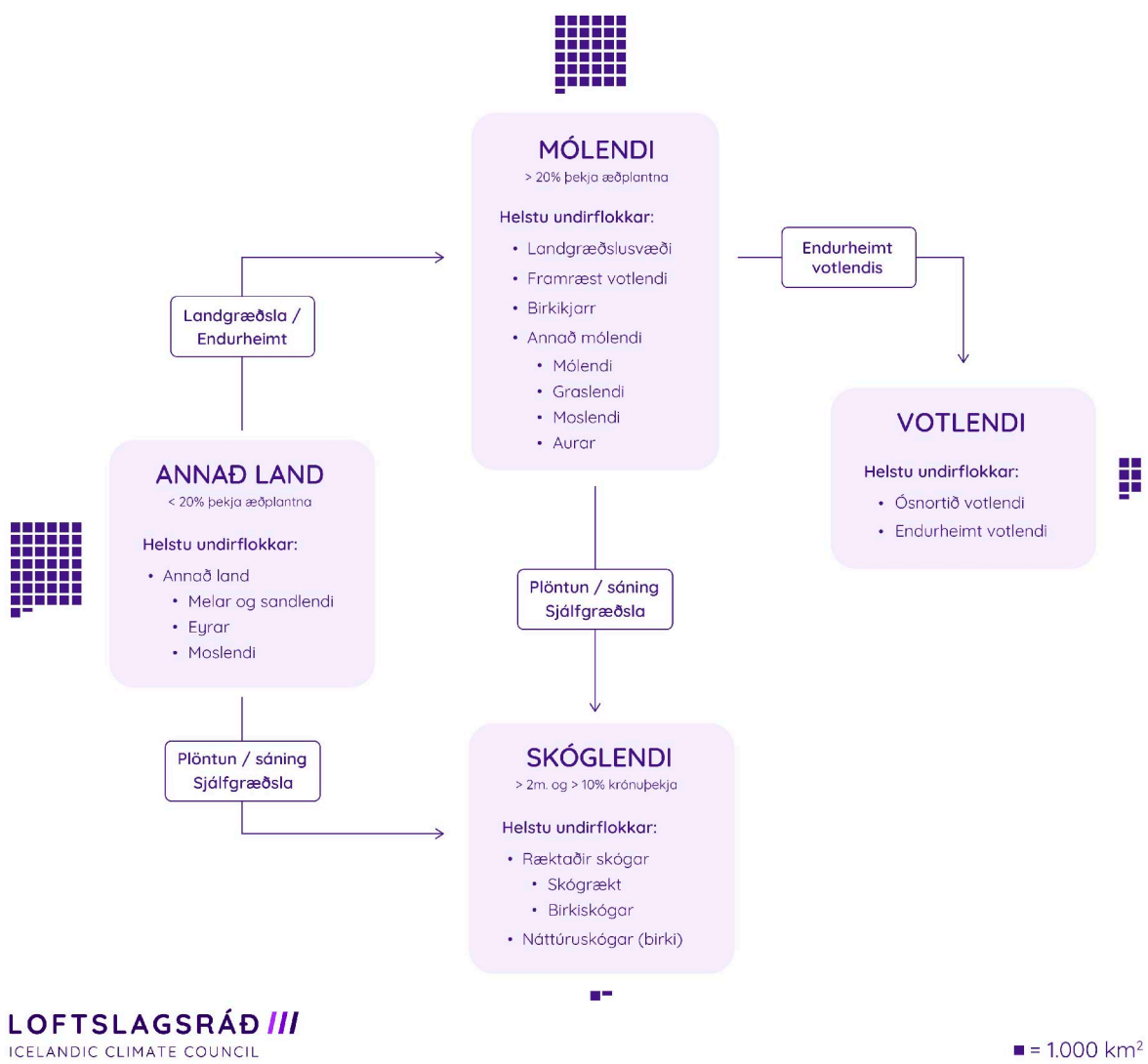
Tafla 3. Helstu ferli landhnignunar (byggt á: Ólafur Arnalds 2020)

