

Vistheimt á Íslandi



Vistheimt á Íslandi

Ritstjórar:

Ása L. Aradóttir og Guðmundur Halldórsson

Ritnefnd:

Ása L. Aradóttir
Guðjón Magnússon
Guðmundur Halldórsson
Kristín Svavarsdóttir
Ólafur Arnalds
Þórunn Pétursdóttir



Útgefið af Landbúnaðarháskóla Íslands og Landgræðslu ríkisins

Ritnefnd:

Ása L. Aradóttir, Landbúnaðarháskóla Íslands
Guðjón Magnússon, Landgræðslu ríkisins
Guðmundur Halldórsson, Landgræðslu ríkisins
Kristín Svavarsdóttir, Landgræðslu ríkisins
Ólafur Arnalds, Landbúnaðarháskóla Íslands
Þórunn Pétursdóttir, IES, stofnun Evrópuráðsins um umhverfi og sjálfbærni og Landgræðslu ríkisins

Ritstjórar:

Ása L. Aradóttir og Guðmundur Halldórsson

Útgefendur:

Landbúnaðarháskóli Íslands og Landgræðsla ríkisins

Prentvinnsla:

Oddi, umhverfivottuð prentsmiðja

**Útlit bókar:**

Árni Pétursson, Oddi

Ljósmyndir á kápu:

Á forsíðu: Alex Máni Guðríðarson, Ása L. Aradóttir, Guðjón Magnússon og Herdís Friðriksdóttir
Á baksíðu: Hreinn Óskarsson

Styrktaraðilar:

Formennskuáætlun Íslands í Norrænu ráðherranefndinni 2009
Vinnuhópur Norrænu ráðherranefndarinnar um lifandi auðlindir jarðar
Áætlun Norrænu ráðherranefndarinnar um sjálfbæra þróun 2009–2012

ISBN 978-9979-881-08-7

Ávarp umhverfisráðherra



Svandís Svavarsdóttir
umhverfisráðherra

Tilvist mannkyns byggist á því sem jörðin gefur af sér, á vistkerfum jarðar. Vistkerfin sjá okkur fyrir grunnþörfum eins og fæði, klæðum, andrúmslofti og vatni. Jafnvel eldsneytið sem við brennum er að mestu leyti afurðir fornra vistkerfa. Vistkerfin eru af rakstur þróunarsögunnar og geyma afar verðmætar erfðauðlindir. Vistkerfi eru vettvangur útivistar og upplifana og þangað hafa skáld og listamenn sótt innblástur í verk sín allt frá dögum Grikkja og Rómverja. Heilbrigð vistkerfi veita viðnám og taka við högginu þegar áföll dýnja yfir. Þannig tóku t.d. skógarnir í Þórsmörk við öskunni úr Eyjafjallajökli án þess að bíða hnekkis af og óspillt votlendiskerfi jafna sveiflur í vatnsbúskap og draga úr flóðahættu. Alda og árbúsunda nytjar mannkyns á vistkerfum jarðar hafa hinsvegar valdið stórfelldri hnignun þeirra um heim allan. Velferð okkar er háð því að takast megi að snúa þeirri þróun við. Íslensk vistkerfi hafa ekki farið varhluta af þessari hnignun. Óvíska hefur eyðing skóga, gróðurs, jarðvegs og votlendis verið meiri en hér á landi. Á hinum Norðurlöndunum hefur röskun náttúrulegra vistkerfa einnig verið mikil. Hnignun vistkerfa kemur í veg fyrir að árangur náist í mikilvægum alþjóðlegum umhverfismálum, t.d. verndun líffræðilegrar fjölbreytni, baráttu gegn hraðfara loftslagsbreytingum og baráttu gegn eyðimerkurmyndun.

Alþjóðasamfélagið leggur nú aukna áherslu á að endurheimta sködduð og eydd vistkerfi. Norðurlöndin hafa lagt metnað sinn í að vera í fararbroddi í náttúruvernd á heimsvísu og á þeim vettvangi hefur mikið starf verið innt af hendi við endurheimt vistkerfa. Þrátt fyrir það hefur ekki verið formlegt samstarf milli Norðurlandanna um vistheimt. Ísland gegndi formennsku í Norrænu ráðherranefndinni árið 2009. Þá var ákveðið, að frumkvæði umhverfisráðuneytisins, að eitt af þemaverkefnum á formennskuárinu skyldi helgað endurheimt vistkerfa. Verkefnið hlaut heitið *VISTHEIMT – endurheimt skaddaðra vistkerfa á Norðurlöndum*. Tilgangur verkefnisins er að mynda norrænt samstarfsnet um vistheimt, safna upplýsingum um starf að vistheimt og stuðla að því að efla slíkt starf á Norðurlöndum. Það rit sem hér birtist er ein af meginafurðum þessa verkefnis. Í því eru dregnar saman upplýsingar um framkvæmdir, rannsóknir og fræðslu í vistheimt á Íslandi. Upplýsingar af þessu tagi hafa ekki verið aðgengilegar áður á einum stað og því er mikill fengur að þessu riti.

Ég vil þakka öllum þeim sem hafa lagt hönd á plóginn við að setja ritið saman. Það er mikilsverður áfangi í því starfi að endurheimta íslensk vistkerfi.

Formáli	6
Restoration in Iceland	9
Guðmundur Halldórsson, Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds & Kristín Svavarsdóttir	

I. hluti

Bakgrunnur vistheimtar á Íslandi

1. kafli	Náttúrufar	14
	Ólafur Arnalds	
2. kafli	Rask á Íslandi	19
	Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir	
3. kafli	Opinber stefnumótun og stjórnsýsluhvatar er varða vistheimt á Íslandi	24
	Ása L. Aradóttir og Þórunn Pétursdóttir	
4. kafli	Saga vistheimtar á Íslandi	31
	Þórunn Pétursdóttir og Ása L. Aradóttir	

II. hluti

Vistheimtarverkefni

5. kafli	Vistheimtarverkefni á Íslandi – yfirlit	38
	Ása L. Aradóttir og Guðmundur Halldórsson	
6. kafli	Vistheimt á vegum Landgræðslu ríkisins	40
	Guðmundur Halldórsson, Kristín Svavarsdóttir, Elín Fjóla Þórarinsdóttir og Sveinn Runólfsson	
7. kafli	Vistheimt á vegum Skógræktar ríkisins	49
	Pröstur Eysteinnsson	
8. kafli	Vistheimt á vegum Norðurlandsskóga	52
	Bergsveinn Þórsson	
9. kafli	Vistheimt á vegum Votlendisnefndar	54
	Hlynur Óskarsson	
10. kafli	Vistheimt á vegum Vegagerðarinnar	56
	Matthildur B. Stefánsdóttir	
11. kafli	Vistheimt á vegum Landsvirkjunar	60
	Hugrún Gunnarsdóttir og Hákon Aðalsteinnsson	
12. kafli	Vistheimt á vegum Orkuveitu Reykjavíkur	64
	Herdís Friðriksdóttir og Gunnar Hjartarson	
13. kafli	Gróður fyrir fólk í Landnámi Ingólfs	67
	Björn Guðbrandur Jónsson	
14. kafli	Hekluskógar	71
	Hreinn Óskarsson	
15. kafli	Þórsmörk og Goðaland	75
	Hreinn Óskarsson, Guðjón Magnússon og Guðmundur Halldórsson	
16. kafli	Dimmuborgir við Mývatn	77
	Stefán Skaftason, Guðjón Magnússon og Guðmundur Halldórsson	
17. kafli	Vaglaskógur og Hálsmelar	79
	Pröstur Eysteinnsson	

18. kafli	Haukagil í Vatnsdal.	82
	Pröstur Eysteinnsson	
19. kafli	<i>Bændur græða landið</i> – samstarf um uppgræðslu og endurheimt vistkerfa	84
	Pórunn Pétursdóttir	
20. kafli	Héraðssandur í Hjaltastaðapinghá á Fljótssdalshéraði.	86
	Guðrún Schmidt	
21. kafli	Hestsmýri.	88
	Hlynur Óskarsson	
22. kafli	Uppgræðsla heiða á virkjunarsvæði Blöndu.	90
	Hugrún Gunnarsdóttir og Hákon Aðalsteinsson	
23. kafli	Uppgræðsla í Krákárbotnum	94
	Hugrún Gunnarsdóttir og Hákon Aðalsteinsson	
24. kafli	Endurreisn urriðastofnsins í Þingvallavatni	97
	Hugrún Gunnarsdóttir og Hákon Aðalsteinsson	
25. kafli	Framengjar og Nautey í Mývatnssveit.	99
	Matthildur B. Stefánsdóttir og Ingólfur Ásgeir Jóhannesson	
26. kafli	Endurheimt Kolviðarnesvatns Syðra	101
	Matthildur B. Stefánsdóttir og Auðunn Hálfðanarson	
27. kafli	Stafá í Helgafellssveit	103
	Matthildur B. Stefánsdóttir og Auðunn Hálfðanarson	
28. kafli	Nesjavellir.	105
	Herdís Friðriksdóttir	
29. kafli	Verndun og endurreisn íslenska hafarnarstofnsins	107
	Kristinn Haukur Skarphéðinsson	

III. hluti

Vistheimtarrannsóknir

30. kafli	Vistheimtarrannsóknir – yfirlit	112
	Ása L. Aradóttir, Guðmundur Halldórsson, Kristín Svavarsdóttir og Ólafur Arnalds	
31. kafli	Landbót-Vistland	128
	Ólafur Arnalds, Guðmundur Halldórsson, Ása L. Aradóttir Kristín Svavarsdóttir og Berglind Orradóttir	
32. kafli	Kolbjörk – endurheimt birkivistkerfa og kolefnisbinding.	133
	Guðmundur Halldórsson, Ása L. Aradóttir, Bjarni Diðrik Sigurðsson, Edda S. Oddsdóttir, Matthias Hunziker og Ólafur Arnalds	
33. kafli	Kolur – landsúttekt á kolefnisbindingu landgræðslusvæða	137
	Jóhann Þórsson, Guðmundur Halldórsson, Anne Bau og Kristín Svavarsdóttir	
34. kafli	Notkun innlendra víðitegunda við uppgræðslu	140
	Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir	
35. kafli	Endurheimt staðargróðurs á röskuðum hálendissvæðum.	144
	Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir	
36. kafli	Eyðing alaskalúpínu	147
	Magnús H. Jóhannsson, Anne Bau, Ásta Eypórsdóttir, Magnús Þór Einarsson og Kristín Svavarsdóttir	
37. kafli	Hlutverk sveppróta við plöntuframleiðslu og vistheimt	149
	Úlfur Óskarsson	

IV. hluti

Menntun og fræðsla um vistheimt

38. kafli	Nám í landgræðslufræðum við Landbúnaðarháskóla Íslands	154
	Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds og Bjarni Diðrik Sigurðsson	
39. kafli	Fræðslustarf Landgræðslu ríkisins	158
	Guðjón Magnússon og Guðmundur Halldórsson	
40. kafli	Landgræðsluskóli Háskóla Sameinuðu þjóðanna.	162
	Hafdís Hanna Ægisdóttir og Berglind Orradóttir	

Formáli

Í þessu riti er í fyrsta sinn birt yfirlit yfir endurheimt hnignaðra vistkerfa á Íslandi. Um er að ræða hluta af heildaryfirliti yfir stöðu vistheimtar á Norðurlöndum sem nú er verið að taka saman á vegum norræns netverks um endurheimt skemmdra vistkerfa á Norðurlöndum.

Hnignun vistkerfa er alþjóðlegt vandamál. Á síðustu hálfri öld hefur mannkynið breytt vistkerfum jarðar hraðar og meir en á nokkru öðru tímabili í sögu mannkyns, m.a. vegna ofnýtingar lands, rasks vegna mannvirkjagerðar, námugraftrar, mengunar og þéttbýlismyndunar.⁶ Þessi þróun hefur leitt til verulegrar hnignunar á líffræðilegri fjölbreytni og mikilvægum þáttum vistkerfaþjónustu, sem haft hefur miklar afleiðingar fyrir umhverfi, hagkerfi og samfélög víða um heim.^{6,7} Til að bregðast við þessum vanda er brýnt að efla endurheimt vistkerfa á hnatt-ræna vísu.^{4,10}

Vistheimt stuðlar að endurreisn líffræðilegrar fjölbreytni og margvíslegrar vistkerfaþjónustu og er jafnframt mikilvægur þáttur í mótvægisáðgerðum gegn hraðfara loftslagsbreytingum. Vistheimt er því einn af samnefnum Samnings Sameinuðu þjóðanna um líffræðilega fjölbreytni (*CBD*), Loftslagssamningsins (*UN-FCCC*), og Samningsins um varnir gegn eyðimerkurmyndun (*UN-CCD*). Í samþykkt aðildarþings samningsins um líffræðilega fjölbreytni í Nagoya í Japan haustið 2010 var sett það markmið að endurheimta 15% af skemmdum vistkerfum í heiminum fyrir árið 2020.¹

Hnignun vistkerfa hefur haft hvað alvarlegastar afleiðingar í þróunarlöndunum þar sem eyðimerkurmyndun og hnignun gróðurlenda ógnar lífsafkomu hundruða milljóna manna.⁷ Í þróuðum löndum, eins og Norðurlöndunum, er einnig mikið álag á umhverfið, sem hefur neikvæð áhrif á lífsgæði fólks, líffræðilegan fjölbreytileika, lykilvistkerfi, vatnsauðlindir, o.fl. Vandamálin eru þó mismunandi eftir löndum og svæðum innan landa. Ísland hefur ekki farið varhluta af þessari þróun; aðeins lítið brot er eftir af náttúrlegum skógarvistkerfum,² votlendi hefur verið ræst fram^{3,12} og vistkerfum raskað með ósjálfbærri landnýtingu.⁹

Á öllum Norðurlöndunum er lögð töluverð áhersla á endurheimt vistkerfa.⁸ Þrátt fyrir það hefur ekki verið til neinn sameiginlegur norrænn vettvangur þar sem fjallað er um vistheimt, né heildaryfirlit yfir vistheimt á Norðurlöndum. Samstarfsnetið *VISTHEIMT – endurheimt skemmdra vistkerfa á Norðurlöndum* var stofnað til að bæta úr þessu. Enskt heiti þess er *Restoration of Damaged Ecosystems in the Nordic Countries* eða ReNo.

ReNo er samstarfsnet allra Norðurlandanna, nema Grænlands og Álandseyja (sjá www.reno.is). Árið 2009 var ReNo tilnefnt af umhverfisráðuneyti Íslands sem eitt af þemaverkefnum Norðurlandaráðs. Markmið þess er að tengja norræn endurheimtarverkefni og miðla reynslu milli landa og lykilaðila í vistheimt og efla þannig endurheimt skemmdra vistkerfa á Norðurlöndum. Netinu er stýrt af stýrihópi, sem í eiga sæti aðilar frá öllum þátttökulöndunum en dagleg stjórn er í höndum verkefnisstjóra. Innan landanna eru síðan hópar sem mynda innlend samstarfsnet. Alls eiga 14 norrænar stofnanir beina aðild að ReNo, auk fjölda aðila sem eru þátttakendur í samstarfsneti innan hvers lands. Þátttakendur koma víða að, til dæmis frá háskólum, opinberum stofnunum sem fást við verndun og endurheimt vistkerfa, stofnunum sem sjá um framkvæmdir á vegum hins opinbera, orkufyrirtækjum og frjálsum félagasamtökum.

Markmið ReNo netverksins eru að:

- a. fá heildstætt yfirlit yfir umfang, stöðu, aðferðir og árangur endurheimtarverkefna á Norðurlöndum;
- b. auka þekkingu og færni í vistheimt;
- c. auka skilning á þýðingu og möguleikum vistheimtar fyrir náttúruvernd;
- d. þróa fjölþátta viðmið fyrir vistheimt þar sem m.a. sé tekið tillit til vistfræðilegra, félagsfræðilegra, hagfræðilegra og menningarlegra þátta, og
- e. skilgreina „þekkingareyður“ og skipuleggja rannsóknarverkefni til að fylla í þær.

Vorið 2009 hófst vinna við að taka saman yfirlit yfir umfang, stöðu, aðferðir og árangur vistheimtarverkefna á Íslandi. Efnt var til funda með helstu aðilum er vinna við vistheimt og voru þeir sóttir af fulltrúum framkvæmdaaðila, stjórnýslu, frjálsra félagasamtaka og vísindasamfélagsins. Á fundunum var kynntur rammi fyrir landsskýrslu um vistheimt á Íslandi og þess farið á leit við þátttakendur að þeir leggðu til efni í slíka skýrslu. Jafnframt var haft samband við aðila sem ekki höfðu séð sér fært að sækja þessa fundi og óskað eftir samstarfi við þá. Undirtektir voru mjög góðar og birtist afraksturinn í þessu riti. Fyrir hönd ritnefndar viljum við færa öllum þátttakendum bestu þakkir fyrir þeirra framlag og fyrir samstarfið.

Í ritinu birtist yfirlit yfir vistheimtarstarf hjá allmörgum aðilum, auk lista yfir helstu vistheimtarverkefni þeirra. Þar koma meðal annars fram upplýsingar um hvenær verkefni hófust, stærð þeirra, markmið, aðferðir og samstarfsaðila. Jafnframt er völdum verkefnum lýst nánar. Sambærilegur listi var tekinn saman fyrir rannsóknir er tengjast vistheimt. Þar koma fram grunnupplýsingar um verkefni auk þess sem vísað er í birt efni um viðkomandi rannsóknir. Einnig er völdum rannsóknarverkefnum lýst nánar. Ritnefnd valdi verkefni til birtingar með hliðsjón af viðmiðum alþjóðlega vistheimtarfélagsins (*SER* eða *Society for Ecological Restoration International*)¹¹ í samráði við þá aðila sem sendu inn efni í ritið.

Rit þetta skiptist í fjóra hluta. Fyrsti hlutinn fjallar um bakgrunn vistheimtar á Íslandi; umhverfisaðstæður sem hér ríkjast og heildaryfirlit yfir rask á landinu. Einnig er fjallað um lög og aðra stefnumótun er varðar vistheimt og gefið stutt yfirlit yfir sögu vistheimtar hér á landi. Í öðrum hluta ritsins er yfirlit yfir helstu vistheimtarverkefni og vistheimtarrannsóknir eru umfjöllunarefni þriðja hlutans. Í fjórða og síðasta hluta ritsins er fjallað um menntun og fræðslu á sviði vistheimtar á Íslandi.

Þrátt fyrir að við höfum reynt að gefa sem best yfirlit yfir vistheimtarstarf á Íslandi er ljóst að ýmis verkefni sem gætu flokkast undir vistheimt hafa ekki ratað í þetta rit. Sem dæmi má nefna verkefni á vegum sveitarfélaga, frjálsra félagasamtaka og einstaklinga. Markmið verkefna á vegum þessara aðila eru þó oft önnur en vistheimt og í mörgum þeirra er notað það mikið af innfluttum tegundum að þau falla ekki undir viðmið *SER*.¹¹ Einnig vantar óefað í ritið einhver verkefni, sem okkur er ekki kunnugt um, en ættu hér heima. Við biðjumst velvirðingar á þessu og hvetjum jafnframt alla til að halda slíkum verkum á lofti, því það er mikilsvert framlag í þann reynslubanka um íslenska vistheimt sem hér er reynt að stofna til.

Einhver kann að spyrja hvaða tilgangi þetta rit eigi að þjóna. Því er til að svara að vistheimt er brýnt málefni og á heimsvísu er vaxandi áhersla á að efla hana.^{1,6} Til að efla vistheimtarstarf á Íslandi er nauðsynlegt að fyrir liggja hvað hefur verið gert og til hvað árangurs það hefur leitt — það er forsenda þess að unnt sé að læra af fenginni reynslu og bæta aðferðir. Slíkt yfirlit er mikilvæg stoð fyrir stjórnýsluna til að samræma og efla vistheimt og náttúruvernd.⁵ Við vonum einnig að þetta rit muni gagnast fræðasamfélaginu og það styrki stöðu íslenskra vistheimtarrannsókna. Jafnframt hefur gerð þessa rits leitt til þess að helstu aðilar er vinna að vistheimt á Íslandi hafa tekið saman yfirlit yfir eigið vistheimtarstarf en slíkt er vel til þess fallið auka áhuga og metnað á þessu sviði hér á landi.

Allir kaflar bókarinnar voru lesnar yfir af ritstjórum og að lágmarki tveim ritnefndarmönnum og síðan lagfærðir í samráði við höfunda ef þörf krafði. Við færum þeim Kristínu Svavarsdóttur, Ólafi Arnalds, Guðjóni Magnússyni og Þórunni Pétursdóttur, samstarfsmönnum okkar í ritnefnd; höfundum einstakra kafla, sem og öðrum er hafa lagt til efni í þetta rit okkar bestu þakkir fyrir einkar ánægjulegt samstarf.

Guðmundur Halldórsson
Ása L. Aradóttir

Heimildir

1. Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity 2011. Aichi Biodiversity Targets. Sótt 1. apríl 2011 á <http://www.cbd.int/sp/targets/>.
2. Danfríður Skarphéðinsdóttir, Ása L. Aradóttir, Bjarni Diðrik Sigurðsson, Þröstur Eysteinnsson, Skúli Björnsson, Jón Geir Pétursson, Borgþór Magnússon & Trausti Baldursson 2007. *Vernd og endurheimt íslenskra birkiskóga. Skýrsla og tillögur nefndar*. Umhverfissráðuneytið, Reykjavík, 19 bls.
3. Hlynur Óskarsson 1998. Framræsla votlendis á Vesturlandi. Í: (Jón S. Ólafsson ritstj.) *Íslensk votlendi, verndun og nýting*. Háskólaútgáfan, bls. 121-129.
4. Mansourian, S., D. Vallauri & N. Dudley (ritstj.) 2005. *Forest Restoration in Landscapes. Beyond Planting Trees*. Springer, New York.
5. McGhee, W., J. Craig, R. de Groot, J.S. Miller & K. Bowers 2007. Making restoration work: nonmonetary mechanisms. Í: (J. Aronson, S. J. Milton & J. N. Blignaut, ritstj.) *Restoring Natural Capital. Science, Business, and Practice*. Island Press, bls. 294-302.
6. MEA Millenium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well Being: Synthesis*. Island Press, Washington DC.
7. MEA Millenium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
8. Nordic Council of Ministers 2005. *Nordic Environmental Action Plan 2005–2008*. Norden ANP 2005:714. Printed by: Aka-Print A/S, Århus.
9. Ólafur Arnalds, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 157 bls.
10. Raven, P. H., J. Aronson & S. J. Milton (ritstj.) 2007. *Restoring Natural Capital: Science, Business, and Practice*. Island Press, Washington DC, 400 bls.
11. Society for Ecological Restoration Science & Policy Working Group 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International. http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp.
12. Þóra Ellen Þórhallsdóttir, Jóhann Þórsson, Svafa Sigurðardóttir, Kristín Svavarsdóttir & Magnús H. Jóhannsson 1998. Röskun votlendis á Suðurlandi. Í: (Jón S. Ólafsson ritstj.) *Íslensk votlendi, verndun og nýting*. Háskólaútgáfan, bls. 131-142.

Restoration in Iceland

Guðmundur Halldórsson,¹ Ása L. Aradóttir,² Ólafur Arnalds² & Kristín Svavarsdóttir¹

¹Soil Conservation Service of Iceland, ²Agricultural University of Iceland

This publication contains the first review of restoration of damaged ecosystems in Iceland. It is a part of an analysis of the extent, status, methods and results of restoration activities in the Nordic countries, which is being compiled under the network *ReNo — Restoration of damaged ecosystems in the Nordic Countries*. The aim of this network is to create a link between Nordic restoration projects and exchange experiences; thereby enhance ecological restoration in the Nordic countries.

Ecosystem degradation is an environmental problem worldwide. Over the past 50 years, humans have changed ecosystems more rapidly and extensively than during any comparable period in human history, due to exploitation of land, construction work, mining, pollution and urbanisation.⁵ This has resulted in a substantial and largely irreversible loss of biodiversity and degradation of important ecosystem services with extensive environmental, economic and sociological consequences.⁵ Ecological restoration of damaged ecosystems is one of the ways proposed to reverse this trend.^{5,9,10} A conference of the Convention on Biological Diversity in Nagoya in Japan in 2010 agreed to aim at restoring 15% of damaged ecosystems before 2020.³

Ecological restoration is important for restoring biodiversity and ecosystem services, and mitigating climate change. Thus, ecological restoration can bring about synergies in achieving the goals of environmental conventions, such as the Convention to Combat Desertification, Framework Convention on Climate Change and Convention on Biological Diversity.

The impacts of ecosystem degradation and loss of biodiversity are most serious in the developing countries, where desertification and land degradation threatens the existence of hundreds of millions of people.⁶ Developed countries, including the Nordic countries, also face an increasing pressure on ecosystems, which negatively affects the quality of life, biodiversity, key ecosystems, water resources, etc. Problems associated with land degradation vary between and within the Nordic countries. In Iceland, natural woodlands have been decimated,¹¹ wetlands drained^{8,14} and ecosystems degraded by unsustainable land use.² In all of the Nordic countries efforts have been made to restore ecosystems.⁷ In spite of this, no common Nordic venue has existed for ecosystem restoration and no common overview of ecosystem restoration in the Nordic countries exists. The ReNo network aims to provide a Nordic Forum for ecological restoration.

ReNo is a network of all the Nordic countries except Greenland and the Aaland Islands. The network started in 2009, as a theme project of the Nordic Council of Ministers, appointed by the Icelandic Ministry for the Environment. National networks are responsible for assembling information within each country. Fourteen Nordic institutions participate directly in the ReNo network; however more participants are involved in the national networks. The Icelandic group includes the scientific community, public organisations working with protection and restoration of ecosystems, construction companies and NGO's.

The work on the Icelandic review started in 2009. Meetings attended by representatives from contractors, policy and administration, NGO's and the scientific community initiated the analyses of the Icelandic scene. At the meetings the outlines for the report were drawn and attendants and other organizations working with restoration in Iceland were asked to contribute material for it. These requests were generally well received and much information on restoration was gathered by these organizations.

Restoration projects that are included in the review were selected by an editorial group. Attributes of restored ecosystems as described in the SER Primer¹² were used to guide the selection of projects. A template was used for descriptions of individual projects. The contributors described restoration efforts conducted by their own organizations and listed their restoration projects in a table specifying when projects started, aerial extent, aims of the projects and the methods used. Furthermore, selected projects were described in more detail. A similar approach was used in creating a list of restoration research projects in Iceland.

All chapters were reviewed by at least two members of the editorial group. The report is divided into four major sections. The first section, *background of ecological restoration in Iceland*, describes geological and climatic conditions, land degradation, legislation and policy and history of restoration in Iceland. The second section, *ecological restoration projects*, gives an overview of restoration projects of the major actors in the field; governmental agencies, private companies and NGO's. This section also contains more detailed descriptions of selected restoration projects. The third section, *ecological restoration research*, contains an overview of restoration research in Iceland, as well as more detailed descriptions of selected research projects. The fourth and final section is titled *education in ecological restoration in Iceland*.

Background of ecological restoration in Iceland

This section describes how the volcanic nature of Icelandic soils, harsh climatic conditions and unsustainable land use—primarily extensive deforestation and intensive grazing—led to catastrophic ecosystem degradation and erosion. The cover of natural woodlands decreased from estimated 25-30% at the time of the Settlement in the late ninth century to about 1% at the present¹ and total vegetation cover has decreased from 60-70%¹³ to about 40% (Chapter 1). Much of the remaining vegetation has severely reduced productivity. Furthermore, 50-70% of wetlands have been drained.^{8,14} The first effort to combat erosion in Iceland can be traced back several centuries. It was, however, only after the acceptance of a special law on forestry and protection of land against desertification in 1907 that significant efforts on revegetation and protection and restoration of woodlands began. An investigation of current legislation, regulations and policy statements showed that Icelandic legislation is very limited in supplying a framework for facilitating restoration.

Ecological restoration projects in Iceland

The second section lists major restoration projects in Iceland, time of initiation, aerial extent of each project, their aims and the methods used. Furthermore, selected projects are described in more detail. A total of 85 projects are described. The majority, covering about 150,000 ha, involves revegetation which results primarily in the restoration of grasslands, heathlands or woodlands. Areas that have been or are being restored to natural birch woodlands cover about 20,000 ha and restored wetlands are about 2,500 ha. Total area of restored ecosystems in Iceland is about 175,000 ha. This is only a small fraction of degraded or damaged ecosystems in the country. The largest part of the restoration activities is done by governmental agencies, but energy companies and NGO's also participate in them, often in cooperation with governmental agencies. In addition to describing restoration of certain ecosystems, such as wetlands or birch woodlands, this section gives examples of restoration of specific populations, such as the Icelandic Sea Eagle and habitats of specific aquatic species.

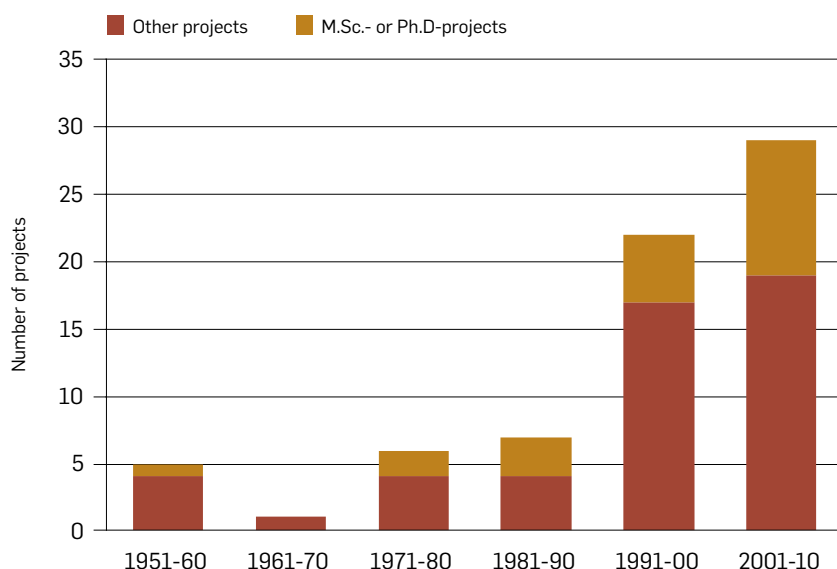


Fig. 1. Number of restoration research projects starting each decade.

Ecological restoration research in Iceland

The third section gives an overview of restoration research in Iceland and lists relevant research projects; 70 projects in all. The list shows their aims, project leader(s), institutions involved and major publications. Selected projects are described in more detail. The majority of the projects concern restoration of eroded areas, but a few studies focus on restoration of drained wetlands and animal populations. The first research project listed started in 1946; a study comparing different grass species and varieties for use in land reclamation. In the following decades, most research focused on methods for establishing vegetation cover on barren land, i.e. selection of plant material for land reclamation and fertilizer studies. Although these studies were not aimed at restoration *per se*, they provided important information on technical aspects of revegetation that is often the first step to overcome thresholds in succession. The first study regarding the restoration of animal populations in Iceland began in 1959 and focused on the Sea Eagle. The first studies on natural succession on disturbed areas started in the 1960s, but the first study on the effects of revegetation on vegetation succession started in the 1970s. Currently, about half of all restoration research projects in Iceland involve ecosystem succession, including the restoration of ecological functions and ecosystem services, but restoration techniques are the subject of nearly half of the projects. After 1990, there has been a sharp increase in number of restoration studies (Fig. 1). Similarly, the number of student projects has increased in recent years.

Education in ecological restoration

The fourth section gives an overview of education and outreach activities related to ecological restoration in Iceland by the Agricultural University of Iceland, the Icelandic Soil Conservation Service and the United Nations University – Land Restoration Training programme (UNU-LRT). The Agricultural University of Iceland offers B.Sc. and M.Sc. degrees in restoration ecology. The Soil Conservation Service of Iceland conducts training and practical guidance in land reclamation. Both organizations have published various kinds of information and teaching materials for use in restoration and land reclamation. The UNU-LRT programme aims at assisting developing countries in capacity development within the field of restoration of degraded land and sustainable land management. This programme is offered in cooperation between the United Nations University, the Government of Iceland, the Soil Conservation Service of Iceland, and the Agricultural University of Iceland.

Conclusions

Degradation of ecosystems in Iceland is very extensive. In spite of a century of restoration efforts, much remains to be done and only a fraction of degraded areas have been restored. Research and education in restoration has been increasing in the last decades, but the legal framework for facilitating restoration is limited.

The present publication aims to give an overview of restoration in Iceland. Some projects may, however, have been left out. This especially applies to projects conducted by municipalities and NGO's, which often do not aim at ecological restoration and frequently use exotic species on a scale that does not conform with the guidelines of the SER.¹² Some projects may also have been omitted simply because the editors were not aware of their existence.

Ecological restoration is an important global issue.^{3,5} It is important to document the status and success of restoration⁴ — a prerequisite for learning from experience and improving our approaches. The present publication is such a document, and a tool for enhancing ecological restoration and nature conservation in Iceland.

References

1. Aradóttir, Á.L. & T. Eysteinnsson 2005. Restoration of birch woodlands in Iceland. In: (J.A. Stanturf & P. Madsen, eds.) *Restoration of boreal and temperate forests*. CRC Press, Boca Raton, pp. 195-209.
2. Aradóttir, Á.L. & Ó. Arnalds 2001. Ecosystem degradation and restoration of birch woodlands in Iceland. In: (F.E. Wielgolaski, ed.) *Nordic Mountain Birch Ecosystems*. Man and the Biosphere Series, UNESCO, Paris, and Parthenon Publishing, Carnforth, pp. 295-308.
3. Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity 2010. Updating and revision of the Strategic Plan for the post-2010 period. Tenth meeting. Nagoya, Japan, 18-29 October 2010. <http://www.cbd.int/nagoya/outcomes/>.
4. McGhee, W., J. Craig, R. de Groot, J.S. Miller & K. Bowers 2007. Making restoration work: nonmonetary mechanisms. In: (J. Aronson, S.J. Milton & J.N. Blignaut, eds.) *Restoring Natural Capital. Science, Business, and Practice*. Island Press, pp. 294-302.
5. MEA, Millenium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well Being: Synthesis*. Island Press, Washington DC.
6. MEA, Millenium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
7. Nordic Council of Ministers 2005. *Nordic Environmental Action Plan 2005–2008*. Norden ANP 2005:714. Printed by: Aka-Print A/S, Århus.
8. Óskarsson, H. 1998. Framræsla votlendis á Vesturlandi. Í: (Jón S. Ólafsson ritstj.) *Íslensk votlendi, verndun og nýting*. Háskólaútgáfan, pp. 121-129.
9. Palmer, M., E. Bernhardt, E. Chornesky, S. Collins, A. Dobson, C. Duke, B. Gold, R. Jacobson, S. Kingsland, R. Kranz, M. Mappin, M.L. Martinez, F. Micheli, J. Morse, M. Pace, M. Pascual, S. Palumbi, O.J. Reichman, A. Simons, A. Townsend & M. Turner 2004. Ecology for a crowded planet. *Science* 304, 1251-1252.
10. Raven, P. H., J. Aronson & S. J. Milton (eds.) 2007. *Restoring Natural Capital: Science, Business, and Practice*. Island Press, Washington DC, 400 pp.
11. Skarphéðinsdóttir, D., Á.L. Aradóttir, B.D. Sigurðsson, T. Eysteinnsson, S. Björnsson, J.G. Pétursson, B. Magnússon & T. Baldursson 2007. *Vernd og endurheimt íslenskra birkiskóga. Skýrsla og tillögur nefndar*. Umhverfissráðuneytið, Reykjavík, 19 pp.
12. Society for Ecological Restoration Science & Policy Working Group 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International. http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp.
13. Thorsteinsson, I., G. Ólafsson & G.M. van Dyne 1971. Range resources of Iceland. *Journal of Range Management* 24, 86-93.
14. Thórhallsdóttir, Th.E., J. Thórsson, S. Sigurðardóttir, K. Svavarsdóttir & M.H. Jóhannsson 1998. Röskun votlendis á Suðurlandi. Í: (Jón S. Ólafsson ritstj.) *Íslensk votlendi, verndun og nýting*. Háskólaútgáfan, pp. 131-142.

I. hluti

Bakgrunnur vistheimtar á Íslandi



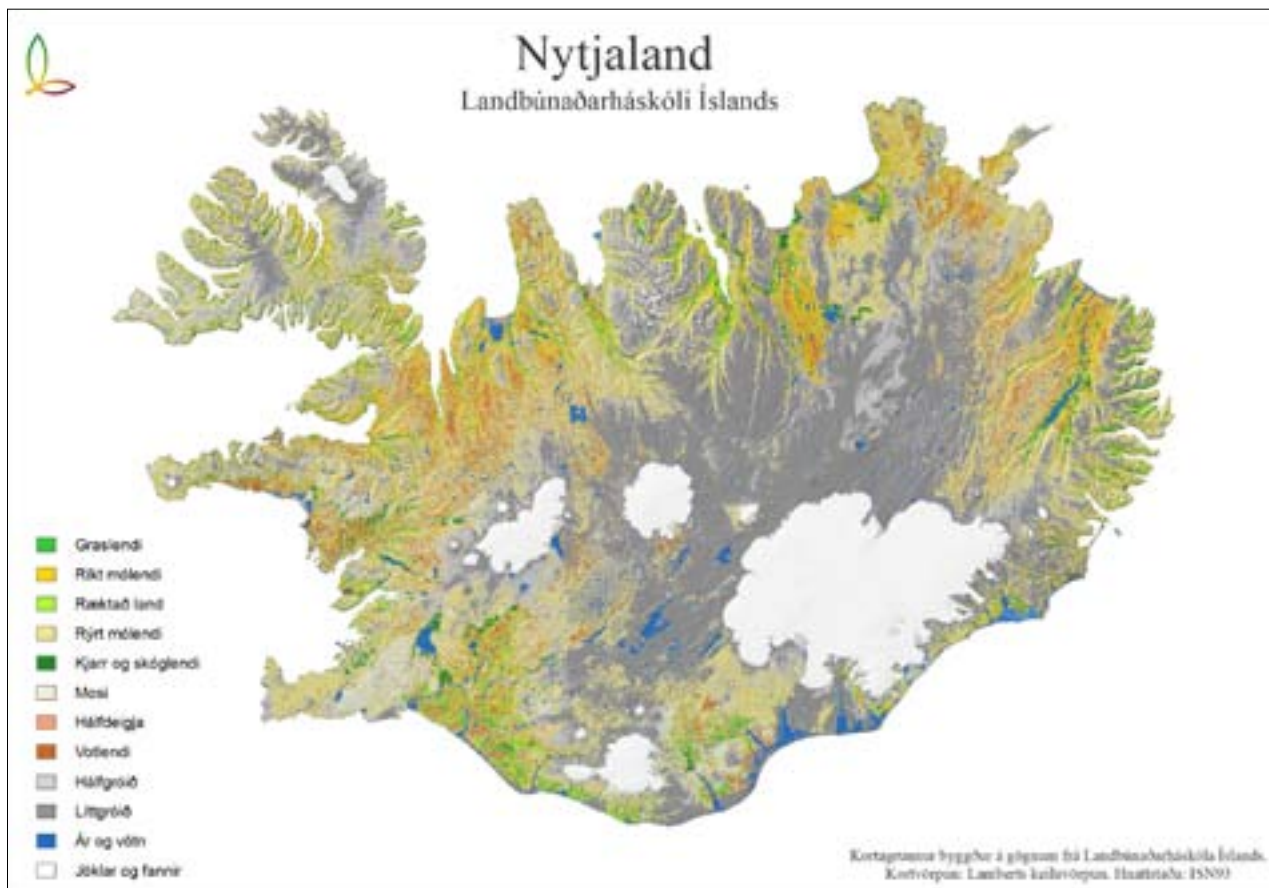
1 Náttúrufar

Ólafur Arnalds, Landbúnaðarháskóla Íslands

Náttúrufar á landi mótast af margvíslegum þáttum á borð við loftslag, landslag, jarðfræði, berggrunn og jarðvegsaðstæður. Náttúrufar á Íslandi eru um margt sérstætt samanborðið við aðstæður í öðrum löndum á svipuðum breiddargráðum. Segja má að lega landsins norðarlega á miðju Atlantshafi, hlýr Golfstraumurinn sem umlykur landið og eldvirknin útskýri marga þá þætti sem móta íslenskt umhverfi.

Ísland er á mörkum heimskautasvæða norðurhjarans og hinna tempruðu svæða sem sunnar liggja.⁷ Úthafsloftslagið veldur fremur svölum sumrum sem takmarka vöxt og útbreiðslu gróðurs, ekki síst til fjalla.⁶ Úrkoma er afar breytileg og spannar frá um 400 mm úrkomu á ári á norðaustanverðu landinu til >2.000 mm í fjalllendi sunnanlands. Annar þáttur loftslagsins sem hefur afar mótandi áhrif á íslenska náttúru eru frostferlar. Skipti milli frosts og þíðu (frost-þíðu hringir) eru tíðari á Íslandi en þekkist yfirleitt annars staðar, enda vegast sífelld á heimskautakuldar og ylur frá hlýjum loftmössum sunnan úr hafi og frá Golfstraumnum. Áhrif frosts eru því mjög mikil; það veldur m.a. myndun þúfna, jarðsili í hlíðum og myndun ísnála á ógrónu landi.¹⁹ Gróðurfar og rask sem breytir gróðurfari móta áhrif frostsins á yfirborðið.¹⁶ Ísnálar hafa afgerandi áhrif á landnám gróðurs á röskuðu landi, því þær lyfta upp nýgræðingi svo plönturnar missa rótfestu og deyja.¹² Aðgerðir til vistheimtar miðast einmitt oft við að draga úr myndun ísnála og auka stöðugleika jarðvegsyfirborðsins svo frekari framvinda gróðurs geti átt sér stað.

Ísland rís úr hafi á hinu eldvirka belt Mið-Atlantshafshryggisins.^{5,8} Eitt einkenni eldvirkinnar er mikil framleiðsla gjósku á nútíma eftir að ísa leysti,¹⁵ sem m.a. stafar af fjölda eldstöðva undir jökulum. Eldgos undir jökulum valda einnig stórfelldum flóðum sem hafa átt sinn þátt í eyðingu landkosta (sjá 2. kafla). Berggrunnur gosbeltanna er mun gegndræpari en eldri berggrunnur landsins (s.k. tertíer berggrunnur), sem stafar m.a. af því að út-



Mynd 1.1. Gróðurhula Íslands samkvæmt gagnagrunninum Nytjaland (LbhÍ).

Tafla 1.1. Flatarmál (km²) helstu gróðurflokka á Íslandi eftir hæð yfir sjávarmáli. Gögn Nyttjaland (LbhÍ). Samandregið yfirlit er neðst í töflunni.