Ferli eða tegund ferla	Áhrif hnignunarferlanna	Athugasemd
Minnkun frjósemi og framleiðni vegna nýtingar	Tap á næringarforða og hæfileika vistkerfa til að miðla næringu og vatni.	Mörg ferli tapast, lífræn efni o.fl.
Jarðvegsrof	Sá hluti moldarinnar sem geymir og miðlar næringu og vatni tapast.	Vindrof, vatnsrof, setmyndun o.fl.
Auðnamyndun/eyðimerkurmyndun	Framleiðni minnkar mikið, oft minni hlutdeild gróðurs í yfirborðinu, verulega skert geta moldarinnar til miðlunar næringar og vatns.	Þýðing á enska hugtakinu desertification (eða severe land degradation).
Framræsla/þurrkun votlendis	Áhrif á vatnsmiðlun og dýralíf langt út fyrir svæði meginrasks. Oft lækkun yfirborðs.	Við framræslu eyðist lífrænn forði kerfanna smám saman.
Tap á líffræðilegri fjölbreytni	Öll ferli hnignunar hafa áhrif á líffræðilega fjölbreytni; ofanjarðar og í moldinni.	Einnig til tap á búsvæðum og vistgerðum.

Þrátt fyrir öflugt landbótastarf frá árinu 1907 (Tafla 1), þá er stærstur hluti svæða í landbókhaldsflokknum *annað land* með litla vistfræðilega virkni og um helmingur alls mólendis í landbókhaldsflokknum *mólendi* hefur skerta vistfræðilega virkni (Arnalds 2023). Yfir 50% vistkerfa landsins teljast hnignuð, rofin eða eydd (Arnalds 2023). Umtalsverðir möguleikar eru því á að auka umfang landgræðslu/endurheimtar vistkerfa (votlendi og þurrlendi) og skógræktar til að draga úr losun CO₂-íg. og auka kolefnisbindingu í jarðvegi og gróðri (Mynd 2).

Svo að segja allt þurrlendi sem sem tekið er til landgræðslu/ endurheimtar hefur innan við 20% gróðurþekju og flokkast því sem *annað land* við upphaf aðgerða (Umhverfisstofnun 2024). Með aðgerðum eykst gróðurþekjan fljótt og svæðið færir úr landbókhaldsflokknum *annað land* yfir í flokkinn *mólendi*. Framræst votlendi sem tekið er til endurheimtar færir úr landbókhaldsflokknum *mólendi* yfir í flokkinn *votlendi*. Land sem tekið er til skógræktar kemur ýmist úr landbókhaldsflokknum *mólendi* eða flokknum *annað land* (Mynd 2).

Aðgerðir sem miða að því að efla vistfræðilega virkni hnignaðs mólendis eða stuðla að tilfærslu lands á milli undirflokka *mólendis* (s.s. aukin útbreiðsla birkikjarrs) koma ekki fram á mynd 2 hér að neðan þar sem slíkar tilfærslur eiga sér stað innan landbókhaldsflokksins.



Mynd 2. Tilfærsla lands á milli landbókhaldsflokka/undirflokka með landgræðslu, endurheimt þurrlendis og votlendis eða skógrækt. Ferningarnir tákna heildarstærð hvers flokks. Hver ferningur stendur fyrir 1000km² (Umhverfisstofnun 2024).
Grafík: Fífa Jónsdóttir

Aðgerðir stjórnvalda – áætlun 2020 og stöðumat

Í Aðgerðaráætlun í loftslagsmálum frá árinu 2020 voru settar fram eftirfarandi sex aðgerðir fyrir LULUCF geirann (tafla 5) sem ætlað var að auka samdrátt í losun frá landi og auka bindingu miðað við ákveðið grunnástand (Umhverfis- og auðlindaráðuneytið 2020). Árið 2022 kom út stöðumat á aðgerðum áætlunarinnar. Þar kom fram að allar aðgerðir landnotkunargeirans væru skilgreindar í framkvæmd (Umhverfis-, orku og loftslagsráðuneytið 2022).