Hæð yfir sjávarmáli (m)								
Flokkur	0-200	200-400	400-600	600-800	800-1000	>1000	Samtals	%
Tún (LbhÍ þekja)	1.678	44	1	0	0	0	1.723	1,7
Kjarr og skóglendi	979	215	10	1	0	0	1.205	1,2
Graslandi	1.618	591	151	14	1	0	2.375	2,3
Votlendi	1.540	1.168	1.017	241	2	0	3.968	3,9
Hálfdeigja	1.164	474	163	28	0	0	1.829	1,8
Ríkt mólendi	3.902	2.173	632	105	23	8	6.843	6,6
Rýrt mólendi	6.770	6.548	7.623	3.479	393	34	24.847	24,1
Mosi	939	1.392	842	202	8	1	3.384	3,3
Hálfgróið	2.136	2.762	4.281	3.278	996	174	13.627	13,2
Lítt gróið	3.073	2.312	6.700	10.318	5.447	1.938	29.788	28,9
Straum- og stöðuvötn	1.278	235	467	181	52	17	2.230	2,2
Jökla og fannir	72	195	272	875	1.445	8.242	11.101	10,8
Samtals	25.149	18.110	22.158	18.722	8.369	10.414	10.2922	100
Gróið – annað en mosi	17.651	11.213	9.596	3.868	418	42	42.788	41,6
Mosi	939	1.392	842	202	8	1	3.384	3,3
Hálfgróið og lítt gróið	5.210	5.074	10.981	13.595	6.444	2.112	43.416	42,2
Votlendi og hálfdeigja	2.704	1.642	1.180	269	2	0	5.797	5,6

fellingar fylla smám saman upp í holrými í eldra bergi og þetta það.²¹ Þetta hægir á grunnvatnsstreymi og eykur þar með líkur á myndun votlendis á hinum tertíera berggrunni landsins miðað við svæði innan gosbeltisins. Halli lands er einnig mikilvægur og votlendi myndast auðveldlega á víðáttumiklum flatneskjum innan gosbeltisins, t.d. á Suðurlandi. Almenn séð er þurrlandisgróður þó ríkjandi á grónum svæðum innan gosbeltisins.

Landslag á Íslandi er afar mismunandi eftir landshlutum. Aðeins 24% landsins eru undir 200 m hæð, 58% eru ofan 400 m, 37% ofan 600 m og jökla þekja um 11%.¹⁴ Hálendi með djúpum dölum einkenna mörg jarðfræðilega eldri svæði landsins, svo sem Vestfirði, Mið-Norðurland og Austfirði. Á þessum svæðum er einnig votlent, sem áður greindi, en halli lands er jafnframt mikill. Land er yfirleitt sæmilega gróið á láglandi á þessum hlutum landsins, en jarðsil er áberandi í hlíðum og hætta á skriðuföllum.¹⁷ Víðáttumiklar sléttur er víða að finna á eldvirka beltinu, t.d. á miðhálandinu, sem og þar sem jökla og árframburður ísaldartímans skiluðu af sér marflötu landi eins og á Suðurlandi. Stór hluti eldvirka beltisins telst einnig til miðhálandisins. Eldvirgni, mikil hæð yfir sjávarmáli og jarðvegsrof valda því að þessi hluti landsins er illa gróinn. Ýtarlegt yfirlit um gróðurhulu og jarðvegsrof fyrir sérhvern hrepp og afrétt landsins er að finna í viðauka bókarinnar *Jarðvegsrof á Íslandi*.¹⁷

Miklar upplýsingar um gróðurfar á landinu er að finna á gróðurkortum Náttúrufræðistofnunar Íslands (áður hýst á Rannsóknastofnun landbúnaðarins). Vistgerðaverkefni Náttúrufræðistofnunar gefur afar nákvæmar upplýsingar um vistkerfi landsins, en hefur aðeins verið lokið á litlum hluta þess.²⁰ Með verkefninu Nyttjaland,¹³ sem unnið er á vegum Landbúnaðarháskóla Íslands (LbhÍ), hefur fengist allgöð yfirlitsmynd af gróðurfari á landinu á grunni gervihnattamynda (mynd 1.1). Gróðurflokkar Nyttjaland eru tíu, en auk þess eru ár, vötn og jökla einingar í þessari kortaþekju. Í töflu 1.1 er gróðurflokkunum skipt á milli hæðarbelta, sem gefur skýra mynd af áhrifum hæðar yfir sjávarmáli á útbreiðslu gróðurflokkanna og þar með gróðurfar landsins. Gróðurhula landsins er afar mismunandi eftir hæð, eins og vænta má, en minnkar þó yfirleitt með hæð. Athygli vekur að nær 4.000 km² gróins lands eru á milli 600 og 800 m ofan sjávarmáls, einkum rýrt mólendi. Ofan þeirra hæðar minnkar gróðurhulan ört. Samandregið yfirlit neðst í töflunni sýnir að land með gróðri þar sem mosabemba er ekki meðtalin er um 43.000 km². Þetta er mun hærri tala en oft var notuð áður um útbreiðslu gróðurs á Íslandi (oft talin um 25.000 km²). Hafa ber í huga að í grónu landi geta verið rofdílar og smærri rofsvæði, þó ekki stærri en fáir metrar á hvern veg. Auðnir og hálfgróið land teljast >40.000 km². Þetta er vitaskuld mjög stórt flæmi lands með afar takmarkaða framleiðslugetu. Þar af eru um 10.000 km² auðna og hálfgróins lands neðan 400 m hæðarmarka, þar sem skilyrði fyrir gróður ætti alla jafna að teljast góð. Votlendi og hálfdeigjur teljast um 5.700 km² samkvæmt þessari flokkun og er stærstu svæðin að finna á láglandi innan 100 m hæðarmarka.

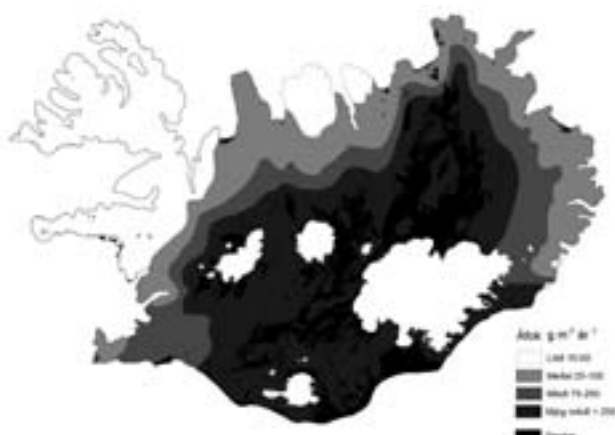


Mynd 1.2. Íslenska auðnin; eitt megineinkenni íslenskrar náttúru. Eyðimerkur þar sem basísk gosefni einkenna yfirborðið eru sjaldgæfar í heiminum. Ljósmynd, Ólafur Arnalds.

Íslenska flóran telst fremur tegundasnauð, með innan við 500 tegundir háplantna, en á landinu er einnig að finna mjög fjölbreytta flóru lágplantna, sem eru afar mikilvægar í náttúru landsins.¹¹ Mosabembur eru >3.000 km², en slíkt gróðurfar telst fremur sérstætt á alþjóðavísu og eitt af því sem einkennir íslenskt umhverfi. Mosi og fleiri gerðir og tegundir lágplantna eru ennfremur mjög mikilvægar í mörgum öðrum gróðurlendum landsins.

Í töflu 1.1 sést að gróðurflokkurinn *rýrt mólendi* telur meira en helming gróðurhulunnar. Gróðurfar landsins er mjög markaðaf beitarnýtingu í meir en árþúsund, og víða endurspeglar *rýrt mólendi* gróðurfar sem hefur hnignað af völdum beitar, þannig að gróðurinn einkennist af plöntum sem ekki eru eftirsóttar til beitar. Gróðurfar er einnig víða rýrt sökum hæðar yfir sjávarmáli eða þar sem gróðurframvinda er skammt á veg komin.

Eitt megineinkenni íslenskrar náttúru er auðnin (mynd 1.2). Hún þekur um 40.000 km² en þar af eru sandar um 15.000 km².¹⁷ Yfirborð sandanna er ákaflega óstöðugt og fokefni berast frá þeim yfir landið allt.



Mynd 1.3. Áfok á Íslandi.² Áfok er mjög mikið á gosbeltunum og nærri helstu sandsvæðum, en minnst á Vesturlandi og Tröllaskaga. Einingarnar eru g efnis sem sest á fermetra lands á ári.



Mynd 1.4. Dæmigert íslenskt jarðvegssnið. Sniðið er við bakka Blöndulóns. Áfok og gjóskulög, sem sest hafa ofan á jökulurð frá ísaldarlokum, hafa myndað um 1,3 m þykkjan jarðveg. Ljósu lögin eru gjóskulög úr Heklu. Ljósmynd, Ólafur Arnalds.

Mest er áfokið næst svokölluðum „strókasvæðum“ þar sem fínefni sest til, t.d. við árfarvegi og jökullón, svo sem við Hagavatn og á Dyngjusandi.² Á Íslandi ríkja nú um margt svipaðar aðstæður og voru á meginlöndunum á ísaldartímanum, þegar fokefni bárust frá jöðrum meginjökla ísaldarinnar suður um álfur og mynduðu þykk lög áfoksefna sem nefnd eru löss. Guttormur Sigbjarnarson¹⁰ stakk upp á því að kalla áfok á Íslandi „volcanic loess“, en áfokið hefur einnig verið skilgreint sem „eolian-andic materials“, þ.e. áfok með eiginleika *eldfjallajarðar* (Andosol).¹⁸ Áfok er móðurefni íslensks jarðvegs, ásamt gjóskulögum sem falla í einstökum gosum. Þetta áfok er að stórum hluta gosgler, en einnig að hluta kristallaðar basaltagnir. Áfokið er einn þeirra meginþátta sem móta íslenskt umhverfi, því jarðvegurinn myndast í áfokinu, en magn og eðli áfoksins mótar jarðvegsgerðina og þar með náttúrufar og vistkerfi (mynd 1.3).

Basískt gosgler hefur þann eiginleika að veðrast mjög hratt, ekki síst á grónu landi. Því er veðrunarhraði á Íslandi mjög mikill.⁹ Jarðvegur sem myndast á eldfjallasvæðum er afar sérstakur og hefur verið nefndur *eldfjallajörð* á íslensku (Andosol).¹⁸ Útbreiddustu flokkar *eldfjallajarðar* hér eru svokölluð *sortujörð*, mold undir gróðri, og *glerjörð* (Vitrisol), sem er jarðvegur auðna. *Eldfjallajörðin*, og þá sérstaklega *sortujörðin* sem myndast undir gróðurlendi, einkennist af leirsteindum sem gera jarðveginn frjósaman; hann safnar lífrænum efnum, getur miðlað miklu vatni og næringu, en jafnframt skortir moldina samloðun. Bestu skilyrði til leirmyndunar eru á þurrlandi þar sem áfok er ekki mikið. Jarðvegur næst gosbeltunum er ekki eins lífrænn og jafnframt oft grófur vegna áfoks og gjóskufalls. Skortur á samloðun og grófleiki gerir þennan jarðveg jafnframt afar viðkvæman fyrir raski og jarðvegsrofi. Á Íslandi er jarðvegurinn gjarnan þykkur á gosbeltinu og þar er hann viðkvæmastur fyrir rofi. Þar er einnig oft að finna þykk gjóskulög í moldinni og grófa kornastærð, sem hefur neikvæð áhrif á vatns- og næringarbúskap moldarinnar og eykur ennfremur hættu á rofi (mynd 1.4).

Auðnirnar mynda sérstakan flokk jarðvegs sem hefur verið nefndur *glerjörð*.¹⁸ Jarðveg auðna skortir lífræn efni og frjósemi jarðvegs samanber *sortujörðina* sem þróast undir gróðurhulu. Yfirborð auðna er jafnframt afar óstöðugt; segja má að umhverfi þeirra einkennist af stöðugu raski af völdum vindrofs, vatnsrofs og kulferla svo sem myndun ísnála (mynd 1.5).

Votlendi eru útbreidd á Íslandi, einkum á flatneskjum á láglandi og á hinum tertíera berggrunni utan gosbeltisins, þar sem berggrunnurinn er fremur þéttur. Votlendi eru meðal einkennisvistkerfa norðurhjarans. Hér á landi eru votlendi þó afar frábrugðin þeim sem finnast í nágrannalöndunum, þar sem lífræn efni eru uppistaða jarðvegins. Því veldur áfok og gjóskufall á Íslandi, sem gefa votlendunum eiginleika



Mynd 1.5. Ísnálar í rofdíl í heiðarlandi. Myndin er tekin inn af Skorradal í Borgarfirði. Ísnálar hafa mikil áhrif á afdrif gróðurs á frumstigum framvindu. Ljósmynd, Ólafur Arnalds.



Mynd 1.6. Jarðvegsrof í Hítardal. Jarðvegsrof er meðal helstu ferla er einkenna íslenska náttúru. Afleiðingar rofs eru mjög alvarlegar þegar auðn myndast í stað frjósamra vistkerfa. Ljósmynd, Ólafur Arnalds.

eldfjallajarðar, en lífræn mójörð (*Histosol*) finnst einna helst fjærst gosbeltunum, t.d. á Vesturlandi, þar sem áfok er lítið. Votlendin eru afar mikilvæg vistkerfi hérlendis, sem annars staðar, en stór hluti þeirra hefur verið ræstur fram til landbúnaðar og stundum án sýnilegs tilgangs.³

Vegna þess hve jarðvegsrof hefur verið mikið á Íslandi má segja að rof og ummerki þess sé meðal þess sem helst einkennir íslenskar umhverfisaðstæður (mynd 1.6). Rofið er mest á auðnum og á jarðvegi gróins lands á gosbeltunum og næst þeim. Votlendin hafa hins vegar meiri mótstöðu gagnvart rofinu. Meiri gróður er að finna á svæðunum utan gosbeltisins en innan þeirra sökum meira rasks, áhrifa eldgosa og áfoks í og við gosbeltin. Íslensk hálandisvistkerfi eru þau kerfi sem hvað mest hafa látið undan síga vegna rasks og landnýtingar á umliðnum árum. Rannsóknir sýna að hálandisgróður þolir mjög lítið áfok⁴ en óraskað kjarr og skóglendi þolir mikið áfok og gjóskufall, eins og berlega sést af áhrifum gossins í Eyjafjallajökli.

Heimildir

1. Arnalds, O., C.T. Hallmark & L.P. Wilding 1995. Andisols from four different regions of Iceland. *Soil Science Society of America Journal* 59, 161-169.
2. Arnalds, O. 2010. Dust sources and deposition of aeolian materials in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 23, 3-21.
3. Arnþór Garðarsson, Borgþór Magnússon, Einar Ó. Þorleifsson, Hlynur Óskarsson, Jóhann Óli Hilmarsson, Niels Árni Lund, Sigurður Þráinsson & Trausti Baldursson 2006. *Endurheimt votlendis 1996–2006. Skýrsla Votlendisnefndar*. Ritstjóri Daníel Bergmann. Landbúnaðarráðuneytið, Reykjavík, 27 bls.
4. Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds & Harpa K. Einarsdóttir 2010. Áfokstilraunir. Í: (Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir & Kristín Svavarsdóttir ritstj.) Gróðurrannsóknir vegna hættu á áfoki frá Háslóni. *Rit LbhÍ* nr. 27, bls. 89-110.
5. Bjarnason, I.P. 2008. An Icelandic hotspot saga. *Jökull* 58, 3-16.
6. Björn Traustason, Sigmar Metúsalemsson, Einar Grétarsson, Fanney Ósk Gísladóttir & Ólafur Arnalds 2006. Gróðurmörk á Íslandi utan eldvirka beltisins. *Fræðaping landbúnaðarins* 3, 295-298.
7. CAFF (Conservation for Arctic Flora and Fauna) 2001. *Arctic Flora and Fauna: Status and Conservation*. Edita, Helsinki, Finland.
8. Einarsson, P. 2008. Plate boundaries, rifts and transforms in Iceland. *Jökull* 58, 35-58.
9. Gíslason, S.R. 2008. Weathering in Iceland. *Jökull* 58, 387-408.
10. Guttormur Sigbjarnarson 1969. Áfok og uppblástur. *Náttúrufræðingurinn* 39, 68-118.
11. Hörður Kristinsson á.á. Flóra Íslands. <http://floraislands.is/>.
12. Kristín Svavarsdóttir, Ása L. Aradóttir & Úlfur Óskarsson 2006. Þróun aðferða við ræktun gulvíðis og loðvíðis. Í: (Kristín Svavarsdóttir ritstj.) *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnars-holti, bls. 73-89.
13. Landbúnaðarháskóli Íslands á.á. Kortavefsja. <http://groa.rala.is/Kortavefsja/default.aspx>.
14. Landmælingar Íslands á.á. Ísland í tölum. Sótt 17. desember 2010 á <http://www.lmi.is/frodleikur/island-i-tolum/>.
15. Larsen, G. & J. Eiríksson 2008. Holocene tephra archives and tephrocronology in Iceland – a brief overview. *Jökull* 58, 229-250.
16. Orradóttir, B., S. R. Archer, O. Arnalds, L. P. Wilding & T. L. Thurow 2008. Infiltration in Icelandic Andisols: The role of vegetation and soil frost. *Arctic Antarctic and Alpine Research* 40, 412-421.
17. Ólafur Arnalds, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 157 bls.
18. Ólafur Arnalds & Hlynur Óskarsson 2009. Íslenskt jarðvegskort. *Náttúrufræðingurinn* 78, 107-121.
19. Ólafur Arnalds 2010. Kulferli, frost og mold. *Rit LbhÍ* nr. 26.
20. Sigurður H. Magnússon, Borgþór Magnússon, Erling Ólafsson, Guðmundur Guðjónsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Hörður Kristinsson, Kristbjörn Egilsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Starri Heiðmarsson & Jón Gunnar Ottósson 2009. Vistgerðir á miðhálandi Íslands. Flokkun, lýsing og verndargildi. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09008. Júní 2009, 174 bls.
21. Þorleifur Einarsson 1994. *Myndun og mótun lands. Jarðfræði*. Mál og menning, Reykjavík,

2 Rask á Íslandi

Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, Landbúnaðarháskóla Íslands

Hugtakið „rask“ getur bæði þýtt ferli sem veldur breytingum, sbr. sögnina „að raska“, en einnig afleiðingar rasks, sbr. hugtakið „raskað land“.¹⁴ Í vistfræði hefur rask þrengri merkingu og tekur til breytinga á vistkerfum og umhverfi þeirra. Til dæmis eru veðurfarabreytingar og námagröftur mismunandi gerðir rasks, sem hafa ólík áhrif á vistkerfi. Walker og Willig²² hafa skilgreint rask sem tiltölulega afmarkaðan atburð er leiðir til breytinga á stofnum, samfélögum og vistkerfum. Þessar breytingar geta m.a. leitt til annars þéttleika eða annarrar dreifingar lífvera sem hefur síðan áhrif á framboð auðlinda, sem stafar m.a. af breytingum á lífmassa og eðlisumhverfi.^{22,23} Rask er að mörgu leyti drifkraftur breytinga, sem m.a. hefur áhrif á þróun lífvera og vistkerfa og getur haft jákvæð áhrif á vistkerfi.¹² Þess ber að geta að rask má skilgreina á ýmsa vegu og notkun hugtaksins er í örri þróun.

Rask getur bæði verið af völdum manna (anthropogenic) og náttúruafli. Öskufall, framrás jökla og flóð eru dæmi um náttúrlega raskþætti sem eru algengir hér á landi. Umsvif manna, einkum í þeirri viðleitni að sjá sér farboða, leiða til margvíslegs rasks sem er breytilegt eftir aðstæðum. Framræsla, ræktun, beit búfjár og mannvirkjagerð eru algeng dæmi um rask af mannavöldum. Þá getur rask bæði verið af lífrænum og ólífrænum toga; landnám framandi tegunda og beit búfjár eru dæmi um lífrænt rask en vegagerð og umhverfisslys á borð við olíumengun eru hins vegar dæmi um ólífrænt rask. Ein gerð af raski getur haft áhrif á aðra: eldgos undir jökli geta valdið flóðum og mikið og langvarandi beitarálag eykur hættu á skriðuföllum í kjölfar mikils úrfellis. Afleiðingar rasksins geta náð yfir stór eða lítil svæði og mismunandi tímaskala. Þannig getur rask átt sér stað nánast í einu vetfangi (flóð, olúslys) og er þá gjarnan veitt mikil athygli, en hægfara rask, t.d. vegna ýmiss konar landnýtingar á borð við beit, skógarhögg og jarðvegsrof, hafa þó valdið mun útbreiddara raski.^{13,22} Segja má að nánast hverjum fermetra lands hafi verið raskað með einhverjum hætti á mörgum láglandissvæðum í Evrópu; fyrst og fremst vegna akuryrkju sem stunduð hefur verið í árpúsundir. Þá eru framandi ágengar lífverur meðal þess rasks sem talið er ógna hvað mest líffræðilegri fjölbreytni á heimsvísu í dag.¹³

Hér á eftir er fyrst og fremst fjallað um rask sem ferli er hefur neikvæð áhrif á umhverfisþætti og náttúruferli og leiðir til raskaðs lands, sem síðan gefur tilefni til endurheimtar vistkerfa—vistheimt. Þetta rask getur bæði verið af völdum manna og náttúrunnar.

Mikið rask á Íslandi vegna búsetu í meir en 1100 ár

Rask í kjölfar búsetu mannsins á Íslandi er hugsanlega meira en dæmi eru um utan þurrkasvæða og þéttbýlustu svæða jarðar. Útbreiðsla skóglendis hrundi frá því að þekja um fjórðung landsins við landnám til þess að verða nánast að engu fyrir um 100 árum.^{1,8,19} Annarri gróðurþekju hnignaði einnig til muna þannig að framleiðslugeta gróinna svæða er oft aðeins brot af því sem er á öröskuðum svæðum við svipaðar aðstæður, einkum vegna langvarandi búfjárbeitar.¹⁰ Náttúruleg óskert vistkerfi er óvíska að finna á landinu nema þar sem land hefur verið friðað lengi eða á svæðum sem eru óaðgengileg fyrir búfé (mynd 2.1). Jafnframt olli gríðarlegt jarðvegsrof því að fullgróin svæði urðu að gróðursnauðum auðnum á stórum svæðum landsins.¹⁶ Auðnir og illa gróin svæði þekja nú um 40.000 km². Sumar þeirra geta talist til náttúrulegra auðna, einkum á þeim svæðum er hæst standa (t.d. á Norðurlandi) og þar sem



Mynd 2.1. Blómlendi í Paralátursfirði á Hornströndum, en svæðið hefur notið beitarfriðunar um áratugi. Ljósmynd, Ólafur Arnalds.

Mynd 2.2. Auðn á hálendi Íslands. Hluti þessa svæðis var líklega eitt sinn gróinn. Margar auðnir eru afleiðing jarðvegsrofs, en á hálendinu eru víða að finna auðnir sem hafa orðið til vegna eldgosa og flóða. Ljósmynd, Ólafur Arnalds.



gjóskufall og jökulhlaup hafa eytt landi (t.d. í Krepputungu og við Veiðivötn). Flestar auðnir sem eru neðar í landinu hafa myndast vegna ósjálfbærrar landnýtingar eða þar sem landnýting hefur skert þanþol vistkerfa og ýmis náttúruleg áföll hafa síðan stuðlað að eyðingu (mynd 2.2). Þannig hefur landnýting ýtt undir þá eyðingu sem Heklugos hafa valdið um aldir og einnig eyðingu af sandfoki í kjölfar jökulhlaupa, t.d. við Þjórsá og Jökulsá á Fjöllum. Endurheimt landgæða og vistkerfa sem glötuðust vegna 11 alda ósjálfbærrar landnýtingar er langviðamesta verkefnið á sviði vistheimtar á Íslandi. Landgræðslu ríkisins og Skógrækt ríkisins var sérstaklega komið á fót til að stemma stigu við jarðvegseyðingu og endurheimta horfin landgæði.

Umfang og eðli rasks

Eftirfarandi upptalning á raski sem hefur haft áhrif á íslensk vistkerfi er engan veginn tæmandi en gefur nokkra hugmynd um að: i) raskið er gríðarlega mikið og hefur varað lengi og valdið víðtækri landhnignun, ii) rask á Íslandi er í eðli sínu fjölbreytt og nýjar ógnanir eru komnar til sögunnar, sem kalla á mismunandi aðferðir til að ná settum markmiðum um vistheimt.

Jarðvegsrof og það rask sem hefur valdið myndun auðna er vitaskuld mest afgerandi birtingarmynd rasksins þar sem saman fer afdráttarlaus eyðilegging og gríðarleg stærð svæða.¹⁶ Við jarðvegsrof og myndun auðna tapast frjósöm vistkerfi, margvísleg að gerð. Þau eiga það sameiginlegt að yfirborðið var áður stöðugt, enda hulið gróðri, og undir var jarðvegur sem hafði mikla getu til að miða vatni og næringarefnum. Yfirborðið er aftur á móti mjög óstöðugt og verður fyrir áhrifum af vindrofi, vatnsrofi og myndun ísnála. Yfirborðið er ennfremur snautt af næringarefnum og vatnsmiðlun er mjög skert. Nærveður breytist með afgerandi hætti, vindhraði við yfirborðið stóreykst og landið hættr að teppa snjó sem annars einangrar yfirborðið og safnar vatni. Skortur á gróðurhulu veldur miklum hitabreytingum við yfirborðið og örri uppgufun vatns á auðnum. Í jarðvegi auðna myndast þéttur holklaki á vetrum sem hleypir ekki vatni niður í moldina, dregur úr vatnsmiðlun og veldur flóðum með tilheyrandi vatnsrofi. Þar sem land er gróið sígur vetrarúrkoma að verulegu leyti niður í jarðveginn án þess að flóð verði á yfirborði. Þetta vatn nýtist síðan gróðri um vaxtartímann.¹⁵

Hnignun gróðurlendis er mun vægari afleiðing rasks en myndun auðna, en mjög stórum hluta gróðurlendis á Íslandi hefur hnignað verulega, allt frá stórvöxnum og frjósömum birkiskógum til mjög rýrra gróðurlenda (sjá líkan fyrir landhnignun eftir Ásu L. Aradóttur o.fl.³). Samkvæmt gögnum í *Nytjalandi*, gagnagrunni LbhÍ, má áætla að umfang þessarar landhnignunar gæti verið >30.000 km². Rýr gróðurlendi eru afgerandi á mörgum afréttarsvæðum landsins (1. kafli, tafla 1.1). Þúfnamyndun er oft áberandi í rýru landi, skortur er á skjóli og því er hætt við rofi.¹⁷ Kolefnisinnihald er lægra í röskuðum kerfum en í óröskuðum kerfum við sömu aðstæður og næringarástand verra.

Mynd 2.3. Eyðilegging á vatnshelgunarsvæði með ofbeit. Mikilvægt er að vernda helgunarsvæði vatnsfalla, allt frá lækjum til stórfljóta. Meðferð landsins hefur áhrif á vatnavistkerfi og vistkerfi strandsvæða. Ljósmynd, Ólafur Arnalds.



Framræsla votlendis stuðlar að loftun á efsta lagi jarðvegsins sem veldur oxun lífrænna efna. Það losar meðal annars tímabundið um næringarefni, sem eykur frjósemi en gengur um leið á næringarforða landsins. Framræslan hefur gríðarleg áhrif á vatnshag (hydrology) og búsvæði fjölmargra lífverutegunda. Votlendi eru einnig upprunastaður fyrir næringu í ám og vötnum sem mótar m.a. framleiðni vatnakerfa og framleiðni strandsvæða, þar sem eru uppvaxtarstaðir ýmissa fiskistofna og mikilvæg búsvæði margra fuglategunda. Votlendi sem ræst hafa verið fram eru fjölbreytt að gerð og misjafnt hvernig til hefur tekist. Því eru áhrif framræslunnar á þau afar mismunandi. Um miðja 20. öldina hófst viðamikil framræsla á votlendum landsins í byggð sem tryggja átti fóðurframleiðslu til landbúnaðar.² Talið er að áður en yfir lauk hafi verið grafnir um 32.000 km af skurðum og 50-75% alls votlendis á láglandi hafi verið raskað.⁹ Endurheimt votlendis er eitt af stóru viðfangsefnum þjóðarinnar á sviði umhverfismála næstu áratugi og hefur alþjóðlegt gildi vegna sérstaks mikilvægis votlendisvistkerfa.

Framræsla votlendis veldur oxun eða bruna á lífrænum efnum moldarinnar sem stuðlar að losun CO₂ út í andrúmsloftið. Þessi losun er nú þegar gríðarlega mikil á Íslandi og á sama mælikvarða og öll losun vegna brennslu jarðefnaeldsneytis í landinu.⁷ Endurheimt votlendis hefur því mjög fjölþætt gildi sem m.a. felur í sér verndun líffræðilegrar fjölbreytni, bætt uppvaxtarskilyrði nytjastofna á strandsvæðum, og minnkun á losun gróðurhúsalofttegunda.

Vatnakerfi. Hér hefur verið lögð áhersla á rask á vistkerfum á landi, en rask hefur ennfremur valdið gríðarlegum áhrifum á mörg vatnakerfi landsins (mynd 2.3). Vatnakerfum hefur verið raskað vegna virkjanaframkvæmda, vegaf framkvæmda, byggingarframkvæmda í þéttbýli og vegna landbúnaðar. Á þetta einkum við um straumvötn, en í nokkrum mæli einnig um stöðuvötn. Slíkt rask hefur að langmestu leyti orðið á síðustu áratugum. Einnig hefur mjög sérstæðum vistkerfum á hverasvæðum verið raskað, einkum vegna orkuframkvæmda. Auk þessa hefur röskun á þurrlandi haft áhrif á vatnavistkerfi. Frjósemi straumvatna er að langmestu leyti háð framleiðslugetu vistkerfanna á vatnasviðinu og þar sem auðnir hafa orðið ríkjandi hefur dregið verulega úr frjósemi straumvatna.⁴ Erlendis er því víða lögð rík áhersla á friðun árbakka (riparian zone, vatnshelgunarsvæði).²⁰ Dæmi eru um að áfok hafi þurrkað upp stöðuvötn (t.d. á Tjarnarheiði á Biskupstungnafrétti) og haft margvísleg önnur áhrif á þau.

Vegaframkvæmdir. Þjóðvegakerfi landsins er tæplega 13.000 km að lengd²¹ auk gatna í þéttbýli. Vegagerð fylgir mikið rask meðfram vegum og á námasvæðum. Breidd þess svæðis sem er raskað er afar misjafnt en má þó ætla að það nemi tugum metra með vegfláum og öðru raski. Út frá þessu má ætla að stærð svæðis sem hefur verið raskað vegna vegagerðar hér á landi sé nokkur hundruð ferkílómetrar. Efnisnámur á Íslandi eru taldar í þúsundum; 3.031 náma var skráð í námukerfi Vegagerðarinnar árið 2004 en þar af voru 1.103 ófrágengnar námur.⁶ Vegna viðhalds og framtíðarverkefna er gert ráð fyrir að hluti þeirra þurfi að standa opinn áfram en áætlað er að ganga frá tæplega 900 námum á næstu áratugum.⁶

Mikið rask fylgir virkjanaframkvæmdum, m.a. nemur flatarmál gróðurlenda sem fóru undir Háslón og Blöndulón tugum ferkílómetra. Rask sem fylgir virkjun jarðhita er einnig umtalsvert, m.a. vegna byggingarframkvæmda, borholuteiga og pípulagna. Rafmagnsframleiðslu fylgja háspennumannvirki og línulagnir sem hafa mikil áhrif á vistkerfi, m.a. vegna vegaframkvæmda, en einnig á landslag. Dreifikerfi Rarik er um 8.000 km en þar af eru um 35% jarðstrengir.¹⁸ Línukerfi Landsnets er um 3.000 km og telur 70 tengivirki og spennustöðvar.¹¹ Að auki er dreifikerfi Orkuveitu Reykjavíkur í nágrenni Reykjavíkur. Vegagerðin og orkufyrirtækin hafa staðið að stórfelldum vistheimtarverkefnum eins og kemur fram í þessu riti (sjá 10.-12. kafla).

Þéttbýlismyndun dregur úr þjónustu vistkerfa, þar sem mold er fjarlægð og mól sett í staðinn og yfirborðið þakið ógegndræpu efni sem hefur áhrif á vatnsmiðlun.⁵ Þá er mengun oft vandamál er fylgir þéttbýli og margvíslegum iðnaði. Þjónusta vistkerfa í þéttbýli er mikilvæg lýðheilsu og til að draga úr umhverfiskostnaði og er vistheimt í þéttbýli gefinn vaxandi gaumur.

Ferðamennska er ört vaxandi atvinnugrein á Íslandi. Henni fylgir óhjákvæmilega mikið rask, m.a. vegna mannvirkja, göngustíga o.fl., en stærðargráður (flatarmál) eru þó minni en í þeim þáttum búseturasks sem áður voru taldir upp, svo sem af landbúnaði og búsetu. Vert er að leggja áherslu á að miklar skemmdir hafa orðið af fari torfæruökutækja utan vega (mynd 4.4) og nú veldur t.d. óheftur akstur vélhjóla um náttúru landsins miklum spjöllum á mikilvægum vistkerfum.



Mynd 2.4. För eftir fjórhjól í grónu landi utan vega í Mosfellsbæ. Torfærufaratæki hafa valdið miklu tjóni á náttúru landsins á undanförunum árum. Ljósmynd, Andrés Arnalds.

Lokaorð

Hér hefur aðeins verið stiklað á stóru um margvíslegt rask sem hefur stuðlað að eyðingu vistkerfa á Íslandi. Á það er lögð áhersla að umfangs rasks á Íslandi er með því mesta sem þekktist í heiminum, sem verður að teljast afar sérstakt í jafn strjálbýlu landi og við búum í. Ástæðurnar eru vitaskuld margvíslegar en rétt er að hafa í huga hve náttúra landsins er viðkvæm fyrir raski. Hér verða ýmis svæði reglulega fyrir áföllum af náttúrulegum orsökum, t.d. land á gosbeltinu svo sem á áhrifasvæði Heklu og Kötlu. Ósjálfbær landnýting eykur líkurnar á stórfelldri landeyðingu í kjölfar áfalla, því sand- og vikurfök frá slíkum svæðum hefur mikil áhrif nær og fjær, nema vistkerfin í nágrenni hamfarasvæða séu það styrk að þau nái að stöðva sandfök. Verulegt beitarálag á illa förnu landi og auðnasvæðum, ekki síst á hinu eldvirka belt landsins, er því áhyggjuefni þar sem það hindrar að náttúruleg framvinda stuðli að auknu þoli vistkerfa gegn áföllum.¹⁶ Þar ættu takmörkun beitarnýtingar og vistheimt að vera í forgangi. Jafnframt er mikið álag á vistkerfi í og við þéttbýli áhyggjuefni, ekki hvað síst vegna lýðheilsu.

Á hitt skal ekki síður bent að hér eru ákjósanlegar aðstæður til vistheimtar, ekki síst á láglandi og í og við þéttbýli landsins. Því má vænta þess að vistheimt á Íslandi geti skilað meiri og fjölbreyttari árangri en víða annars staðar í heiminum. Þess er einnig að vænta að vistheimt í þágu lýðheilsu í þéttbýli og í tengslum við mannvirkjagerð eigi eftir að taka stór og markviss skref á næstunni.

Heimildir

1. Aradóttir, Á.L. & Ó. Arnalds 2001. Ecosystem degradation and restoration of birch woodlands in Iceland. Í: (F.E. Wielgolaski ritstj.) *Nordic Mountain Birch Ecosystems*. Man and the Biosphere Series, UNESCO, Paris, and Parthenon Publishing, Carnforth, bls. 295-308.
2. Arnþór Garðarsson, Borgþór Magnússon, Einar Ó. Þorleifsson, Hlynur Óskarsson, Jóhann Óli Hilmarsson, Niels Árni Lund, Sigurður Þráinsson & Trausti Baldursson 2006. *Endurheimt votlendis 1996–2006. Skýrsla Votlendisnefndar*. Ritstjóri Daníel Bergmann. Landbúnaðarráðuneytið, Reykjavík, 27 bls.
3. Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds & Steve Archer 1992. Hnignun gróðurs og jarðvegs. Í: (Andrés Arnalds ritstj.) *Græðum Ísland IV*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 73-82.
4. Gislason, G. M., J. S. Olafsson & H. Adalsteinsson 1998. Animal communities in Icelandic rivers in relation to catchment characteristics and water chemistry – Preliminary results. *Nordic Hydrology* 29, 129-148.
5. Grimm, N. B., S. H. Faeth, N. E. Golubiewski, C. L. Redman, J. G. Wu, X. M. Bai & J. M. Briggs 2008. Global change and the ecology of cities. *Science* 319, 756-760.
6. Gunnar Bjarnason, Hersir Gislason & Herdís Eygló Jónsdóttir 2004. Langtímaáætlun um námufrágang 2004–2018. Vegagerðin, Rannsóknadeild, Reykjavík. Sótt 17. desember 2010 á [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Langtimaaaetlun-umnamufragang2004-2018/\\$file/Namufrogangssk_7jul2004.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Langtimaaaetlun-umnamufragang2004-2018/$file/Namufrogangssk_7jul2004.pdf).
7. Hallsdóttir, B. S., K. Harðardóttir, J. Guðmundsson, A. Snorrason & J. Þórsson 2010. Emissions of greenhouse gases in Iceland from 1990 to 2008. National Inventory Report 2010; Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Umhverfisstofnun, UST-2020:05. 224 bls.
8. Hallsdóttir, M. 1995. On the pre-settlement history of Icelandic vegetation. *Icelandic Agricultural Sciences* 9, 17-29.
9. Hlynur Óskarsson 1998. Framræsla votlendis á Vesturlandi. Í: (Jón S. Ólafsson ritstj.) *Íslensk votlendi, verndun og nýting*. Háskólaútgáfan, bls. 121-129.
10. Ingvi Þorsteinsson 1981. Gróðurskilyrði, gróðurfar, uppskera og plöntuval búfjár. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 12, 85-99.
11. Landsnet á.á. Flutningskerfi Landsnets. <http://www.landsnet.is/raforkukerfid/flutningskerfilandsnets/>.
12. Luken, J.O. 1990. *Directing Ecological Succession*. Chapman & Hall, London, 264 bls.
13. MEA Millenium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC,
14. Mörður Árnason (ritstj.) 2001. *Íslensk orðabók. M-Ö*. Þriðja útgáfa, aukin og endurbætt. Edda, Reykjavík, 1877 bls.
15. Orradóttir, B., S. R. Archer, O. Arnalds, L. P. Wilding & T. L. Thurow 2008. Infiltration in Icelandic Andisols: The role of vegetation and soil frost. *Arctic Antarctic and Alpine Research* 40, 412-421.
16. Ólafur Arnalds, Elín Fjöla Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason 1997. *Jarðvegisrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 157 bls.
17. Ólafur Arnalds 2010. Kulferli, frost og mold. *Rit LbhÍ* nr. 26.
18. RARIK á.á. Um RARIK. Almennar upplýsingar. <http://rarik.is/umrarik>.
19. Snorri Sigurðsson 1977. Birki á Íslandi (útbreiðsla og ástand). Í: (Hákon Guðmundsson, o.fl. ritstj.) *Skógarmál*. Edda, Reykjavík, bls. 146-172.
20. U.S. Department of the Interior 2006. Riparian area management: Grazing management processes and strategies for riparian-wetland areas. Technical Reference 1737-20. BLM/ST/ST-06/002+1737. Bureau of Land Management, National Science and Technology Center, Denver, CO. 105 pp.
21. Vegagerðin 2009. Vegakerfið 2009. Sótt 17. desember 2010 á [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Vegakerfid_2009/\\$file/Vegakerfid2009_lr.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Vegakerfid_2009/$file/Vegakerfid2009_lr.pdf).
22. Walker L. R. & M.R. Willig 1999. An introduction to terrestrial disturbances. Í: (L. R. Walker ritstj.) *Ecosystems of Disturbed Ground, Ecosystems of the World* 16. Elsevier, Amsterdam, bls. 1-16.
23. Walker L. R. & R. del Moral 2003. *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*. Cambridge University Press, Cambridge, 442 bls.

3 Opinber stefnumótun og stjórnsýsluhvatar er varða vistheimt á Íslandi

Ása L. Aradóttir^{a)} og Þórunn Pétursdóttir^{b)}

^{a)}Landbúnaðarháskóla Íslands, ^{b)}IES, stofnun Evrópuráðsins um umhverfi og sjálfbærni og Landgræðslu ríkisins

Lög, stefna og hvatar stjórnvalda eru eitt megin hreyfiafl vistheimtar¹⁴ og eru breytingar á þeim oft áhrifa-ríkasta leiðin til að stuðla að vistheimt.⁹ Stefnumið og lög eru stjórnþæki löggjafans, ætluð til að hafa áhrif á langtímaþróun málaflókka. Til þess að skilgreind markmið stjórnvalda náist þarf ekki bara pólitíska samstöðu heldur einnig stuðning og sátt meðal hagsmunaaðila.⁵ Beinir og óbeinir hvatar eru ennfremur nauðsynlegir drifkraftar vistheimtar, m.a. vegna þess að uppbygging raskaðra vistkerfa getur tekið langan tíma og stundum er erfitt að meta beinan fjárhagslegan ávinning af bættri vistkerfabjónustu eða endurheimt líffræðilegrar fjöl-breytni. Þá hafa eigendur eða umsjónarmenn raskaðs lands oft ekki bolmagn til endurheimtar eða skilning á ávinningi hennar, auk þess sem sterkir efnahagslegir hvatar geta verið til annarrar landnýtingar, sem jafnvel leiðir til skemmda á vistkerfum.⁸

Efnahagslegir hvatar til vistheimtar geta t.d. verið ríkisstyrkir og skattaávilnanir en einnig getur verið um að ræða markaðsvæðingu á ávinningi eða afurðum vistheimtarinnar, samanber mögulega verslun með losunar-heimildir á gróðurhúsalofttegundum⁸ eða nýtingu á endurheimtu landi, t.d. til landbúnaðar eða frístunda-byggðar. En stjórnsýsluhvatar geta einnig unnið á móti vistheimt og jafnvel stuðlað að landhnignun. Þar má nefna verðstýringu á landbúnaðarafurðum, niðurgreiðslur eða framleiðslustyrki sem stuðla að ofnýtingu lands, skattareglur og/eða framkvæmdastyrki sem hygla verkefnum á kostnað landkosta eða vistheimtar. Þá geta ýmis konar lög og venjur um eignarhald og nýtingarrétt haft áhrif á möguleika til vistheimtar, t.d. reglur um lausagöngu búfjár.

Hér á landi eru ríkisframlög mikilvægur efnahagslegur hvati vistheimtar. Þau koma einkum í gegnum framlög til stofnana og verkefna er hafa vistheimt á sinni könnu. *Hekluslógar*¹⁰ eru eina sértæka vistheimtarverkefnið sem hefur verið á fjárlögum undanfarin ár en ríkissjóður veitir einnig bein framlög til annarra verkefna er snúa að uppgræðslu og landbótum. Sem dæmi má nefna *Landbótasjóð*, *Landgræðsluskóga* og *Bændur græða landið*.

Á Íslandi er endurheimt raskaðra vistkerfa málaflökkur sem tilheyrir nokkrum ráðuneytum og opinber stefnu-mótun hans ekki auðsýnileg í stjórnsýslunni. Við töldum því tímabært að taka saman hvaða stefnumið, lög og reglugerðir stjórnvalda eiga við þennan málaflökk og gera stuttlega grein fyrir helstu áhrifum þeirra á vist-heimtarstarfið. Í því augnamiði fórum við yfir margvísleg lög, reglugerðir og stefnumótunarskjöl er tengjast landgræðslu, skógrækt, umhverfisvernd og landbúnaði og reyndum að draga fram þætti er varða vistheimt eða skyld efni. Meðal annars leituðum við í lagasafni Alþingis²⁴ og í reglugerðarsafni²⁵ með leitarorðunum „endurheimt*“, „vist*“, „landgr*“ og „uppgr*“. Einnig fórum við yfir stefnumótun stjórnvalda í tengslum við al-þjóðlegar skuldbindingar, hvata og stefnumótum í einstökum málaflökkum. Niðurstöður okkar eru eflaust ekki tæmandi en eru vonandi fyrsta skrefið til að fá sýn yfir opinbera stefnu í þessum málaflökki.

Lög og reglugerðir er tengjast vistheimt á einn eða annan hátt

Ísland var með fyrstu löndum heimsins til að setja sérlög um gróður- og jarðvegsvernd með setningu laga nr. 54/1907, „*Lög um skógrækt og varnir gegn uppblæstri lands*“. Í 1. gr. kemur þar meðal annars fram að „skógrækt skuli hefja með því markmiði að girða og bæta skóga þá og skógarleifar, sem enn eru hér á landi“. Ennfremur að í því sambandi skuli „stund leggja á varnir gegn uppblæstri lands og sandfoki, þar sem því verður við komið.“ Þessi lög mörkuðu upphaf þeirra stofnana sem eru nú Landgræðsla ríkisins og Skógrækt ríkisins. Á vegum þeirra var á næstu áratugum unnið að friðun fyrir beit og stöðvun rofs á stórum landsvæðum, sem leiddi í mörgum tilvikum til endurheimtar birkiskóga og annarra þurrlandisvistkerfa á illa förnum svæðum.

Lög um skógrækt (nr. 3/1955), með síðari tíma viðbótum, hafa að markmiði að „vernda, friða og rækta skóga og skógarleifar, sem eru í landinu“ og „græða upp nýja skóga, þar sem henta þykir.“ Ekki er minnst sérstaklega

á náttúrulegu birkiskógana í lögnum, en fyrri setningin hlýtur þó að vísa a.m.k. að einhverju leyti til þeirra. Því má túlka þessi markmið sem hvata til vistheimtar. Í öðrum kafla laganna, sem fjallar um meðferð skóga, kjarrs, lyngs o.fl., eru ýmis ákvæði sem kveða frekar á um verndun skóga, m.a. ákvæði sem heimilar skógræktarstjóra; „að banna að skerða hvers konar gróður þar sem ætla má, að slíkt geti valdið uppblæstri eða landspjöllum“ (7. gr.). Einnig að þar sem svo hagar til „að skógarkjarr eða annar gróður skóglendis er í sýnilegri hættu sökum óhóflegrar beitar... er ráðherra þá heimilt að banna eða takmarka beit á skóginn eða kjarrið“ (8. gr.). Slík verndarákvæði eru mikilvæg forsenda fyrir endurheimt birkiskóga og kjarrs og í reynd hafa birkiskógar víða sprottið upp í kjölfar friðunaraðgerða.

Núverandi *lög um landgræðslu* eru að stofni til frá 1965 (nr. 17/1965) en síðan hafa verið gerðar ýmsar breytingar á þeim. Í 1. gr. segir að tilgangur laganna sé að koma í veg fyrir eyðingu gróðurs og jarðvegs og græða upp eydd og vangróin lönd. Í 6. gr. laganna kemur síðan fram að „þar sem henta þykir, skal kosta kapps um að koma upp skógi og kjarri innan landgræðslugirðinga.“ Ekki er í lögnum sérstaklega getið um endurheimt birkiskóga né annarra náttúrulegra vistkerfa, en þó hefur bæði gróðurverndar- og uppgræðsluþáttur laganna verið hvati margvíslegra aðgerða sem í mörgum tilfellum hafa leitt til vistheimtar. Ýmsar greinar laganna snúa nánar að útfærslu uppgræðslustarfsins. Til dæmis fjallar 8. gr. um heimild Landgræðslu ríkisins til „að styrkja sveitarfélög, upprekstrarfélög eða einstaklinga til uppgræðslu, jarðvegs- og gróðurverndaraðgerða, svo sem til að koma upp girðingum í kringum uppblásturssvæði eða vangróið land, græða það og halda við girðingum“ og í 9. gr. kemur fram að heimilt sé að taka efni til afnota við landgræðsluna, m.a. jarðefni og fræ, í nágrenni landgræðslusvæða. Þriðji kafli laganna fjallar um framkvæmd gróðurverndarmála, sem var nýnæmi á sinni tíð og fjórði kafli fjallar um stofnun félaga til landgræðslu. Frá setningu landgræðslulaganna hefur margt breyst, bæði hvað varðar umgjörð landgræðslustarfs og starfið sjálft. Því er löngu kominn tími til að endurskoða þau. Vorið 2002 var lagt fram frumvarp að nýjum lögum til landgræðslu¹ en það náði ekki fram að ganga þá og hefur ekki verið lagt fram aftur.

Lög um náttúruvernd (nr. 44/1999), með síðari tíma breytingum, hafa m.a. þann tilgang að „stuðla að samskiptum manns og umhverfis þannig að hvorki spillist líf eða land né mengist sjór, vatn eða andrúmsloft.“ Einnig að „tryggja eftir föngum þróun íslenskrar náttúru eftir eigin lögmálum, en verndun þess sem þar er sérstætt eða sögulegt.“ Þó að meginsteff laganna sé verndun hafa verið færð rök fyrir því að vistheimtaraðgerðir sem miða að því að örva náttúrulega gróðurframvindu og endurheimta líffræðilega fjölbreytni séu í samræmi við markmið þeirra.⁴ Í 39. gr. náttúruverndarlaganna kemur fram að umhverfisráðherra geti „í samráði við landbúnaðarráðherra ákveðið friðunar- og uppgræðsluaðgerðir til að vernda skóga og önnur gróðursamfélög“ en slíkar aðgerðir geta leitt til endurheimtar birkiskóga og kjarrs. 49. grein laganna fjallar um frágang efnistökusvæði og þar segir m.a. að við upphaf efnistöku skuli „ganga frá gróðri og efsta hluta jarðvegs námasvæðis á þann hátt að auðvelt verði að jafna honum aftur yfir efnistökusvæði. Að loknum vinnslutíma skal ganga snyrtilega frá efnistökusvæði þannig að sem best falli að umhverfi.“ Hér er ekki kveðið skýrt á um að endurheimta skuli staðargróður en þó hvatt til aðgerða sem geta stuðlað að slíku og jafnvel stuðlað að vistheimt er fram í sækir. Í 66. grein laganna, sem fjallar um náttúruverndaráætlun, er kveðið á um að í henni skuli meðal annars taka tillit til nauðsynjar á endurheimt vistgerða en það er ekki útfært nánar.

Í *lögum um landshlutaverkefni í skógrækt*, nr. 95/2006 kemur fram að í hverju landshlutaverkefni skuli stefnt að ræktun skóga á að minnsta kosti 5% af flatarmáli láglandis neðan 400 m yfir sjávarmáli. Markmið skógræktarinnar er einkum nytjaskógrækt til að framleiða viðarafurðir til iðnaðarnota, skjólbelti og landbótaskógrækt „á illa förnu eða eyddu landi með það að meginmarkmiði að auka gróðurþekju, bæta jarðveg og vatnsbúskap og auka þannig gildi landsins til margvíslegra nytja.“ Landbótaskógræktin ætti því að geta falið í sér umtalsverð tækifæri til endurheimtar náttúrulegra birkiskóga. Tiltölulega fáir aðilar innan landshlutaverkefnanna stefna þó að endurheimt birkiskóga. Leiða má líkur að því að skattareglur vegna skógræktar hafi talsverð áhrif á þessa þróun því aðeins fæst endurgreiddur virðisaukaskattur af framkvæmdum til nytjaskógræktar, þ.e. starfsemi sem miðar að því að koma upp skógi sem síðar verður nytjaður til sölu skógarafurða með þeim hætti að hagnaður verður af starfsemi.²¹ Ef verkefni um endurheimt birkiskóga getur ekki fallið undir þessa skilgreiningu getur það leitt til þess að frekar er unnið að annars konar skógrækt nema sérstakir hvatar komi til.

Eitt af markmiðum *laga um mat á umhverfisáhrifum* (nr. 106/2000) er að draga eins og kostur er úr neikvæðum umhverfisáhrifum framkvæmda. Í 3. gr. eru mótvægisáðgerðir skilgreindar sem aðferðir til að koma í veg fyrir, draga úr eða bæta fyrir neikvæð umhverfisáhrif. Endurheimt vistkerfa getur verið hluti af mótvægisáðgerðum; t.d. er almenna reglan hjá Vegagerðinni sú að þar sem votlendi er raskað er unnið að endurheimt á sambærilegu framræstu votlendi á sama vegagerðarsvæði (sjá 10. kafla). Þar sem við á eru ákvæði

um uppgræðslu raskaðra svæða í úrskurðum eða álitum Skipulagsstofnunar vegna mats á umhverfisáhrifum framkvæmda. Þar er stundum kveðið á um að uppgræðsla taki mið af grenndargróðri og/eða að notaðar séu innlendar tegundir²³ og geta slíkar aðgerðir stuðlað að vistheimt. Áætlanir um vistheimt á stærri svæðum geta síðan fallið undir *lög um umhverfismat áætlana* (nr. 105/2006).

Í *búnaðarlögum* (nr. 70/1998), er endurheimt landgæða talin til jarðabóta (1. gr.). Í 6. grein stendur að jarðabætur skuli „stuðla að sjálfbærri landnýtingu og verndun vistkerfa, taka mið af skuldbindingum Íslendinga um varðveislu líffræðilegrar fjölbreytni, markmiðum þjóðarinnar um verndun umhverfis og sjálfbæra þróun og stuðla að framþróun vistrænna og lífrænna búskaparháttanna.“

Eftir breytingar sem urðu árið 2000 og síðar á *lögum um framleiðslu, verðlagningu og sölu á búvörum* (nr. 99/1993) greiðir íslenska ríkið framlög til gæðastýringar í sauðfjárrækt, sem meðal annars uppfyllir markmið um að sauðfjárrækt sé stunduð í samræmi við umhverfisvernd, landkosti og sjálfbæra landnýtingu (36. gr.). Í reglugerð um gæðastýrða sauðfjárrækt (10/2008) kemur fram að land sem nýtt er til þeirra þurfi að standast viðmið um stærð gróðurlendis, gerð, gróðurfur og framleiðni. Að öðrum kosti þurfi framleiðandi að skuldbinda sig til að vinna eftir landbótaáætlun sem hefur það að markmiði að koma í veg fyrir beit á illa förnun landi og/eða að þau verði gerð beitarhæf með landbótum. Slíkar landbætur geta með tímanum stuðlað að vistheimt, þó það sé ekki endilega markmið þeirra. Hér má segja að markmiðin séu metnaðarfull og geti fallið vel að markmiðum vistheimtar, en ekki er lagður dómur á hvernig til hefur tekist.

Lög um búnaðarfræðslu (nr. 57/1999) með síðari tíma breytingum, taka til Landbúnaðarháskóla Íslands og Hólaskóla–Háskólans á Hólum. Í þeim kemur fram að búnaðarfræðsla eigi við um nám og kennslu, rannsóknir og fræðslu er varði meðal annars verndun lands og endurheimt landkosta.

Lög um landgræðslustörf skólafólks (nr. 58/1974) kveða á um að heimilt sé „að kveðja til starfa við landgræðslu a.m.k. tvo daga á hverju skólaári hvern þann nemanda, sem orðinn er 12 ára eða eldri og stundar nám í skóla, sem kostaður er af ríkinu að einhverju eða öllu leyti, enda sé nemandinn hraustur og ófatlaður.“ Landgræðslustörf samkvæmt þessum lögum eru reyndar allfjölbreytt og telja ekki aðeins græðslu lands og hvers konar vinnu vegna gróðurverndar, heldur einnig lagfæringar og fegrun umhverfis skóla og aðrar opinberar byggingar. Í 5 gr. kemur fram að ferðakostnaður nemenda vegna landgræðslustarfa skuli telja með skólakostnaði; sem getur verið ein ástæða þess að lögin virðast lítið notuð. Í þeim felst þó tækifæri til að fella saman kynningu á vistheimt og margvíslega kennslu.

Fjárlög hvers árs kveða á um ríkisframlög til sjálfstæðra verkefna eða verkefnaflokka sem kostaðir eru af opinberu fé (t.d. *Hekluslóga* og *Bændur græða landið*). Þau hafa því í mörgum tilfellum úrslitaáhrif á framkvæmd vistheimtarverkefna. Einnig kveða fjárlögin á um framlög til opinberra stofnana og sjóða, t.d. á sviði landgræðslu, náttúruverndar eða annarra umhverfismála, svo og til menntunar og rannsókna á viðkomandi sviðum.

Leit í reglugerðarsafni²⁵ skilaði einni niðurstöðu er tengist vistheimt: *reglugerð um Vatnajökulspjóðgarð* (nr. 608/2008). Í 21. gr. kemur fram að í þjóðgarðinum skuli lögð áhersla á vernd líffræðilegrar fjölbreytni. Ennfremur segir að: „Hafi vistkerfi eða búsvæði laskast eða rýrnað svo að áhrif hefur á líffræðilega fjölbreytni skal gera framkvæmdaáætlun um úrbætur og endurheimt vistkerfa sé það talið mögulegt. Áætlunin skal vera hluti af verndaráætlun fyrir viðkomandi svæði, endurspeglar verndarmarkmið þjóðgarðsins og verndarflokk viðkomandi svæðis.“

Alþjóðlegar skuldbindingar

Ísland er aðili að Ríó yfirlýsingunni um sjálfbæra þróun og samningum Sameinuðu þjóðanna um líffræðilega fjölbreytni (CBD) og varnir gegn eyðimerkurmyndun (UNCCD) auk loftslagssamningsins (UNFCCC). Vistheimt og verndun gróðurs og jarðvegs getur verið samvirk lausn á þeim umhverfismálum sem þar er fjallað um, eins og kemur glögglega fram í samkomulagi um framkvæmd samningsins um líffræðilegrar fjölbreytni til ársins 2020 (Nagoya yfirlýsingin):

„**Target 15:** By 2020, ecosystem resilience and the contribution of biodiversity to carbon stocks has been enhanced, through conservation and restoration, including restoration of at least 15 per cent of degraded ecosystems, thereby contributing to climate change mitigation and adaptation and to combating desertification“.⁶

Íslensk stjórnvöld hafa mótað stefnu um framkvæmd ofangreindra samninga og verður hér á eftir gerð stuttlega grein fyrir þeim hluta stefnumótunarinnar er tengist vistheimt.

Stefnumörkun Íslands um sjálfbæra þróun Velferð til framtíðar var samþykkt í fyrsta sinn árið 2002 en stefnumörkun fyrir árin 2010–2013 kom út í júlí 2010.²⁹ Ýmsir þættir hennar geta stuðlað að og styrkt vistheimt en hér er aðeins gerð grein fyrir köflum sem minnst með beinum eða óbeinum hætti á endurheimt vistkerfa. Í kafla um vernd lífríkis Íslands (8. kafli) eru sett fram markmið um að unnið verði að endurheimt votlendis og annarra mikilvægra vistkerfa þar sem slíkt er talið mögulegt. Aðgerðir í því sambandi snúa að því að bæta skráningu á votlendissvæðum og undirbúa áttak til þess að endurheimta votlendi, bæði til að efla líffræðilega fjölbreytni og draga úr losun gróðurhúsalofttegunda. Það síðastnefnda er einnig nefnt í 16. kafla sem fjallar um takmörkun loftslagsbreytinga af mannavöldum. 12. kaflinn fjallar um sjálfbæra gróðurþróun og endurheimt landgæða. Þar eru meðal annars markmið um að byggðar verði upp þær auðlindir landsins sem felast í jarðvegi og gróðri og að „unnið verði skipulega að landgræðslu á eyddum og rofskemmdum svæðum, í samræmi við markmið landnýtingar og náttúruverndar á hverju svæði“. Í 18. kafla, sem fjallar um vernd líffræðilegrar fjölbreytni er gert ráð fyrir því að mótaðar verði aðgerðir til að fjarlægja lúpínu á þeim svæðum sem hún er talin óæskileg og ógn við annað umhverfi.

Meginmarkmið stefnumörkunar Íslands um framkvæmd Samningsins um líffræðilega fjölbreytni²⁸ er að „vernda og endurheimta líffræðilega fjölbreytni Íslands og koma í veg fyrir frekari skerðingu hennar, tryggja sjálfbæra nýtingu lífríkisins og endurheimta þá þætti þess sem spillst hafa eða horfið vegna umsvifa mannsins.“ Samningurinn beinir því til aðildarríkja að endurheimta og lagfæra vistkerfi sem hafa spillst vegna umsvifa mannsins og stuðla þannig að því að tegundir sem eru í hættu nái sér aftur á strik. Nefndar eru tvær aðgerðir undir þessum lið; annars vegar að vinna áætlanir um endurheimt birkiskóga, votlendissvæða og eftir atvikum annarra vistkerfa og efla rannsóknir á endurheimt og styrkingu vistkerfa sem spillst hafa vegna umsvifa mannsins. Einnig er í stefnumótuninni fjallað um takmörkun á dreifingu ágengra framandi tegunda, meðal annars með því að efla samráð um aðferðafræði við jarðrækt, skógrækt og landgræðslu og auka vægi innlendra tegunda.

Haustið 2010 samþykkti ríkisstjórn Íslands aðgerðaáætlun í loftslagsmálum sem felur í sér samdrátt á nettólosun gróðurhúsalofttegunda um allt að 30% til ársins 2020.³⁰ Í áætluninni eru taldar upp tíu lykilaðgerðir, þar á meðal skógrækt og landgræðsla og endurheimt votlendis. Skógrækt og landgræðsla voru einnig lykil-aðgerðir í loftslagsstefnu Íslands sem samþykkt var árið 2007.²⁷ Ekki er þó sjálfgefið að aukin skógrækt og landgræðsla leiði til endurheimtar vistkerfa; það er háð tegundavali, aðferðum og aðstæðum á hverjum stað. Í loftslagsstefnunni²⁷ var tekið fram að hér á landi verði hafðar til hliðsjónar samþykktir loftslagssamningsins um að binding kolefnis með breyttri landnotkun þurfi að taka tillit til líffræðilegrar fjölbreytni og velferðar fólks og þess gætt að uppgræðsla taki mið af sjónarmiðum náttúruverndar. Í aðgerðaráætluninni frá 2010³⁰ er fjallað um ávinning sem getur náðst með skógrækt og landgræðslu—annan en kolefnisbindingu—meðal annars vörn gegn uppblæstri og jarðvegseyðingu, endurheimt líffræðilegrar fjölbreytni og auðlinda sem felast í gróðri og jarðvegi. Þar kemur einnig fram að aukin áhersla á bindingu kolefnis í nafni loftslagsmála megi ekki verða til þess að gefinn sé afsláttur af öðrum markmiðum skógræktar og landgræðslu. Ísland hefur lagt fram tillögu í samningaviðræðum um framkvæmd loftslagssamningsins um að endurheimt votlendis verði valkvæð landnotkunaraðgerð til að draga úr nettólosun gróðurhúsalofttegunda. Slík endurheimt gæti ekki aðeins dregið úr losun kolefnis úr framræstu mýrlendi, heldur einnig leitt til kolefnisbindingar,¹³ verndunar líffræðilegrar fjölbreytni og annars ávinnings.

Ísland er aðili að Ramsarsamningnum um votlendi, sem hefur það markmið að stuðla að verndun og skynsamlegri nýtingu votlendissvæða í heiminum, sérstaklega svæða sem eru alþjóðlega mikilvæg sem búsvæði fyrir votlendisfugla. Í ályktun sjöunda aðildarþings samningsins segir meðal annars að þingið skori á aðila samningsins að: „...recognise that although restoration or creation of wetlands cannot replace the loss of natural wetlands, and that avoiding such loss must be a first priority, a national programme of wetland restoration, pursued in parallel with wetland protection, can provide significant additional benefits for both people and wildlife, when the restoration is ecologically, economically and socially sustainable“.¹⁸ Í framhaldinu voru leiðbeiningar um endurheimt votlendis samþykktar á 8. aðildarþingi samningsins.¹⁹ Nú eru þrjú íslensk svæði á Ramsarlistanum, Mývatn og Laxá, Þjórsárver og Grunnafjörður, tvö önnur hafa verið tilnefnd og unnið er að tilnefningu fleiri svæða. Endurheimt votlendis hefur hingað til ekki verið stunduð á íslenskum Ramsarsvæðum en sá möguleiki er fyrir hendi í framtíðinni eftir því sem svæðunum fjölgar og þau verða fjölbreyttari.

Stefnumótun í einstökum málaflokkum

Landgræðsluáætlun var fyrst sett fram í tengslum við *Þjóðargjöfina* 1974 og í kjölfarið fylgdu sambærilegar áætlanir 1982–1986 og 1987–1991.²⁶ Þessum áætlunum fylgdi aukið fjármagn til gróðurverndar, landgræðslu, skógræktar og rannsókna þar að lútandi. Á þeim tíma voru hafnar ýmsar aðgerðir sem örvað hafa gróðurframvindu og stuðlað að vistheimt; stór svæði voru friðuð fyrir búfjárbætur og hafin voru fjölmörg uppgræðsluverkefni. Vorið 2002 var samþykkt þingsályktun um landgræðsluáætlun fyrir 2003–2014 þar sem settur var fram rammi um fjárveitingar til landgræðslu fyrir tímabilið. Helstu kostnaðarliðir voru almennur rekstur Landgræðslu ríkisins; uppgræðsluverkefni, verkefnið *Bændur græða landið*, *Landbótasjóður* og fyrirhleðslur. Í meðfylgjandi athugasemdum kemur fram að í áætluninni er lögð áhersla á stöðvun hraðfara jarðvegseyðingar, gróðurvernd og stjórn landnýtingar, uppgræðslu lands, einkum á láglandi, heftingu landbrots, upplýsingaöflun, rannsóknir og þróunarstarf.² Í greinargerðinni er ekki minnst á vistheimt nema í sambandi við rannsóknir—en þó telja má víst að margar aðgerðir áætlunarinnar stuðli að endurheimt vistkerfa.

Endurheimt vistkerfa er hins vegar rauður þráður í stefnu Landgræðslu ríkisins 2008–2020.¹¹ Áhersla er á verndun og endurheimt líffræðilegrar fjölbreytni og endurheimt margvíslegrar vistkerfajónustu, svo sem vatnsmiðlun, kolefnisbindingu og möguleika til margvíslegra landnota. Ennfremur er í stefnunni lögð áhersla á sjálfbæra landnýtingu, verndun vistkerfa og stöðvun jarðvegsrofs, og síðast en ekki síst mikilvægi heilbrigðra vistkerfa fyrir velferð mannsins.

Votlendisnefnd, sem starfaði á vegum landbúnaðarráðuneytisins árin 1996–2006, lagði til að mörkuð væri skýr stefna um verndun og endurheimt votlendis, mótaðar reglur um endurheimt votlendis og að hún verði meiri en nemur árlegri röskun á votlendi.³ Ennfremur að skoðaðir verði möguleikar á að nota endurheimt votlendis sem aðgerð til að mæta skuldbindingum þjóðarinnar gagnvart Kyoto-bókuninni og að stjórnvöld beiti sér fyrir því að endurheimt votlendis verði einn af valkostum landeigenda hvað varðar grænar greiðslur í landbúnaði. Þá stóð nefndin að endurheimt nokkurra votlendissvæða í samvinnu við ýmsa aðila og er gerð grein fyrir þeim í skýrslunni.³

Nefnd um vernd og endurheimt birkiskóga er starfaði 2006–2007 lagði áherslu á að tryggja framtíð birki-skógavistkerfisins hér á landi með verndun þeirra birkiskóga sem fyrir eru og aukinni útbreiðslu birkis.⁷ Nefndin lagði til að sett væri opinbert markmið um að birkiskógar þeki í framtíðinni 10% af flatarmáli landsins og benti á ýmsar leiðir til að ná því marki, svo sem stefnumótun á landsvísi, hjá sveitarfélögum og opinberum stofnunum; bættari beitarstjórnun, aukinni áherslu á endurheimt birkiskóga hjá landshlutaverkefnum í skógrækt og að styrkir til skógræktar feli í sér hvata til að vernda og endurheimta birkiskóga. Nefndin benti ennfremur á að sauðfjárbætur hafi mjög víða áhrif á útbreiðslu birkiskóga og að nýta megi betur gildandi lög til beitarstýringar, svo sem lög um búfjárhald (nr. 103/2002), 39. grein laga um náttúruvernd (nr. 44/1999) og þriðja kafla skógræktarlaga (nr. 3/1955).

Framandi ágengar tegundir geta verið ógn við líffræðilega fjölbreytni, bæði staðbundið og á stærri svæðum.^{12,15,28} Vorið 2010 var birt skýrsla um leiðir til að takmarka tjón af völdum alaskalúpínu og skógarkerfils í íslenskri náttúru og er þar meðal annars fjallað um upprætingu og varnir gegn útbreiðslu þessara tegunda.¹⁶ Uppræting framandi tegunda getur verið mikilvægur þáttur í vistheimt^{17,22} en rannsóknir á eyðingu lúpínu og skógarkerfils hér á landi eru ekki komnar nógu langt á veg til að hægt sé að segja til um hvort hún muni stuðla að endurheimt náttúrulegra vistkerfa.

Samantekt

Þrátt fyrir nokkra áherslu á vistheimt í stefnu stjórnvalda um framkvæmd alþjóðlegra samninga á sviði umhverfismála, gætir þess lítt í íslenskum lögum og reglugerðum. Leit í laga- og reglugerðarsöfnum skilaði aðeins einni niðurstöðu þar sem minnst var á endurheimt vistkerfa eða vistheimt; reglugerð um Vatnajökulsþjóðgarð (nr. 608/2008). Þó túlka megi ýmis ákvæði í lögum og öðrum reglugerðum sem svo að hvatt sé til aðgerða er geti leitt til vistheimtar, er það ekki tekið fram beinum orðum. Þá eru grundvallarlög á þessu sviði, lög um landgræðslu (nr. 17/1965) og skógrækt (nr. 3/1955) mjög komin til ára sinna og endurspegla því lítt nýjar áherslur í umhverfismálum. Endurskoðun þeirra er löngu tímabær og þar ættu að vera skýr ákvæði um endurheimt vistkerfa. Auk þess væri æskilegt að huga að ákvæðum um endurheimt vistkerfa við endurskoðun annarra lagabálka—t.d. um náttúruvernd, mat á umhverfisáhrifum og um landshlutaverkefni í skógrækt—enda viðurkennt af alþjóðasamfélaginu að endurheimtin sé mikilvægur þáttur í að snúa við þeirri þróun að æ meira sé gengið á líffræðilega fjölbreytni og vistkerfi.^{6,15,20}

Heimildir

1. Alþingi 2002. Þskj. 913 — 584. mál. Sótt 19. nóvember 2010 á <http://www.althingi.is/alttext/127/s/0913.html>.
2. Alþingi 2002. Þskj. 873 — 555. mál. Sótt 19. nóvember 2010 á <http://www.althingi.is/alttext/127/s/0873.html>.
3. Arnþór Garðarsson, Borgþór Magnússon, Einar Ó. Þorleifsson, Hlynur Óskarsson, Jóhann Óli Hilmarsson, Niels Árni Lund, Sigurður Þráinsson & Trausti Baldursson 2006. *Endurheimt votlendis 1996–2006. Skýrsla Votlendisnefndar*. Ritstjóri Daníel Bergmann. Landbúnaðarráðuneytið, Reykjavík, 27 bls.
4. Ása L. Aradóttir 2009. Landgræðsla, líffræðileg fjölbreytni og náttúruvernd. *Náttúrufræðingurinn* 78, 21-28.
5. Clewell, A. F. & J. Aronson 2006. Motivations for the restoration of ecosystems. *Conservation Biology* 20, 420-428.
6. Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity 2010. Updating and revision of the Strategic Plan for the post-2010 period. Tenth meeting. Nagoya, Japan, 18-29 October 2010. Sótt 16. nóvember 2010 á <http://www.cbd.int/nagoya/outcomes/>.
7. Danfríður Skarphéðinsdóttir, Ása L. Aradóttir, Bjarni Diðrik Sigurðsson, Þröstur Eysteinnsson, Skúli Björnsson, Jón Geir Pétursson, Borgþór Magnússon & Trausti Baldursson 2007. *Vernd og endurheimt íslenskra birkiskóga. Skýrsla og tillögur nefndar*. Umhverfissráðuneytið, Reykjavík, 19 bls.
8. de Groot, R., M. de Wit, E.J. Brown Gaddis, C. Kousky, W. McGhee & M.D. Young 2007. Making restoration work: financial mechanisms. Í: (J. Aronson, S. J. Milton & J. N. Blihnaut ritstj.) *Restoring Natural Capital. Science, Business, and Practice*. Island Press, bls. 286-293.
9. Dudley, N., S. Mansourian & D. Vallauri 2005. Policy Intervention for Forest Landscape Intervention. Í: (S. Mansourian, D. Vallauri, N. Dudley & (in cooperation with WWF International) ritstj.) *Forest Restoration in Landscapes. Beyond Planting Trees*. Springer New York, bls. 121-125.
10. Hreinn Óskarsson 2009. Hekluskiógar – endurheimt birkiskóga í nágrenni Heklu. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 286-290.
11. Landgræðsla ríkisins 2008. *Auðlindir, arfleifð og lífsgæði. Stefna Landgræðslu ríkisins 2008–2020*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, 12 bls.
12. Mack, R. N., D. Simberloff, W. M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout & F. A. Bazzaz 2000. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10, 689-710.
13. Maljanen, M., B. D. Sigurdsson, J. Guomundsson, H. Óskarsson, J. T. Huttunen & P. J. Martikainen 2010. Greenhouse gas balances of managed peatlands in the Nordic countries – present knowledge and gaps. *Biogeosciences* 7, 2711-2738.
14. McGhee, W., J. Craig, R. de Groot, J.S. Miller & K. Bowers 2007. Making restoration work: nonmonetary mechanisms. Í: (J. Aronson, S. J. Milton & J. N. Blihnaut ritstj.) *Restoring Natural Capital. Science, Business, and Practice*. Island Press, bls. 294-302.
15. MEA Millenium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC,
16. Náttúrufræðistofnun Íslands & ríkisins Landgræðsla 2010. Alaskalúpína og skógerkerfill á Íslandi. Útbreiðsla, varnir og nýting. Skýrsla til umhverfissráðherra.
17. Pickart, A. J., L. M. Miller & T. E. Duebendorfer 1998. Yellow bush lupine invasion in northern California coastal dunes – I. Ecological impacts and manual restoration techniques. *Restoration Ecology* 6, 59-68.
18. Ramsar 1999. Resolution VII.17: Restoration as an element of national planning for wetland conservation and wise use. 7th Meeting of the Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetlands, San José, Costa Rica, 10-18 May 1999. Sótt 19. nóvember 2010 á http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-documents-resol-resolution-vii-17/main/ramsar/1-31-107%5E20578_4000_0__
19. Ramsar 2001. Principles and guidelines for wetland restoration. Sótt 19. nóvember 2010 á http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-documents-guidelines-principles-and-20878/main/ramsar/1-31-105%5E20878_4000_0__.
20. Roberts, L., R. Stone & A. Sugden 2009. The Rise of Restoration Ecology INTRODUCTION. *Science* 325, 555-555.
21. RSK 2000. Vsk – skógrækt – nytjaskógrækt. 7. febrúar 2000. G-Ákv. 00-934 is. Sótt 22. nóvember 2010 á http://www.rsk.is/fagadilar/akvbref/obeinir/2000/gakv_2000_934.is.html?hl=VSK.
22. Shafroth, P. B., J. R. Cleverly, T. L. Dudley, J. P. Taylor, C. Van Riper, E. P. Weeks & J. N. Stuart 2005. Control of Tamarix in the Western United States: Implications for water salvage, wildlife use, and riparian restoration. *Environmental Management* 35, 231-246.
23. Skipulagsstofnun á.á. Álit. <http://skipulagvefur.eplica.is/umhverfismat/framkvaemdamat/alit/>.
24. Skrifstofa Alþingis á.á. Lagasafn. <http://www.althingi.is/vefur/lagasafn.html>.

25. Stjórnartíðindi á.á. Reglugerðarsafn. <http://www.reglugerd.is>.
26. Sveinn Runólfsson 1988. Landgræðslan í 80 ár 1907–1987. Í: (Andrés Arnalds ritstj.) *Landgræðslan 1907–1987*. Landgræðsla ríkisins, bls. 99-124.
27. Umhverfisráðuneytið 2007. Stefnumörkun í loftslagsmálum. <http://www.umhverfisraduneyti.is/utgefid-efni/nr/1015>.
28. Umhverfisráðuneytið 2008. Líffræðileg fjölbreytni. Stefnumörkun Íslands um framkvæmd Samningsins um líffræðilega fjölbreytni. http://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF_skrar/liffjolbreytni.pdf.
29. Umhverfisráðuneytið 2010. Velferð til framtíðar. Sjálfbær þróun í íslensku samfélagi. Áherslur 2010–2013. http://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF_skrar/Velferd-til-framtidar-2010-2013.pdf.
30. Umhverfisráðuneytið 2010. Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum. http://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF_skrar/Adgerdaaetlun-i-loftslagsmalum.pdf.

4 Saga vistheimtar á Íslandi

Pórunn Pétursdóttir^{a)} og Ása L. Aradóttir^{b)}

^{a)}IES, stofnun Evrópuráðsins um umhverfi og sjálfbærni og Landgræðslu ríkisins, ^{b)}Landbúnaðarháskóla Íslands

Hugtakið vistheimt er íslensk þýðing á orðasambandinu *ecological restoration*. Það kemur fyrst fram í grein í Náttúrufræðingnum eftir Ólaf Arnalds frá árinu 1988.³² Vistheimt hefur undanfarin ár verið að festa sig í sessi sem lýsandi hugtak þegar fjallað er um endurheimt vistkerfa. Þó hugtakið sé tiltölulega nýtt þá hefur vistheimt í einhverri mynd verið stunduð hérlandis um langt árabíll. Allt fram undir árið 1990 var saga vistheimtar einkum samofin hluta af sögu landgræðslu og skógræktar en á síðari árum hafa þó orðið talsverðar breytingar þar á. Endurheimt votlendis og endurheimt búsvæða fyrir einstaka dýrastofna eru dæmi um nýjar áherslur í starfinu; og landgræðsla gengur í vaxandi mæli út á vistheimt raskaðra vistkerfa út frá vistfræðilegum forsendum í stað hefðbundinna ræktunaraðferða sem voru einkennandi áður fyrr.

Vistheimt fyrir á öldum

Heimildir segja frá tilraunum manna fyrir á öldum til að hefta jarðvegseyðingu og sandfok sem ógnuðu lífsafkomu íbúa víða um land⁷ og þá sérstaklega til að bjarga verðmætum, t.d. ræktuðu landi og fiskþurrkunarstöðum, frá því að verða sandinum að bráð.¹ Fátt var um ráð önnur en að hlaða sandvarnargarða og sá melgresi en á ofanverðri 19. öldinni var einnig reynt að veita vatni yfir sanda í því skyni að draga úr foki.⁷ Þó þessar aðgerðir hafi ekki verið framkvæmdar með vistheimt í huga má leiða að því líkum að þær hafi í einhverjum tilfellum örvað gróðurframvindu og hugsanlega leitt til vistheimtar.

Óblítt veðurfar og ósjálfbær landnýting léku gróður og jarðveg hart á seinnihluta 19. aldar og undir aldamótin 1900 voru þessar auðlindir í lélegu ásigkomulagi víða um land.¹ Einna verst var ástandið á Suðurlandi þar sem sandfok hafði eytt fjölda bújarða og ógnaði áframhaldandi búsetu á mörgum jörðum.⁵ Ljóst var að taka þyrfti á landeyðingunni á annan og markvissari hátt en áður og undir aldamótin 1900 settu stjórnvöld landsins fram lög sem fólu meðal annars í sér heimildir til að friða „skóg og mel“ (lög nr. 11/1894).

Vistheimt á 20. öldinni

Með lögum um skógrækt og varnir gegn uppblæstri lands árið 1907 (nr. 54/1907) hófst markvisst skógræktar- og landgræðslustarf hér á landi.¹⁶ Á fyrri hluta 20. aldarinnar var unnið mikið starf við friðun svæða þar sem einhvern birkiskóg var enn að finna. Þá voru meðal annars Hallormsstaðaskógur, Vaglaskógur og Þórs-mörk friðuð fyrir búfjárbætt³⁶ (sjá 7., 15. og 17. kafla). Friðunin leiddi til umtalsverðrar endurheimtar birkiskóga-vistkerfa, en þar sem innfluttar trjátegundir voru oft gróðursettar innan skógarsvæðanna³⁶ þróuðust einnig annars konar vistkerfi á hluta þeirra. Einnig voru gerðar nokkrar tilraunir til að endurheimta birkiskóga með fræsáningum (sjá 7. og 18. kafla). Það gafst misvel en engu að síður má finna mörg árangursrík dæmi. Þar má til dæmis nefna Haukadal í Biskupstungum og Haukagil í Vatnsdal, Gunnlaugsskóg á Rangárvöllum og Stóra Klofa í Landssveit. Á tveimur síðastnefndu stöðunum hefur birkið sáð sér út yfir nálæg uppgræðslusvæði og þannig margfaldað útbreiðslusvæði sitt.³ Á síðustu áratugum hefur síðan aftur komið fram áhugi á nýtingu beinna sáninga við endurheimt birkiskóga.^{10,13,37} Meðal annars var prófað að sá birki í um 30 ha svæði á Rangárvöllum árið 1994 og hefur sú sáning skilað góðum árangri.³⁸

Frá sjónarhóli landgræðslu hefur tímabilið frá 1907 til 1945 verið kennt við stöðvun jarðvegseyðingar²⁷ því allt kapp var lagt á að sporna gegn frekari gróður- og jarðvegseyðingu (6. kafli). Á því tímabili girti Landgræðsla ríkisins af og friðaði fyrir búfjárbætt um 500 km² lands sem gróður- og jarðvegseyðing hafði leikið illa.²⁷ Þessi svæði voru víðsvegar um landið en þó aðallega innan virka gosbeltisins, á sunnan- og norðanverðu landinu. Víða þyrfti einnig að reisa sandvarnargarða innan þeirra og sá melgresi til að stöðva sandfok. Langtímaárangur þessara aðgerða er misjafn en engu að síður hafa þær í mörgum tilfellum leitt til vistheimtar, svo sem á mólendi eða kjarrlendi (mynd 4.1).



Mynd 4.1. Gróðurframvinda í skjóli gamals sandvarnargarðs, rétt ofan við Stóra-Klofa í Landsveit. Örin vísar á sandvarnargarðinn. Ljósmynd, Guðjón Magnússon.

Íslendingar friðuðu haförninn, fyrstir þjóða árið 1914 og markar sú aðgerð upphaf að stofnvernd hér á landi. Markvissar aðgerðir til að vernda arnarstofninn hafa staðið yfir frá því upp úr miðri tuttugustu öldinni og hefur stofninn jafnframt verið vaktaður (29. kafli).

Um og eftir árið 1950 urðu talsverðar breytingar á bæði skógræktar- og landgræðslustarfi. Megináhersla var lögð á ræktun og bein afurðanytt í stað verndunar áður og með bættri tækni var hægt að beita stórtækari aðferðum en áður þekktist.⁴² Skógrækt ríkisins einbeitti sér að nýræktun skóga með innfluttum trjátegundum ætluðum til framleiðslu nytjaviðar³⁶ (7. kafli) og Landgræðslan tók að sá grasfræi og dreifa áburði í stórum stíl til uppgræðslu lands (6. kafli). Uppgrædda landið var ætlað til beinna landbúnaðarnota, svo sem heyskapar og beitar, og átti þannig að styðja við aukna landbúnaðarframleiðslu.⁴² Tímabilið frá miðri 20.öldinni allt fram til 1986 hefur þannig verið kallað „ræktunartímabil“ í landgræðslusögunni, því uppgræðsluaðferðirnar voru hliðstæðar túnrækt þess tíma.²⁷ Aðferðirnar virkuðu í flestum tilfellum ágætlega^{19,40,41} þó viðvarandi áburðargjöf hafi verið nauðsynleg til að viðhalda vexti sáðgrasa.²⁴ Allmörg dæmi eru um að þegar hætt var að bera á sáningarnar hafi gróðurframvinda innan þeirra með árunum þróast í átt að mólendi eða kjarrlendi.^{2,17,19}

Á sjöunda og áttunda áratugnum varð almenn viðhorfsbreyting meðal stjórnvalda og almennings gagnvart mikilvægi gróður- og jarðvegsverndar. *Lög um landgræðslu*, sem sett voru árið 1965 (nr. 17/1965), fólu í sér nýja áherslu á gróður- og jarðvegsvernd og uppgræðslu eyddra og vangróinna landa. Aukinn skilningur almennings og stjórnmalamanna á mikilvægi náttúruverndar og gróður- og jarðvegsverndar leiddi meðal annars til stofnunar landgræðslu- og umhverfisverndarsamtakanna Landverndar árið 1969.⁴² Landvernd og önnur frjáls félagasamtök áttu mikinn þátt í að auka áhuga almennings á landgræðslu og með skipulögðum landgræðsluferðum stuðluðu þau að þátttöku fjöldans í landgræðsluverkefnum sem og að auknum skilningi á mikilvægi málaflokksins (Ingvi Þorsteinsson, óbirt handrit).

Þessi vakning leiddi til þess að ríkisvaldið ákvað að setja aukið fjármagn til málaflokka landgræðslu, skógræktar og annarra umhverfismála í tilefni af 1100 ára afmæli Íslandsbyggðar. Metnaðarfull áætlun, *Þjóðargjöfin*, var samþykkt á hátíðarfundum Alþingis á Þingvöllum í júní 1974 og leiddi meðal annars af sér fjölmörg ný

uppgræðsluverkefni víðsvegar um landið,¹⁶ auk kortlagningar og úttekta á birkiskógum.^{36,39} Í reynd má segja að *Þjóðargjöfin* hafi sett nýjar áherslur í gróður- og jarðvegsvernd í forgang með því að stuðla að aukinni þekkingu á íslenskum vistkerfum og ástandi þeirra.