Tafla 1 Loftlagsaðgerðir í landnotkunargeiranum (LULUCF), áætlaður loftslagsávinningur þeirra árið 2030 og staða aðgerða skv. stöðumati stjórnvalda frá árinu 2022.

Aðgerð nr.	Heiti aðgerðar	Áætlaður ávinningur 2030	Staða aðgerðar
I1	Efling skógræktar	134.000 t CO ₂ -íg.	Í framkvæmd
I2	Efling landgræðslu	137.000 t CO ₂ -íg.	Í framkvæmd
I3	Endurheimt votlendis	-107.000 t CO ₂ -íg.	Í framkvæmd
I4	Verndun votlendis	-	Í framkvæmd
I5	Kortlagning á ástandi lands	-	Í framkvæmd
I6	Bætt þekking á bókhaldi landnotkunar	-	Í framkvæmd

Aðgerðir I1, I2 og I3 voru útfærðar nánar í skýrslunni Bætt landnýting í þágu loftslags sem stjórnvöld gáfu út árið 2019 (Umhverfis- og auðlindaráðuneytið 2019). Í skýrslunni voru sett fram tímasett og mælanleg markmið um auknar landbóttaðgerðir til ársins 2022 sem áætlað var að myndu skila umtalverðum viðbótar uppsöfnuðum loftslagsávinningi til langs tíma; eða riflega tveimur milljónum tonna CO₂-íg. árið 2050, í stað einnar milljónar eins og eldri áætlun gerði ráð fyrir. Aðgerð I4 var ekki útfærð nánar í skýrslunni og aðgerðir I5 og I6 fela ekki í sér beinan loftslagsávinning (samdrátt/bindingu CO₂-íg.). Því er ekki fjallað frekar um þær.

Tafla 6. Áætlun stjórnvalda um auknar landgræðslu-, endurheimtar- og skógræktaraðgerðir 2019-2022 (Umhverfis- og auðlindaráðuneytið 2019). Í áætluninni voru settar fram tímasettar og mælanlegar aðgerðir til fjögurra ára til að fylgja eftir markmiðum aðgerðaáætlunar í loftslagsmálum. Grænlitaðar tölur sýna áætlun stjórnvalda um ha aukningu innan mismunandi landbótaverkefna m.v. viðmið, en fjólubláa tölur sýna raunútkomur aðgerða á gildistíma áætlunarinnar. Ath. rauntölur fyrir endurheimt votlendis eru samtala aðgerða á vegum Landgræðslunnar og Votlendissjóðs (upplýsingar um allar rauntölur koma frá Land og Skógur (áður Landgræðslan og Skógræktin) sem heldur utan um aðgerðaskráningarnar).

Aðgerðir	2016-2018	Áætlun 2019 (ha/ár)				Rauntölur (ha/ár)			
		2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022
Landgræðsla og endurheimt:									
Bændur græða landið	1.250	1.460	1.860	2.820	3.860	1.280	768	2.810	1.361
Landbótasjóður	3.040	3.270	3.550	4.120	5.480	3.200	2.384	2.809	1.419
Uppgræðsla á landgr.svæðum og stórum samstarfsverkefn.	1.900	1.950	2.000	2.500	2.600	-	-	-	-
Endurheimt votlendis	45	110	220	330	500	200	307	137	103
Skógrækt og birkivistkerfi:									
Skógrækt á lögbýlum	640	750	950	1.200	1.300	860	730	874	986
Gróðursetning í þjóðskógum	60	80	80	80	80	31	16	134	259
Gróðursetning í stórum samstarfsverkefnum, s.s. Hekluskógum, Hólasandi og Þorláksskógum	100	240	460	700	900	334	404	584	673

Landgræðsla:

Samkvæmt áætluninni var gert ráð fyrir að auknar landgræðsluaðgerðir á árabílinu 2019-2022 myndu skila aukinni kolefnisbindingu upp á um 27.000 þús. tonn CO₂-íg. árið 2022 miðað við árin 2016-2018. Rauntölurnar sýna hinsvegar að unnið var að landgræðslu á mun færri ha en gert var ráð fyrir svo **kolefnisbinding með landgræðslu dróst saman** og var 8.729 þús. tonnum CO₂-íg. lægri á árabílinu 2019-2022, miðað við árin 2016-2018 (Tafla 6).

Endurheimt votlendis:

Samkvæmt áætluninni var gert ráð fyrir að umfang endurheimtar votlendis myndi aukast á árabílinu 2019-2022 og loftslagsávinningur aðgerðanna gæti numið 22.000 þús. tonn CO₂-íg. miðað við árabílið 2016-2018. Rauntölurnar (samtala Landgræðslunnar og Votlendissjóðs) sýna hinsvegar að **umfang endurheimtar votlendis varð minna** en áætlunin gerði ráð fyrir og loftslagsávinningurinn lægri sem því nemur, eða um 15.000 þús. tonn CO₂-íg. (Tafla 6).

Skógrækt og endurheimt birkivistkerfa:

Samkvæmt áætluninni var gert ráð fyrir að aukin skógrækt á árabílinu 2019-2022 myndi skila aukinni kolefnisbindingu upp á 33000 þús. tonn CO₂-íg. árið 2022, miðað við árabílið 2016-2018. Gert var ráð fyrir að aukin skógrækt á lögbýlum og stækkun þjóðskóganna myndi skila um 17.200 þús. tonnum CO₂-íg. af því en 15.800 þús. tonn CO₂-íg. bindast með endurheimt birkivistkerfa eða stórum samstarfsverkefnum. Rauntölurnar sýna að **umfang skógræktar varð minna*** en áætlunin gerði ráð fyrir. Aukin binding vegna skógræktar á lögbýlum og þjóðskóga nam 10.900 þús. tonnum CO₂-íg. og 13.255 þús. tonnum CO₂-íg. vegna annarra verkefna eða samtals: 24.155 þús. tonn CO₂-íg. (Tafla 6).

* Á aðeins við um stærðir (ha) skilgreindra skógræktarverkefna á vegum stjórnvalda, ekki einkaaðila eða félagasamtaka.

Ýmsir þættir spiluðu inn í að stjórnvöld náðu ekki að uppfylla framsett loftslagstengd markmið varðandi aukna landgræðslu/endurheimt vistkerfa og skógrækt fyrir árabílið 2019-2022. Þar má til að mynda nefna gríðarleg áhrif Covid 19 heimsfaraldursins á atvinnustarfsemi landsins og áhrif stríðsins í Úkraínu á umtalsverða hækkun á innkaupsverði tilbúins áburðar (Gústav Ásbjörnsson sviðsstjóri hjá Land og skógur, munnlegar upplýsingar).

Einnig koma til auknar áherslur á a) endurheimt birkivistkerfa umfram hefðbundnar uppgræðsluaðgerðir og b) aukna nýtingu lífrænna næringarefna til landgræðslu/endurheimtar til að stuðla að eflingu hringrásarhagkerfisins og draga úr óbeinum loftslagsáhrifum uppgræðsluaðgerða, svo sem vegna stórs kolefnisspors innflutts tilbúins áburðar. Upphafskostnaður á dreifingu lífrænna næringarefna við uppgræðslu er í flestum tilfellum hinsvegar meiri á hvern ha lands en hlýst af notkun tilbúins áburðs og framkvæmdin öll krefst meiri vinnu en hefðbundin áburðar- og frædreifing. Á móti kemur að áburðaráhrif lífrænna næringarefna á gróður og gróðurframvindu eru mun víðtækari en áhrif tilbúins áburðar og vara jafnvel í nokkur ár (Magnús H. Jóhannesson o.fl. 2021).