Á þessum tíma réðst Landsvirkjun í umfangsmikil uppgræðsluverkefni; fyrst umhverfis Búrfell og í Þjórsárdal^{26,42} en fáum árum síðar einnig umhverfis aflstöðvar við Hrauneyjafoss og Sigöldu og nálæg uppistöðulón. Meginmarkmið þessara uppgræðsluaðgerða voru að hefta sandfok og bæta umhverfi starfsfólks en í nágrenni Búrfells var einnig stefnt að því að auka við beitiland fyrir sauðfé. Þetta eru fyrstu stóru uppgræðsluaðgerðir íslenskra orkufyrirtækja. Að öðru leyti var landgræðslustarf unnið á svipaðan hátt og fyrr og skipulag og beinar framkvæmdir unnar á vegum ríkisins.⁵ Síðan hefur orðið framhald þar á, einkum vegna krafna um mót-vægisaðgerðir vegna lands sem spillst hefur vegna framkvæmda. Vegna byggingar Blönduvirkjunar á níunda áratugnum voru Rarik, og síðar Landsvirkjun skylduð til að fjármagna stórfelldar uppgræðslur á Eyvindarstaða- og Auðkúluheiði til að bæta fyrir gróið land er fór undir lónstæði Blönduvirkjunar (22. kafli).²⁴ Samhliða var fé veitt í rannsóknir á áhrifum uppgræðsluaðgerða og sauðfjárbætur á gróður og gróðurframvindu og juku niðurstöður þeirra þekkingu á áhrifum uppgræðslu og endurheimt vistkerfa hér á landi.^{6,20,22-24,31,43}

Á níunda og tíunda áratug tuttugustu aldar birtust enn nýjar áherslur í bæði skóg- og landgræðslustarfi. Þar má helst nefna aukið samstarf við bændur og aðra hagsmunaaðila um skipulag og framkvæmdir uppgræðslu- og skógræktarverkefna og landnýtingu almennt, auk breytts vinnulags við endurheimt vistkerfa. Vistfræðilegar forsendur urðu meira áberandi í landgræðslu með aukinni áherslu á að endurheimta staðargróður. Uppgræðsluverkefnið *Bændur græða landið* (BGL) var sett á laggirnar en margir þátttakendur í því hafa unnið að endurheimt raskaðra vistkerfa (19. kafli). Þá var stofnað til verkefnis um *Landgræðsluskóga* á 60 ára afmæli Skógræktarfélagss Íslands árið 1990. Markmið þess var „að endurheimta íslenskan birkiskóg og gera íslenskt gróðurríki fjölbreyttara og sterkara en áður“.³⁶ Nýnæmi í því verkefni var samþætting á aðferðum landgræðslu og skógræktar til að rækta upp skóga á lítt grónu eða hálfgrónu landi (mynd 4.2). Reyndar hafði slíkt verið gert áður en aðeins í smáum stíl (t.d. í Gunnlaugsskógi og Stóra Klofa). Landgræðsluskógar voru mun stórtækari og náðu yfir um 100 svæði, víðs vegar um land. Gróðursetningar á vegum Landgræðsluskóga skiluðu góðum árangri fyrstu árin þrátt fyrir erfið vaxtarskilyrði á mörgum svæðunum.^{3,11,12,36} Eitthvað var þó um að vistheimtarmarkmiðum Landgræðsluskógaverkefnisins væri ekki haldið til streitu og hafa innfluttar tegundir verið gróðursettar á mörgum svæðanna. Yrkjusjóður var stofnaður árið 1992 fyrir hagnað af bókinni Yrkju, sem gefin var út í tilefni af 60 ára afmæli Vigdísar Finnbogadóttur, þáverandi forseta. Markmið sjóðsins var að kosta trjáplöntun íslenskra skólabarna á grunnskólastigi á ári hverju (www.yrkja.is). Birki hefur verið meginuppistaða í gróðursetningum á vegum Yrkjusjóðsins, en þó hafa innfluttar trjátegundir einnig verið notaðar í einhverjum mæli.²¹

Á þessum tíma tóku fleiri stofnanir og fyrirtæki einnig að vinna að endurheimt út frá hugmyndafræði vistheimtar. Þar má nefna verkefni á vegum Landsvirkjunar um endurheimt búsvæða og fiskistofna (11. og 24. kafli) og endurheimt votlendis á vegum Vegagerðarinnar (10., 25. og 26. kafli). Landbúnaðarráðuneytið stofnaði Votlendisnefnd (9. kafli) sem var ætlað að gera tillögur um hvar og hvernig mætti reyna að endurheimta hluta þess votlendis sem þurrkað hafði verið með framræslu. Nefndin stóð fyrir eða tók þátt í endurheimt allmargra votlendissvæða, auk þess að sinna fræðslu og stefnumótun um endurheimt votlendis.⁸ Endurheimt gróðurs og jarðvegs voru engu að síður enn meginviðfangsefni flestra vistheimtarverkefna. Árið 1997 var gefin út skýrslan *Jarðvegsrof á Íslandi*³³ þar sem heildaryfirlit yfir ástand jarðvegs hérlendis var birt í fyrsta sinn og raunverulegt umfang auðna og illa gróins lands staðfest með kortlagningu. Skýrslan vakti mikla athygli og verkefnið fékk meðal annars *Náttúru- og umhverfisverðlaun Norðurlandaráðs* árið 1998. Niðurstöður hennar drógu úr deilum um eðli og umfang jarðvegsrofs á Íslandi því þær sýndu skýrt að á stórum hluta landsins var jarðvegsrof meira en ásættanlegt er. Niðurstöðurnar urðu grundvöllur forgangsröðunar og markmiðssetningar við stöðvun á jarðvegsrofi og vistheimt og aðferðafræðin sem beitt var við gerð skýrslunnar hefur jafnframt verið notuð við kortlagningu og mat á landgræðslu- og vistheimtarsvæðum.



Mynd 4.2. Landgræðsluskógasvæði hjá Staðarhóli í Breiðdal vorið 1991, ári eftir að gróðursetning þar hófst. Þarna var gróðursett birki í lítt gróinn mel, höfrum sáð með til að draga úr frostlyfingu og borinn á bæði búfjáraður og tilbúinn áburður. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.

Frá því í lok tíunda áratugar 20. aldarinnar hefur möguleikinn á kolefnisbindingu einnig verið öflugur hvati landgræðslu og skógræktar og getur styrkt margvísleg vistheimtarverkefni, þar sem saman fara markmið um endurheimt jarðvegsauðlinda, vernd líffræðilegrar fjölbreytni og bindingu gróðurhúsalofttegunda.⁴

Vistheimt við upphaf nýrrar aldar

Síðustu áratuginu hefur vaxandi þekking og skilningur á alvarlegri stöðu vistkerfa jarðar og samofin tengsl þeirra við verndun líffræðilegs fjölbreytileika og loftslagsbreytingar^{28,29} orðið til þess að gefa vistheimt auknið vægi sem mikilvægrar aðgerðar til uppbyggingar vistkerfa og verndunar náttúrugæða (e. *natural capital*).^{14,34,35} Samningur Sameinuðu þjóðanna um líffræðilega fjölbreytni (CBD) og aðrir alþjóðlegir samningar, eins og samningurinn um varnir gegn eyðimerkurmyndun (CCD) og rammisamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar (UNFCCC), gefa tóninn um mikilvægi verndunar vistkerfa og endurheimt þeirra sem hafa spillst eða eyðst. Þessi viðhorfsbreyting í átt til vistheimtar og skilningur á mikilvægi þjónustu virka vistkerfa hefur einnig komið fram hér á landi og æ fleiri aðilar hafa orðið með vistheimt lands að gera en áður.

Í lögum um mat á umhverfisáhrifum (nr, 106/2000) er kveðið á um að takmarka skuli áhrif nýframkvæmda eins og kostur er og grípa til mótvægisáðgerða þar sem þess er talin þörf. Ef umtalsverð röskun á gróðri og jarðvegi er fylgifiskur framkvæmda getur framkvæmdaraðili verið skyldaður til að endurheimta sambærileg svæði af sömu stærð í nágrenni þeirra er raskað var. Þessi lög hafa meðal annars leitt til endurheimtar tjarna og votlendissvæða á vegum Vegagerðarinnar. Árið 2002 var gefið út ítarlegt rit um námur, þar sem meðal annars var lögð áhersla á frágang námusvæða.¹⁸ Gert er ráð fyrir að gengið sé jafnóðum frá námum í samræmi við leiðbeiningar sem þar koma fram en einnig hefur Vegagerðin unnið að sérstöku átaki við frágang gamalla náma (10. kafli).

Framkvæmdaaðilar, svo sem orkufyrirtækin Landsvirkjun og Orkuveita Reykjavíkur, hafa stuðlað að fjölbreyttum landgræðslu- og endurheimtarverkefnum (11. og 12. kafli) og tileinkað sér breytt vinnubrögð varðandi samvinnu við helstu hagsmunaaðila um framkvæmd verkefnanna. Sem dæmi um breytingar sem hafa átt sér stað frá áttunda áratugnum má nefna að þegar verið var að skipuleggja endurheimt lands í stað þess sem tapaðist undir Háslón á Austurlandi var stofnaður sjóður, *Landbótasjóður Norður-Héraðs*, sem hefur það meginmarkmið að græða upp land a.m.k. til jafns við það gróðurlendi sem fór undir lón Kárahnjúkavirkjunar.²⁶ Í stað þess að ráðast í beinar framkvæmdir með verktökum geta landeigendur á svæðinu sótt í sjóðinn til uppgræðsluverkefna á fyrirfram skilgreindum svæðum og vinna svo verkin sjálfir. Með þessari nálgun er leitað leiða til að gera nærsamfélög meðvituð og ábyrg fyrir árangri framkvæmdanna til lengri tíma litið.

Árið 2003 stofnaði Landgræðslan *Landbótasjóð* til að gefa umráðahöfum lands kost á að sækja um sértæka styrki til landbótarverkefna, þar á meðal vegna „endurheimtar gróðurs, jarðvegs og votlendis“.²⁵ Sjóðurinn hefur meðal annars styrkt bændur og landgræðslufélög sem vinna samkvæmt landbótaáætlunum til að uppfylla skilyrði um sjálfbæra landnýtingu í samræmi við reglugerð um gæðastýrða sauðfjárframleiðslu en einnig fjölmörg önnur vistheimtarverkefni.²⁵

Á allra síðustu árum hefur áhugi á endurheimt vistkerfa vaxið enn frekar og ýmis ný verkefni því tengd verið sett á laggirnar. Fyrst ber að telja *Hekluskógaverkefnið* sem hófst árið 2007 (14. kafli). Markmið þess er að endurheimta birkiskóga og víðikjarr í nágrenni Heklu, meðal annars til að draga úr vikurfoki í kjölfar gjóskugosa. Áætlað starfssvæði Hekluskóga nær yfir tæpt 1% landsins. Þá má nefna Votlendissetur *Landbúnaðarháskóla Íslands* sem var stofnað árið 2008. Markmið þess eru meðal annars að vernda einstök votlendissvæði í Borgarfirði og víðar um landið, rannsóknir á lífríki og eðli votlendis, rannsóknir tengdar endurheimt þess og efling menntunar á sviði votlendisfræða. Annað dæmi er Náttúrusjóðurinn *Auðlind*, stofnaður árið 2008 með það að markmiði að vernda og endurheimta náttúrugæði Íslands. Samkvæmt skipulagsskrá sjóðsins⁹ snúa fyrstu átaksverkefni hans að endurheimt votlendis og verndun arnarins. Þá hefur umræða um ágengar framandi tegundir tekið á sig nýja mynd og má telja það nokkurt nýnæmi að í skýrslu sem Náttúrufræðisstofnun Íslands og Landgræðsla ríkisins gáfu út vorið 2010 er fjallað um leiðir til að takmarka tjón af völdum alaskalúpínu og skógarkerfils í íslenskri náttúru, meðal annars með því að varna útbreiðslu þessara tegunda og uppræta þær á ákveðnum svæðum.³⁰

Lokaorð

Aukin umhverfisvitund, bætt þekking og fagleg þróun á sviði vistheimtar og síðast en ekki síst, góður og sýnilegur árangur af vistheimtarstarfi eru allt þættir sem efla áhuga á vistheimt hjá bæði stjórnvöldum og almenningi. Bágt ástand vistkerfa jarðar²⁸ og nýleg metnaðarfull viðmið um endurheimt skemmdra vistkerfa við framkvæmd samningsins um líffræðilega fjölbreytni¹⁵ koma án efa til með að auka áherslu á vistheimt á alþjóðavísu. Hérlendis má að sama skapi greina vaxandi áherslu á vistheimt sem meðal annars sést í nýlegri stefnumótun stjórnvalda á ýmsum sviðum umhverfismála (3. kafli). Því má reikna með að hugmyndafræði vistheimtar og mikilvægi þess að viðhalda náttúrulegum vistkerfum komi til með að skipa æ veigameiri sess í verkefnum er snúa að lagfæringu skaddaðra vistkerfa hér á landi, ekki síður en á alþjóðavísu.

Heimildir

1. Andrés Arnalds 1988. Brautin rudd. Saga landgræðslu á Íslandi fyrir 1907. Í: (Andrés Arnalds ritstj.) *Græðum Ísland: Landgræðslan 1907–1987*. Landgræðsla ríkisins, bls. 1-9.
2. Aradóttir, Á.L. 1991. Population biology and stand development of birch (*Betula pubescens* Ehrh.) on disturbed sites in Iceland. Ph.D. Dissertation, Department of Range Science, Texas A&M University, College Station, Texas, 104 bls.
3. Aradóttir, Á.L. & Ó. Arnalds 2001. Ecosystem degradation and restoration of birch woodlands in Iceland. Í: (F.E. Wielgolaski ritstj.) *Nordic Mountain Birch Ecosystems*. Man and the Biosphere Series, UNESCO, Paris, and Parthenon Publishing, Carnforth, bls. 295-308.
4. Arnalds, A. 2004. Carbon sequestration and the restoration of land health – An example from Iceland. *Climatic Change* 65, 333-346.
5. Arnalds, A. 2005. Approaches to landcare – A century of soil conservation in Iceland. *Land Degradation & Development* 16, 113-125.
6. Arnalds, Ó., Á.L. Aradóttir & I. Thorsteinsson 1987. The nature and restoration of denuded areas in Iceland. *Arctic and Alpine Research* 19, 518-525.
7. Arnór Sigurjónsson 1958. Hefting sandfoks fyrir 1907. Í: (Arnór Sigurjónsson ritstj.) *Sandgræðslan. Minnt 50 ára starfs Sandgræðslu Íslands*. Búnaðarfélag Íslands og Sandgræðsla ríkisins, Reykjavík, bls. 146-162.
8. Arnþór Garðarsson, Borgþór Magnússon, Einar Ó. Þorleifsson, Hlynur Óskarsson, Jóhann Óli Hilmarsson, Niels Árni Lund, Sigurður Þráinsson & Trausti Baldursson 2006. *Endurheimt votlendis 1996–2006. Skýrsla Votlendisnefndar*. Ritstjóri Daníel Bergmann. Landbúnaðarráðuneytið, Reykjavík, 27 bls.
9. Auðlind 2008. Skipulagsskrá fyrir Auðlind – Náttúrusjóð Sótt 23. janúar 2011 á <http://www.audlind.org/audlind/page.asp?ID=2635>.
10. Ágúst Árnason 1989. Sáning birkis á víðavangi. *Ársrit Skógræktarfélags Íslands* 1989, 112-113.
11. Ása L. Aradóttir & Sigurður H. Magnússon 1992. Ræktun landgræðsluskóga 1990 – árangur gróðursetninga. *Skógræktarritið* 1992, 58-69.
12. Ása L. Aradóttir & Járngerður Grétarsdóttir 1995. Úttektir á gróðursetningum til landgræðsluskóga 1991 og 1992. *Fjölrit Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins* 9, 1-36.
13. Ása L. Aradóttir 1994. Nýjar leiðir við endurheimt landgæða. Í: (Andrés Arnalds ritstj.) *Græðum Ísland. Landgræðslan 1993–1994*. Landgræðsla ríkisins, bls. 65-72.
14. Ása L. Aradóttir 2009. Landgræðsla, líffræðileg fjölbreytni og náttúruvernd. *Náttúrufræðingurinn* 78, 21–28.
15. Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity 2010. Updating and revision of the Strategic Plan for the post-2010 period. Tenth meeting. Nagoya, Japan, 18-29 October 2010. Sótt 16. nóvember 2010 á <http://www.cbd.int/nagoya/outcomes/>.
16. Friðrik G. Olgeirsson 2007. *Sáðmenn sandanna. Saga landgræðslu á Íslandi 1907–2007*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, Ísland.
17. Gretarsdóttir, J., A.L. Aradóttir, V. Vandvik, E. Heegaard & H. J. B. Birks 2004. Long-term effects of reclamation treatments on plant succession in Iceland. *Restoration Ecology* 12, 268-278.
18. Guðmundur Arason, Gunnar Bjarnason, Björn Stefánsson, Sigurrós Friðriksdóttir, Pétur Ingólfsson, Ragnheiður Ólafsdóttir, Hersir Gíslason, Matthildur B. Stefánsdóttir & Halldóra Hreggviðsdóttir 2002. *Námur. Efnistaka og frágangur*. Embætti veiðimálastjóra, Hafrannsóknarstofnun, Iðnaðarráðuneytið, Landgræðsla ríkisins, Landsvirkjun, Náttúruvernd ríkisins, Samband íslenskra sveitarfélaga, Siglingastofnun Íslands, Umhverfissráðuneytið, Vegagerðin og Veiðimálastofnun. <http://www.umhverfisraduneyti.is/utgefid-efni/nr/136>.

19. Gunnlaugsdóttir, E. 1985. Composition and dynamical status of heathland communities in Iceland in relation to recovery measures. *Acta Phytogeographica Suecica* 75, 1-84.
20. Halldór Þorgeirsson 1991. Mælingar á rötarkerfi grasa á uppgræðslusvæðum á virkjunarsvæði Blöndu. Í: (Ingvi Þorsteinsson ritstj.) Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981–1989. *Fjölrit Rala* nr. 151, bls. 73-75.
21. Herdís Friðriksdóttir 2001. Úttekt á Yrkju – í tilefni af 10 ára afmæli Yrkjusjóðs. Skógræktarfélag Íslands <http://www.yrkja.is/Uttekt.pdf>.
22. Hólmfríður Sigurðardóttir 1991. Athuganir á stökkmor (*Collembola*) í uppgræðslusvæðum á virkjunarsvæði Blöndu á Auðkúluheiði. Í: (Ingvi Þorsteinsson ritstj.) Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981–1989. *Fjölrit Rala* nr. 151, bls. 77-87.
23. Ingvi Þorsteinsson, Kristjana Guðmundsdóttir, Áslaug Helgadóttir, Þorsteinn Tómasson, Grétar Einarsson, Berglind Hilmarsdóttir, Ólafur Guðmundsson & Gunnar Ríkharðsson 1984. Uppgræðslutilraunir á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði og beitartilraun á Auðkúluheiði. Áfangaskýrsla 1983. *Fjölrit Rala* nr. 105, 47 bls.
24. Ingvi Þorsteinsson 1991. Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981–1989. *Fjölrit Rala* nr. 151, 130 bls.
25. Landgræðsla ríkisins á.á. Landbótasjóður. Sótt desember 2010 á http://www.land.is/index.php?option=com_content&view=article&id=107&Itemid=55.
26. Landsvirkjun á.á. Vistheimt. Sótt desember 2010 á <http://www.landsvirkjun.is/umhverfismal/vistheimt/>.
27. Magnússon, S. H. 1997. Restoration of eroded areas in Iceland. Í: (K.M. Urbanska, N.R. Webb & P.J. Edwards ritstj.) *Restoration Ecology and Sustainable Development*. Cambridge University Press, Cambridge, bls. 188-211.
28. MEA Millenium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC,
29. MEA Millenium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC,
30. Náttúrufræðistofnun Íslands & ríkisins Landgræðsla 2010. Alaskalúpína og skógerkerfill á Íslandi. Útbreiðsla, varnir og nýting. Skýrsla til umhverfisráðherra.
31. Ólafur Arnalds & Friðrik Pálmason 1986. Jarðvegur í landgræðslutilraunum á virkjunarsvæði Blöndu. *Fjölrit Rala* nr. 118, 21 bls.
32. Ólafur Arnalds 1988. Uppgræðsla: hugtök, markmið og árangur. *Náttúrufræðingurinn* 58, 81-85.
33. Ólafur Arnalds, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 157 bls.
34. Palmer, M. , E. Bernhardt, E. Chornesky, S. Collins, A. Dobson, C. Duke, B. Gold, R. Jacobson, S. Kingsland, R. Kranz, M. Mappin, M. L. Martinez, F. Micheli, J. Morse, M. Pace, M. Pascual, S. Palumbi, O. J. Reichman, A. Simons, A. Townsend & M. Turner 2004. Ecology for a crowded planet. *Science* 304, 1251-1252.
35. Roberts, L., R. Stone & A. Sugden 2009. The Rise of Restoration Ecology INTRODUCTION. *Science* 325, 555.
36. Sigurður Blöndal & Skúli Björn Gunnarsson 1999. *Íslandsskógar. Hundrað ára saga*. Mál og mynd, Reykjavík, 267 bls.
37. Sigurður H. Magnússon & Borgþór Magnússon 1989. Þættir um vistfræði birkis og not þess í landgræðslu. Í: (Andrés Arnalds ritstj.) *Græðum Ísland. Landgræðslan 1988*. Landgræðsla ríkisins, bls. 97-108.
38. Sigurður H. Magnússon & Bryndís Marteinsdóttir 2010. Árangur birkisáninga á uppgræddu landi í Gára. *Náttúrufræðingurinn* 80, 147-156.
39. Snorri Sigurðsson 1977. Birki á Íslandi (útbreiðsla og ástand). Í: (Hákon Guðmundsson o.fl., ritstj.) *Skógarmál*. Edda, Reykjavík, bls. 146-172.
40. Sturla Friðriksson 1969. Uppgræðslutilraun á Tungnáröræfum. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 1, 38-44.
41. Sturla Friðriksson 1971. Ræktunartilraunir á Kili. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 2, 12-27.
42. Sveinn Runólfsson 1988. Landgræðslan í 80 ár 1907–1987. Í: (Andrés Arnalds ritstj.) *Græðum Ísland: Landgræðslan 1907–1987*. Landgræðsla ríkisins, bls. 99-124.
43. Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1991. Áhrif áburðar og sáningar á gróður í tilraunareitum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði og eftirverkun áburðar. Í: (Ingvi Þorsteinsson ritstj.) Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981–1989. *Fjölrit Rala* nr. 151, bls. 89-103.

II. hluti

Vistheimtarverkefni



5 Vistheimtarverkefni á Íslandi – yfirlit

Ása L. Aradóttir^{a)} og Guðmundur Halldórsson^{b)}

^{a)}Landbúnaðarháskóla Íslands, ^{b)}Landgræðslu ríkisins

Vistheimt hefur verið skilgreind sem ferli er stuðlar að endurreisn vistkerfa sem eru hnignuð, hafa skemmst eða eyðilagst.⁶ Í vistfræðilegum skilningi er um að ræða aðgerðir sem miða að því að örva náttúrulega ferla (framvindu) og endurreisa virkni vistkerfa; en í félags- og efnahagslegu samhengi felst vistheimt einkum í aðgerðum til að endurheimta náttúruauðlindir og margvíslega vistkerfabjónustu.³ Alþjóðlega vistheimtarfélagið (*SER* eða *Society for Ecological Restoration International*) hefur sett fram viðmið sem hægt er að hafa til hliðsjónar um hvort endurheimt hafi skilað tilætluðum árangri⁶ og voru þau notuð við að velja verkefni sem fjallað er um í þessu riti. Hér á eftir fer stutt samantekt á þessum viðmiðum:

- Endurheimta vistkerfið hefur einkennandi samsetningu tegunda og samfélaga, sem er sambærileg og á viðmiðunarsvæðum.
- Innendar staðartegundir eru meginuppstaða vistkerfisins.
- Allir tegundahópar sem eru nauðsynlegir fyrir framvindu og stöðugleika vistkerfisins eru til staðar eða geta borist inn á svæðið og hið ólífræna umhverfi vistkerfisins er fullnægjandi til viðhalds og endurnýjunar stofna af þessum tegundum.
- Virkni vistkerfisins er eðlileg miðað við framvindustig þess og vistkerfið eðlilegur hluti stærri landslagsheildar og flutningi lífvera og auðlinda um hana.
- Dregið hefur verið úr mögulegum ógnunum við heilleika (*integrity*) og „heilsu“ vistkerfisins og þanþol (*resilience*) þess er nægjanlegt til að það þoli tímabundið álag eða áföll.
- Vistkerfið er sjálfbært að því leyti að það geti viðhaldist eða þróast áfram eftir sambærilegum framvindubrautum og vistkerfi viðmiðunarsvæðis.

Vistheimtarverkefni sem lýst er í þessu riti spanna mjög vítt svið, bæði hvað varðar viðfangsefni og það hverjir standa að verkefnum. Flest verkefni snúa að endurheimt vistkerfa og vistkerfabjónustu á rofnu og rýru landi. Einnig varða allmörg verkefni endurheimt skóglendis, votlendis, dýrastofna, búsvæða í straumvötnum og endurheimt staðargróðurs í tengslum við mannvirkjagerð. Að þessum verkefnum stendur fjöldi aðila, til dæmis bændur og aðrir einstaklingar, félagasamtök, fyrirtæki, stofnanir og sveitarfélög og oft eru tveir eða fleiri samstarfsaðilar um einstök verkefni. Slíkra samstarfsaðila er getið í einstökum köflum.

Þar sem um landgræðslu er að ræða er miðað við að aðgerðir leiði til vistheimtar ef beitt er aðferðum sem rannsóknir hafa sýnt að örvi landnám staðartegunda og hraði uppbyggingu vistkerfabjónustu.^{1,2,4,5} Svæði þar sem framandi tegundir verða ríkjandi er fram í sækir eru ekki talin með, enda samræmist það ekki viðmiðunum SER sem lýst er hér að ofan.⁶ Sambærileg viðmið eru notuð fyrir skógrækt. Í stöku tilvikum hefur þó verið brugðið út af þessari vinnureglu en þá því aðeins að notkun framandi tegunda hafi verið það lítil að hún teljist ekki spilla heildarmarkmiðinu eða þar sem svæðið telst á einhvern hátt svo merkilegt að líta beri fram hjá þessari vinnureglu. Sem dæmi um hið síðarnefnda má nefna Vaglaskóg og Hálsmeila (17. kafli), þar sem gróðursett hefur verið töluvert af erlendum trjátegundum og lúpína notuð í nokkrum mæli. Á þessu svæði er hins vegar dæmi um eina af fyrstu endurheimtaraðgerðum á landinu og því þótti rétt að taka lýsingu á því með í þetta rit.

Kaflar 6-13 gefa yfirlit yfir vistheimtarverkefni á vegum mismunandi aðila en í köflum 14-29 er síðan nánari lýsing á 16 völdum verkefnum. Alls er fjallað um 85 vistheimtarverkefni í þessum köflum (tafla 5.1) og teljum við að þau nái yfir stóran hluta vistheimtar á Íslandi. Heildarfjöldi svæða þar sem unnið er að vistheimt er þó meiri. Til dæmis eru skilgreind landgræðslusvæði um 350 talsins en í kafla um vistheimtarverkefni á vegum Landgræðslu ríkisins (6. kafli) er aðeins fjallað um þau svæði sem eru stærri 1000 hektarar. Sum verkefni eru unnin í samstarfi tveggja eða fleiri aðila; því er í einstaka tilvikum sama verkefni getið á tveimur stöðum, en leiðrétt er fyrir því í töflu 5.1.

Tafla 5.1. Flokkun, fjöldi og gerð endurheimtarverkefna sem fjallað er um í ritinu.

Endurheimtaraðili	Hvað endurheimt (fjöldi og flatarmál verkefna)				Fjöldi verkefna	Flatarmál alls (ha)
	Graslendi/mólandi	Skóglendi	Votlendi	Dýrastofnar		
Opinberar stofnanir	29	28	3	1	61	175.683
Fyrirtæki	11	2	0	2	15	14.945
Aðrir aðilar	12	2	6	1	21	1.391
Samtals	52	32	9	4	97	192.019
Þar af sameiginleg verkefni	7	3	2	0	12	18.586
Fjöldi verkefna, leiðrétt	45	29	7	4	85	
Heildarflatarmál (ha)	150.939	19.951	2.543			173.433

Upplýsingar um umfang og eðli vistheimtarverkefna eru dregnar saman í töflu 5.1. Þar er verkefnunum skipt í fjóra flokka: a) endurheimt graslendis og mólandis, b) endurheimt skóglendis, c) endurheimt votlendis (þar með talin vötn og tjarnir) og d) endurheimt dýrastofna eða búsvæða þeirra. Í þessari flokkun er gert ráð fyrir að flestar landgræðsluaðgerðir geti leitt til endurheimtar graslendis eða mólandis, enda benda niðurstöður rannsókna til þess að svo sé.⁴ Þetta er þó háð umhverfisaðstæðum og því hvaða upphafsaðgerðum er beitt.

Langstærsti hluti vistheimtar hér á landi eru landgræðsluaðgerðir, sem gert er ráð fyrir að stuðli að endurheimt graslendis eða mólandis, eða rúmlega 150.000 ha. Endurheimt skóglendi er um 20.000 ha og endurheimt votlendi um 2.500 ha. Stærstur hluti votlendisins er raunar eitt svæði, Skógeyjarsvæðið í Hornafirði, þar sem nýtt votlendi hefur myndast á um 2.100 ha lands eftir að sandar á milli Hornafjarðarfjótis og Hoffellsár voru græddir upp. Þessi endurheimt er í öllum tilvikum lítil hluti þess lands sem raskað hefur verið (sbr. 2. kafla).

Val á einstökum vistheimtarverkefnum sem lýst er í ritinu hefur verið í höndum þeirra aðila sem að endurheimtinni hafa staðið, í samráði við ritstjórn. Leitast hefur verið við að velja verkefni sem séu lýsandi fyrir það starf sem unnið er hjá viðkomandi aðilum, en sýna jafnframt þá breidd sem er í vistheimtarverkefnum. Þessum lýsingum fylgja skrár yfir birt efni um viðkomandi verkefni. Tilgangur þessara heimildaskráa er fremur að gefa lesendum færi á að nálgast fyllri upplýsingar um verkefni, en að gefa tæmandi skrá yfir öll birt gögn um þau.

Heimildir

1. Ása L. Aradóttir & Kristín Svavarsdóttir 2009. Áhrif uppgræðsluaðgerða á gróðurframvindu. *Fræðabing landbúnaðarins* 6, 279-285.
2. Berglind Orradóttir & Ólafur Arnalds 2007. Ísig – áhrif landgræðslu og árstíma. *Fræðabing landbúnaðarins* 4, 513-515.
3. Clewell, A.F. & J. Aronson (ritstj.) 2007. *Ecological Restoration. Principles, Values, and Structure of an Emerging Profession*. Society for Ecological Restoration International og Island Press, 216 bls.
4. Gretarsdóttir, J., A.L. Aradóttir, V. Vandvik, E. Heegaard & H. J. B. Birks 2004. Long-term effects of reclamation treatments on plant succession in Iceland. *Restoration Ecology* 12, 268-278.
5. Ólafur Arnalds, Berglind Orradóttir & Brita Berglund 2009. Þróun jarðvegspátta við uppgræðslu á Geitasandi. *Fræðabing landbúnaðarins* 6, 271-278.
6. Society for Ecological Restoration Science & Policy Working Group 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International. http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp.

6 Vistheimt á vegum Landgræðslu ríkisins

Guðmundur Halldórsson, Kristín Svavarsdóttir, Elín Fjóla Þórarinsdóttir og Sveinn Runólfsson, Landgræðslu ríkisins

Yfirlit

Vistkerfi Íslands eru mörkuð af mikilli landhnignun vegna ofbeitar, skógareyðingar, rofgjarns eldfjallajarðvegs og óhagstæðra umhverfisskilyrða fyrir gróður. Samspil þessara þátta leiddi til stórfelldrar eyðingar gróðurs og jarðvegs, sem ógnaði víða lífsafkomu og byggð. Jarðvegs- og gróðureyðing er nú talin helsta umhverfisvandamál landsins. Á stórum svæðum er enn mikil landeyðing og samkvæmt úttekt sem gerð var á fyrri hluta tíunda áratugarins er virkt jarðvegsrof á um 35-40% landsins.¹⁶

Fyrstu tilraunir til að bregðast við þessum vanda má rekja aftur í aldir og þegar kom fram á 19. öldina varð æ fleirum ljóst að bregðast yrði við þeirri miklu jarðvegseyðingu sem var víða um land.¹⁶ Árið 1907 voru síðan sett *Lög um skógrækt og varnir gegn uppblæstri lands*, nr. 54/1907.¹⁰ Landgræðsla ríkisins miðar aldur sinn við setningu þessara laga og er ein elsta stofnun sinnar tegundar í heiminum, sem starfað hefur óslitið til þessa.

Landgræðsla ríkisins er skilgreind sem þekkingar- og þjónustustofnun. Markmið með starfsemi hennar eru verndun gróðurs og jarðvegs, vistheimt og bætt landgæði. Stofnunin heyrir undir umhverfisráðuneytið og starfar samkvæmt lögum um landgræðslu nr. 17/1965 og lögum um varnir gegn landbroti nr. 91/2002. Í ritinu *Auðlindir, arfleifð og lífsgæði – Stefna Landgræðslu ríkisins 2008-2020*¹⁴ er hlutverk Landgræðslu ríkisins skilgreint á eftirfarandi hátt:

- „Sandgræðsla, sem er hefting jarðvegsrofs og sandfoks, græðsla gróðurlausra og gróðurlítilla svæða.
- Gróðurvernd, sem stuðlar að eflingu gróðurs til að auka mótstöðuafli lands gegn eyðingu.
- Gróðureftirlit, þar sem fylgst er með nýtingu gróðurs og unnið gegn spjöllum á gróðurlendum.
- Varnir gegn landbroti af völdum fallvatna, sem ógna eða valda tjóni á landi eða mannvirkjum.“

Jafnframt tekur starf stofnunarinnar mið af alþjóðlegum skuldbindingum Íslands í umhverfismálum. Má þar einkum nefna rammasamninginn um loftslagsbreytingar, samninginn um verndun líffræðilegrar fjölbreytni og samninginn um varnir gegn myndun eyðimarka. Hlutverk stofnunarinnar felur því í sér vistheimt á gróðurlausum eða lítt grónum svæðum en einnig á betur grónum svæðum, sem bera þó ummerki landhnignunar og þar sem gróðurverndar er þörf.¹⁴

Markmið og aðferðir

Markmið og aðferðir landgræðslustarfs á Íslandi hafa breyst mikið á þeim ríflega hundrað árum sem liðin eru síðan skipulegt landgræðslustarf hófst.^{7,15} Landgræðslustarfi á þessum tíma hefur verið skipt í þrjú megin tímabil,¹⁵ og er þeirri skiptingu fylgt hér í megin dráttum:



Mynd 6.1. Garðurinn Ranglátur. Grjóttgarður í Sauðlauksdal við Patreksfjörð, sem var hlaðinn árið 1784 til að stöðva ágang sands. Ljósmynd, Sigurður Bogi Sævarsson.

Mynd 6.2. Áburður settur í fyrstu landgræðsluflugvélina, TF-KAJ. Áburðar- og frædreifing með flugvélum hófst sumarið 1958. Ljósmynd, Gunnar Rúnar.



- i. Á fyrstu fjórum áratugum tuttugustu aldar voru meginmarkmið landgræðslustarfsins að vernda byggð, stöðva sandfok og áfoksgæira, auk þess að endurheimta beitolönd og land til túnræktar. Takmarkaður tækjakostur og fjármunir leiddu til þess að aðeins var unnt að vinna á tiltölulega litlum svæðum þar sem þörfin var brýnust. Starfið beindist einkum að því að girða illa farið land til að stöðva beit og draga þannig úr hnignun gróðurs. Einnig voru hlaðnir grjótgærðar til að draga úr sandskriði og veita sáningum melgresis möguleika á að ná fótfestu. Raunar er hleðsla slíkra gærða gömul hér á landi (mynd 6.1). Á þessum tíma var landbúnaður annar af höfuðatvinnuvegum þjóðarinnar og kjarnasvæðum landbúnaðar var ógnað af landeyðingu. Áhersla var lögð á verndun byggðar og búskaparmöguleika á þessum svæðum; til dæmis í uppsveitum Árnessýslu, Rangárvallasýslu, Skaftafellssýslum og Þingeyjarsýslum. Sama ógn vofði yfir sumum þéttbýlisstöðum; til dæmis Vík í Mýrdal, Kirkjubæjarklaustri og Sandgerði og þar var unnið mikið starf á þessum tíma til að verja byggð.
- ii. Um miðja öldina tók við tímabil stórræktunar sem byggðist á nýrri tækni, til dæmis sáningum og áburðargjöf með flugvélum (mynd 6.2). Ný tækni og tiltölulega ódýr áburður gerði það kleift að vinna á mun stærri svæðum en áður. Höfuðmarkmið starfsins var að vernda og endurheimta landgæði fyrir landbúnaðinn, einkum beitolönd. Á þessum tíma voru einnig ræktuð upp stór svæði til túnræktar, einkum á Suðurlandi. Með lögum um landgræðslu frá 1965 bættust við ný verkefni um gróðurvernd og gróðureftirlit; stór svæði voru friðuð fyrir beit og mikil áhersla lögð á að stytta beitartíma og draga úr beitarálagi á illa förnum afréttum. Árið 1979 tók Landgræðsla ríkisins svo við því hlutverki að sjá um varnir gegn landbroti af völdum fallvatna. Hafa veruleg svæði gróið upp í kjölfar slíkra aðgerða.
- iii. Á níunda áratug tuttugustu aldar hófst það tímabil sem enn varir og einkennist af vistfræðilegum nálgunum og fjölþættum markmiðum landgræðslustarfs. Meginmarkmið starfsins er að stuðla að sjálfbærri nýtingu gróður- og jarðvegsauðlinda og endurheimt vistkerfa. Verulegur hluti uppgræðslustarfs er í sam-



Mynd 6.3. Landgræðslugirðing á Leiðvelli í Skaftárhreppi. Árangur 11 ára beitarfriðunar. Girðingin var reist á árunum 1944-5 og landið friðað fyrir beit en ekki gripið til frekari aðgerða. Myndin er tekin árið 1956. Ljósmynd, Björn Sigurbjörnsson.

starfi við bændur og hefur það markmið að vernda og endurheimta beitilönd. Er það einkum í tengslum við verkefnið *Bændur græða landið*, sem er samstarfsverkefni bænda og Landgræðslunnar (sjá 19. kafla). Vaxandi áhersla er á að landgræðsla samrými fjölbætt umhverfismarkmið; verndun jarðvegs- og gróðurs, verndun og eflingu líffræðilegrar fjölbreytni og varnir gegn hraðfara loftlagsbreytingum. Þá er einnig hugað að félagslegum og hagrænum áhrifum landgræðslu. Einn þáttur í því er aukin áhersla á landgræðslu til að auka lífsgæði fólks og vernda sérstæð svæði og vistkerfi. Sem dæmi um þetta má nefna landgræðslu í Dimmuborgum og Þórsmörk, þar sem verið er að vernda sérstæð svæði fyrir landeyðingu og bæta útivistarmöguleika. Þessar áherslubreytingar í markmiðum landgræðslustarfs endurspeglast í breyttri aðferðafræði. Aukin áhersla er á rannsóknir á náttúrulegum ferlum gróðurframvindu með það að markmiði að landgræðslustarfið nýti slíka ferla í vistheimt og miði aðgerðir við að styrkja þá.

Fjölmargir aðilar taka þátt í landgræðslustarfinu; einstaklingar, bændur, félagasamtök, fyrirtæki og stofnanir. Þá hefur verið aukin áhersla á að hvetja og styðja áhugafólk til slíkra starfa. Þúsundir landsmanna hafa fengið hráfni og fræðslu til hvers kyns landbóta og unnið afar fórnfúst starf við að græða landið. Auk þessa hefur landgræðsla veitt íbúum hinna dreifðu byggða töluverða atvinnu við landbótaframkvæmdir.

Landgræðslusvæði

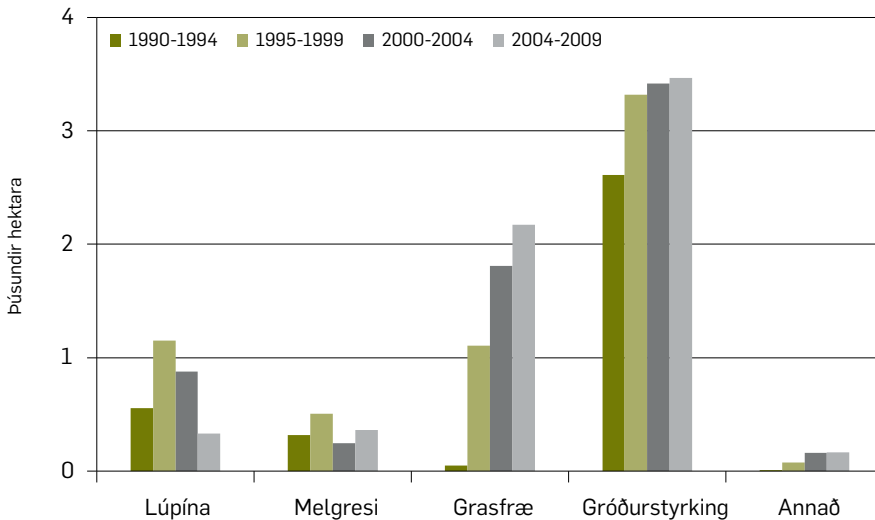
Í gagnagrunnum Landgræðslunnar er að finna skrár yfir skilgreind landgræðslusvæði. Nú er heildarfjöldi slíkra svæða um 350. Stærð þeirra er mjög misjöfn, stærsta svæðið er yfir 100 þúsund hektarar en þau minnstu innan við 10 hektarar að flatarmáli. Hluti landgræðslusvæða er í eigu eða á samningsbundnu forræði Landgræðslu ríkisins en meginhluti þeirra er í eigu og umsjón annarra. Aðgerðir á skilgreindum landgræðslusvæðum eru með mismiklum inn gripum og framkvæmdir á mismunandi stigum. Skipta má skilgreindum landgræðslusvæðum í þrjá meginflokka:

- i. Svæði þar sem skilgreind hefur verið þörf fyrir landbætur en þær ekki hafnar nema að litlu leyti eða ekki farnar að skila merkjanlegum árangri. Þau svæði sem hér um ræðir eru yfirleitt beitarfriðuð, þó ekki alltaf, en friðun hefur enn ekki skilað miklum árangri. Á svæðum, sem falla undir þennan lið er því ekki hægt að telja að landgræðsla hafi enn sem komið er skilað umtalsverðum vistheimtarárangri. Tölur um stærð þessara svæða liggja ekki fyrir en áætla má að heildarflatarmál þeirra sé á bilinu 100-200 þúsund hektarar. Þar við bætast mjög stór svæði sem þyrfti að græða upp til að stöðva jarðvegsrof en hafa enn ekki verið skilgreind sem landgræðslusvæði.
- ii. Svæði sem eru að mestu eða öllu leyti friðuð fyrir beit en ekki hefur verið gripið til frekari aðgerða, þar sem talið er að beitarfriðun nægi til þess að gróður nái að klæða þau að nýju. Sem dæmi má nefna Emstrur þar sem náðst hefur verulegur árangur í uppgræðslu með friðun einni saman. Leiðvöllur í Meðallandi er annað dæmi um mikinn árangur af friðun (mynd 6.3). Á svæðum, sem falla undir þennan lið hefur staðargróður víða vaxið upp að nýju og á þeim er talið að beitarfriðun hafi skilað árangri í vistheimt. Í árslok 2009 var heildarflatarmál þessara svæða um 150 þúsund hektarar.
- iii. Virk aðgerðasvæði. Á illa förnum svæðum þarf að grípa til frekari aðgerða, sem í mörgum tilfellum felast í áburðargjöf til að styrkja gróður. Oft þarf þó einnig að sá grasfræi í landið til að binda jarðvegsyfirborð. Algengt er að svæðin séu friðuð fyrir beit en þó eru einnig svæði í þessum flokki þar sem land er ekki alfriðað, einkum þau sem falla undir verkefnið *Bændur græða landið*. Í einstaka tilvikum þarf einnig að reisa foggirðingar til að stöðva foksand. Þessi svæði eru nefnd virk aðgerðasvæði, þó svo að beitarfriðun, ein og sér, sé ekkert síður virk landgræðsluaðgerð. Á þessum svæðum hefur staðargróður yfirleitt komið í stað sáðgrasa nokkrum árum eftir að aðgerðum lýkur og þar hefur starfið því skilað vistheimtarárangri. Í árslok 2009 var heildarflatarmál þessara svæða um 200 þúsund hektarar.