Á árunum 2017-2023 var mikið fjallað um mikilvægi endurheimtar votlendis sem loftslagsaðgerðar héraðs en aðgerðin hlaut þó ekki ætlað brautargengi hjá landeigendum. Rannsóknir hafa sýnt að talsvert skorti á traust milli hagaðila og stjórnvalda varðandi vægi og raunvirkni aðgerðarinnar og verkefnið var ekki nægilega vel undirbyggt né kynnt til að ná almennum stuðningi á meðal landeigenda (Finnur Ricart Andrason 2022; Hildur Þórbjörg Ármannsdóttir 2022). Eins virðist möguleikinn á að hugsanlega verði hægt að selja vottaðar kolefniseiningar vegna endurheimts votlendis hafa haft áhrif á að landeigendur hafa haldið frekar að sér höndum og séu að hinkra eftir að vottunarferlið, sem er í vinnslu, liggi fyrir (Gústav Ásbjörnsson sviðsstjóri hjá Land og skógur, munnlegar upplýsingar).

Uppfærð markmið um aukna landgræðslu/endurheimt og skógrækt

Eftir alþingiskosningarnar haustið 2021 fluttust málefni landgræðslu/endurheimtar vistkerfa og skógræktar frá Umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytinu til Matvælaráðuneytisins. Árið 2022 gaf ráðuneytið svo út skýrsluna *Land og líf, stefna og framtíðarsýn í landgræðslu og skógrækt til ársins 2031* með aðgerðaáætlun fyrir árin 2022-2026. Í skýrslunni eru meðal annars sett fram uppfærð markmið um auknar aðgerðir í landgræðslu/endurheimt og skógrækt með áherslu á loftslagsávinning aðgerðanna samhliða vernd líffræðilegrar fjölbreytni (tafla 7) (Matvælaráðuneytið 2022).

Tafla 7. Uppfærð markmið í skýrslunni *Land og líf* frá árinu 2022 um auknar aðgerðir (ha) í landgræðslu/endurheimt vistkerfa og aukinni skógrækt og væntur viðbótar loftslagsávinningur árið 2031 (þús. tonn CO₂-íg.) vegna aðgerðanna.

Aðgerð	Aukning 2026 m.v. 2022 (ha)	Aukning 2031 m.v. 2022 (ha)	Áætlaður viðbótarávinningur 2031 m.v. 2022 (þús. t CO ₂ -íg.)
Ný endurheimtarsvæði þar af rofið mólendi	50.000	100.000 70.000	31.000
Ný svæði tekin frá til endurheimtar birkivistkerfa	250.000	350.000	140.000
Aukin þekja endurheimt votlendis	5300	15.600	310.000
Aukin þekja ræktaðra skóga	-	15.000	141.000

Síðustu árin hafa markmið um aukna landgræðslu/endurheimt og skógrækt einnig verið sett fram í fjögurra ára fjármálaáætlun stjórnvalda sem er uppfærð og gefin út árlega. Eftirfarandi markmið voru sett fram í Fjármálaáætlun 2024-2028 og 2025-2029 (Tafla 8) (Fjármálaráðuneytið 2023 og 2024).

Tafla 8. Framsett markmið í Fjármálaáætlun 2024-2028 og 2025-2029 um auknar aðgerðir í landgræðslu/endurheimt og skógrækt (málefnasvið 17).

Aðgerðir í Fjármálaáætlun 2020-2028* og 2025-2029**	Staða 2022*	Staða 2023**	Viðmið 2024*	Viðmið 2025**	Viðmið 2028*	Viðmið 2029**
Árleg ný uppgræðslu- og endurheimtarsvæði (ha/ár)	5500 [#]	4700	7250	10.000	15.000	10.000
Árleg ný skógrækt (ha/ár)	1800 [#]	2800	3400	3000	5000	8500
Aukin endurheimt votlendis (ha/ár)	85 [#]	20	810	660	2500	642

[#]Samkvæmt rauntölum (ha) fyrir árið 2023 í töflu 6 voru uppgræðslusvæði 2780 ha, nýskógrækt 1918 ha og endurheimt votlendi 103 ha

Samkvæmt Fjármálaáætlun 2025-2029 er dregið verulega úr áður framsettum markmiðum miðað við fyrri birtar áætlanir stjórnvalda, svo sem Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum frá 2020, eldri Fjármálaáætlanir og Land og líf, stefnu í landgræðslu og skógrækt 2022-2031. Þó er stefnt að umtalsvert meiri aukningu í nýskógrækt til ársins 2029 en fyrri áætlanir gerðu ráð fyrir og reiknað með að hluti nýrra skógræktarverkefna verði fjármagnaður að einhverju leyti af einkaaðilum (Fjármálaráðuneytið 2024). Hafa ber í huga að undir aðgerðina nýskógrækt í Fjármálaáætlun falla bæði ræktaðir skógar sem og endurheimt birkivistkerfa.

Stjórnvöld stefna á að birta á næstunni uppfærða útgáfu aðgerðaáætlunar í loftslagsmálum. Ekki liggur fyrir hvort markmið um auknar landgræðslu/endurheimtar vistkerfa og skógrækt til 2030 verði þau sömu og voru gefin út í tengslum við fyrri aðgerðaáætlun eða hvort þau taki mið af framsettum markmiðum Fjármálaáætlunar. Það liggur engu að síður fyrir að á árabílinu 2019-2023 hefur stjórnvöldum ekki tekist að uppfylla framsett loftslagmarkmið sín, tengd samdrætti í losun frá landi og aukinni kolefnisbindingu í gróðri og jarðvegi.

Heimildir

Finnur Ricart Andrason 2022. Áskoranir og tækifæri í endurheimt votlendis á Íslandi: greining á sjónarmiðum hagaðila landbúnaðarins og tillögur að úrbótum. Landgræðslan.

Hildur Þórbjörg Ármannsdóttir 2022. Restoring Icelandic wetlands: challenges in governing complex ecosystems and restoration efforts.

Hlynur Óskarsson, Ólafur Arnalds, Jón Guðmundsson og Grétar Guðbergsson 2004. Organic carbon in Icelandic Andosols: geographical variation and impact of erosion. Catena 56:225–238.

IPCC, 2019. Summary for Policymakers. Í: P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (ritstj.), Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.

IPC 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. Agriculture, Forestry and other Land use.

Lind, A., Norn, P.A., Sørensen, T.J., Tynkkynen, O., Davidsdóttir, B., Asgeirsson, E.I.,... Zetterberg, L. 2023. Nordic Stocktake – Pathways to Climate Neutrality. Copenhagen: Nordic Council of Ministers/Publication Unit.

Magnús H. Jóhannsson, Alexandra Kjeld, Gústav M. Ásbjörnsson, Haukur Ásberg Hilmarsson og Ragnhildur Gunnarsdóttir 2021. Hagræn áhrif og loftslagsáhrif áburðarnotkunar. Landgræðslan.

Matvælaráðuneytið 2022. Land og líf. Landgræðsluáætlun og landsáætlun í skógrækt. Stefna í landgræðslu og skógrækt til ársins 2031.

Matvælaráðuneytið 2022. Land og líf. Landgræðsluáætlun og landsáætlun í skógrækt. Aðgerðaáætlun í landgræðslu og skógrækt 2022-2026.

Ólafur Arnalds 2020. Ástand lands og hrun íslenskra vistkerfa. Rit Lbhí nr. 130. Landbúnaðarháskóli Íslands.

Ólafur Arnalds og Jón Guðmundsson 2020. Loftslag, kolefni og mold. Rit Lbhí nr. 133. Landbúnaðarháskóli Íslands.

Ólafur Gestur Arnalds 2023. Mold ert þú – jarðvegur og íslensk náttúra. Reykjavík, Iðnú útgáfa.

Umhverfis- og auðlindaráðuneytið 2019. Bætt landnýting í þágu loftslagsmála: kolefnisbinding og samdráttur í losun frá landi.

Umhverfis- og auðlindaráðuneytið 2020. Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum, 2. útgáfa.

Umhverfis- og auðlindaráðuneytið 2021. Umbótaáætlun 2020-2023, vegna bókhalds Íslands um losun gróðurhúsalofttegunda og bindingu.

Umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytið 2022. Stöðuskýrsla aðgerðaáætlunar í loftslagsmálum.

Umhverfisstofnun, 2024. National Inventory Report. Emissions of greenhouse gases in Iceland from 1990 to 2022. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.