Uppgræðsluaðferðir

Yfirlit yfir helstu uppgræðsluaðferðir síðustu tuttugu árin er sýnt á mynd 6.4. Styrking staðargróðurs með áburðargjöf er sú aðgerð sem nú er mest beitt í virkri landgræðslu og voru árlega græddir upp um 3.500 hektarar lands með þeirri aðferð á árunum 2005-2009. Munar þar mest um aðgerðir innan verkefnisins *Bændur græða landið*, en gróðurstyrking með áburðargjöf er um 75% allra uppgræðslna á vegum þess. Næst algengasta aðgerðin er sáning á grasfræblöndu ásamt áburðargjöf. Yfirleitt er notuð blanda af rauðvingli, *Festuca rubra*, (60-70%) vallarsveifgrasi, *Poa pratensis*, (20-30%) og stundum einnig einæru rýgresi, *Lolium* sp. (5%).

Uppgræðsluaðferð



Mynd 6.4. Landgræðsluaðgerðir á vegum Landgræðslu ríkisins og samstarfsaðila árin 1990–2009. Súlurnar sýna árlegt meðalflatarmál uppgræðslu á fimm ára tímabilum, skipt eftir aðferðum.

Í einstaka tilvikum er notaður beringspundur, *Deschampsia beringensis*, en notkun hans er nú lítil. Á árunum 2005–2009 voru árlega græddir upp ríflega 2.000 hektarar lands með þessari aðferð. Alaskalúpína, *Lupinus nootkatensis*, hefur verið mikið notuð í landgræðslu, mest á árunum 1995–1999 þegar henni var sáð í yfir 1.000 hektara á ári. Síðan hefur dregið úr notkun lúpínu hjá Landgræðslu ríkisins og á árunum 2005–2009 var henni sáð árlega í 300–400 hektara lands. Á þeim svæðum þar sem sandfok er mikið er eingöngu sáð melfræi. Á árunum 2005–2009 var melfræi sáð árlega í 300–400 hektara lands. Aðrar aðgerðir eru einkum dreifing heys og annarra lífrænna leifa eða gróðursetning trjáplanta, einkum birkis, *Betula pubescens*, og víðis, *Salix* sp.

Yfirleitt er borið þrisvar á landgræðslusvæði; þ.e. í upphafi aðgerðar og síðan tvisvar sinnum til viðbótar, gjarnan árið eftir uppgræðslu og einu til tveimur árum síðar. Heildaráburðargjöf á uppgræddan hektara er nú að meðaltali um 400 kg. Mest er notað af áburðarblöndunni 26-14 (26% N; 6,2% P).

Árangur og árangursmat

Á fyrstu áratugum landgræðslustarfsins takmarkaðist það af skorti á fjármunum, tækni og þekkingu, en auk þess var vantrú á landgræðslu mjög útbreidd. Allt þetta dró úr árangri og leiddi í einhverjum tilvikum til þess að aðgerðir runnu út í sandinn. Í seinni tíð hefur þekkingu og tækni við landgræðslu fleygt fram og nú eru það einkum óhagstæðar umhverfisaðstæður og í einstaka tilvikum náttúruhamfarir, sem hafa spiltt árangri. Þurrkur getur hindrað spírun fræs og skemmt sán-ingar og dæmi eru um að gjóskufall frá Heklugosum hafi eyðilagt uppgræðslur. Í heild má þó segja að árangur starfsins sé góður og það er mikill minnihluti aðgerða sem misheppnast.

Á síðustu áratugum hefur mat á árangri landgræðslustarfsins í auknum mæli falið í sér greiningu á þróun plöntusamfélaga á landgræðslusvæðum^{12,13,18} og jafnframt orðið kerfisbundnara. Árið 2007 hófst uppsetning á neti fastra mælireita á öllum landgræðslusvæðum sem stofnað hefur verið til frá og með 1990. Fjarlægð milli reita er 1 km og verða þeir endurmældir á 5–10 ára fresti. Í þessum reitum er mældur kolefnisforði í gróðri og jarðvegi og þekja einstakra háplanta (mynd 6.5). Nú er búið að mæla um 450 reiti en ætla má að alls verði þeir um 700. Áætlað er að setja einnig upp net mælireita á svæðum þar sem landgræðsla hófst fyrir 1990, en væntanlega verður



Mynd 6.5. Gróðurgreining í mælireit í Keldnahrauni sumarið 2009. Þessi reitur er hluti af mælikerfi Landgræðslunnar þar sem fylgst er með kolefnisforða og gróðurfari á landgræðslusvæðum. Ljósmynd, Jóhann Þórsson.

þéttleiki reita þar minni. Þetta mælikerfi nær enn sem komið er eingöngu til svæða þar sem beitt hefur verið svokölluðum virkum landgræðsluaðgerðum, þ.e.a.s. þar sem land hefur verið grætt upp með áburði og/eða frædreifingu. Rannsóknir á áhrifum beitarfriðunar einnar á framvindu gróðurs og jarðvegs á lítt grónu landi sýna að friðun getur hraðað gróðurframvindu.¹⁹ Á grundvelli þeirra niðurstaðna hefur verið sett fram framvindulíkan um fyrstu stig framvindu á örfoka eða öðru gróðurlitlu landi þar sem gert er ráð fyrir að þrjú meginþættir ráði framvindu, þ.e. jarðvegsgerð, loftslagsskilyrði og beit¹⁹.

Rannsóknir sýna að yfirleitt hverfa sáðgrös á tiltölulega skömmum tíma, en staðargróður tekur við.^{3,11} Uppgræðsla getur örvað gróðurframvindu og aukið virkni vistkerfa þannig að þau verði betur í stakk búin til að veita margvíslega þjónustu^{5,8,17} en árangurinn er þó háður aðstæðum, aðferðum og beitarálagi. Á elstu landgræðslusvæðunum eru birki og víðir víða farin að nema land að því gefnu að fræupsprettur séu í nágrenninu.^{4,11} Með hliðsjón af framansögðu má telja að landgræðsluaðgerðir leiði yfirleitt til vistheimtar. Undantekning eru svæði þar sem alaskalúpína hefur verið notuð en þar er gróðurframvinda og þróun vistkerfa önnur.⁹

Aðferðir við val á vistheimtarverkefnum Landgræðslu ríkisins og mat á stærð þeirra

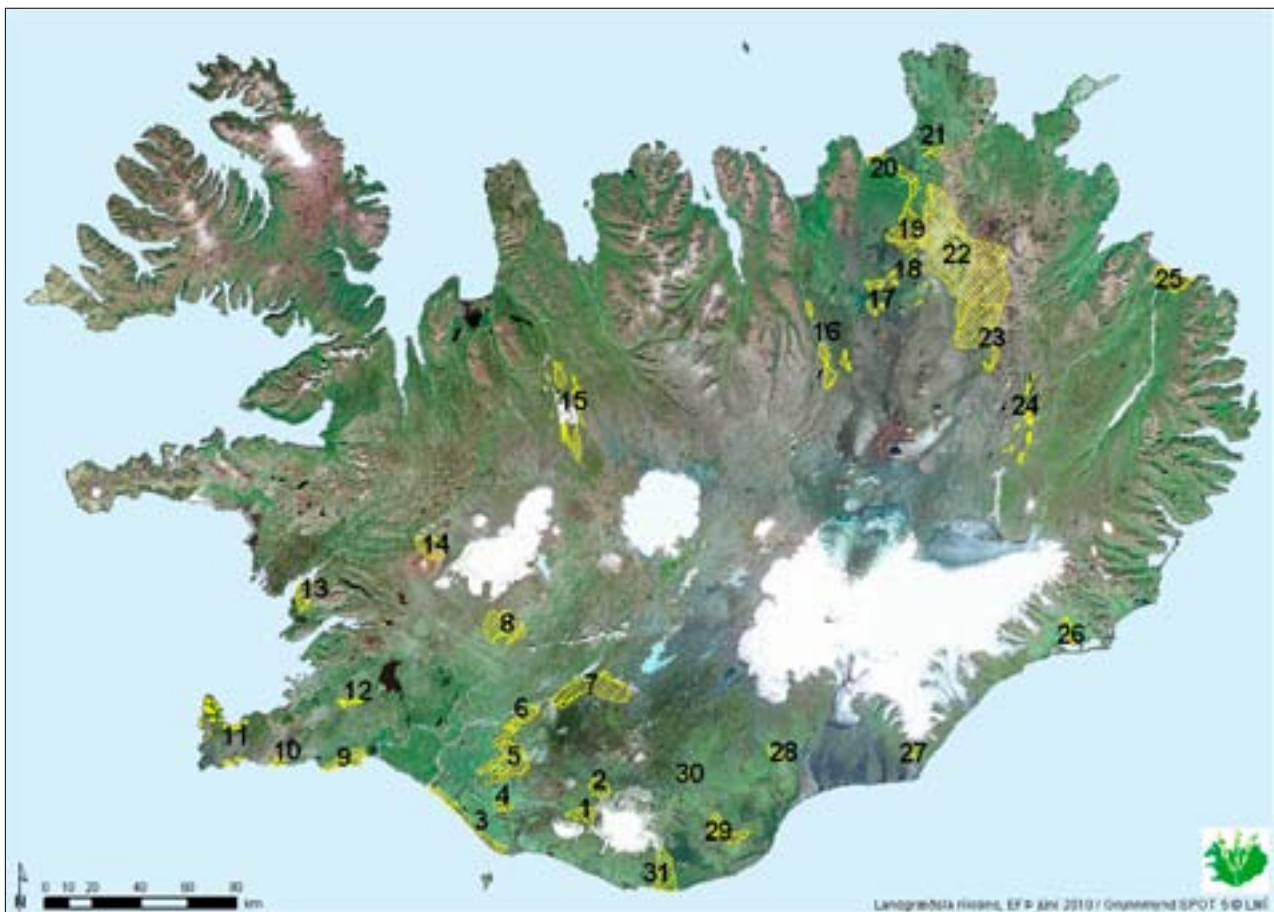
Í töflu 6.1. er yfirlit yfir öll helstu vistheimtarverkefni Landgræðslu ríkisins. Sökum mikils fjölda svæða var ákveðið að taka einvörðungu með landgræðslusvæði þar sem vistheimt svæði ná að lágmarki 1.000 hekturum. Til að ákvarða stærð vistheimtra svæða var beitt vinnureglum sem skýrðar eru hér á eftir.

Eðli málsins samkvæmt er vistheimt á landgræðslusvæðum mislangt á veg komin. Þótt svæði hafi verið skilgreint sem landgræðslusvæði geta aðgerðir verið komnar mjög skammt á veg eða landeyðing komin á það stig að aðgerðir dugi ekki til að endurheimta gróður og jarðveg. Því eru þeir hlutar landgræðslusvæða þar sem jarðvegsrof er mikið (rofflokkar 4 og 5) ekki taldir með vistheimtarsvæðum og flatarmál þeirra dregið frá heildarflatarmáli viðkomandi landgræðslusvæða (mynd 6.6). Hlutar svæða sem hafa verið græddir upp með lúpínu eru heldur ekki teknir með hér, því vegna ágengni tegundarinnar er ekki unnt að skilgreina uppgræðslu með lúpínu sem vistheimt.

Mat á jarðvegsrofi svæða byggir á vettvangsvinnu og fjarkönnunargögnum (LANDSAT) sem aflað var á fyrri hluta tíunda áratugarins,¹⁶ en stærð lúpínusvæða er að mestu leyti samkvæmt skráningum sem gerðar voru þegar lúpínu var sáð í landið, eða hún gróðursett. Í þessum aðferðum er fólgin óvissa. Gögn yfir jarðvegsrof eru nú orðin 15-20 ára gömul og því hafa óefað orðið breytingar á stærð rofinna svæða síðan. Flest bendir til þess að rofið land hafi verið að gróa upp á því tímabili sem liðið er síðan þessum gögnum var safnað og því sé stærð rofinna svæða ofmetin. Öðru máli gegnir um stærð lúpínusvæða en mjög sennilegt má telja að víða hafi lúpína breiðst yfir stærra svæði en sáð eða gróðursett var í og því sé flatarmál hennar vanmetið. Í hvorugu tilvikinu liggja fyrir betri gögn. Í töflu 6.1 er stærð svæða gefin upp í hundruðum hektara, þar eð upplausn gagna gefur ekki tilefni til nákvæmari stærðargreiningar. Taka ber fram að innan allra landgræðslusvæða eru einhver



Mynd 6.6. Landgræðslusvæði á Hafnarmelum í Borgarbyggð. Dæmi um landgræðslusvæði þar sem bæði var alvarlegt rof og aðgerðir með lúpínu. Á kortinu eru sýndar útlínur svæðisins og þau svæði afmörkuð sem ekki falla undir endurheimt, þ.e.a.s. lúpínusáningar og svæði þar sem enn er mikið jarðvegsrof (rofflokkar 4 og 5).



Mynd 6.7. Landgræðslusvæði á vegum Landgræðslu ríkisins. Svæðin eru sýnd sem skástrikaðir fletir. Númer á kortinu vísa til númera í töflu 6.1 hér að neðan.

svæði sem hafa verið gróin við upphaf aðgerða. Verndun slíkra gróðurleifa er hluti af endurheimtaraðgerðum og raunar einn aðaltilgangur landgræðslu.

Eftirfarandi vinnureglur voru notaðar við gerð töflu 6.1:

- i. Svæðum sem eru innan sömu landslagsheildar var slegið saman, enda litið á þau sem hluta af einni samhangandi landbótaaðgerð.
- ii. Eingöngu voru tekin með svæði þar sem raunveruleg endurheimt hefur orðið vegna áburðardreifingar, fræsáningar eða beitarfriðunar.
- iii. Frá heildarflatarmáli skilgreinds landgræðslusvæðis var dregið flatarmál svæða þar sem rof var mikið eða mjög mikið (rofflokkar 4 og 5) og flatarmál lúpínusvæða.
- iv. Ef flatarmál svæðis var minna en 1.000 hektara að þessum aðgerðum loknum var svæðið ekki tekið með.

Meðfylgjandi kort (mynd 6.7) sýnir legu þeirra landgræðslusvæða sem er að finna í töflu 6.1. Til frekari skýringa við töfluna ber að geta eftirfarandi atriða:

- Hektaratölur sýna heildarstærð svæða að frádregnum mikið rofnum svæðum (rofflokkar 4 og 5) og lúpínusáningum, eða lúpínugróðursetningum.
- Upphaf aðgerða miðast yfirleitt við þann tíma sem samningur um landgræðslusvæði er gerður eða fyrsta landgræðslugirðing reist. Þar sem svæðum innan sömu landslagsheildar hefur verið slegið saman er jafnan miðað við fyrstu aðgerðir á svæðunum. Upplýsingar um upphaf aðgerða á einstökum svæðum eru í ritunum *Sandgræðslan*⁶ og *Græðum Ísland – Landgræðslan 1907-1987*⁷ og í gagnagrunnum Landgræðslu ríkisins.
- Grasfræblanda er blanda af rauðvingli (60-70%), vallarsveifgrasi (20-30%) og stundum einnig rýgresi (5%). Frá þessu eru þó einhver frávik, sem ekki eru tilgreind hér. Áburðargjöf er að meðaltali um 400 kg/ha. Mest er notað af áburðarblöndu með 26% N og 6,2% P.

- Þau verkefni, sem hér eru tilgreind, spanna heila öld. Á þeim tíma hefur ýmislegt breyst í markmiðum landgræðslu, samanber yfirlit hér að framan. Allan tímanna hefur þó stöðvun jarðvegs- og gróðureyðingar verið höfuðmarkmið starfsins. Jafnframt hefur gróðurvana land verið grætt upp; fyrst einkum til að bæta og endurheimta beitolönd, en nú ekki hvað síst til að endurheimta vistkerfi og þjónustu þeirra. Hér eru þessi markmið dregin saman í orðunum; „vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs.“ Jafnframt er getið annarra markmiða, ef einhver eru.
- Í töflunni er getið helstu samstarfsaðila. Rúmsins vegna hefur þó ekki verið unnt að geta allra sem þar hafa komið að verki og eru hlutaðeigandi aðilar beðnir velvirðingar á því.

Heimildir

1. Andrés Arnalds 1988. Brautin rudd. Saga landgræðslu á Íslandi fyrir 1907. Í: (Andrés Arnalds ritstj.) *Græðum Ísland: Landgræðslan 1907-1987*. Landgræðsla ríkisins, bls. 1-9.
2. Andrés Arnalds 1988. Friðuð landgræðslusvæði. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1907-1987*. Landgræðsla ríkisins, bls. 139-155.
3. Aradóttir, A. L., B. Orradóttir, O. Arnalds & K. Svavarsdóttir 2008. Ecological succession after reclamation treatments on an eroded area in Iceland. Í: *Towards a sustainable future for European ecosystems – Providing restoration guidelines for Natura 2000 habitats and species*. Proceedings, 6th European Conference on Ecological Restoration, Ghent, Belgium, 8-12/09/2008 (CD Publication).
4. Aradóttir, Á.L. & Ó. Arnalds 2001. Ecosystem degradation and restoration of birch woodlands in Iceland. Í: (F.E. Wielgolaski ritstj.) *Nordic Mountain Birch Ecosystems*. Man and the Biosphere Series, UNESCO, Paris, and Parthenon Publishing, Carnforth, bls. 295-308.
5. Arnalds, Ó., G. Guðbergsson & J. Guðmundsson 2000. Carbon sequestration and reclamation of severely degraded soils in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 13, 87-97.
6. Arnór Sigurjónsson 1958. Í: (Andrés Arnalds ritstj.) *Sandgræðslan. Minnt 50 ára starfs Sandgræðslu Íslands*. Búnaðarfélag Íslands og Sandgræðsla ríkisins, Reykjavík, 359 bls.
7. Ása. L. Aradóttir 2009. Landgræðsla, líffræðileg fjölbreytni og náttúruvernd. *Náttúrufræðingurinn* 78, 21-28.
8. Berglind Orradóttir & Ólafur Arnalds 2009. Vatnið á sandinum. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 265-270.
9. Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon & Bjarni D. Sigurðsson 2003. Áhrif alaskalúpínu á gróðurfar. *Náttúrufræðingurinn* 71, 98-111.
10. Friðrik G. Olgeirsson 2007. *Sáðmenn sandanna. Saga landgræðslu á Íslandi 1907-2007*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, Ísland,
11. Gretarsdóttir, J., A.L. Aradóttir, V. Vandvik, E. Heegaard & H. J. B. Birks 2004. Long-term effects of reclamation treatments on plant succession in Iceland. *Restoration Ecology* 12, 268-278.
12. Gunnlaugsdóttir, E. 1985. Composition and dynamical status of heathland communities in Iceland in relation to recovery measures. *Acta Phytogeographica Suecica* 75, 1-84.
13. Ingvi Þorsteinsson (ritstj.) 1991. Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. *Fjölrit RALA nr. 151*.
14. Landgræðsla ríkisins 2008. *Auðlindir, arfleifð og lífsgæði. Stefna Landgræðslu ríkisins 2008-2020*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, 12 bls.
15. Magnússon, S. H. 1997. Restoration of eroded areas in Iceland. Í: (K.M. Urbanska, N.R. Webb & P.J. Edwards ritstj.) *Restoration Ecology and Sustainable Development*. Cambridge University Press, Cambridge, bls. 188-211.
16. Ólafur Arnalds, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 157 bls.
17. Ólafur Arnalds, Berglind Orradóttir & Brita Berglund 2009. Þróun jarðvegsþátta við uppgræðslu á Geitasandi. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 271-278.
18. Sigurður H. Magnússon & Borgþór Magnússon 1995. Uppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Mat á ástandi gróðurs sumarið 1994. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. *Fjölrit RALA nr. 180*.
19. Sigurður H. Magnússon & Kristín Svavarsdóttir 2007. Áhrif beitarfriðunar á framvindu gróðurs og jarðvegs á lítt grónu landi. *Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 49*. 67 bls.

Tafla 6.1. Helstu vistheimtarverkefni á vegum Landgræðslu ríkisins

Svæði (nr. svæðis)	Stærð ha	Upphaf aðgerða	Helstu aðgerðir	Markmið vistheimtarinnar	Samstarfsaðilar
Pórsmörk (1)	4.000	1990	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu, gróðursetning birkis og víðis	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs, endurheimt skóglendis/kjarrs	Skógrækt ríkisins, rekstraraðilar ferðaþjónustu í Pórsmörk, o.fl.
Emstrur (2)	1.900	1990	Beitarfriðun	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	
Landeyjasandur og Þykkvibær (3)	1.600	1909	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning melfræs, og grasfræblöndu	Stöðvun sandfoks á vegi og byggð, vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Siglingastofnun, sveitarfélög
Hemla og Berjanes (4)	1.900	1927	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning melfræs	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	
Gunnarsholt og grannsvæði (5)	8.100	1925	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs, gróðursetning birkis og víðis	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs, endurheimt skóglendis/kjarrs	Hekluskógar, Skógræktarfélag Rangæinga
Stóri-Klofi og nokkrar jarðir í Landsveit (6)	3.500	1922	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs, gróðursetning birkis og víðis	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs, endurheimt skóglendis/kjarrs	Hekluskógar
Árskógar (7)	6.200	1970	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs, gróðursetning birkis og víðis	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs, endurheimt skóglendis/kjarrs	Hekluskógar, Landsvirkjun, sveitarfélag
Tunguheiði, Haukadalshéiði og Gullfoss (8)	6.000	1963	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Landgræðslufélög Biskupstungna og Hrunamanna, sveitarfélag, Pokasjóður
Þorlákshöfn (9)	3.000	1935	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs	Stöðvun sandfoks á vegi og byggð, vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Vegagerðin, sveitarfélag, Uppgræðslusjóður Ölfuss
Krýsuvík (10)	1.300	1992	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Sveitarfélög o.fl.
Aðgerðasvæði á Reykjanesi (11)	2.400	1938	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Sveitarfélög, ýmsir einstaklingar
Hengill (12)	1.600	2000	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Orkuveita Reykjavíkur, sveitarfélög, o.fl.
Hafnarmelar (13)	3.900	1996	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Landgræðslufélag undir Skarðsheiði, Pokasjóður
Húsafell (14)	7.700	1988	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Landeigendur
Eyvindarstaðaheiði, Auðkúluheiði og Rugludalur (15)	4.700	1981	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Mótvægisáðgerðir vegna virkjana, vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Landsvirkjun, sveitarfélög

Tafla 6.1. Helstu vistheimtarverkefni á vegum Landgræðslu ríkisins, frh.

Svæði (nr. svæðis)	Stærð ha	Upphaf aðgerða	Helstu aðgerðir	Markmið vistheimtarinnar	Samstarfsaðilar
Hrútaatorfur, Jarlsstaðir og Stóra-Tunga (16)	3.100	1995	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Stöðvun sandfoks í vötn/ár, vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Landsvirkjun, Veiðifélag Laxár og Krákár, sveitarfélög
Reykjahlíð, Villingafjall og Dimmuborgir (17)	1.850	1942	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs, verndun náttúruminja	Sveitarfélag, landeigendur
Aðgerðasvæði austan Mývatns (18)	1.600	1957	Áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Sveitarfélag, landeigendur
Grjótháls, Þjóðgarðurinn í Jökulsárgljúfrum og Grænalág (19)	8.400	1988	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs, verndun sérstæðrar náttúru	Náttúruvernd ríkisins, Skógrækt ríkisins
Ássandur og Vatnsbæjagirðing (20)	2.000	1942	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Skógræktarfélag Norður-Þingeyinga
Aðgerðasvæði í Öxarfirði (21)	2.200	2005	Áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Landgræðslufélag Öxarfjarðar
Hólsfjöll og Hólssandur (22)	56.100	1954	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	
Víðidalur og Möðrudalur (23)	1.100	1983	Áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Landbótasjóður Norður-Héraðs, Vegagerðin
Aðgerðasvæði á Jökuldal og Jökuldalsheiði (24)	4.200	2001	Áburðargjöf, sáning grasfræblöndu í rofjaðra	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs, mótvægis-aðgerðir vegna virkjana	Landgræðslufélag Héraðsbúa, Landbótasjóður Norður-Héraðs, Pokasjóður
Húsey og Héraðssandur (25)	7.700	1972	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Landeigendur og ábúendur
Skógey (26)	2.100	1986	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs, endurheimt votlendis	Nokkrar ríkisstofnanir, sveitarfélag, landeigendur
Öræfasveit (27)	1.100	1993	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Landgræðslufélag Öræfinga
Eldhraun (28)	2.100	1992	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs, stöðvun sandfoks á vegi, verndun sérstæðrar náttúru	Vegagerðin
Ásakvíslar og Leiðvöllur (29)	4.800	1944	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Ábúendur
Búlandsheiði (30)	1.400	1976	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu	Vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Bændur, landeigendur
Mýrdalssandur (31)	2.300	1988	Beitarfriðun, áburðargjöf, sáning grasfræblöndu og melfræs	Stöðvun sandfoks á vegi, vernd og endurheimt gróðurs og jarðvegs	Vegagerðin

7 Vistheimt á vegum Skógræktar ríkisins

Pröstur Eysteinnsson, Skógrækt ríkisins

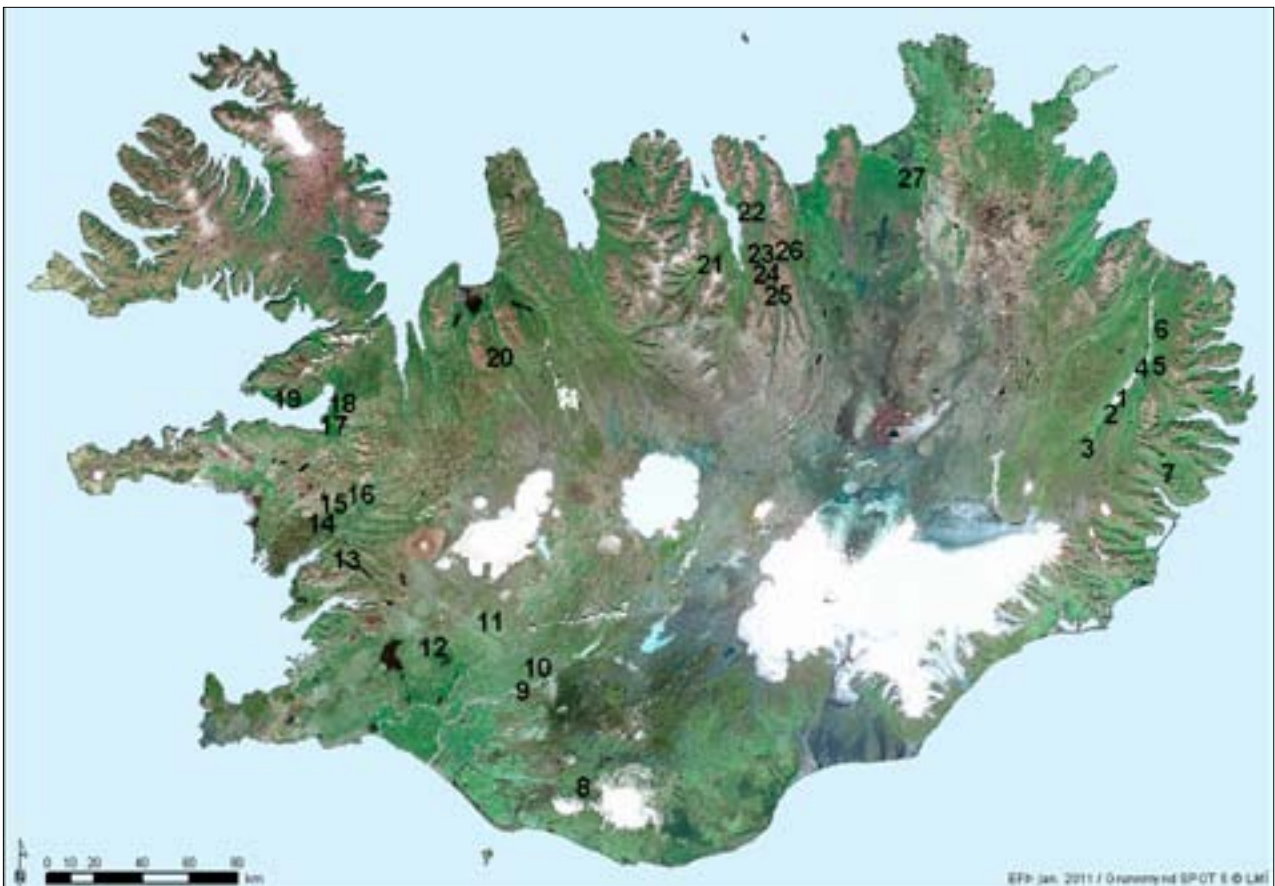
Yfirlit

Skógrækt ríkisins var með fyrstu skógræktarlögum 1907 falið það hlutverk að vernda skóga og skógarleifar og rækta nýja skóga. Allt fram til 1950 var megináhersla Skógræktar ríkisins á að friða land fyrir beit þar sem finna mátti einhverjar leifar af birki. Í sumum tilvikum var um tiltölulega miklar skógarleifar að ræða, svo sem í Hallormsstaðaskógi, Vaglaskógi og Bæjarstaðaskógi, en í öðrum tilvikum var um svæði að ræða þar sem aðeins leyndist vottur af birki í sverðinum, svo sem á Eiðum og Vöglum á Þelamörk.

Snemma voru gerðar tilraunir með beina sáningu birkis í skóglaut land og tókust þær misjafnlega. Á nokkrum stöðum eru birkireitir vaxnir upp eftir slíka sáningu, svo sem að Haukagili í Vatnsdal og Hjarðarholti í Laxárdal í Dölum, en þau dæmi eru mun fleiri þar sem sáningin skilaði litlum árangri eða mistókst gjörsamlega.

Á tímabilinu frá 1950 til 1990 lagði Skógræktin megináherslu á nýræktun skóga með gróðursetningu og þróun aðferða og tegundavals þar að lútandi. Áhersla var lögð á að nota nokkrar innfluttar trjátegundir sem uxu mun hraðar en þær innlendu og bjóða upp á möguleika á meiri og fjölbreyttari nytjum. Í sumum tilvikum felst endurheimt ákveðinna þátta skógarvistkerfa í nýskógrækt með innfluttum trjátegundum, einkum þar sem hún fer fram á rýru eða rofnu landi. Þetta á að nokkru leyti við um fuglalíf, sveppi og ákveðna hópa jarðvegsdýra.³ Það á þó síður við þar sem innfluttar trjátegundir voru gróðursettir í birkiskóg eða í framræst land.

Eftir 1990 hafa áherslur Skógræktarinnar orðið fjölbreyttari. Dregið hefur úr gróðursetningu á vegum stofnunarinnar en meiri áhersla er lögð á umhirðu og margskonar nýtingu skóga. Þá hafa stór svæði þar sem birki er til staðar verið friðuð fyrir beit og mun birkið dreifast þar út á komandi áratugum.



Mynd 7.1. Vistheimtarsvæði á vegum Skógræktar ríkisins. Númer á kortinu vísa til númera í töflu 7.1.

Tafla 7.1. Helstu vistheimtarverkefni á vegum Skógræktar ríkisins

Svæði	Stærð ha	Upphaf aðgerða	Helstu aðgerðir	Markmið vistheimtarinnar	Samstarfsaðilar
Hallormsstaðaskógur (1)	350	1905	Friðað fyrir beit	Útbreiðsla birkiskógar frá skógarleifum og nýting skógarins til viðarframleiðslu og útivistar	
Ásar og Buðlungavellir (2)	150	1979	Friðað fyrir beit, lúpína, gróðursetning	Endurheimt skógar, uppgræðsla	
Arnaldsstaðir (3)	100	1977	Friðað fyrir beit	Útbreiðsla birkiskógar frá skógarleifum	
Höfði á Völlum (4)	200	1992	Friðað fyrir beit, gróðursetning	Útbreiðsla birkiskógar frá skógarleifum, nýskógrækt, rannsóknir	
Höfðavatn (5)	6	1996	Stífla endurnýjuð	Endurheimt votlendis	
Eiðar (6)	150	1938	Friðað fyrir beit	Endurheimt birkiskógar á nánast skóglausu landi	
Jórvík í Breiðdal (7)	400	1960	Friðað fyrir beit	Endurheimt birkikjarrs og nýskógrækt	
Pórsmörk (8)	4.000	1924	Friðað fyrir beit, sprek lagt í rofabörð	Útbreiðsla birkiskógar frá skógarleifum	Landgræðslan frá 1986
Skarfanés (9)	1.300	1960	Friðað fyrir beit, gróðursetning	Stöðvun rofs, uppgræðsla, endurheimt birkiskóga	
Þjorsárdalur (10)	4.000	1960	Friðað fyrir beit, uppgræðsla, gróðursetning	Stöðvun rofs, uppgræðsla, endurheimt birkiskóga	Landgræðslan, Skógræktarfélag Íslands, ýmsir fleiri
Haukadalur (11)	850	1939	Friðað fyrir beit, lúpína, gróðursetning	Stöðvun rofs, uppgræðsla	
Laugarvatn (12)	100	1914	Friðað fyrir beit	Endurheimt birkikjarrs frá kjarrleifum	
Skorradalsgirðing (13)	2.000	2005	Friðað fyrir beit	Endurheimt birkikjarrs og nýskógrækt	Landeigendur
Ystutungugirðing (14)	3.000	1986	Friðað fyrir beit	Endurheimt birkikjarrs	Landeigendur
Sauðhússkógur (15)	110	1939	Friðað fyrir beit	Útbreiðsla birkiskógar frá skógarleifum	
Jafnaskarðsskógur (16)	150	1939	Friðað fyrir beit	Útbreiðsla birkiskógar frá skógarleifum	
Laxaborg (17)	50	1990	Friðað fyrir beit	Endurheimt náttúrugróðurs í votlendi, t.d. víðis	
Hjarðarholt (18)	2	1927	Friðað fyrir beit, sáning birkifræs	Endurheimt birkiskóga	Ábúendur á Hjarðarholti
Skógar á Fellsströnd (19)	9	1992	Friðað fyrir beit	Endurheimt birkikjarrs	
Haukagil (20)	2	1927	Friðað fyrir beit, sáning birkifræs	Endurheimt birkiskóga	Ábúendur á Haukagili
Vaglir á Þelamörk (21)	2	1936	Friðað fyrir beit	Endurheimt birkiskógar á skóglausu landi og nýskógrækt	Skógræktarfélag Eyjafjarðar

Tafla 7.1. Helstu vistheimtarverkefni á vegum Skógræktar ríkisins, frh.

Svæði	Stærð ha	Upphaf aðgerða	Helstu aðgerðir	Markmið vistheimtarinnar	Samstarfsaðilar
Mela- og Skuggabjargar-skógur (22)	363	1948	Friðað fyrir beit	Útbreiðsla birkiskógar frá skógarleifum og nýting skógarins til viðarframleiðslu	
Hálsmelar (23)	327	1946 (1989)	Friðað fyrir beit, lúpína, bein sán-ing birkis, gróðursetning	Endurheimt birkiskógar, uppgræðsla	Skógræktarfélag Fnjóskadals
Háls- og Vaglaskógur (24)	289	1909	Friðað fyrir beit	Útbreiðsla birkiskógar frá skógarleifum og nýting skógarins til viðarframleiðslu og útivistar	
Þórðarstaðaskógur (25)	431	1946	Friðað fyrir beit	Útbreiðsla birkiskógar frá skógarleifum og nýting skógarins til viðarframleiðslu	
Sigríðarstaðaskógur (26)	125	1928	Friðað fyrir beit	Útbreiðsla birkiskógar frá skógarleifum og nýting skógarins til viðarframleiðslu	
Ásbyrgi (27)	170	1928	Friðað fyrir beit	Endurheimt birkiskógar frá skógarleifum	

Helstu heimildir

1. A.F. Kofoed-Hansen 1925. *Skógræðileg lýsing Íslands*. Bókaverlun Sigfúsar Eymundssonar, Reykjavík. 103 bls. (einkum bls. 44-49).
2. A.F. Kofoed-Hansen 1934. Um stofnun skóglendis og trjágarða. *Ársrit Skógræktarfélags Íslands 1933-1934*, 10-19.
3. Elmarsdóttir, A., A. Fjellberg, G. Halldórsson, M. Ingimarsdóttir, O.K. Nielsen, P. Nygaard, E.S. Oddsdóttir & B.D. Sigurdsson 2008. Effects of afforestation on biodiversity. Í: (G. Halldórsson, E.S. Oddsdóttir & B.D. Sigurdsson ritstj.) *AFFORNORD: Effects of afforestation on ecosystems, landscape and rural development*. TemaNord 2008:562. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, bls. 37-47.
4. Gunnlaugur Kristmundsson 1958. Upphaf skipulagsbundinnar sandgræðslu. Í: (Arnór Sigurjónsson ritstj.) *Sandgræðslan. Minnt 50 ára starfs Sandgræðslu Íslands*. Búnaðarfélag Íslands og Sandgræðsla ríkisins, Reykjavík, bls. 187-249.
5. Sigurður Blöndal & Skúli Björn Gunnarsson 1999. *Íslandsskógar*. Mál og mynd, Reykjavík, 267 bls.
6. Skógrækt ríkisins á.á. Ársskýrslur skógarvarða. <http://www.skogur.is/utgafa-og-fraedsla/utgefing-efni/arsskyrslur-skogarvarda/>.
7. Ýmis óbirt gögn Skógræktar ríkisins.

8 Vistheimt á vegum Norðurlandsskóga

Bergsveinn Þórsson, Norðurlandsskógum

Yfirlit

Norðurlandsskógar hófu starfsemi árið 2000 og hafa umsjón með bændaskógrækt á Norðurlandi. Alls eru 156 jarðir með samning við Norðurlandsskóga og 8.459 hektarar eru samningsbundnir. Eitt af markmiðum verkefnisins er að endurheimta skóga á skóglausu landi og til þess eru notaðar allar þær tegundir sem talið er að geti náð hér þroska. Ef eingöngu er horft til innlendra tegunda sést að birki er um 20% af heildarfjölda gróðursettra plantna hjá Norðurlandsskógum. Gróðursettar hafa verið rúmlega tvær milljónir birkiplantna sem gætu þakið yfir 700 hektara. Plantað hefur verið yfir sjötíu þúsund reyniviðarplöntum sem eru um 0,8% af heildarplöntufjölda. Þessar plöntur hafa dreifst á flestar jarðir innan verkefnisins. Tvær jarðir hafa það að markmiði að planta eingöngu innlendum tegundum. Það eru jarðirnar Gautlönd í Mývatnssveit og Litla-Búrfell í Austur-Húnavatnssýslu og verður hér gerð nánari grein fyrir þeim.

Gautlönd í Mývatnssveit

Lýsing á svæði		
65°33'N, 17°06'V	35 ha	Um 290 m
Upphafsaðstæður		
Svæðið er um 51 km frá sjó og hallar aðeins á móti vestri. Svæðið er allvel gróið, aðallega mólendi með djúpum jarðvegi en einnig er talsvert um mela. Jarðvegi er hætt við uppblæstri.		
Markmið		
Markmið skógræktarinnar að endurheimta birkiskóg sem fellur vel að landinu. Hann mun binda kolefni, bæta vatnsbúskap og auka frjósemi jarðvegs. Auk þess mun skógurinn auka gildi svæðisins til útivistar allan ársins hring með þeirri fjölbreytni og skjóli sem skógurinn gefur.		
Aðgerðir		
Landið var friðað árið 2001. Áætluð gróðursetning 2002-2012: 65.500 plöntur af birki, 3.000 af reyniviði, 4.000 gulvíði- og 4.000 loðvíðiplöntur. Á þeim tíma greiða Norðurlandsskógar allt að 97% af kostnaði sem til fellur.		
Eftirfylgni, vöktun og árangursmat		
Fylgst er með gæðum gróðursetninga hvers árs og gerðar úttektir á lifun plantna á svæðinu nokkrum árum eftir gróðursetningu. Gert er ráð fyrir að endurkortleggja svæðið 10-15 árum eftir síðustu gróðursetningu og gera þá áætlanir um nýtingu skógarins og hugsanlega kolefnisbindingu. Auk þess getur svæðið lent inni úttektarkerfi Skógræktar ríkisins sem gerir nánari vaxtarmælingar. Þar sem skammt er síðan verkefnið hófst er takmarkað hægt að segja um árangur þess. Lifun hefur verið mæld í einum punkti og var hún 75%.		

Litla Búrfell, A-Húnavatnssýslu

Lýsing á svæði		
Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
65°32'N, 20°03'V	142 ha	140-250 m
Upphafsaðstæður		
<p>Svæðið er um 17 km frá sjó og í um 140-250 m hæð yfir sjávarmáli. Hæðin er mest í norðausturhorni svæðisins og má heita að það halli allt á móti suðvestri, niður að Svínavatni. Ofan til í landinu er jarðvegur fremur grunnur og ekki mjög frjósamur en eftir því sem nær dregur vatninu eykst frjósemin og gróskan eykst. Umhverfis bæinn eru lágir hólar en um miðbik svæðisins er stórt mýrarsvæði sem er utan skógræktarsamningsins. Þess utan er landið að mestu leyti lyng og hrísmóar. Ofan til er nokkuð um þursaskeggsmóa og misvel gróna mela. Á mörkum mýra og móa eru oftast nokkra metra breiðir grasflákar sem teygja sig sumstaðar inn í mólendið. Neðan við skurð sem sker svæðið í tvennt er stórt hríslendi sem er fremur blautt á köflum. Þegar nær kemur vatninu verður grasvöxtur meiri og einstaka víðirunnar eru byrjaðir að teygja sig til himins.</p>		
Markmið		
<p>Að endurheimta birkiskóg sem fellur vel að landinu. Hann mun binda kolefni, bæta vatnsbúskap og auka frjósemi jarðvegs. Auk þess mun skógurinn auka gildi svæðisins til útivistar allan ársins hring með þeirri fjölbreytni og skjóli sem skógurinn gefur.</p>		
Aðgerðir		
<p>Byrjað var á því að friða landið árið 2005. Á árunum 2007-2017 er gert ráð fyrir að gróðursetja 287.000 plöntur af birki og 4800 af reyniviði. Á þeim tíma er greitt fyrir allt að 97% af kostnaði sem til fellur.</p>		
Eftirfylgni, vöktun og árangursmat		
<p>Fylgst er með gæðum gróðursetninga hvers árs og gerðar eru úttektir á lifun plantna á svæðinu nokkrum árum eftir gróðursetningu. Gert er ráð fyrir að endurkortleggja svæðið 10-15 árum eftir síðustu gróðursetningu og gera þá áætlanir um nýtingu skógarins og hugsanlega kolefnisbindingu. Auk þess getur svæðið lent inn í úttektarkerfi Skógræktar ríkisins sem gerir nánari vaxtarmælingar.</p> <p>Þar sem stutt er síðan verkefnið hófst er ekki hægt að draga miklar ályktanir um árangur þess. Þó má sjá að friðunin ein og sér skilar því að mikið er að spretta upp af víðiplöntum á deiglendum svæðum og þá sérstaklega nær vatninu. Gróðursetningar virðast yfirleitt hafa gefist vel; lifun hefur verið mæld í fjórum punktum og var 84%. Bóndinn hefur sjálfur séð um gróðursetninguna og haft af henni bæði nokkrar tekjur og ánægju.</p>		

9 Vistheimt á vegum Votlendisnefndar

Hlynur Óskarsson, Votlendissetri Landbúnaðarháskóla Íslands

Yfirlit

Árið 1996 skipaði Guðmundur Bjarnason, þáverandi landbúnaðar- og umhverfisráðherra, að tilhlutan Fugla- verndarfélag Íslands, nefnd sem hafði það hlutverk að gera tilraunir með og leggja fram tillögur um hvar og hvernig mætti standa að endurheimt votlendis. Fyrsta verkefni nefndarinnar var að fylla upp í skurði í Hestmýri í Borgarfirði haustið 1996 og fylgja þeirri framkvæmd eftir með rannsóknum. Á tíu ára tímabili, 1996-2005, stóð nefndin fyrir eða tók þátt í endurheimt fimmtán votlendissvæða í öllum landshlutum. Endurheimtar voru mýrar, tjarnir og vötn með fyllingu skurða, stíflugerð og varnargörðum. Svæði þessi eru misstór, allt frá nokkurra hektara tjörnum til allvíðáttumikilla mýrarsvæða sem eru tugir hektara að stærð. Á starfstíma sínum stóð nefndin fyrir fræðslu með heimasíðu um endurheimt votlendis² og gerð upplýsingabæklings, sem sendur var víða, meðal annars á alla sveitabæi landsins. Jafnframt stóð hún fyrir fræðslufundum og fékk erlendan sérfræðing um endurheimt votlendis til landsins. Nefndin átti einnig þátt í því að framkvæmdaaðilum hefur í auknum mæli verið gert að endurheimta votlendi í stað þess sem raskað er við framkvæmdir.

Helstu verkefni og árangur þeirra

Helsti árangur af starfi nefndarinnar, auk endurheimtu svæðanna, er aukin þekking og meðvitund um mikilvægi votlendis og endurheimt þess. Á starfstíma sínum kom nefndin að endurheimt allmargra svæða (tafla 9.1).

Eins og taflan sýnir voru verkefni nefndarinnar æði breytileg, bæði svæðaval og aðgerðir, en einnig hvað varðar samstarfsaðila. Flest tókust verkefni vel en þó ber að nefna að endurheimt Hestmýrar mistókst að hluta þar sem að ofan-í-mokstur skolaðist burtu úr hluta skurðanna í miklu slagviðri haustið 1998. Einnig hefur endurheimt Dagmálatjarnar gengið brösuglega þar sem að stífla í útfalli hefur endurtekið gefið sig að hluta. Tilgangur nefndarinnar var að gera tilraunir með endurheimt og því eðlilegt að einhver hluti framkvæmdanna tækist ekki fyllilega. Í heild bar starf nefndarinnar góðan árangur og hún sýndi fram á að endurheimt votlendis er í flestum tilvikum einföld, möguleg og árangursrík.

Votlendisnefnd lauk störfum árið 2006 og gaf þá út yfirlitsskýrslu um störf sín.¹ Til að stuðla að aukinni endurheimt votlendis á Íslandi lagði nefndin til að mörkuð yrði skýr opinber stefna um verndun og endurheimt votlendis. Í því sambandi benti nefndin á eftirfarandi atriði:

- Votlendissvæðum verði ekki raskað nema brýna nauðsyn beri til.
- Mótaðar verði skýrar reglur um endurheimt votlendis.
- Endurheimt votlendis verði meiri en nemur árlegri röskun á votlendi.
- Skoðaðir verði möguleikar á að nota endurheimt votlendis sem aðgerð til að mæta skuldbindingum þjóðarinnar gagnvart Kyoto-bókuninni.
- Stjórnvöld beiti sér fyrir því að endurheimt votlendis verði einn af valkostum landeigenda hvað varðar grænar greiðslur í landbúnaði.

Heimildir

1. Arnþór Garðarsson, Borgþór Magnússon, Einar Ó. Þorleifsson, Hlynur Óskarsson, Jóhann Óli Hilmarsson, Niels Árni Lund, Sigurður Þráinsson & Trausti Baldursson 2006. *Endurheimt votlendis 1996-2006. Skýrsla Votlendisnefndar*. Ritstjóri Daníel Bergmann. Landbúnaðarráðuneytið, Reykjavík, 27 bls.
2. Votlendisnefnd á.á. Endurheimt votlendis. <http://www.rala.is/votlendi>.

Tafla 9.1. Helstu vistheimtarverkefni á vegum Votlendisnefndar

Svæði	Stærð ha	Upphaf aðgerða	Helstu aðgerðir	Markmið vistheimtarinnar	Samstarfsaðilar
Hestmýri	35	1996	Mokað ofan í skurði	Tilraunaendurheimt	RALA, NÍ, Fuglavernd
Friðland í Flóa	50	1997	Mokað ofan í skurði, fuglaskoðunarhús, gönguleiðir	Endurheimt búsvæða fyrir fugla	Fuglavernd, Sveitarfélagið Árborg, Pokasjóður,
Kolavatr í Holtum	7	1997	Ræsi sett í útfall, lokað fyrir það að öðru leyti	Endurheimt tjarnarvistkerfis	Landeigendur
Dagmálatjörn í Biskupstungum	20	1998	Ræsi sett í útfall, lokað fyrir það að öðru leyti	Endurheimt tjarnarvistkerfis	Landeigendur
Lútandavatn í Flóa	3	1999	Ræsi sett í útfall, lokað fyrir það að öðru leyti	Endurheimt búsvæða fyrir fugla	Landeigendur
Gauksmýrartjörn	10	1999	Stífla við útfall, fuglaskoðunarhús, göngustígur	Endurheimt búsvæða fyrir fugla, ferðaþjónusta	Landeigendur
Mýri að Vallanesi	4	1999	Fyllt í skurði	Endurheimt mýrarvistkerfis	Landeigendur
Líkatjörn að Staðastað	3	2001	Stífla lagfærð	Komið í veg fyrir að vatnið ræstist fram	Ábúandi
Kolviðarnesvatn Syðra	45	2001	Stífla við útfall, lagfæring á núverandi útfalli, vegir færðir	Endurheimt stöðuvatns og lífríkis þess	Landeigendur, Vegagerðin
Tvær tjarnir í landi Staðarhúsa, Borgarbyggð	10	2001	Stíflur við útföll	Endurheimt vistkerfis tjarnanna, útivist	Landeigendur, Vegagerðin
Tvær tjarnir í landi Saura, Borgarbyggð	14	2001	Stíflur við útföll	Endurheimt vistkerfis tjarnanna	Landeigendur, Sorpurðun Vesturlands
Hrolllaugsstaðabla á Héraði	100	2002	Vatni sem áður hafði verið beint frá svæðinu var aftur veitt á það	Endurheimt vistkerfis flæðingja	Landeigendur
Mýri í landi Steinsstaða í Skagafirði	22	2002	Mokað ofan í skurði	Endurheimt mýrarvistkerfis	Vegagerðin, Skógræktarfélag Íslands
Framengjar og Nautey í Mývatnssveit	87	2003	Mokað ofan í skurði, stíflur við útföll	Endurheimta fyrra vatnafar engjanna	Landeigendur, Vegagerðin, Pokasjóður, SUNN

10 Vistheimt á vegum Vegagerðarinnar

Matthildur B. Stefánsdóttir, Vegagerðin

Vistheimtarverkefnum á vegum Vegagerðarinnar má skipta í þrjá flokka; a) endurheimt votlendis, b) frágang náma og c) frágang vegfláa. Yfirlit yfir helstu vistheimtarverkefni á vegum stofnunarinnar er í töflu 10.1.

Endurheimt votlendis

Vegagerðin forðast röskun votlendis sé þess nokkur kostur. Bæði vegna þess að yfirleitt er votlendi óheppilegt vegstæði sem og vegna náttúruverndarsjónarmiða. Fyrsta skiptið sem tekið var tillit til röskunar á votlendi var vegna Borgarfjarðarveggar um Selfljót árið 1995. Í mati á umhverfisáhrifum vegna framkvæmdanna kom fram að fyrirhugaður vegur myndi liggja um svæði sem var á Náttúruuminjaskrá vegna lífríkis og votlendis. Aflagður vegarkafli á votlendissvæðinu var til mótvægis jafnaður út og fjarlægður að skilyrði þáverandi Náttúruverndar-ráðs. Flatarmál röskunar eða endurheimtar var ekki metið í þetta fyrsta skipti.

Vegagerðin færir votlendisbókhald. Hófst sú vinna á árinu 2004 og nær eins langt aftur í tíma og hægt var að rekja. Frá árinu 1996 hefur um 180 hekturum af votlendi verið raskað vegna þjóðvegaframkvæmda sem farið hafa í mat á umhverfisáhrifum. Við mótvægisáðgerðir vegna þessara framkvæmda höfðu 1. janúar 2010 verið endurheimtir um 240 hektarar af sambærilegu votlendi, hluti af þeim vegna votlendis sem vitað er að muni raskast á næstu 1-2 árum.

Vegagerðin hefur haft samráð við Umhverfisstofnun, Votlendisnefnd og Votlendissetur LbhÍ um val á landi til endurheimtar. Samkvæmt leiðbeiningum Umhverfisstofnunar,¹⁶ sem unnar voru í samvinnu við Vegagerðina, er leitast við að endurheimta votlendi á sambærilegu landi og í sama landshluta og hin raskandi framkvæmd var. Vegagerðin leitar skriflegs samþykkis Umhverfisstofnunar á endurheimtinni og skráir í votlendisbókhald stofnunarinnar. Gerð er grein fyrir fráganginum í árlegri Umhverfisskýrslu Vegagerðarinnar, sem stofnunin sendir ásamt votlendisbókhaldi sínu til Umhverfisstofnunar.

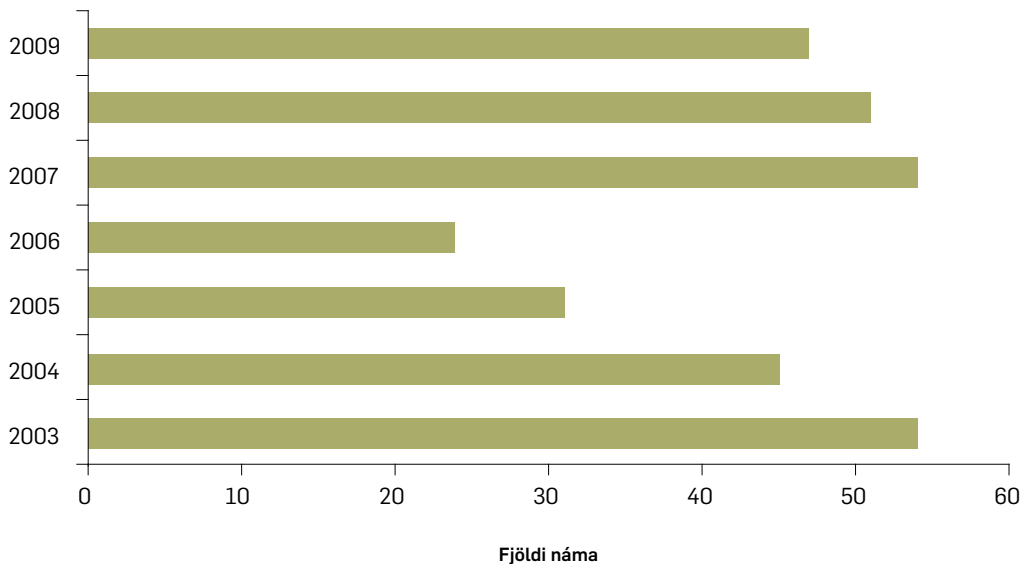
Frágangur nýrra og gamalla náma

Vegagerðin gengur jafnóðum frá námum, sem efni er tekið úr til nýbyggingar vega og ekki þarf að hafa opnar áfram vegna viðhalds. Þetta verklag er í samræmi við kröfur laga um náttúruvernd nr. 44/1999. Frágangur er samkvæmt leiðbeiningaritinu *Námur – efnistaka og frágangur*.³ Hafi sérstök tilmæli komið fram við mat á umhverfisáhrifum framkvæmdar eru gerðar viðeigandi kröfur í útboðsgögnum til verktaka. Umhverfisstofnun hefur eftirlit með efnistöku á landi og hefur Vegagerðin átt gott samstarf við stofnunina í efnistökuárum.

Vegagerðin hefur unnið markvisst að frágangi gamalla náma frá árinu 1999. Í því samhengi hefur verið miðað við að náma teljist vera gömul ef meira en helmingur heildarefnistöku úr henni var fyrir gildistöku laganna um náttúruvernd en ný náma ef efnistaka er að meirihluta tengd vegagerð á árunum eftir 1999. Mörkin þarna á milli geta verið óljós enda var þessi viðmiðun einungis sett til þess að hvetja vegagerðarmenn til dáða við frágang á eldri námum. Vorið 2000 setti stofnunin það óformlega markmið að ganga frá fimm eldri námum í hverju umdæmi árlega, eða 35 námum alls.

Árið 2003 hóf Vegagerðin síðan vinnu við áætlun um frágang gamalla náma; *Langtímaáætlun um námufrágang 2004-2018*.⁴ Í áætluninni var mörkuð sú stefna Vegagerðarinnar að frágangi gamalla náma, sem ekki eru lengur í notkun, skuli lokið á fimmtán árum og var samþykkt að vinna að því að fá sérstaka fjárveitingu af Vegáætlun í verkefnið við næstu endurskoðun Samgönguáætlunar. Ganga þyrfti frá um 60 gömlum námum á ári til að ná markmiðinu.

Fyrstu árin fékk þetta verkefni, frágangur eldri náma, ekki sérstaka fjárveitingu og varð Vegagerðin því að fjármagna þessa vinnu af öðrum fjárveitingum t.d. með viðhaldsfé. Verkefnið fékk í fyrsta skipti sérstaka fjár-



Mynd 10.1. Árlegur fjöldi efnisnáma sem gengið var frá á árunum 2003-2009.

veitingu í Samgönguáætlun á árinu 2007 og var þá gert ráð fyrir fjárveitingu á árunum 2007 - 2010 til að fjármagna kostnað. Dreigið var verulega úr fjárveitingum til frágangs gamalla náma á árinu 2009 vegna samdráttar í efnahagslífinu. Árangur verkefnisins árin 2003-2009 er sýndur á mynd 10.1.

Verklagsregla í gæðahandbók Vegagerðarinnar kveður á um það hvernig Vegagerðin eigi að standa að frágangi gamalla efnisnáma og hefur frágangur þeirra verið meðal árangursmarkmiða stofnunarinnar undanfarin ár. Áætlun um frágang er unnin árlega með hliðsjón af framangreindri langtímaáætlun. Frágangur er almennt samkvæmt leiðbeiningaritinu *Námur – efnistaka og frágangur*.² Samráð er haft við landeigendur og sveitarfélög og þegar um frágang á mjög stórum eða erfiðum námum er að ræða er einnig leitað til landslagsarkitekts um ráðgjöf. Vegagerðin leitar að lokum skriflegs samþykkis Umhverfisstofnunar á frágangi og skráir í námukerfi stofnunarinnar að frágangur námu sé staðfestur þegar vottorð berst frá Umhverfisstofnun. Gerð hefur verið grein fyrir fráganginum í árlegum Umhverfisskýrslum Vegagerðarinnar.

Framangreindar leiðbeiningar *Námur – efnistaka og frágangur*³ eru árangur af samstarfi Vegagerðarinnar og Náttúruverndar ríkisins auk annarra stofnana og ráðuneyta. Markmið leiðbeininganna var að stuðla að samræmingu vinnubragða við efnistöku og gefa á einum stað yfirlit yfir lög og reglugerðir sem tengjast efnistöku.



Mynd 10.2. Frá Steinsstöðum í Skagafirði; þar var hallamýri endurheimt árið 2002 með því að fylla ofan í eins km langan skurð. Tveimur árum seinna var skurðfarið tekið að gróa og landið að færast til fyrra horfs. Ljósmynd, Hlynur Óskarsson.

Tafla 10.1. Helstu vistheimtarverkefni á vegum Vegagerðarinnar

Svæði	Stærð ha	Upphaf aðgerða	Helstu aðgerðir	Markmið vistheimtarinnar	Samstarfsaðilar
Selfljót		1995	Aflagður vegarkafli jafnaður út og fjarlægður	Endurheimt votlendis	Náttúruverndarráð
Staðarhús, Borgarbyggð	28	2001	Útföllum lokað með jarðvegsstíflum og sett rör til að taka við umframvatni	Endurheimt votlendis	Landeigendur, Votlendisnefnd, Náttúruvernd ríkisins, Bæjarverkfræðingur Borgarbyggðar
Kolviðarnestjörn, Eyjahreppi	45	2001	Þáverandi útfalli vatnsins lokað, upprunalegt útfall opnað og lagfært, vegstæði meðfram vatninu hækkað og lagfært, gerðir tveir hólmar	Endurheimt votlendis	Landeigendur, Votlendisnefnd, Náttúruvernd ríkisins
Steinsstaðir, Skagafirði (mynd 10.2)	22	2002	Fyllt var í skurðakerfið á Steinsstaðaflóanum	Endurheimt votlendis	Skógræktarfélag Skagafjarðar, Votlendisnefnd, Rala, Náttúruvernd ríkisins
Framengjar í Mývatnssveit	38	2003	Skurðum var lokað og endurbætt eldri lokun. Brjánsnestjörn endurheimt og Krókagarðstjörn endurgerð	Endurheimt votlendis	Landeigendur, SUNN, Votlendisnefnd, Náttúruvernd ríkisins/ Umhverfisstofnun
Framengjar og Nautey í Mývatnssveit	17	2005	Skurðum var lokað og endurbætt eldri lokun. Stíflað affall úr Holtstjörn	Endurheimt votlendis	Landeigendur, SUNN, Votlendisnefnd, Umhverfisstofnun
Framengjar og Nautey í Mývatnssveit	14	2008	Skurði lokað austast í landi Litlu-Strandar	Endurheimt votlendis	Landeigendur, SUNN, LbhÍ, Umhverfisstofnun
Syðri-Hóll í Eyjafirði	3	2008	Lokun þriggja skurða við fjallsrætur	Endurheimt votlendis	Landeigendur, LbhÍ, Umhverfisstofnun
Framnes við Bjarnarfjörð á Ströndum	30	2010	Verkefnið er í undirbúningi hjá LbhÍ þegar þetta er ritað	Endurheimt votlendis	Landeigendur, LbhÍ, Umhverfisstofnun

Frágangur vegfláa

Frágangur á vegfláum er samkvæmt almennri verklýsingu fyrir vega- og brúagerð, *Alverk '95*,¹⁸ sem er nú í endurskoðun. Í *Alverki* er kafli (77.3) um sáningu og áburðardreifingu, þar sem mælt er fyrir um mismunandi fræblöndur eftir aðstæðum en ekki sérstaklega stefnt að endurheimt staðargróðurs. Hátt gras er oft til vandræða í vegköntum vegna snjósöfnunar og hefur Vegagerðin þurft að bera nokkurn kostnað af slætti vegkanta síðsumars. Rannsóknasjóður Vegagerðarinnar styrkti árin 2005-2009 verkefnið *Uppgræðsla vegfláa með innlendum úthagategundum*⁹ og í framhaldi af því verkefnið *Nýting innlendra plöntutegunda við uppgræðslu eftir jarðrask*¹⁰ með það að markmiði að nýta niðurstöður rannsókna við endurskoðun *Alverks*.

Birtar skýrslur og annað tengt efni

1. Arnþór Garðarsson, Borgþór Magnússon, Einar Ó. Þorleifsson, Hlynur Óskarsson, Jóhann Óli Hilmarsson, Niels Árni Lund, Sigurður Þráinsson & Trausti Baldursson 2006. *Endurheimt votlendis 1996-2006. Skýrsla Votlendisnefndar*. Ritstjóri Daniel Bergmann. Landbúnaðarráðuneytið, Reykjavík, 27 bls.
2. Ása L. Aradóttir, Hersir Gíslason, Skúli Guðbjarnarson, Kristín Svavarsdóttir & Hafdís Eygló Jónsdóttir 2007. Notkun svarðlags við uppgræðslu námusvæða. *Fræðaping landbúnaðarins* 4, 544-548.
3. Guðmundur Arason, Gunnar Bjarnason, Björn Stefánsson, Sigurrós Friðriksdóttir, Pétur Ingólfsson, Ragnheiður Ólafsdóttir, Hersir Gíslason, Matthildur B. Stefánsdóttir & Halldóra Hreggviðsdóttir 2002. *Námur. Efnistaka og frágangur*. Embætti veiðimálastjóra, Hafrannsóknarstofnun, Iðnaðarráðuneytið, Landgræðsla ríkisins, Landsvirkjun, Náttúruvernd ríkisins, Samband íslenskra sveitarfélaga, Siglingastofnun Íslands, Umhverfissráðuneytið, Vegagerðin og Veiðimálastofnun. <http://www.umhverfisraduneyti.is/utgefid-efni/nr/136>.
4. Gunnar Bjarnason, Hersir Gíslason & Herdís Eygló Jónsdóttir 2004. *Langtímaáætlun um námufrágang 2004–2018*. Vegagerðin, Rannsóknadeild, Reykjavík. [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Langtímaaaetlunumnamufragang2004-2018/\\$file/Namufragangssk_7jul2004.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Langtímaaaetlunumnamufragang2004-2018/$file/Namufragangssk_7jul2004.pdf).
5. Hlynur Óskarsson 1998. Framræsla votlendis á Vesturlandi. Í: (Jón S. Ólafsson ritstj.) *Íslensk votlendi, verndun og nýting*. Háskólaútgáfan, Reykjavík, bls. 121-129.
6. Hlynur Óskarsson 1999. Kolefnisbúskapur mýrajarðvegs: áhrif framræslu og gildi endurheimtar mýra til viðhalds kolefnisforða þeirra. *Líffræðirannsóknir á Íslandi*. Afmælisráðstefna Líffræðifélags Íslands í samvinnu við Líffræðistofnun Háskóla Íslands, Hótel Loftleidum, 18.-20. nóvember, bls. 60.
7. Ingólfur Ásgeir Jóhannesson 2009. Endurheimt votlendis í Framengjum og Nautey 2003-2005 (fyrirlestur).
8. Jóhannes B. Jónsson, Ása L. Aradóttir & Hersir Gíslason 2009. Samanburður á notkun svarðlags og hefðbundinna aðferða við uppgræðslu. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 476-480.
9. Jón Guðmundsson 2009. Uppgræðsla vegfláa með innlendum úthagategundum, 2008. Tilraun í vegfláa í Hrunamannahreppi. Tilraun í vegfláa við Þorlákshöfn. Framvinduskýrsla nr. 4. Verkefni styrkt af Vegagerðinni. Landbúnaðarháskóli Íslands, umhverfisdeild. <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/rannsoknarskyrslur/umhverfi/>.
10. Jón Guðmundsson 2010. Nýting innlendra plöntutegunda við uppgræðslu eftir jarðrask. Verkefni styrkt af Vegagerðinni 2010. <http://www.vegagerdin.is/um-vegagerdina/rannsoknir-og-throun/ransoknaverkefni/alm2010/?OpenView=1&Start=1&Count=150&Expand=3#3>.
11. Ragnhildur P. Magnúsdóttir, Erla Björk Örnólfsdóttir, Jón S. Ólafsson & Sigurður Már Einarsson 2008. Endurheimt Kolviðarnesvatns syðra, könnun á svifi 2003. Veiðimálastofnun, VMST/08006. 14 bls.
12. Ragnhildur P. Magnúsdóttir, Erla Björk Örnólfsdóttir, Jón S. Ólafsson & Sigurður Már Einarsson 2008. Endurheimt Kolviðarnesvatns syðra. *Fræðaping landbúnaðarins* 5, 437 - 438.
13. Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi 2005. Skýrsla um endurheimt votlendis í Framengjum og Nautey árin 2003-2005. 6 bls.
14. Sigurður Már Einarsson 2001. Endurheimt á Kolviðarnesvatni Syðra. Veiðimálastofnun, VMST-V/01012.
15. Svenja N.V. Auhage, Kristinn H. Skarphéðinsson, Guðmundur A. Guðmundsson & Borgþór Magnússon Fuglalíf á endurheimtum vötnum á Vesturlandi. Verkefni styrkt af Vegagerðinni 2009. (Óútgefin skýrsla).
16. Umhverfisstofnun 2006. Leiðbeiningar Umhverfisstofnunar um mat á röskun/endurheimt votlendis vegna vegaframkvæmda og annarra framkvæmda sem við geta átt. http://www.ust.is/media/fraedsluefni/Leidbeiningar_um_roskun_-_endurheimt_votlendis.pdf.
17. Umhverfisstofnun 2009. *Mývatn og Laxá. Tillaga að verndaráætlun*. 82 bls.
18. Vegagerðin 1995. Alverk '95. *Almenn verklýsing fyrir vega- og brúargerð*. Vegagerðin, Reykjavík, 108 bls. [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Alverk95/\\$file/Alverk%2095.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Alverk95/$file/Alverk%2095.pdf).
19. Votlendisnefnd á.á. Endurheimt votlendis. Framengjar í Mývatnssveit. <http://www.rala.is/votlendi/framengjar.htm>.

11 Vistheimt á vegum Landsvirkjunar

Hugrún Gunnarsdóttir og Hákon Aðalsteinsson, Landsvirkjun

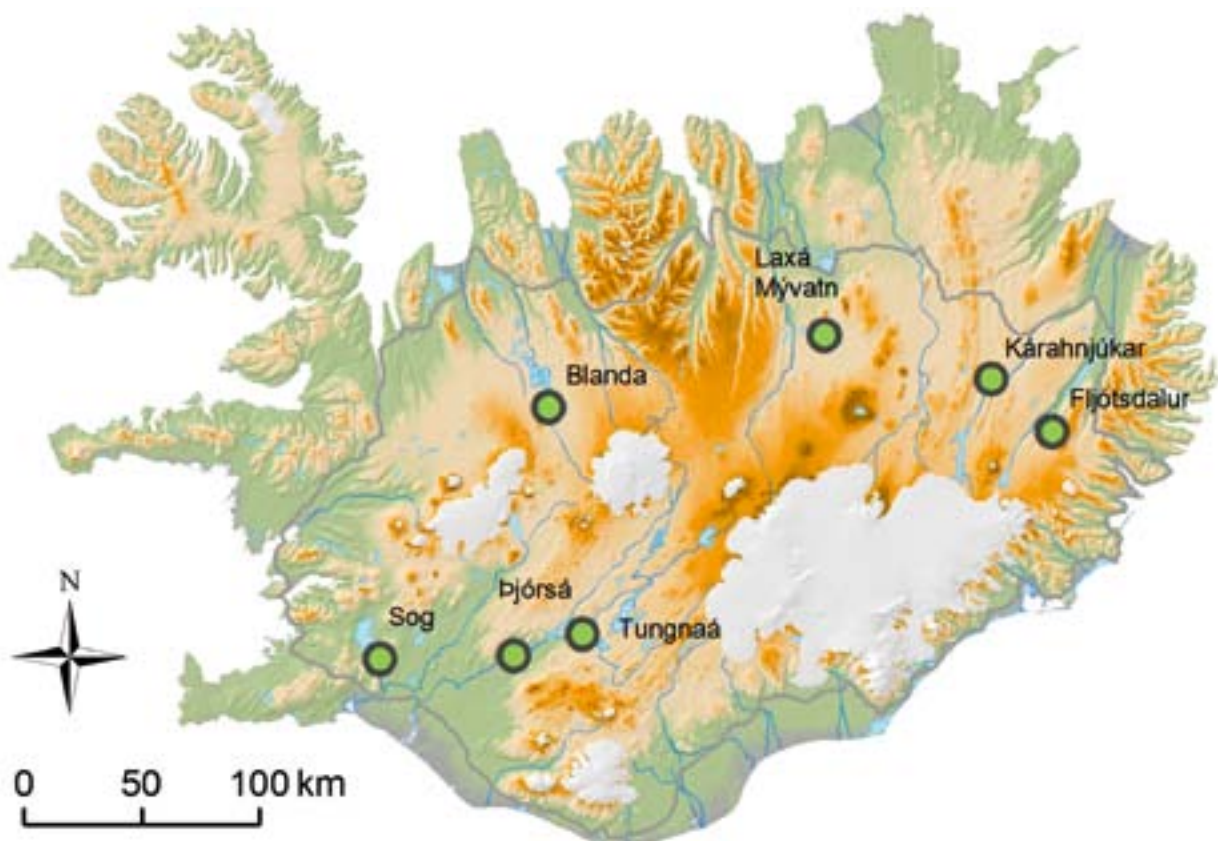
Yfirlit vistheimtar

Landsvirkjun hefur átt þátt í vistheimt um áratuga skeið. Verkefniin spanna rúmlega 40 ára tímabil, allt frá stofnun fyrirtækisins, og tengjast að mestu leyti virkjunum í Blöndu, Kárahnjúkum, Laxá, Þjórsá, Tungnaá og Sogi. Markmið með vistheimtarverkefnum hafa verið breytileg gegnum tíðina en í þeim hefur Landsvirkjun leitast við að samræma vistfræðileg og samfélagsleg markmið.

Landsvirkjun leggur áherslu á að þekkja áhrif af starfsemi sinni á umhverfi og hefur skilgreint 20 þýðingarmikla umhverfisþætti sem eru vaktaðir og markvisst er unnið að endurbótum með tilliti til þessara þátta. Landgræðsla er einn slíkra umhverfisþátta. Í landgræðsluverkefnum skal leitast við að viðhafa skipulega landgræðslu með skýrum markmiðum og gerð uppgæðsluáætlana fyrir áhrifasvæði nýrra framkvæmda og mannvirkja í heild sinni. Landsvirkjun hefur einnig skilgreint vatnsstýringu sem þýðingarmikinn umhverfisþátt. Reynt er að hámarka vatnsnýtingu í samræmi við þau mörk er sett hafa verið fyrir rekstur raforkukerfisins. Gerðar eru framleiðsluáætlanir fyrir framleiðslu stöðva bæði ár fram í tímann og vikuáætlanir til að tryggja að ekki verði óeðlilegar sveiflur á rennsli eða snöggar vatnshæðarbreytingar.

Helstu verkefni og mat á árangri þeirra

Helstu vistheimtarverkefniin eru á áhrifasvæðum núverandi aflstöðva og fyrirhugaðra mannvirkja en þau eru á Blöndusvæði, frá heiðum umhverfis Blöndu til ósa, á Mývatnssvæði frá upptökum Krákar niður Laxá í Þingeyjarsýslu, á Kárahnjúkasvæði frá Jökuldalsheiði að aurum Jökulsár á Brú og í Fljótsdal, á Þjórsár- og



Mynd 11.1. Lega vistheimtarverkefna Landsvirkjunar.

Tungnaársvæði, frá Köldukvísl að Búrfelli og á Sogssvæði frá Þingvallavatni niður Sog, sjá mynd 11.1 og töflu 11.1. Vistheimtarverkefnum er hér skipt upp eftir vistheimt landvistar annars vegar og vatnavistar hins vegar. Landvistarverkefnin eru að stærstum hluta á hálendi Íslands en vatnavistarverkefnin á láglandi. Landsvirkjun hefur látið taka saman ítarlega skýrslu þar sem lýst er helstu verkefnum fyrirtækisins sem fallið geta að skilgreiningu á vistheimt.⁴

Landvist

Allt frá árinu 1968 hefur Landsvirkjun staðið fyrir uppgræðslu og skógrækt umhverfis eða í nálægð við orkuöflunarsvæði sín.^{2,3} Markmið uppgræðsluáðgerða hafa fylgt þeim áherslum sem uppi hafa verið á hverjum tíma fyrir sig. Meginmarkmið áðgerða voru í upphafi að koma í veg fyrir jarðvegseyðingu og fólust áðgerðir aðallega í því að girða af land til að verja það fyrir búfé. Gagnvart Landsvirkjun var gerð krafa um að bæta fyrir glötuð beitarlönd eins og raunin varð á heiðum í nágrenni Blöndu og víðar. Eins og áður miðuðust áðgerðir við að stöðva jarðvegseyðingu en auk þess var lögð áhersla á ræktun graslendis á örfoka landi til beitar. Þessar áðgerðir leiddu til þess að gróðurþekja og fóðurframleiðsla landsins jókst verulega.⁵ Varanleiki graslendisins var hins vegar takmarkaður og háður stöðugri áburðargjöf.^{6,7} Um miðjan níunda áratuginn fóru áherslur að breytast, þó svo að stöðvun jarðvegseyðingar væri enn megin markmið áðgerða. Í dag er áhersla lögð á sjálfbær vistkerfi.

Það land þar sem unnið hefur verið að landgræðslu fyrir tilstilli Landsvirkjunar er í heild um 140 km² að flatarmáli. Uppgræðsluáðgerðir hafa að mestu leyti falist í áburðargjöf og sáningu grastegunda og gróðursetningu trjáplantna,³ sjá töflu 11.1. Skógræktarverkefni þar sem innlendar trjátegundir eru meginuppistaða trjáþekjunnar eru hér talin til vistheimtar.

Telja verður að umhverfislegur ávinningur af verkefnum Landsvirkjunar sé verulegur þar sem að með þeim hafi tekist að bæta vatnsbúskap, auka framleiðni vistkerfa og stöðva jarðvegs- og gróðureyðingu á stórum svæðum. Gróflega má áætla að árleg binding CO₂ á uppgræðslu- og skógræktarsvæðum sé um 20 þúsund tonn CO₂ á ári.¹ Einnig má telja að tekist hafi að einhverju leyti að varðveita og endurreisa líffræðilega fjölbreytni og auka þol vistkerfanna fyrir áföllum. Minnkandi beitarálag á hálendari svæðum og hlýnandi veðurfar hafa þó líka átt þátt í að bæta skilyrði fyrir náttúrulegan gróður. Félags- og efnahagslegur ávinningur hefur m.a. falist í auknum möguleikum til landnotkunar eins og ferðamennsku og útivist, auk þess hafa verkefnin leitt til atvinnusköpunar og bætt búsetuskilyrði á viðkomandi svæðum. Verkefnin hafa einnig skilað aukinni þekkingu vegna þeirra rannsókna sem unnar hafa verið samhliða áðgerðum og opnað aðgengi að svæðum sem áður voru lítt þekkt.

Vatnavist

Flestar vatnsaflsvirkjanir hafa einhver áhrif á vatnavist viðkomandi vatnakerfa. Með áðgerðum í rekstri stöðvanna er hægt að vega upp á móti neikvæðum áhrifum virkjana, til dæmis með því að tryggja lágmarksrennsli og draga eins og kostur er úr snöggum rennslisbreytingum. Ennfremur með því að viðhalda fiskigengd. Forsenda fyrir því að hægt sé að tala um vistheimt er að gripið sé til áðgerða til að bæta vatnavist í röskuðu vatnakerfi. Strangt til tekið eru aðeins þrjú verkefni er fallið geta að skilgreiningu á vistheimt vatnakerfa. Þau eru í fyrsta lagi endurreisn urriðastofns Þingvallavatns, en við byggingu Steingrímsstöðvar var urriðinn sviptur mikilvægum hrygningarstöðvum í útfallinu. Áðgerðir sem miðað hafa að endurreisn urriðans hafa skilað bættri viðkomu urriða í Þingvallavatni. Í öðru lagi endurheimt vatnalífs í Efra-Sogi, en við byggingu stíflu Steingrímsstöðvar varð farvegur neðan hennar að öllu jöfnu þurr. Eftir að lágmarksrennsli í farveginum var tryggt hefur smádyralíf færst í svipað horf og fyrir virkjun. Í þriðja lagi eru bætt skilyrði fyrir smádyr, urriða og lax, í Laxá er rennur úr Mývatni, sem leiðir af góðum árangri uppgræðslu við Kráká.

Rennslisjöfnun vatnsfalla í kjölfar virkjana hefur leitt til stöðugra umhverfis fyrir lífríki og dregið úr rofi vatnsfarvega. Umhverfislegur ávinningur fyrir vatnavistkerfi þeirra vatnsfalla sem Landsvirkjun nýtir til raforkuframleiðslu hefur því falist í bættum vatnsbúskap og aukinni framleiðni. Félags- og efnahagslegur ávinningur hefur falist í bættum búsetuskilyrðum og aukinni og bættri veiðinýtingu svæðanna.

Tafla 11.1. Vistheimtarverkefni á vegum Landsvirkjunar

Svæði	Stærð ha	Upphaf aðgerða	Helstu aðgerðir	Markmið vistheimtarinnar	Samstarfsaðilar
Blöndusvæði: Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði	5.000	1981	Uppgræðsla með áburðargjöf og sáningu fræs. Frætegundir: túnvingull, vallarsveifgras, beringspundur og snarrót	Að bæta fyrir það beiti-land er tapaðist undir lón Blönduvirkjunar. Miðað var að því að koma af stað gróðri sem væri að minnsta kosti sambærilegur að beitargildi og varanleik við þann sem glataðist undir lón og viðhalda honum með áburðardreifingu	Landgræðsla ríkisins
Mývatnssvæði: Laxá og Krákárbotnar	2.256	1983 (1973)	Uppgræðsla með áburðargjöf og sáningu fræs. Frætegundir: túnvingull, melgresi, vallarsveifgras, beringspundur	Markmið uppgræðslunnar var að stöðva sandburð í Laxá fyrir árið 2000. Megináhersla var lögð á að stöðva sandskrið við upptök Krákár og lækja sem í hana renna.	Landgræðsla ríkisins
Kárahnjúkasvæði: Jökuldalsheiði og Jökuldalur	4.420	2003	Uppgræðsla á örfoka landi með áburðargjöf og sáningu fræs auk uppgræðslu rofabarða og áreyra. Frætegundir: beringspundur, túnvingull, vallarsveifgras	Að græða upp land til jafns við það gróðurlendi sem fór undir lón Kárahnjúkavirkjunar með það að markmiði að sá gróður verði sem mest sjálfbær	Landbótasjóður Norður Héraðs, Landgræðsla ríkisins
Kárahnjúkasvæði: Fljótsdalur	150	2007	Uppgræðsla með áburðargjöf og sáningu fræs með áherslu á gróðurstyrkingar og rofvarnir. Frætegundir: túnvingull, vallarsveifgras, rýgresi	Uppgræðsla og landbætur vegna skerðingar og rýrnunar gróðurlendis vegna byggingar og reksturs Kárahnjúkavirkjunar	Landbótasjóður Fljótsdalshrepps
Þjórsársvæði: Búrfellssvæði	769	1968	Uppgræðsla með áburðargjöf og sáningu fræs. Frætegundir: túnvingull, vallarsveifgras, snarrót, beringspundur	Að hefta sandfok, auka beitargildi gróðurs og bæta umhverfi starfsfólks. Að græða upp land fyrir síðsumarbeið á Hafinu og draga með því úr beitarálagi á viðkvæmum afrétti	Landgræðsla ríkisins
Þjórsársvæði: Búrfell	123	1991	Plöntun trjáplantna og áburðargjöf. Trjátegundir: ilmbjörk (95%), ilmreynir, rússalærki, alaskavíðir	Að sameina aðgerðir uppgræðslu og skógræktar til að klæða rýr og illa gróin svæði skógi	Skógræktarfélag Íslands, Skógræktarfélag Árnesinga, Landgræðsluskógar
Tungnaársvæði: Hrauneyjafoss og Sigalda	1.027	1972	Uppgræðsla með áburðargjöf og sáningu fræs. Frætegund: túnvingull	Markmið uppgræðslu umhverfis Hrauneyjalón og Krókslón voru að hefta sandfok og prýða umhverfi starfsfólks við virkjanirnar	Landgræðsla ríkisins
Tungnaársvæði: Búðarháls	60	2009-	Uppgræðsla með áburðargjöf	Að endurreisa gróðurlendi innan helgunarsvæðis Búðarhálsvirkjunar til að bæta fyrir umhverfisáhrif fyrirhugaðs Sporðöldulóns	Landgræðsla ríkisins, Ásahreppur

Tafla 11.1. Vistheimtarverkefni á vegum Landsvirkjunar, frh.

Svæði	Stærð ha	Upphaf aðgerða	Helstu aðgerðir	Markmið vistheimtarinnar	Samstarfsaðilar
Sogssvæði: Þingvallavatn	8400	1991-2004	Klakfiski var safnað í Öxará haustin 1991 og 1997–2002. Sleppt var alls 132.900 urriðaseiðum í Þingvallavatn á árunum 1993-2004. Örmerkt voru 36.000 seiði. Haustið 1998 var 1200 m ³ af hrygningarmöl komið fyrir meðfram bökkum útfallsins	Að efla urriðastofn Þingvallavatns með fiskræktar- aðgerðum og bæta þannig vistfræðileg skilyrði hans til uppeldis og hrygningar í vatninu. Til að ljúka verkefninu þarf að tryggja göngu- leið urriða úr Efra-Sogi til Þingvallavatns	Veiðimálastofnun, Veiðifélag Þingvallavatns
Sogssvæði: Sog	20	1993-	Frá árinu 1993 hefur 4 m ³ /s vatni verið hleypt undir árlokur í stíflu Steingrímsstöðvar niður farveg Efra Sogs. Meira vatni er hleypt framhjá ef vatnsborð Þingvallavatns hækkar ört og nálgast hágildi rekstrar- marka	Að nýta botnflöt Efra-Sogs til að auka framleiðslugetu þess svæðis fyrir smádyr og urriðaseiði. Ákveðið hefur verið að gera ráðstafanir til þess að fiskur geti gengið á milli Þingvallavatns og Sogsins ofan virkjana	Veiðimálastofnun, Veiðifélag Þingvallavatns, Veiðifélag Árnesinga, Bláskóga- byggð

Heimildir

1. Harpa Birgisdóttir & Ragnheiður Ólafsdóttir 2009. Umhverfisskýrsla Landsvirkjunar 2008. Landsvirkjun, LV-2009/064.
2. Herdís Friðriksdóttir 2000. Uppgræðsla Landsvirkjunar 1968-1999. Þjórsár- og Tungnársvæði, Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði, Krákárbotnar. Landsvirkjun.
3. Hugrún Gunnarsdóttir 2008. Uppgræðsla og trjárækt Landsvirkjunar. Samantekt og stefna til framtíðar. Landsvirkjun, LV-2008/032.
4. Hugrún Gunnarsdóttir 2009. Vistheimt Landsvirkjunar og umhverfislegur ávinningur í kjölfar virkjana. Landsvirkjun, LV-2009/109.
5. Ingvi Þorsteinsson (ritstj.) 1991. Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. *Fjölrit RALA* nr. 151.
6. Sigmundur Einarsson, Lilja Karlsdóttir & Ólafur A. Jónsson 2004. Blönduvirkjun. Úttekt á umhverfisáhrifum. Landsvirkjun, LV-2004/099.
7. Sigurður H. Magnússon & Borgþór Magnússon 1995. Uppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Mat á ástandi gróðurs sumarið 1994. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. *Fjölrit RALA* nr. 180.

12 Vistheimt á vegum Orkuveitu Reykjavíkur

Herdís Friðriksdóttir og Gunnar Hjartarson, Orkuveitu Reykjavíkur

Hitaveita Reykjavíkur og Rafmagnsveita Reykjavíkur hafa stundað uppgræðslu og skógrækt á jörðum sínum frá miðri síðustu öld en fyrirtækin voru sameinuð í Orkuveitu Reykjavíkur (OR) árið 1999. OR leggur áherslu á það í umhverfisstefnu fyrirtækisins að vera í fararbroddi í umhverfismálum á öllum sviðum og vinna að góðri sátt um virkjanir og vinnusvæði. Framan af var einkum unnið að uppgræðslu og vistheimtarverkefnum á jörðum OR í Grafningi, einkum Nesjavöllum og Úlfljótuvatni. Frá 2004 hefur þunginn í starfseminni verið á Hengilssvæðinu (sjá töflu 12.1).

Jarðir Orkuveitu Reykjavíkur í Grafningi

Gróðurannsóknir Rannsóknastofnunar landbúnaðarins (RALA) árin 1969 og 1985 leiddu í ljós mikla gróður- og jarðvegseyðingu á Nesjavöllum og víðar í Grafningi og að friða þyrfti landið fyrir beit.^{6,7} Reykjavíkurborg var eigandi að Nesjavöllum á þessum tíma og á árunum 1974-1985 ályktaði umhverfismálaráð borgarinnar margsinnis um aðgerðir til friðunar Nesjavalla. Í mars árið 1976 samþykkti borgarstjórn að taka upp skógrækt á vegum borgarinnar í Grafningi og var litið á svæðið sem ákjósanlegt tækifæri til að veita skólafólki úr borginni sumarvinnu við uppgræðslu og skógrækt. Vorið 1989 fjölgaði skólafólki sem óskaði eftir vinnu hjá Vinnuskóla Reykjavíkur umfram áætlanir og var brugðið á það ráð að senda 200 unglinga austur á Nesjavelli í byrjun júní og hefja þar landgræðslu. Árið eftir var uppgræðslu haldið áfram en skógrækt einnig hafin á Nesjavöllum og Ölfusvatni. Þessu starfi hefur verið haldið áfram óslitið síðan, fyrst með starfslíði frá Vinnuskóla Reykjavíkur en síðar frá Garðyrkjudeild OR. Áður en farið var í landgræðsluáðgerðir var landið girt til að friða það fyrir búfjárbreit og lauk þeirri vinnu 1992.

Tafla 12.1. Yfirlit yfir helstu vistheimtarverkefni á vegum Orkuveitu Reykjavíkur

Svæði	Stærð ha	Upphaf aðgerða	Helstu aðgerðir	Markmið vistheimtarinnar	Samstarfsaðilar
Nesjavellir	230	1989	Uppgræðsla, gróðursetning á birki	Að græða upp örfoka land, hefta rof, bæta vatnsmiðlun jarðvegs, draga úr yfirborðsrennsli vatns yfir gróið land, færa svæðið í fyrra horf	Vinnuskóli Reykjavíkur
Úlfljótuvatn	233	1978	Uppgræðsla, gróðursetning á birki	Að græða upp örfoka land, hefta rof, bæta vatnsmiðlun jarðvegs, draga úr yfirborðsrennsli vatns yfir gróið land, færa svæðið í fyrra horf	Vinnuskóli Reykjavíkur
Hengilssvæði að Lyklafelli	617	2004	Uppgræðsla	Að græða upp örfoka land, hefta rof, bæta vatnsmiðlun jarðvegs, draga úr yfirborðsrennsli vatns yfir gróið land, færa svæðið í fyrra horf	Landgræðsla ríkisins
Hengilssvæði – Hellisheiði	60	2007	Uppgræðsla, mosa-dreifing, gróður-torfuflutningar	Að græða upp örfoka land, endurheimta staðargróður, bæta vatnsmiðlun jarðvegs og draga úr yfirborðsrennsli vatns yfir gróið land	Landbúnaðarháskóli Íslands

Uppgræðslan á Nesjavöllum hefur að mestu verið fólgin í dreifingu tilbúins áburðar og grasfræs á ógróið eða lítt gróið land. Sums staðar hefur einnig verið dreift lúpínu en slíkar aðgerðir teljast ekki til vistheimtar. Skógrækt hefur farið fram á grónu landi þar sem jarðvegsskilyrði eru góð. Uppgræðsluframkvæmdir OR á Nesjavöllum ná alls yfir 152 ha lands en ekki er ljóst hversu mikil útbreiðsla lúpínu er á þeim. Þessar framkvæmdir eru á svæðum með mjög mismunandi aðstæður hvað varðar jarðvegsgerð, skjól, hæð yfir sjávarmáli og snjóalög. Á árunum 1989-2001 var 35 tonnum af tilbúnum áburði og 3,5 tonnum grasfræs dreift á þessum svæðum.⁵ Ekki liggja fyrir nákvæmar upplýsingar um magn áburðar og grasfræs sem dreift var á svæðin eftir 2001. Skógrækt var stunduð á grónari svæðum á Nesjavöllum og hófst gróðursetning árið 1990. Alls hafa verið gróðursettar um 230.000 plöntur í 78 ha lands, að langmestu leyti birki.

Skipuleg landgræðsla hófst á Úlfjótavatni árið 1989. Stærstu landgræðslusvæðin eru í austurhlíðum Úlfjótavatns og í Dráttarhlíð, suður að Hagavík. Heildarstærð svæðanna er 233 ha. Á svæðunum hefur verið unnið að alhliða landgræðslu og hefur 2,7 tonnum af tilbúnum áburði og 550 kg af grasfræi verið dreift á svæðinu.

Hellisheiði

Samhliða framkvæmdum við Hellisheiðarvirkjun hefur Orkuveita Reykjavíkur staðið fyrir umtalsverðum lagfæringum á röskuðum svæðum þar; bæði þeim sem raskað var við fyrri tíma framkvæmdir en einnig svæðum sem raskast hafa vegna núverandi framkvæmda. Lögð hefur verið áhersla á að röskuð svæði séu lagfærð á þann hátt að þau falli vel inn í landslagið í kring. Endurheimt staðargróðurs er einn liðurinn í því og hafa verið reyndar nokkrar mismunandi aðferðir við frágang þar sem staðargróður gegnir lykilhlutverki. Markmið aðgerðanna er að með tímanum verði staðargróður ríkjandi á hinum endurheimtu svæðum. Aðstæður á Hellisheiði eru frábrugðnar þeim aðstæðum sem oftast er unnið með í landgræðslu. Vinnan sem þar fer fram er því ákveðið brautryðjendastarf, sem getur nýst við svipaðar aðstæður á Hengilssvæðinu, Reykjanesskaga og víðar, þar sem orkuöflun á jarðhitasvæðum á sér stað. Orkuveita Reykjavíkur leggur áherslu á að halda til haga upplýsingum um aðferðirnar og rannsaka árangur þeirra.

Frá 2007 hafa staðið yfir margvíslegar tilraunir og prófanir á endurheimt staðargróðurs víðs vegar á framkvæmdasvæðinu en markmið þeirra er að finna leiðir til þess að endurheimta landgæði og náttúrulegan staðargróður á röskuðum svæðum á sem skemmstum tíma með sem minnstum tilkostnaði. Hér að neðan er listi yfir mismunandi uppgæðsluaðferðir sem reyndar hafa verið á Hellisheiði frá 2007:

1. Handsáning með grasfræi og áburði (mynd 12.1).
2. Sprautusáning með grasfræi og áburði.
3. Sprautusáning með kjötmjöli.
4. Dreifing á kjötmjöli ásamt hrossataði og grasfræi með dreifara.
5. Dreifing á gróðursverði sem tekinn var upp og tættur með flokkunarskóflu eða með traktorstætara.
6. Dreifing á gróðursverði sem tekinn var upp með stórvirkum vélum.
7. Dreifing á mosa og mosabrotum (mynd 12.2).
8. Dreifing á fræberandi slægju, sem slegin var með sláttuorfi eða sláttutraktor.
9. Flutningur á gróðurtorfum í gömul vegstæði og raskaðar námur.
10. Frágangur á vegköntum með svarðlagstorfum (mynd 12.3).



Mynd 12.1. Uppgræðsla í Reykjafelli. Myndin til vinstri er frá 2007 en sú til hægri frá 2009. Hérna var notaður tilbúinn áburður og grasfræ sem var handdreift. Magn var ca 200-250 kg/ha af áburði og 20 kg/ha af grasfræi. Ljósmynd, Herdís Friðriksdóttir.



Mynd 12.2. Mosadreifing í Gígahnjúk. Mosi var tekinn upp á svæði sem átti að raska og honum dreift samdægurs yfir Gígahnjúk. Ljósmynd, Herdís Friðriksdóttir.

Mikilvægt er að halda utan um svo umfangsmiklar prófanir með markvissum hætti. Árangur mismunandi aðgerða hefur verið metinn með því að leggja út fasta reiti á aðgerðasvæðum þar sem fylgst er með framvindu gróðurs með gróðurmælingum. Einnig hafa verið lagðir út litlir reitir, þeir skoðaðir og teknar af þeim myndir á hverju ári.^{3,4} Til viðbótar þessu eru á svæðinu tilraunir á vegum Landbúnaðarháskóla Íslands.¹

Heimildir, birtar skýrslur og annað tengt efni

1. Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir (ritstj.) 2011. Endurheimt staðargróðurs á röskuðum hálendissvæðum. *Rit LbhÍ* nr. 29 (í prentun).
2. Gísli Gíslason og Yngvi Þór Loftsson, 1997, Landnýtingaráætlun. Jarðir Reykjavíkur í Grafningi og Ölfusi. Landmótun ehf.
3. Herdís Friðriksdóttir, 2007, Starfssemi sumarstarfsmanna Orkuveitu Reykjavíkur á Hellisheiði sumarið 2007. Orkuveita Reykjavíkur.
4. Herdís Friðriksdóttir, 2009. Starfssemi sumarstarfsmanna Orkuveitu Reykjavíkur á Hellisheiði sumarið 2008. Orkuveita Reykjavíkur.
5. Ingvi Þorsteinsson 2002, Landgræðsla á jörðum Orkuveitu Reykjavíkur í Grafningi 1989-2001. Orkuveita Reykjavíkur.
6. Ingvi Þorsteinsson, 1985, Gróður og beitarþol í landi Nesjavalla í Grafningi. Óbirt skýrsla RALA til Umhverfismálaráðs Reykjavíkurborgar.
7. RALA, 1971, *Gróðurlag og jarðakort af Grafningi í mælikvarða. 1:40 000.* Menningarsjóður kostaði útgáfuna.
8. RALA, 1990, *Gróður- og jarðakort af Grafningi í mælikvarða 1:25 000.* Hitaveita Reykjavíkur kostaði útgáfuna.



Mynd 12.3. Frágangur á vegkanti. Svarðlagið var tekið ofan af fyrirhuguðu borplani í nágrenninu og lagt strax í vegkantinn. Ári síðar (mynd lengst t.h.) hefur gróðurinn svipað yfirbragð og á aðliggjandi svæði. Ljósmyndir, Gunnar Hjartarson og Herdís Friðriksdóttir.

13 Gróður fyrir fólk í Landnámi Ingólfs

Björn Guðbrandur Jónsson, GFF

Yfirlit

Samtökin Gróður fyrir fólk í Landnámi Ingólfs (GFF) voru stofnuð 8. apríl 1997. Í lögum samtakanna segir: „Markmið samtakanna er að stöðva gróður- og jarðvegseyðingu í Landnámi Ingólfs og styrkja vistkerfi svæðisins með því að auka og bæta þar gróður. Samtökin vinna þannig að endurheimt glataðra landgæða og því að skapa vistlegra umhverfi fyrir þann stóra hluta þjóðarinnar sem á svæðinu býr.“

GFF kennir sig við Landnám Ingólfs, landsvæði sem alla jafna er kallað Suðvesturhornið, og er starfsemi samtakanna takmörkuð við það svæði. Aðferðir GFF hafa frá upphafi byggst á því að nýta lífræn úrgangsefni til uppgræðslu. Efni af því tagi falla til í miklu magni á starfssvæði GFF, ekki síst á höfuðborgarsvæðinu og næsta nágrenni. Þessi efni eru viðfangsefni sveitarfélaga og annarra opinberra aðila, einkum heilbrigðisyfirvalda, enda geta þau valdið stórfelldri mengun og óþrifum. Slegnar eru tvær flugur í einu höggi. Úrgangur verður ræktunarefni í stað þess að vera til vandræða í samfélaginu. GFF er svo jafnan vakandi fyrir að ná enn fleiri flugum í þessu sama höggi. Ein slík er tenging við æskulýðs- og menntamál. Þannig hafa samtökin komið á samstarfi við allmarga skóla, bæði á grunn- og framhaldsskólastigi, í því skyni að stunda útiskóla þar sem uppgræðsla og trjárækt eru helstu viðfangsefni.

Áhersla á lífræn úrgangsefni er einkennandi fyrir hugmynda- og aðferðafræði GFF. Hún á rætur sínar í þeirri sýn á náttúruna að þar séu efni í hringrás. Rof eða truflun á þeirri hringrás er ein höfuðástæða fyrir vistkreppunni sem hefur reynst vera fylgifyskur iðnaðarsamfélagsins. Með því að nýta lífrænan úrgang til uppgræðslu er þeim efnum sem þar er að finna komið inn í þessa hringrás og verða þar til að styrkja frjó mátt gróðurs og þar með vistkerfisins. Mjög víða í Landnámi Ingólfs veitir ekki af slíkri styrkingu eftir aldalanga hnignun landgæða.

Vegna þeirrar áherslu sem GFF leggur á lífræn úrgangsefni ákvarða þau og eiginleikar þeirra í raun hvernig gengið er til verka við uppgræðslu á vegum samtakanna og eru verkefni flokkuð eftir því hvaða efnaflokk um ræðir. Eftirtaldir úrgangsflokkar hafa komið við sögu hjá GFF:

- Hrossatað
- Garðaúrgangur, þ.e. nýslegið gras, heyfyrningar o.þ.u.l.
- Hænsnamykja
- Svínamykja
- Molta
- Kjötmjöl
- Pappír

Raunar má segja að bæði molta og kjötmjöl séu fremur afurðir en úrgangur, en hvoru tveggja er framleitt úr úrgangi.

Hér má svo bæta við nokkrum verkefnum sem GFF hefur átt frumkvæði að og falla ekki beinlínis að flokkuninni hér að ofan:

- Skil 21; framleiðsla á moltu úr lífrænum neysluúrgangi
- LAND-NÁM; útiskóli með grunn-, framhalds- og vinnuskólum um trjáplöntun
- Jarðgerð á Suðurnesjum; hæsnaskítur unnin niður á meðfærilegt form

Þessi síðastnefndu verkefni snúa með óbeinni hætti að nýtingu einstakra lífrænna úrgangsflokka við uppgræðslu. Hið endanlega markmið er þó aldrei langt undan, þ.e. hagfelld nýting lífrænna úrgangsefna í þágu gróðurs og styrkingar vistkerfa í Landnámi Ingólfs.

Helstu verkefni

Hrossatað

Frá aldamótum hefur GFF dreift 25-30 þúsund tonnum af hrossataði, aðallega á fimm meginsvæðum (tafla 13.1). Í nánast öllum tilfellum er einnig sáð grasfræblöndu, sem GFF hefur fengið frá Landgræðslunni. Þetta er blanda af fræi af rauðvingli, *Festuca rubra*, (60-70%) vallarsveifgrasi, *Poa pratensis*, (20-30%) og stundum einnig rýgresi, *Lolium sp.* (5%).

Garðaúrgangur

GFF sækist eftir að nota garðaúrgang úr þéttbýlinu til að græða upp svæði í útmörk. Stærsta verkefnið þar er uppgræðsla í Bláfjöllum en einnig nokkur smærri verkefni annars staðar (tafla 13.1). Hér er vélaraflið ekki notað nema til að flytja garðaúrganginn á uppgræðslustað, handaflið sér um afganginn, gjarna unglingar í vinnuskóla eða erlendir sjálfboðaliðar. Heildarmagn sem hefur verið dreift er um 6.000 m³.

Garðaúrgangur hefur verið notaður í margþættum tilgangi. Til dæmis hafa skíðabrekkur í Bláfjöllum verið græddar upp með þessari aðferð, því aðrar aðferðir koma þar ekki til greina vegna vatnsverndarsjónarmiða. Árangurinn hefur verið að skíðabrekkurnar verða betri til síns brúks og svæðið allt álitlegra og fýsilegra til útivistar utan skíðatímans. Greinileg aukning hefur orðið á fuglalífi, sérstaklega hafa litlir spörfuglar þrífist vel í uppgræddu umhverfi Bláfjalla. GFF hefur fylgst gjörlla með framvindunni í Bláfjöllum aðallega með myndatökum í gegnum tíðina. Einnig hefur garðaúrgangur verið notaður til uppgræðslu á vegkanti í Vífilfellshrauni ofan við Sandskeið. Á þessum stað er óvenju breiður, raskaður vegkantur sem er að mestu gróðursnaður þó sjá megi örlla á mosa á víð og dreif. Verkefnið var unnið sem tilraunaverkefni til að hafa samanburð við Bláfjallaverkefnið en vegkanturinn liggur um 250 m neðar en uppgræðslurnar í Bláfjöllum. Verkið unnu unglingar í Vinnuskóla Kópavogs, efnið kom frá Framkvæmdasviði Reykjavíkurborgar og var magn efnis um 1.000 m³. Mjög áhugavert hefur verið að fylgjast með framvindu í þessum vegkanti. Eftir fimm sumur hafði svæðið farið í gegnum „blómaskeið“ og mosinn var farinn að taka yfir. Mosinn hefur ekki verið tegundagreindur og því ekki víst að um sé að ræða sömu tegundir og þekja hraunið. Fylgst hefur verið með framvindu og hefur GFF búið til myndhefti þar sem framvindan kemur glögg fram. Minni verkefni af þessu tagi hafa einnig verið unnin að frumkvæði GFF.

Hænsna- og svínamykja

GFF hefur aldrei notað þessi efni ein og sér, heldur til að auðvelða það verkefni að finna farveg fyrir pappír til uppgræðslu. Mykjan er notuð til að bleyta upp pappírinn. GFF hefur annars vegar freistað þess að jarðgera þessar blöndur og hins vegar reynt að nota þær beint til uppgræðslu, til að spara kostnað og fyrirhöfn við jarðgerð. Hingað til hafa þrjú verkefni verið unnin á þennan hátt og fjórða verkefnið hófst í byrjun árs 2010. Öll hafa þau verið tilraunaverkefni til að þróa verklag og finna endurvinnslufarveg. GFF hefur notað gróðurvana vegkanta og aflagðar námur fyrir þessar tilraunir, því slíkir staðir eru auðveldir aðkomu og má iðulega finna skammt frá upphafsstað mykjunnar.

Annað

GFF hefur unnið með kjötmjöl sem uppgræðsluefni síðan vorið 2006, þá í samstarfi við Sorpstöð Suðurlands (tafla 13.1). Kjötmjölið hefur verið að miklu leyti notað í stað tilbúins áburðar. Heildarmagn sem hefur verið dreift er um 110 tonn.

GFF hefur notað moltu í trjáplöntunarverkefninu LAND-NÁM. Annað verkefni sem GFF hafði frumkvæði að, Skil 21, var ætlað sem moltuframléiðsla úr ýmiskonar lífrænum úrgangi frá ýmsum samstarfsaðilum, fyrirtækjum og stofnunum. Öll molta úr Skil 21 var notuð í trjáplöntunarverkefnum GFF á árunum 2001-2005 víðsvegar í Landnámi Ingólfs, alls um 300 tonn.

Skil 21

Undirbúningur hófst árið 1998 en verkefnið hófst árið 2000 í tilefni af aldamótum og því að Reykjavík var þá ein menningarborga Evrópu. Skil 21 snerist um að flokka, safna og jarðgera ýmiskonar lífrænan úrgang frá samstarfsaðilum sem voru fyrirtæki og stofnanir í mismunandi rekstri. Þarna var t.d. tekinn lífrænn úrangur úr mótuneytum Búnaðarbankans og Alcan í Straumsvík, frá eldhúsum Hótel Sögu, ávaxta- og grænmetisfyrningar frá Nýkaupum o.fl. Samstarfsaðili um framkvæmd verkefnisins var Gámaþjónustan hf. Verkefninu var hætt árið 2002.

LAND-NÁM

Verkefni um útiskóla þar sem trjáplöntun nemenda og vöktun þeirra á lifun og vexti er meginuppistaðan. Ýmis efni koma við sögu, þ.m.t. flest þau efni sem talin eru upp að ofan. Ekki síst er þó verkefnið hugsað sem þjálfun fyrir nemendur í öflun og meðferð upplýsinga úr ríki náttúrunnar. Nemendur eru undirbúnir í skólastofu fyrir ferðir og vinna síðan eftir ákveðnu kerfi, sem gerir kleift að staðsetja hverja einustu trjáplöntu. Stærðir eins og hæð og sverleiki plantna eru mældar við gróðursetningu og mælingarnar síðar endurteknar ásamt því að fjöldi greina er metinn á hverri plöntu auk skráningar á útliti hennar og ástandi. Nemendur vinna svo úr upplýsingunum til að geta gert sér grein fyrir lifun, vexti og þáttum eins og kolefnisbindingu.

LAND-NÁM hófst árið 2001 og í tengslum við það er starfræktur gagnagrunnur á netinu. Hægt er að skoða gagnagrunninn á heimasíðu GFF (www.gff.is) og bæta í hann nýjum gögnum. Samstarfsaðilar um LAND-NÁM hafa verið vinnuskólar sveitarfélaga í Landnámi Ingólfs og í seinni tíð grunnskólar á Suðurnesjum og Sel-tjarnarnesi auk Flensborgarskóla í Hafnarfirði. Í verkefninu er plantað þremur trjátegundum; birki, *Betula pubescens*, er 80% þess sem plantað er, 16% eru víðitegundir, *Salix* spp., (aðallega strandavíðir) og 4% eru reyniviður, *Sorbus aucuparia*. Allt eru þetta innlendar tegundir enda undirliggjandi markmið trjáplöntunarinnar að endurheimta glötuð vistkerfi.

Jarðgerð á Suðurnesjum

Verkefni um jarðgerð á Suðurnesjum hófst í byrjun árs 2010 eftir að hafa verið lengi í bígerð, en ekki voru nægjanlega hagstæð skilyrði til að hefja það fyrr. Verkefnið snýst um að leysa úrgangsmál hjá eggjabúinu Nesbúegg hf. á Vatnsleysuströnd og framleiða um leið ræktunarefni (moltu) fyrir þennan fremur hrjóstruga landshluta. Við sögu koma önnur efni, mold frá uppgreftri, trjáskurl og pappír (símaskrár). Molta úr verkefninu var notuð í smáum mæli strax sumarið 2010 við ýmiskonar verkefni, uppgræðslu sem og matjurtarækt enda yfirlýst markmið verkefnisins að styrkja hvers kyns ræktunarmenningu á Suðurnesjum. Samstarfsaðilar GFF eru Nesbúegg hf. og Reykjanesbær en einnig kemur fyrirtækið Já ehf. við sögu.



Mynd 13.1. Myndin til vinstri var tekin snemma sumars árið 2003 í Lágafelli skammt frá Grindavík og sýnir svæði sem tekið var til uppgræðslu. Uppgræðsla hér byrjaði sem LAND-NÁMs verkefni þar sem unglingar úr Vinnuskóla Grindavíkur plöntuðu um 2000 plöntum í júní 2003. Myndin til hægri var tekin um miðjan júlí 2009 og sýnir sama svæðið 6 árum seinna. Hér má sjá SEEDS liða gera úttekt á plöntum sem plantað var árið 2003.

Tafla 13.1. Helstu vistheimtarverkefni á vegum GFF

Svæði	Stærð ha	Upphaf aðgerða	Helstu aðgerðir	Markmið vistheimtarinnar	Samstarfsaðilar
Bolaalda við rætur Vífilsfells	5	2002	Dreifing hrossataðs	Græða upp uppblásin svæði og rofabörð, vernda lyngmóa	
Sandskeið	20	2001	Dreifing hrossataðs	Uppgræðsla ógróins lands og styrking eldri uppgræðslu	Svifflugfélag Íslands, Kópavogsbær
Krýsuvík	8	2001	Dreifing hrossataðs	Uppgræðsla uppblásins lands sunnanundan Krýsuvíkurskóla	Landsvirkjun, Hafnarfjarðarbær, o.fl.
Vatnsskarð	10	2001	Dreifing hrossataðs	Uppgræðsla gróðurvana lands	Hafnarfjarðarbær
Kleifarvatn	30	2007	Dreifing hrossataðs	Uppgræðsla á uppblásnu, nánast gróðurnauðu landi	Hafnarfjarðarbær, hestamenn í Hafnarfirði
Bláfjöll	3	2003	Dreifing garðaúrgangs	Bæta gæði skíðabrekka, auka útivistargildi lands, auka fjölbreytni lífríkis	Reykjavíkurborg, Kópavogsbær, Bláfjallanefnd
Vífilsfellshraun	0,3	2004	Dreifing garðaúrgangs	Uppgræðsla á vegkanti	Reykjavíkurborg, Kópavogsbær, Vegagerðin
Garður, Grindavík, Bolaalda		2008	Dreifing garðaúrgangs	Uppgræðsla á gömlum aflögðum námum	Viðkomandi sveitarfélög
Sandskeið	40	2006	Dreifing kjötmjols	Styrkja gróðurþekju á landi sem svifflugmenn hafa grætt upp, græða upp gróðurlítil svæði	Sorpstöð Suðurlands, Svifflugfélag Íslands
Krýsuvík	3	2006	Dreifing kjötmjols	Græða upp illa rofin svæði	Flensborgarskóli
Litla-Reykjafell í Ölfusi	10	2007	Dreifing kjötmjols	Græða upp illa rofin svæði	Orkuveita Reykjavíkur

14 Hekluskógar

Hreinn Óskarsson, Hekluskógum og Skógrækt ríkisins

Lýsing á svæði		
Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
64°05'N, 19°50'V	90.000 ha	100-600 m
Upphafsaðstæður		
<p>Starfssvæði Hekluskóga er á fremur sléttum sandbornum hraunum og vikrum sunnan, vestan og norðan eldfjallsins Heklu í Rangár- og Árnæssýslu (mynd 14.1). Þjórsár-, Tungnár- og Hekluhraun, sem öll hafa runnið á síðustu árpúsundum, móta landið og eru allflest þakin vikri, aðallega frá Heklu en þó einnig frá Kötlu og eldstöðvum á Veiðivatnasvæðinu.</p> <p>Stærstur hluti Hekluskógasvæðisins var fyrrum þakinn birkiskógi eða kjarri. Er skóganna víða getið í skriflegum heimildum og enn má víða finna þar trjálundi; til dæmis í árhólmum og klettum, auk þess sem gamlar skógartorfur eru enn víða um miðbik svæðisins. Ósjálfbær landnýting bæði hvað varðar beit og skógarhögg, kólnun í veðri á fyrri öldum og eldgos með tilheyrandi öskufalli og sandfoki ollu því að skógar eyddust og jarðvegur blés burt á mestum hluta Hekluskógasvæðisins. Því er stærstur hluti svæðisins í dag illa gróinn og sandfok algengt.¹</p> <p>Unnið hefur verið að uppgræðslu á svæðinu í rúm 100 ár, aðallega af Landgræðslu ríkisins, en einnig af fleiri aðilum, svo sem bændum á svæðinu, skógræktarfélögum, Skógrækt ríkisins og Landsvirkjun.</p>		
Markmið		
<p>Skógur er það gróðursamfélag sem þolir hvað best öskufall. Markmið Hekluskóga er að endurheimta birkiskóga og víðikjarr í nágrenni Heklu til að draga úr vikurfoki í kjölfar gjóskugosa og verja þar með lönd í nágrenni fjallsins fyrir jarðvegs-eyðingu.⁶</p>		
Aðgerðir		
2007-2030	Uppgræðsla örfoka eða illa gróinna sanda og vikra með grassáningum og/eða áburðargjöf. Gróðursetning á birki, víði og reyniviði í lundi þaðan sem skógurinn dreifist með fræi til nærliggjandi svæða. Sáning birkifræs sem og stunga víðigræðlinga hefur einnig verið nýtt við endurheimt Hekluskóga.	
Eftirfylgni og umhirða		Vöktun og árangursmat
Áburðargjöf með tilbúnum áburði eða lífrænum áburði er yfirleitt nauðsynleg í nokkur ár eftir sáningar og gróðursetningu. Beitarfriðun er mikilvæg þar sem trjágróður hefur verið gróðursettur.		Gróðursetningar, sáningar og áburðardreifing eru skráð á kortargrunn og er árangur metinn árlega. Kolefnisbinding og trjávöxtur er mældur í íslenskrri skógarúttekt og landsúttekt á kolefnisbindingu á landgræðslusvæðum. Unnið er að ýmsum rannsóknaverkefnum á svæðinu og má þar helst nefna Skóg-Vatn og Kolbjörk.

Samstarfsaðilar

Hekluskógar eru umfangsmikið verkefni og er starfssvæðið tæp 1% af flatarmáli Íslands. Fjölmarginir aðilar starfa að verkefninu. Má þar helst telja landeigendur en haustið 2010 höfðu verið gerðir samningar við rúmlega 150 aðila sem eiga eða leigja lönd á sunnanverðu svæðinu. Einnig hafa bændur unnið að uppgræðslu lands á Rangárvallafrétti. Skógræktarfélög Árnesinga og Rangæinga, Landsvirkjun, Landgræðsla ríkisins og Skógrækt ríkisins hafa styrkt verkefnið með uppgræðslu og gróðursetningu. Ýmsir hópar hafa tekið að sér uppgræðslu einstakra svæða,³ svo sem Sjálfboðaliðasamtök Íslands, Ferðaklúbburinn 4x4 og Slóðavinir, auk innlendra og erlendra hópa, sem hafa unnið að gróðursetningu og fleiri störfum (mynd 14.2). Hekla hf. hefur stutt verkefnið með því að kolefnisjafna bílafloata fyrirtækisins og alla selda Volkswagen bíla. Auk þess hefur starfsfólk Heklu komið í gróðursetningarferðir á vorin.

Framkvæmdir og ávinningur

Gróðursetning í nafni verkefnisins hófst árið 2006 með gróðursetningu í 105 birki- og víðilundi um miðbik svæðisins. Fylgst er með lifun og vexti plantna og fyrstu þrjú árin var lifun birkis 36-80%. Lægst var lifun birkis á hálfgrónu landi og þar sem gróðursett var sama sumar og grasi var sáð í vikra, en best á eldri uppgræðslusvæðum þar sem mold úr birkiskógi var látin fylgja með birkiplöntum þegar þær voru gróðursettar.⁵

Heildarfjöldi gróðursettra plantna fyrstu fimm ár verkefnisins var 1.318 þúsund birkiplöntur, 27 þúsund reyniviðarplöntur og 10 þúsund víðigræðlingar (tafla 14.1). Sé miðað við að settar hafi verið um 2000 plöntur á hvern ha lands var þá þegar búið að gróðursetja í um 675 ha í fjölda stærri og smærri trjálanda víðs vegar um Hekluskógasvæðið.

Samhliða gróðursetningarstarfinu hefur verið unnið að uppgræðslu með gras- og melsáningum sem og með dreifingu áburðar (myndir 14.3 og 14.4). Síðan verkefnið hófst hefur verið unnið á rúmum 3400 ha (tafla 14.1) og er þar aðallega um að ræða áburðardreifingu yfir eldri sáningar og illa gróið land. Í einhverjum tilfellum hefur verið farið oft en einu sinni yfir sömu svæðin, t.d. með áburðargjöf á eldri sáningar. Beinir sáningar á birki hafa verið stundaðar samhliða fræsöfnun og var haustið 2008 sáð birki í um 150 ha svæði í grennd við Hrauneyjar.

Ávinningur af Hekluskógaverkefninu er nú þegar sjáanlegur. Stór svæði hafa breyst úr eyðimörkum í grasi gróin svæði og hálfgróin svæði eru að breytast í ungskóga af birki.² Í rannsóknaverkefnum sem unnin eru á svæðinu er verið að rannsaka áhrif endurheimtar á vistkerfi þurrlandis (sjá kafla 31 og 32) og straumvatna.⁴ Þessar rannsóknir benda til þess að í framtíðinni muni fjölbreytni lífríkisins á svæðinu aukast og virkni vistkerfisins eflast. Draga mun úr sandfoki og jarðvegseyðingu með styrkingu gróðurs og gera má ráð fyrir að jafnframt aukist vatnsheldni jarðvegs, lækir taki að renna á ný í gömlum farvegum, kolefni bindist í jarðveginum og hann verði frjósamari. Lifsgæði íbúa á svæðinu munu aukast þegar sand- og vikurfok minnkar. Með skóginum aukast einnig landnýtingarmöguleikar á svæðinu, svo sem frístundabyggð og ferðapjónusta, meðal annars með aukinni aðsókn veiðimanna að svæðinu. Þegar land grær upp minnkar áfok yfir nærliggjandi svæði og ætti því gróður að dafna betur á svæðum sem liggja að Hekluskógum. Eins er líklegt að birkiskógar muni í framtíðinni dreifast víða út fyrir mörk Hekluskóga.

Tafla 14.1. Fjöldi gróðursettra plantna og stærð sáningar- og áburðardreifingarsvæða. Yfirleitt er borið oft en einu sinni á sömu svæði og því eru áburðardreifingarsvæðin stærri en sáningarsvæðin. Alls hafa um 2,5-3% svæðisins verið grædd upp síðan 2006.

Ár	Fjöldi gróðursettra plantna (þús.)			Sáning ha	Áburðardreifing		
	Birki	Reyniviður	Gulvíðir		Tegund	tonn	ha
2006	120	0	10	140	Tilbúinn áburður	150	750
2007	108	2	0	158	Tilbúinn áburður	199	995
2008	335	3	0	85	„Sprettur“ 22-7-6	210	1.200
2009	480	10	0	0	Kjötmjöl / Spr. 22-7-6	150/30	200
2010	275	12	0	5	Kjötmjöl/ Spr. 23-12	110/30	275
Alls	1.318	27	10	388		879	3.420



Mynd 14.1. Kort af Hekluskógasvæðinu.



Mynd 14.2. Ýmsir hópar hafa unnið að gróðursetningu í Hekluskóga. Íþróttafélög hafa tekið að sér gróðursetningu með ágætum árangri og á myndinni að ofan má sjá knattspyrnumenn frá Selfossi gróðursetja í Vaðfit. Hekla er í baksýn. Ljósmynd, Hreinn Óskarsson.



Mynd 14.3. Eitt af þeim verkefnum sem unnið er að í Hekluskógum er að hraða útbreiðslu gamalla birkiskóga. Hér er verið að bera á blásinn mel við jaðar Búrfellsskógar til að bæta skilyrði fyrir landnám birkiplantna. Ljósmynd, Hreinn Óskarsson.

Heimildir

1. Elín Fjóra Þórarinsdóttir 2010. Landscape scale measurements of wind erosion of volcanic materials in the Hekla area. M.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Umhverfiseild, 129 bls.
2. Friðþór Sófus Sigurmundsson 2008. Breytingar á þekju kjarrs og birkiskóga í nágrenni Heklubæja 1987-2008. B.S. ritgerð, Háskóli Íslands, Land- og ferðamálafræðiskor, 48 bls.
3. Hekluskógar á.á. <http://www.hekluskogar.is/frettir.htm>.
4. Helena Marta Stefánsdóttir, Karólína Einarsdóttir, Berglind Orradóttir & o.fl. 2008. Skógvatn – Kynning á rannsóknaverkefni um áhrif skógræktar og landgræðslu á vatnavistkerfi. *Fræðaging landbúnaðarins* 5, 515-519.
5. Páll Sigurðsson 2010. [Lifun og vöxtur birkis í tilraunalundum á Hekluskógasvæðinu. Niðurstöður eftir 3 ár]. Specialist – Ingeneur lokaverkefni. Tækniháskólinn í Arkangelsk, Skógfræðideild (á rússnesku).
6. Samráðsnefnd um Hekluskóga 2005. Hekluskógar. Endurheimt skóglenda í nágrenni Heklu. Forsendur og leiðir. <http://www.hekluskogar.is/ritadefni.htm>.



Mynd 14.4. Grassáningar austan og sunnan Reykholts í Þjórsárdal. Þarna var sáð í þurra og lausa vikra árin 2006 og 2007 og borið aftur á vorið 2008. Ljósmynd, Hreinn Óskarsson.

15 Þórsmörk og Goðaland

Hreinn Óskarsson^{a)}, Guðjón Magnússon^{b)} og Guðmundur Halldórsson^{b)}

^{a)}Skógrækt ríkisins, ^{b)}Landgræðslu ríkisins

Lýsing á svæði

Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
63°40'N, 19°30'V	4.000 ha	200-500 m

Upphafsaðstæður

Þórsmörk og Goðaland hafa um árþúsund verið vaxin birkiskógi og skógur hélst þar lengur en víða annarsstaðar. Nokkrar ástæður eru fyrir því, t.d. einangrun svæðisins, snjóþyngsli sem hlífðu trjám við vetrararbeit og að nýtanlegir birkiskógar uxu lengi á aðliggjandi svæðum við Þórsmörk, s.s. í Þórólfsfelli og á Langanesi. Á seinni öldum gekk þó mjög á skóginn og í upphafi 19. aldar var svo komið að jarðvegseyðing ógnaði Þórsmörk, Goðalandi og nálægum afréttum. Eftir stóðu uppbitnar skógar-torfur með lágvöxnu kjarri. Með samstilltu skógverndarátaki bænda tókst að stöðva þá þróun og skógurinn óx upp að nýju. Í úttekkt Einar Helgasonar frá 1898 voru hæstu tré Þórsmörkur tæpir 5 m og mest af skóginum kjar. Aftur seig þó á ógæfu-hliðina. Árið 1908 fóru Einar E. Sæmundsen, síðar skógarvörður á Suðurlandi, og Árni Einarsson, bóndi í Múlakoti, í skoðunar-ferð um Þórsmörk. Niðurstaða þeirra var að skógurinn væri í bráðri hættu. Jafnframt því sem skógurinn hvarf blés land upp og gróður og jarðvegur eyddist af stórum svæðum. Þegar verndunar- og endurheimtaraðgerðir hófust voru því aðeins eftir hverf-andi leifar af því forna vistkerfi sem áður ríkti á Þórsmörk og Goðalandi.

Markmið

Endurheimt gróðurs og jarðvegs. Endurheimt birkiskóga.

Aðgerðir

Árið 1919 var gerður samningur við bændur í Fljótshlíð um að Skógrækt ríkisins tæki að sér friðun Þórsmörkurskóga og að þeir afsöluðu sér beitarrétti á svæðinu. Árin 1923-25 voru reistar varnargirðingar í kring um Þórsmörk og Goðaland. Árið 1927 tók-ust samningar við Breiðabólstaðarkirkju um friðun Goðalands og var Skógrækt ríkisins falin umsjón með skógum svæðisins. Var vetrararbeit alfarið hætt um það leyti. Í kjölfar beitarfriðunarinnar fóru skógar að spretta upp af rót og sá sér út yfir skóg-laus svæði, ásamt því að annar gróður tók við sér. Þrátt fyrir að þessi friðun hafi reynst vera ófullkomin og einhverjir tugir fjár hafi verið á beit innan girðingar á sumrin, varð hún til þess að skógar breiddust út (mynd 15.1) og mjög dró úr jarðvegseyðingu. Árin 1986 og 1988 gerði Landgræðsla ríkisins samninga við bændur undir Vestur-Eyjafjöllum, fyrst um takmörkun á beit og síðar árið 1990 um tímabundna beitarfriðun á Þórsmörkursvæðinu. Reisti Landgræðslan girðingu frá Gígjökli út í Markarfljót og hætti þá sauðfjárbreit á svæðinu. Skyldi samkomulagið standa í a.m.k. 10 ár. Í kjölfar þess hófst samstarf um uppgræðslu svæðisins. Eftir 1990 var settur aukinn kraftur í áburðargjöf, gróðursetningu og endurheimt gróðurs í Þórsmörk og á Goða-landi. Var þar um að ræða samvinnuverkefni landeigenda, Skógræktar ríkisins, Landgræðslu ríkisins, ferðaþjónustuaðila á svæðinu, auk ýmissa samtaka (mynd 15.2).

Eftirfylgni og umhirða

Varnargirðingum á svæðinu viðhaldið og dregið mjög úr sauðfjárbreit. Borið var á uppgræðslusvæði, birki, víðir og reyniviður gróðursett. Lítið eitt var gróðursett af erlendum trjátegunum á svæðinu fram á miðja 20. öld. Einnig var lúpínu dreift á afmarkaða bletti í kringum 1980-90. Gróður-setning og sáningu erlendra tegunda á svæðinu var hætt fyrir um 20 árum.

Vöktun og árangursmat

Reglubundin vöktun og formlegt árangursmat fór ekki fram fyrstu áratugina. Fylgst er með skógum á svæðinu í skógar-úttekkt Skógræktar ríkisins og hefur verið fylgst með útbreiðslu birkiskóga á svæðinu í úttekktum allt frá 1972. Endurkortlag-ning birkiskóga er hafin á Rannsóknarstöð Skógræktar ríkisins á Mógilsá og lýkur henni árið 2014. Fylgst hefur verið með svæðinu frá upphafi og framvindu skóga lýst reglulega í máli og myndum.

Mat á árangri verkefnis

Höfuðmarkmið verkefnisins var að vernda jarðveg og birkiskóga og annan gróður á svæðinu og hefur það tekist. Jafnframt hefur fyrra vistkerfi verið endurheimt að miklu leyti og nú er fjölbreyttur gróður og fuglalíf á svæðinu. Skógar Þórsmörkur fengu yfir sig vikur í Heklugosinu 1947 sem og í eldgosinu í Eyjafjallajökli árið 2010 (mynd 15.3). Skógarnir virtust koma vel undan öskufallinu árið 2010; öskufok var ekki til vandræða innan skóganna, en utan þeirra fauk aska oft og iðulega í kjölfar gossins með tilheyrandi gróðurskemmdum. Með markvissri fræðslu, uppbyggingu gönguleiða og ferðamannaaðstöðu á svæðinu hefur að mestu tekist að hindra spjöll á lífríki og náttúruminjum í Þórsmörk.



Mynd 15.1. Húsadal foldsir: Birki hefur sáð sér út frá gömlu birkitorfunum, sér í lagi þar sem land hefur verið grætt upp með grasafraei og áburðargjöf. Enn má sjá leifar af hrísi sem lagt var í rofabörðin til að hefta uppblástur fyrir 60-80 árum síðan. Ljósmynd, Hreinn Óskarsson.

Heimildir

1. Andrés Arnalds 1990. Friðun Þórsmerkursvæðisins. *Ársrit Skógræktarfélagis Íslands* 1990, 89-98.
2. Einar Helgason 1898. Um skógana. *Ísland*, 32. tbl., 10. ágúst, bls.1.
3. Hákon Bjarnason 1968. Vandamálin í Þórsmörk. *Þjóðviljinn*, 6. september 1968. bls. 6.
4. Sigurður Blöndal & Skúli Björn Gunnarsson 1999. *Íslandsskógar*. Mál og mynd, Reykjavík, 267 bls.
5. Skógrækt ríkisins á.á. Ársskýrslur skógarvarða á Suðurlandi frá 1918-2007. <http://www.skogur.is/utgafa-og-fraedsla/utgefing-efni/arsskyrslur-skogarvarda/sudurland/>.
6. Valtýr Stefánsson 1939. Hinn lífseigi birkiskógur. Einar E. Sæmundsen segir frá 30 ára skógræktarstarfi. *Morgunblaðið* 5. mars 1939. bls. 5-6.
7. Þórður Tómasson 1996. *Þórsmörk*. Land og saga. Mál og menning, Reykjavík, 304 bls.



Mynd 15.2. Félagar úr Ferðaklúbbnum 4x4 gróðursetja birki á Þórsmerkurrana í júní 2006. Ferðaklúbburinn 4x4 er einn af fjölmörgum áhugamannahópum sem hafa unnið að uppgræðslu í Þórsmörk. Ljósmynd, Guðjón Magnússon.



Mynd 15.3. Úr Húsadal eftir Eyjafjallajökulgosið. Til vinstri: Aska hlóðst á tré í Húsadal í eldgosinu í Eyjafjallajökli líkt og blautur snjór. Örfáum dögum síðar voru trén orðin laufguð og askan komin niður á skógarbotninn. Rétt er að benda að þetta er litmynd. Til hægri: Smáplöntur af birki spruttu sem aldrei fyrr upp úr Eyjafjallajökulsöskunni sumarið 2010. Ljósmyndir, Hreinn Óskarsson.

16 Dimmuborgir við Mývatn

Stefán Skaftason, Guðjón Magnússon og Guðmundur Halldórsson, Landgræðslu ríkisins

Lýsing á svæði

Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
65°35'N, 16°54'V	421 ha	Um 300 m

Upphafsaðstæður

Dimmuborgir urðu til í miklu eldgosi í Prengsla- og Lúdentsborgum fyrir um 2200 árum. Við landnám hefur verið samfelldur gróður frá Dimmuborgum og suður undir Vatnajökul. Gjósbugos í Vatnajökli 1477 olli miklum spjöllum og gróðureyðingu í Ódáðahrauni og áfoksgeirar tóku að myndast. Í byrjun 18. aldar virðist hluti foktungunnar hafa verið kominn niður undir bakka Mývatns og ein foktungan stefndi beint á Dimmuborgir. Um 1940 var svo komið að Borgirnar voru að fyllast af foksandi og var hluti þeirra þá þegar kominn á kaf.

Aðrir álagspættir hafa verið að koma fram á síðustu árum samhliða fjölþættari landnýtingarþörfum. Meðal þeirra eru áhrif umferðar, svo sem traðks af völdum ferðamanna. Um 200 þúsund gestir sækja nú þetta náttúruundur heim á ári hverju (mynd 16.1). Þessum mikla fjölda fylgja ný vandamál sem leysa þarf til að koma í veg fyrir spjöll á viðkvæmri náttúru Borganna.

Markmið

Að vernda náttúruminjar fyrir spjöllum af völdum ágangs sands, auðvelda aðgengi ferðamanna og koma í veg fyrir landsspjöll af þeirra völdum.

Aðgerðir

Helstu aðgerðir hafa verið hleðsla varnargarða, friðun fyrir beit og sáning melgresis til að stöðva sandágang (mynd 16.2). Bændur á Geiteyjarströnd og Kálfaströnd, sem áttu landið, gáfu það Sandgræðslu Íslands, nú Landgræðslu ríkisins, til eignar og umráða árið 1942. Sama ár var girt 420 hektara svæði í Borgunum til að friða þær fyrir beit. Langir grjóttgarðar voru hlaðnir til að draga úr sandskriði í suðurhluta landgræðslugirðingarinnar og veita melsáningum skjól. Friðaða landgræðslusvæðið náði þó aðeins stutt suður í sandleiðina og þegar frá leið varð sandurinn sem barst með suðlægum áttum meiri en melgresið gat hamið til lengdar. Nýtt átak í verndun Borganna hófst upp úr 1990, með umfangsmikilli dreifingu heys og áburðar. Sandurinn sem var laus innan Borganna var heftur, m.a. aðstoð sjálfboðaliða og bænda í Mývatnssveit. Góð samvinna tókst einnig við eigendur Kálfastrandar og Garðs, sem eiga land á sandleiðinni sunnan Dimmuborga, um mikla stækkun varnarbeltisins (mynd 16.3). Árið 1994 veittu sparisjóðirnir styrk til uppgræðslu og endurbóta á göngustígum í Dimmuborgum.

Eftirfylgni og umhirða

Girðingunni hefur verið viðhaldið. Svolítið var gróðursett af skógarfuru á svæðinu, en mest af henni síðar fjarlægð. Borið hefur verið á uppgræðslusvæðin til að styrkja gróður. Víðir og birki hefur verið gróðursett syðst á svæðinu.

Vöktun og árangursmat

Reglubundin vöktun og formlegt árangursmat hafa ekki farið fram. Hins vegar hefur verið fylgst með svæðinu í gegnum árin.



Mynd 16.1. Ferðamannahópur á göngu í Dimmuborgum sumarið 2009. Um 200 þúsund gestir heimsækja Borgirnar árlega. Ljósmynd, Stefán Skaftason.

Mat á árangri verkefnis

Höfuðmarkmið verkefnisins var að vernda Borgirnar fyrir sandágangi og hefur það tekist. Jafnframt hefur fyrra vistkerfi verið endurheimt og nú er fjölbreyttur gróður á svæðinu (mynd 16.4.). Með markvissri fræðslu, uppbyggingu göngustíga og ferðamannaáðstöðu á svæðinu hefur að mestu tekist að hindra spjöll á lífríki og náttúruminjum í Dimmuborgum.

Heimildir

1. Andrés Arnalds & Stefán Skaftason 2004. Dimmuborgir og hin fjölpættu verndunarmarkmið nútímans. *Fræðsla-þing landbúnaðarins* 2004, 217-219.
2. Ólafur Arnalds 1992. Sandleiðir á Norðausturlandi. *Græðum Ísland. Landgræðslan 1991-1992. Árbók IV.* Landgræðsla ríkisins, bls. 145-150.
3. Ólafur Arnalds 1992. Jarðvegsleifar í Ódáðahrauni. *Græðum Ísland. Landgræðslan 1991-1992. Árbók IV.* Landgræðsla ríkisins, bls. 159-164.
4. Sigurður Þórarinnsson 1976. Gjóskulög og gamlar rústir. *Árbók Hins íslenska fornleifafélags* 1976, 5-38.



Mynd 16.2. Tveir starfsmenn Landgræðslu ríkisins í sjö ára gamalli melsáningu suður af Kirkjunni í Dimmuborgum sumarið 2000. Þarna var áður sandskafl sem þakinn var með heyi sumarið 1993 og melfræi sáð undir og í heyið. Síðan var borið á svæðið í 2-3 ár. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.

Mynd 16.3. Uppgræðsla í Garðsbruna, suðvestan Dimmuborga. Tilgangur uppgræðslunnar er að stöðva sandskrið inn í Dimmuborgir. Ljósmynd, Stefán Skaftason.



Mynd 16.4. Dimmuborgir, seint í september 2004. Í Dimmuborgum eru nú fjölbreytt gróðursamfélög. Þetta er árangur áratuga verndunar- og endurheimtarstarfs. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.

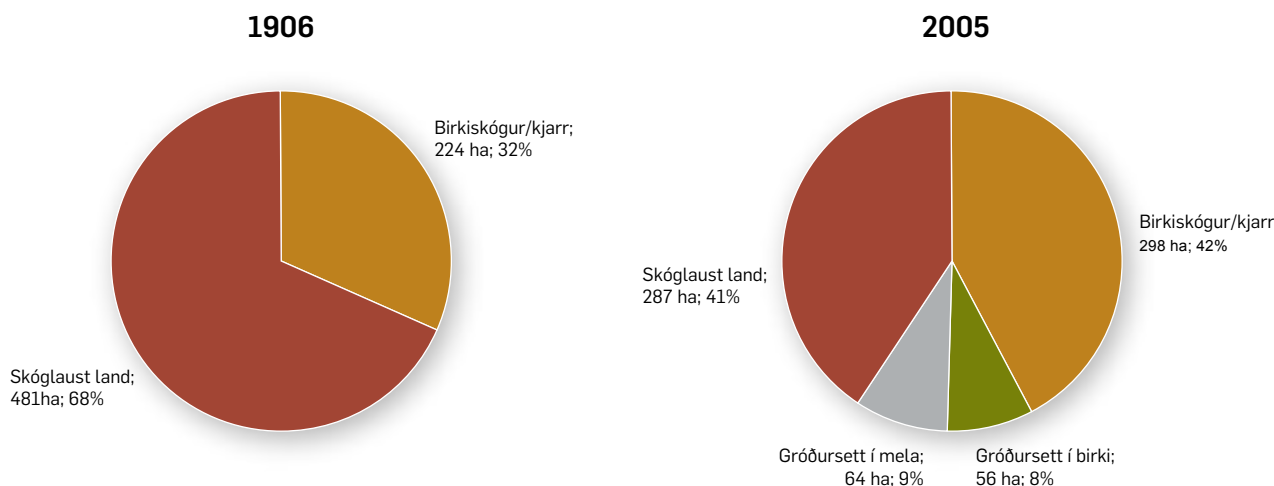
17 Vaglaskógur og Hálsmelar

Pröstur Eysteinnsson, Skógrækt ríkisins

Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
65°43'N, 17°54'V	705 ha	90-300 m
Upphafsaðstæður		
<p>Vaglaskógur er í neðanverðum austurhlíðum Fnjóskadals og er stærstur hluti hans í litlum halla mót vestri. Undirlag er að mestu vatnaset, þ.e. sandur og möl, sem leysingavatn bar með sér úr fjallshlíðum niður í stöðuvatn er fyllti Fnjóskadal á síðjökultíma. Hálsmelar eru að mestu tiltölulega flatir. Þeir eru gamlar áreyrar sem mynduðust þar sem jökulá úr Ljósavatns-skarði rann út í stöðuvatnið í Fnjóskadal.</p> <p>Þorvaldur Thoroddsen tiltekur í ferðabók sinni að bóndinn á Vöglum hafi gert allt til að eyða skógi, í þeim tilgangi að bæta og stækka beitiland.⁶ Skógurinn var því mjög illa farinn og gjöreyddur á stórum svæðum um aldamótin 1900. Vaglaskógur var engu að síður meðal stærstu skógarleifa landsins, en þó ekki talinn standa undir nafni sem skógur. Árið 1906 var hann flokkaður sem kjarr (d: krat) af A. F. Kofoed-Hansen, en þá var stór hluti Hallormsstaðaskógar flokkaður sem skógur þótt hæstu tré væru yfirleitt ekki nema 8 m há.⁵ Á stöku stað voru melakollar í skóginum en að mestu var svæðið gróið og fremur lítið rof í gangi annað en vatnsrof við læki og bakka Fnjóskár. Fyrir friðun var skógurinn í afturför og mikið höggvinn auk þess sem hann var nýttur til vetrarþéttar sauðfjár.</p> <p>Fyrir friðun voru Hálsmelar að u.þ.b. hálfu uppblásnir en hinn helmingurinn samanstóð af tveimur allstórum mólendissvæðum umkringdum rofabörðum. Heimildir eru um að skógur hafi þakið Hálsmela á fyrri hluta 18. aldar en að Jón Þorgrímsson, prestur á Hálsi um miðja 18. öld, hafi látið höggva skóginn ótæpilega og uppblástur hafi fylgt í kjölfarið.³ Móarnir voru fjalldrapa- og bláberjalýngsmóar og eru það enn að mestu.</p>		
Markmið		
Að friða og vernda skóginn samfara sjálfbærum viðarnytjum, auka stærð trjána og útbreiðslu skógarins; græða upp Hálsmela til skógar.		
Aðgerðir		
Háls- og Vaglaskógur var friðaður árið 1909 með 378 ha girðingu. Meðferð skógarins breyttist þannig að skógarhögg var eftir þetta stundað með stakfellingu en ekki rjóðurfellingu. Hálsmelar voru friðaðir í tveimur áföngum. Árið 1946 var girt út að þáverandi þjóðvegi á Hálsmelum og 100 ha svæði friðað, að mestu rofið land, enginn skógur. Ný girðing var reist árið 1989 þegar girt var út að núverandi þjóðvegi nr. 1. Þar með voru allir Hálsmelar friðaðir, 227 ha svæði, að stærstum hluta rofið land. Á Hálsmelum voru gerðar tilraunir með grassáningu og beina sáningu birkis um miðja öldina en þær skiluðu litlum, sýnilegum árangri. Birki hefur verið gróðursett í mela. Hins vegar voru lúpína, lerki og bergfura einnig gróðursett í gróðurlitla mela á nokkrum stöðum.		
Eftirfylgni og umhirða	Vöktun og árangursmat	
Vaglaskógur hefur verið nytjaður til viðurframleiðslu með stakfellingu síðan 1909. Á Hálsmelum hefur eingöngu verið gróðursett í svæði sem ekki gréru upp til skógar þrátt fyrir friðun til margra ára og sáningar.	Vaglaskógur var fyrst mældur 1906. Reitakort vegna gróðursetningar, voru gerð á árunum 1960-1980. Allt svæðið var kortlagt og greint m.t.t. skógar og annars gróðurs á árunum 1995 og 1996 og endurskoðað 2005. Auk þess var skógurinn tekinn út í birkiskógakönnunum 1973 og aftur um 1990.	

Mat á árangri verkefnis

Vaglaskógur hefur verið nytjaður til viðurframleiðslu með stakfellingu síðan 1909 með þeim árangri að hann er nú jafnari og talsvert hávaxnari en hann var þá. Jafnframt er hann hæfilega opinn þannig að fjölbreyttur undirgróður og talsverður gulvíðir vex undir birkinu auk þess sem birkið endurnýjar sig jafnóðum með teinungi upp af stubbum felldra trjáa. Skógurinn hefur alloft orðið fyrir verulegum maðkskemmdum (aflaufgun vegna fiðrildalirfa) og snjóbroti. Þær skemmdir hafa þó aldrei eytt skóginum eða blettum innan hans varanlega og hljóta að teljast eðlilegir raskþættir sem virka væntanlega til að auka líffræðilega fjölbreytni frekar en hitt.



Mynd 17.1. Þekja skógar og skóglauss lands 1906 og 2005 á því svæði sem er innan núverandi girðingar í Vaglaskógi og á Hálsmelum.

Breytingar á skógarþekju hafa orðið umtalsverðar á þeim 100 árum sem skógurinn hefur verið friðaður (mynd 17.1). Birkikjarr þakti 224 ha við kortlagningu 1906 en flatarmál birkiskógar og kjarrs nam 298 ha árið 2005.^{4,5} Þá hafði gamli birkiskógurinn raunar skerst um 56 ha vegna gróðursetninga annarra trjategunda á árunum 1945-1975. Á 100 árum hefur birki því breiðst út á alls 130 ha lands. Útbreiðsluhraðinn var að jafnaði 1,3 ha á ári. Um 80 ha af útbreiðsluaukningu birkis er innan upphaflegu girðingarinnar en 50 ha á þeim hluta Hálsmela sem var friðaður 1946. Þar sem ekkert birki var gróðursett fyrr en í nýja svæðið á Hálsmelum eftir 1990 og sáning birkifræs skilaði aðeins örfáum hríslum, má segja að öll aukningin sé vegna sjálfsáningar. Auk birkis hafa gulvíðir og loðvíðir einnig breiðst út bæði á rofsvæðunum og mólendinu á Hálsmelum. Er þar nú víða blandkjarr af birki og víði sem mun væntanlega vara þar til birkið nær þeim þéttleika að skyggja víðinn út.

Þurrkur og samkeppnisgróður virðast ráða mestu um gróðurframvinduna. Lúpína er í blettum á öllum rofsvæðum á þeim hluta Hálsmela sem var friðaður 1946 en hefur átt fremur erfitt uppdráttar. Hún breiðist út í rigningasumrum en drepst síðan á hinum sendnu melakollunum í þurrkasumrum og er því misáberandi eftir



Mynd 17.2. Sjálfsáning birkis út frá skógarleifum austan Hálsklaufar. Birkið sáir sér bæði í mólendi umhverfis skógin og upp á Hálsmela. Ljósmynd, Þróstur Eysteinnsson.

árum. Einnig nær hún óvída þeim þéttleika að hún skyggi út lágvaxnar plöntur eða hindri að birki komist á legg.¹ Birki og víðir ná ekki heldur að koma sér fyrir á melakollunum og eru þeir því enn gróðurlitlir eftir 60 ára friðun á Hálsmelum og 100 ára friðun í Vaglaskógi. Bæði lúpína og birki eru þéttust í lægðum og neðanverðum brekkum en þar sem birkið hefur náð góðum þéttleika hefur lúpínan nánast horfið. Lítið er um birki í lyng- og fjalldrapamóunum en víðir þó farinn að nema þar land. Enn eru þéttir fjalldrapamóar innan upphaflegu girðingarinnar þar sem birki hefur ekki náð yfirhöndinni á 100 árum.

Vaglaskógur er annar af þeim birkiskógum sem fyrst voru friðaðir á Íslandi og var það afar markverður áfangi í verndun og endurheimt birkis á landinu. Eftir friðun hans og nálæggra svæða hefur birkiskógurinn breiðst mikið út (mynd 17.2). Vaglaskógur er meðal fjölsóttari svæða landsins til útivistar. Hann hefur því talsverða félagslega þýðingu og það skiptir máli að útivistarnytjar, viðarnytjar, vernd og endurheimt fari saman á far-sælan hátt.

Heimildir

1. Aradóttir, A. L. 2004. Does the Nootka lupin facilitate or impede colonization and growth of native birch in Iceland? Í: (E. van Santen & G.D. Hill ritstj.) *Wild and Cultivated Lupins from the Tropics to the Poles*. Proceedings of the 10th International Lupin Conference., Laugarvatn, Iceland, 19-24 June 2002, International Lupin Association, Canterbury, New Zealand, bls 184-190.
2. Ásmundur Gíslason 1946. *Á ferð – Minningar*. Bókaútgáfan Norðri hf., Akureyri, 178 bls.
3. Einar Sveinbjörnsson 1997. Eyðing Hálskógar í Fnjóskadal. *Lesbók Morgunblaðsins* 11. október 1997.
4. Rúnar Ísleifsson, Sigurður Skúlason, Margrét Guðmundsdóttir, Hallgrímur Indriðason & Þröstur Eysteinnsson 2006. Umhirðu- og nýtingaráætlun fyrir Vaglaskóg 2006-2015. Skógrækt ríkisins, 98 bls.
5. Sigurður Blöndal & Skúli Björn Gunnarsson 1999. *Íslandsskógar*. Mál og mynd, Reykjavík, 267 bls.
6. Þorvaldur Thoroddsen 1913-1915. *Ferðabók. I-IV bindi*. Hið íslenska fræðafélag, Kaupmannahöfn.

18 Haukagil í Vatnsdal

Pröstur Eysteinnsson, Skógrækt ríkisins

Lýsing á svæði		
Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
65°20'N, 20°12'V	2 ha	95-112 m
Upphafsaðstæður		
Svæðið er í brekku sem snýr mót austri í innanverðum Vatnsdal. Þarna var grasmói sem hafði verið nýttur til beitar. Það er ekki vitað til þess að rof hafi verið til staðar.		
Markmið		
Að stofna til birkiskógar á skóglausu svæði.		
Aðgerðir		
Árið 1927 var svæðið friðað með gaddavirgirdingu. Með torfljá voru ristar ofan af svo þunnar þökur að sárin urðu í grasrótinni (sé rist of djúpt drepast nýspíraðar plöntur vegna holklaka, en af grasvexti ef rist er of grunnt). Stærð sneiðanna var 30-50 cm á kant. Sárið var rífið með járnhrífu, birkifræi sáð svo þunnt að grisjaði í gegn og síðan troðið fast með fótum. Árið 1934 voru margar birkiplöntur 60-70 cm háar og sú hæsta einn metri. ²		
Eftirfylgni og umhirða	Vöktun og árangursmat	
Girðingunni hefur verið viðhaldið alla tíð samkvæmt samningi milli landeigenda og Skógræktar ríkisins. Svolítið var gróðursett þar af rauðgreni og sitkagreni 1955 og aftur 1967-1970 en það virðist mest hafa misfarist. Reiturinn var grisjaður 1988 og kom þá talsverður arinviður úr honum (Sigurður Skúlason munnl. uppl.).	Reglubundin vöktun og formlegt árangursmat hafa ekki farið fram en fylgst hefur verið með reitnum í gegnum árin. Greinilegt er að upphaflega birkisáningin tókst mjög vel og reiturinn var friðaður nógu lengi til þess að birkið komst á legg.	

Mat á árangri verkefnis

A. F. Kofoed-Hansen skógræktarstjóri gerði umtalsverðar tilraunir með að stofna til birkiskóga með beinni sáningu á árunum 1910 til 1933. Í skógarvarðaskýrslum frá fyrrihluta þess tímabils má lesa að hundruð kílóa af birkifræi voru send til skógræktarstjóra frá Vaglakógi og Hallormsstaðaskógi á þessum árum en árangur af sáningu þess varð svo til enginn. Árið 1925 ritar Kofoed-Hansen um aðferðir við beina sáningu birkis þar sem fram koma mjög ýtarlegar lýsingar um verklag og hvað beri að varast.¹ Er hann þá búinn að reka sig á nauðsyn þess að friða land fyrir beit, að unglöntur frjósi upp í holklaka í flögum og að samkeppni frá grasi drepi ungar birkiplöntur.

Á árunum 1927-1933 lagði Kofoed-Hansen út birkisáðreiti á 11 stöðum á vestanverðu landinu til að sannreyna aðferðina. Fjórir þeirra eru sæmilegir birkilundir nú en á hinum svæðunum tókst sáningin illa eða friðun var ekki viðhaldið og eru þar nú í mesta lagi birkihríslur á strjálíngi. Reitirnir hafa aldrei verið teknir út, en það væri verðugt verkefni. Hinir reitirnir þar sem bærilega tókst til og enn eru birkilundir til staðar eru að Hjarðarholti í Laxárdal í Dölum, Oddsstöðum í Lundarreykjadal og á skógræktarsvæði Skilmannahrepps í norðaustanverðu Akrafjalli, þar sem stærra skógræktarsvæði hefur verið ræktað í kringum upphaflega birkisáðreitinn. Ljóst er að Haukagilsreiturinn er sá sem heppnaðist best bæði hvað varðar þéttleika og vöxt birkisins.

Þess má geta að fimmti birkisáðreiturinn er Hákonarlundur í Haukadal, en þar var þýft mólendi heilplægt og herfað og birki sáð 1939. Var þetta tilraun til að vélvæða aðferð Kofoed-Hansens. Mikill grasvöxtur varð og fékk bóndinn á Laug leyfi til að heyja svæðið, en hætti því eftir fjögur ár þegar hann varð var við mikið birkilauf í heyinu.³ Sennilega hefur grasið bjargað birkiplöntunum frá holklaka og heyskapurinn bjargað þeim frá því að verða grasi og sinu að bráð. Sitkagreni var gróðursett undir birkinu á um helmingi svæðisins á 6. áratug síðustu aldar og hefur það nú vaxið upp fyrir birkið en hinn helmingurinn er enn birkiskógur.³

Birkireiturinn að Haukagili er staðarprýði. Eftir grisjunina 1988 var enn allþéttur skógur eftir. Trén eru 8-10 m há og sæmilega beinvaxin. Hann er enn eini skógarreitirinn á allstóru svæði og því væntanlega mikilvægt kjörlandi skógarþrasta, auðnutittlinga og hrossagauka á svæðinu. Land umhverfis reitinn er nýtt til beitar og því hefur birkið ekki sáð sér út.

Haukagil er á frekar afskekktum stað og því hefur reiturinn ekki sama fræðslugildi og ef hann væri meira í þjóðbraut, t.d. við þjóðveg nr. 1. Af sömu ástæðum hefur hann haft lítil almenn félagsleg áhrif. Hins vegar þekkir skógræktarfolk Haukagilsreitinn og fer þangað stundum til að skoða hann.

Þann lærdóm sem helst má draga af Haukagilsreit og hinum sáningartilraununum er að bein sáning birkis krefst góðs undirbúnings lands og friðunar fyrir beit. Þar sem annað hvort bregst verður árangur lítill en góður birkiskógur getur vaxið upp þar sem hvort tveggja tekst vel til.

Heimildir

1. A.F. Kofoed-Hansen 1925. *Skógfræðileg lýsing Íslands*. Bókaverslun Sigfúsar Eymundssonar, Reykjavík. 103 bls.
2. A.F. Kofoed-Hansen 1934. Um stofnun skóglendis og trjágarða. *Ársrit Skógræktarfélags Íslands 1933-1934*, 10-19.
3. Sigurður Blöndal & Skúli Björn Gunnarsson 1999. *Íslandsskógar*. Mál og mynd, Reykjavík, 267 bls.

19 Bændur græða landið – samstarf um uppgræðslu og endurheimt vistkerfa

Pórunn Pétursdóttir, Landgræðslu ríkisins og IES, stofnun Evrópuráðsins um umhverfi og sjálfbærni

Lýsing á svæði		
Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
Víða um land	15.000 ha	<300 metrum
Upphafsaðstæður		
<p>Árið 1990 kom Landgræðsla ríkisins á uppgræðsluverkefni í samvinnu við bændur á landsvísu. Verkefnið nefnist <i>Bændur græða landið</i> (BGL) og geta allir bændur sem eiga eða hafa umráðarétt yfir illa grónu landi sótt um aðild að því. Þeir þurfa ekki að skrifa undir bindandi samkomulag til að gerast aðilar en af hálfu Landgræðslunnar er ætlast til þess að fyrirhuguð uppgræðslusvæði séu lítt gróin og að einhverju leyti friðuð fyrir beit, að minnsta kosti á viðkvæmum vaxtartíma gróðurs. Einnig er ætlast til þess að beitarlág á svæðunum sé almennt það lítið að það hindri ekki gróðurframvindu og uppbyggingu jarðvegsþátta innan þeirra.</p> <p>Í upphafi hvers verkefnis eru fyrirhuguð uppgræðslusvæði skoðuð af starfsmönnum Landgræðslunnar og viðkomandi bónda, og uppgræðsluþörf þeirra metin. Svæðin eru skráð inn á loftmynd af viðkomandi jörð og út frá stærð þeirra og ástandi er sett fram uppgræðsluáætlun til næstu ára. Landgræðslan leggur þátttakendum árlega til andvirði ákveðins magns af tilbúnum áburði og fræ þar sem þess er talin þörf. Framkvæmdir eru síðan á hendi hvers og eins bónda.^{7,8} Víða dreifa bændur ekki aðeins tilbúnum áburði á uppgræðslusvæðin heldur einnig lífrænum áburði, svo sem afgangshæyi og búfjáráburði.</p> <p>Um 650 bændur eru innan vébanda BGL og dreifir hver og einn þeirra að meðaltali um tveimur tonnum af tilbúnum áburði árlega. Uppgræðslusvæðin eru öll á heimalandi bújarða og eru því allflest neðan 300 metra hæðar yfir sjávarmáli. Innan BGL verkefnisins er fyrst og fremst unnið á mikið röskuðum svæðum, eins og til dæmis melum og sandsvæðum, en einnig flagmóum og rofabarðasvæðum.</p>		
Markmið		
<p>Markmið verkefnisins er að stuðla að vistheimt raskaðra vistkerfa á láglendi, bættri beitarnýtingu og aukinni meðvitund landnotenda fyrir mikilvægi sjálfbærrar landnotkunar.</p>		
Aðgerðir		
<p>Í flestum tilfellum dreifa þátttakendur tiltölulega litlum skömmtum af tilbúnum áburði á uppgræðslusvæðin í þrjú til fimm ár (120-200 kg/ha á ári). Ef talin er þörf á af dreifa fræi er oftast notuð blanda af rauðvingli, <i>Festuca rubra</i>, og vallarsveifgrasi, <i>Poa pratensis</i>. Að u.þ.b. 3 árum liðnum er fylgst með svæðunum árlega og litlum áburðarskammti dreift þau ár sem ástæða er talin til. Þannig geta minniháttar inngrip í uppbyggingu vistkerfanna jafnvel staðið yfir í nokkra áratugi; með hléum á milli.</p> <p>Flestir þátttakendur reyna einnig að nota lífræn efni eins og heyleifar eða búfjáráburð til að dreifa yfir uppgræðslusvæðin. Þekkt aðferð er að gefa útingangshrossum á mela að vetrarlagi og færa gjafasvæðið reglulega til (mynd 19.1). Þannig verður dreifing á lífrænum efnum sem hrossin traðka saman við efsta lag svarðarins. Að vori eru hrossin færð af melunum, lágum skammti af tilbúnum áburði dreift yfir þá og þeir oftast friðaðir fyrir beit það sem eftir lifir sumars.</p>		
Eftirfylgni og umhirda	Vöktun og árangursmat	
<p>Starfsmenn Landgræðslunnar hafa árlega samband við hvern og einn þátttakanda og heimsækja þá, a.m.k. annað hvert ár. Ef þörf krefur er uppgræðslunni fylgt eftir með litlum áburðarskömmtum.</p>	<p>Hvert svæði er skoðað a.m.k. annað hvert ár og huglægt mat lagt á árangurinn. Í mörgum tilfellum eru teknar ljósmyndir af svæðunum á skipulegan hátt svo hægt sé að leggja gróft mat á árangur yfir lengri tíma. Þá hefur verið unnið að kortlagningu uppgræðslusvæðanna.⁶</p>	

Fyrsta starfsár verkefnisins, árið 1990, voru þátttakendur 40 en árið 1999 voru þeir orðnir 550. Frá þeim tíma hægði heldur á fjölguninni og eru nú um 650 skráðir þátttakendur í verkefninu á landsvísu. Af þeim eru um 600 virkir ár hvert. Með fjölgun þátttakanda hafa æ stærri svæði verið tekin til uppgræðslu innan vébanda BGL og lætur nærri að í dag sé árlega verið að vinna á um 6-8 þúsund hekturum lands, ýmist nýjum svæðum eða eldri uppgræðslum sem enn þarf að sinna.

Umhverfisávinningur BGL verkefna er verulegur. Rannsóknir hafa sýnt að áburðargjöf hefur jákvæð áhrif á gróðurframvindu og uppbyggingu jarðvegsþátta innan raskaðra vistkerfa^{3,4} og stuðlar þannig að aukinni virkni kerfanna til langs tíma. Aukin fagleg þekking og skilningur á gildi þess að vinna að endurheimt vistkerfa út frá vistfræðilegum forsendum² hefur leitt til nýrra nálgana við endurheimt raskaðra kerfa; frá aðferðafræði hefðbundinnar ræktunar (t.d. stórir áburðarskammtar og mikil frænotkun) til aðferðafræði vistheimtar (t.d. lágmarksinngrip, áhersla á að styrkja staðargróður). BGL bændur eru almennt mjög meðvitaðir um gildi þess að græða upp út frá vistfræðilegum forsendum og óhræddir við að reyna nýjar leiðir (mynd 19.2).



Mynd 19.1. Vinstra megin má sjá gjafasvæði hrossa yfir vetrartímann og hægra megin sést hvernig lífræn áburðarefni og litlir skammtur af tilbúnum áburði örva útbreiðslu staðargróðurs. Ljósmyndir, Þórunn Pétursdóttir.

Félagslegur ávinningur verkefnisins er fjölþættur. Verkefnið hefur stuðlað að auknu uppgræðslustarfi meðal bænda og er ánægja með verkefnið á meðal þeirra.^{1,5} Þátttakendur eru almennt mjög áhugasamir um framgang verkefnanna og leggja flestir ómælda vinnu í starfið. Þó styrkuppþæð sem fer til hvers og eins sé ekki há þá telja þeir hana skipta meginmáli hvað varðar þátttöku í verkefninu (Þórunn Pétursdóttir, óbirt gögn). Flestir þátttakendur eru einnig mjög ánægðir með faglegan stuðning Landgræðslunnar við framkvæmdir og eftirfylgni og telja þá þætti ekki síður skipta máli en beinan stuðning. BGL verkefnið hefur jákvæða ímynd meðal þátttakanda sem og embættismanna innan stjórnsýslunnar. Almennt virðist það einnig hafa sterkan jákvæðan samfélagslegan stuðning.

Heimildir

1. Arnalds A. 2005. Approaches to landcare – A century of soil conservation in Iceland. *Land Degradation & Development* 16, 113-125.
2. Ása. L. Aradóttir 2009. Landgræðsla, lífræðileg fjölbreytni og náttúruvernd. *Náttúrufræðingurinn* 78, 21–28.
3. Elmarsdóttir, A., A.L. Aradóttir & M.J. Trlica 2003. Microsite availability and establishment of native species on degraded and reclaimed sites. *Journal of Applied Ecology* 40, 815-823.
4. Gretarsdóttir, J., A.L. Aradóttir, V. Vandvik, E. Heegaard & H. J. B. Birks 2004. Long-term effects of reclamation treatments on plant succession in Iceland. *Restoration Ecology* 12, 268-278.
5. Guðrún Schmidt 2000. Bændur græða landið – viðhorf bænda. *Ráðunautafundur 2000*, 93-98.
6. Jóhannes B. Jónsson 2010. Bændur græða landið – Framkvæmd verkefnisins árið 2010. Landgræðsla ríkisins, LR-2010/20. http://www.land.is/images/stories/PDF_skjol/PDF_2011/Arsskyrsla_BGL_2010.pdf.
7. Sigbrúður Jónsdóttir 2004. Bændur græða landið. *Fræðaging landbúnaðarins* 2004, 356-358.
8. Þórunn Pétursdóttir 2008. Framkvæmd BGL verkefnisins árið 2008. Landgræðsla ríkisins, Lr 2008/09. http://www.land.is/images/stories/PDF_skjol/bgl_skyrsla_2008.pdf.



Mynd 19.2. Uppgræðsla rofabarða er víða snar þáttur í starfinu. Vinstra megin má sjá sauðfjárhaga þar sem búið er að loka rofabörðum að mestu og græða upp moldarflög framan þeirra. Hægra megin má sjá rof í hlíð og moldir neðan þess sem búið er að loka að mestu. Hér sá mannhöndin um verkið því ekki var hægt að koma neinum tækjum við. Í báðum tilfellum var notað grasfræ og áburður. Ljósmyndir, Þórunn Pétursdóttir.

20 Héraðssandur í Hjaltastaðapinghá á Fljótsdalshéraði

Guðrún Schmidt, Landgræðslu ríkisins

Lýsing á svæði

Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
65°36' N, 14°08' V	6.850 ha	0-10 m
Upphafsaðstæður		
<p>Héraðssandur í Hjaltastaðapinghá, öðru nafni Eyjar, afmarkast af Lagarfljóti að vestan og Jökullæk og Selfljóti að sunnan og austan. Þetta er samfelt láglendi sem myndast hefur af framburði jökulána, aðallega Jökulsár á Dal. Árlega hefur bæst eitthvað við landið vegna framburðar. Úrkomusamt er í sveitinni einkum í austan- og norðaustanátt. Oft eru vetur harðir og snjóbungir. Annars einkennast aðstæður við sjávarsíðuna af seltu, vindi og sandskriði. Við ströndina er sjávarsandur með melgresishólum og torfum af fjöruarfa en síðan tekur við sendið þurrlendi sem var mikið rofið. Innar er að finna votlendissvæði sem hafa að hluta til verið ræst fram. Stöðugar breytingar hafa orðið á votlendissvæðunum t.d. hvarf eitt þeirra í sand fyrir um 50 árum. Áhrif sandfoks voru mikil á svæðinu, t.d. fauk oft mikill sandur á túnin á bæjunum í kring og stundum var sláttur illmögulegur vegna sands á túnum. Engjarnar á votlendissvæðunum voru notaðar til sláttar fram yfir 1970. Jökulsá á Brú hefur lengi brotið land við Húsey og flætt meira til austurs. Lagarfljót hefur um aldir brotið land enda færir það sig til austurs, þó svo að ós þess hafi færst til norðurs. Aðrar breytingar verða hugsanlega vegna tilkomu Kárahnjúkavirkjunar. Talið er að hætta á landbroti meðfram Lagarfljóti aukist eftir virkjun og gert er ráð fyrir því að sökum minni sandburðar muni strandlínan við Héraðsflóa færast inn sem nemur 260-410 m á fyrstu 100 árunum eftir virkjun.</p> <p>Allt Úthérað er á náttúrminjaskrá frá 1996, einkum vegna sérstæðs og fjölbreytilegs gróðurfars, votlendis og sem varpstöðvar votlendisfugla. Úthérað er einnig á skrá yfir alþjóðlega mikilvæg fuglasvæði í Evrópu.</p>		
Markmið		
Að stöðva sandfok og stuðla að viðhaldi og uppbyggingu fjölbreytilegra vistkerfa.		
Aðgerðir		
<p>Svæðið var friðað með 14 km langri girðingu árið 1972 og gerður samningur um það við eigendur eða ábúendur viðkomandi jarða. Jafnhliða friðun hefur verið unnið að heftingu sandfoks með sáningu melgresis og dreifingu áburðar (mynd 20.1). Í mörg ár var melfræ skorið á Héraðssandi til að nota við uppgræðslustörf víða um land (mynd 20.2). Guðmar Ragnarsson, bóndi á Hóli var ráðinn sem landgræðsluvörður á svæðinu og hefur hann annast uppgræðslu Héraðssands frá upphafi. Árið 1991 var gerður viðbótarsamningur um stækkun landgræðslugirðingarinnar. Friðaða svæðið innan girðingarinnar varð þá um 6.850 ha að flatarmáli. Árið 2002 gekk landgræðslusvæðið inn í svæði Héraðsskóga þannig að hið friðaða svæði stækkaði enn. Sáning melgresis og dreifing áburðar hafa alla tíð verið megináðgerðir á Héraðssandi. Síðan 2003 hefur gömlu heyi einnig verið dreift í rofabörð með góðum árangri að tilstuðlan Landgræðslufélags Héraðsbúa með aðstoð vinnuskóla á svæðinu (mynd 20.3).</p>		
Eftirfylgni og umhirda	Vöktun og árangursmat	
Aðgerðum er ekki lokið. Fylgst er með svæðinu reglulega. Prófað hefur verið að gróðursetja birki og víðitegundir í litlum mæli.	Svæðið hefur jafnan verið skoðað með tilliti til árangurs, bæði að vori og hausti. Árangursmat hefur einungis verið sjónrænt en hefur ekki byggt á skipulögðum mælingum.	



Mynd 20.1. Hreindýr innan um melgresishóla á Héraðssandi. Ljósmynd, Jón Ragnar Björnsson.

Mat á árangri verkefnis

Árangur beitarfriðunar og uppgræðsluáðgerða á Héraðssandi hefur verið góður. Sandfok, sem herjaði á svæðið áður en landgræðsla hófst, þekkist ekki lengur. Á elstu uppgræðslusvæðum hefur melgresið víkið fyrir öðrum grastegundum og er nú komið samfeltt graslendi þar sem áður voru blásin börð og sandur. Enn eru svæði þar sem virkt rof er í gangi og verður unnið áfram að uppgræðslu þeirra.

Heimildir

1. Ármann Halldórsson (ritstj.) 1975. *Sveitir og jarðir í Múlapingi*. Búnaðarsamband Austurlands.
2. Ármann Halldórsson, Sigmar Magnússon & Þorsteinn Bergsson (ritstj.) 1995. *Sveitir og jarðir í Múlapingi*. Búnaðarsamband Austurlands.
3. Guðmar Ragnarsson, munnleg heimild.
4. Guðmundur A. Guðmundsson, Guðmundur Guðjónsson, Sigurður H. Magnússon, Kristbjörn Egilsson, Halldór Walter Stefánsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson, 2001. Kárahnjúkavirkjun. Áhrif breytinga á vatnafari Jökulsár á Dal og Lagarfljóts á gróður, fugla og seli. Náttúrufræðistofnun, unnið fyrir Landvirkjun, Reykjavík.
5. Landsvirkjun 2010. Kárahnjúkavirkjun allt að 750 MW. Mat á umhverfisáhrifum. Landsvirkjun, 168 bls.



Mynd 20.2. Fræuppskerustörf í ágúst 2008. Ljósmynd, Guðrún Schmidt.



Mynd 20.3. Vinnuskólakrakkar við uppgræðslustörf í júlí 2004. Ljósmynd, Guðrún Schmidt.

21 Hestsmýri

Hlynur Óskarsson, Votlendissetri Landbúnaðarháskóla Íslands

Lýsing á svæði

Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
64°34'N, 21°36'V	35 ha	50 m

Upphafsaðstæður

Hestsmýri er í landi Mávahlíðar við Hest í Borgarfirði. Jörðin er í eigu Landbúnaðarháskóla Íslands (áður Rannsóknastofnun landbúnaðarins). Hestsmýri er í mynri Lundarreykjadalss rétt norðan við Hestsháls. Mýrin er dæmigerð hallamýri og hallar hún norður að Grímsá.

Vistkerfi Hestsmýrar var rannsakað ítarlega á árunum 1975-1977. Gerðar voru gróðurmælingar á allri mýrinni, varp fugla skráð, smádýrum safnað og gerðar mælingar á jarðvegshita.¹ Mýrin var síðan ræst fram í tilraunaskyni árið 1978. Síðan hefur verið fylgst með breytingum á mýrinni, meðal annars gerð mæling á rennsli frá henni, efnainnihaldi frárennslisvatns og grunnvatnsstöðu. Jafnframt var jarðvegssniðum í mýrinni lýst.

Markmið

Hestsmýrin var fyrsta svæðið sem endurheimt var á vegum Votlendisnefndar. Um tilraunaendurheimt var að ræða þar sem kannað skyldi hvort mögulegt væri að bleyta aftur upp í framræstum svæðum með því einu að ryðja ofan í skurði.²

Aðgerðir

Haustið 1996 var gömlum uppgreftri með skurðbökkum ýtt ofan í skurði og þeim lokað (mynd 21.1). Í allt var fyllt upp í um 2 km af framræsluskurðum.²

Vöktun og árangursmat

Fyrir endurheimt voru gerðar mælingar á gróðurfari, jarðvatnsstöðu, fugla- og skordýralífi. Mælingar á jarðvatnsstöðu voru endurteknaðar 1997 og mælingar á gróðurfari árið 2003. Samanburðarrannsóknir á flæði gróðurhúsalofttegunda í mýri, framræstu landi og endurheimtri mýri voru gerðar árin 1999-2000. Fyrirhugað er að endurtaka mælingar á gróðurfari og jarðvatni með jöfnu millibili til að meta árangur endurheimtarinnar. Að rannsóknunum standa Landbúnaðarháskóli Íslands, Náttúrufræðistofnun Íslands, Líffræðistofnun Háskólans og Fuglaverndarfélag Íslands.

Mat á árangri verkefnis

Mælingar sem gerðar voru á jarðvatnsstöðu í mýrinni sumarið 1997 sýndu að svæðið blotnaði mikið upp við aðgerðirnar^{3,4} (mynd 21.2). Rannsóknir á losun og bindingu gróðurhúsalofttegunda í mýrinni og samanburðarsvæðum sem ekki voru ræst fram (mynd 21.3) hafa leitt í ljós að við endurheimt færast kolefnisbúskapur mýrlendis í svipað horf og áður og geta votlendisins til að binda koltvísýring úr andrúmslofti er endurheimt.⁵

Í Hestsmýrinni voru þrjú 700 m langir skurðir fylltir og stíflaðir. Litlar breytingar urðu á skurðunum fyrstu tvö árin en haustið 1998 gerði mikið vatnsveður í seinni hluta ágúst og gróf vatn sig þá niður á 150 m kafla í einu skurðstæðinu þar sem vatnsrennsli var mest. Sýnir þetta að frágangur þar sem skurðfyllingin endaði var ekki fullnægjandi en þar hefði þurft að setja einhverja rofvörn eða útbúa stíflu og útfallsrör. Einnig undirstrikar þessi reynsla nauðsyn þess að gera góða úttekt á vatnasviði viðkomandi svæðis og tryggja að þær aðgerðir sem ráðist er í standi af sér allar sveiflur í vatnshag. Í Hestsmýrinni er halli ekki mikill miðað við það sem víða er í hallamýrum. Þar sem verulegur halli er í landi getur reynst erfitt að fylla skurði og ganga þannig frá að vatn grafi sig ekki niður og ryðji þá.



Mynd 21.1. Frá endurheimt Hestsmýrar árið 1996. Jarðýta ryður uppgreftri ofan í skurð. Ljósmynd, Ásrún Elmarsdóttir.

Mynd 21.2. Hestsmýri árið 1998, tveimur árum eftir endurheimt. Svæðið er vel blautt og gróður er farinn að nema land í skurðsárinu. Ljósmynd, Borgþór Magnússon.



Heimildir

1. Sturla Friðriksson, Árni Bragason & Guðmundur Halldórsson 1978. Hestvist '77, rannsókn á mýrlendi III. *Fjölrit RALA* nr. 31.
2. Arnþór Garðarsson, Borgþór Magnússon, Einar Ó. Þorleifsson, Hlynur Óskarsson, Jóhann Óli Hilmarsson, Niels Árni Lund, Sigurður Þráinsson & Trausti Baldursson 2006. *Endurheimt votlendis 1996-2006. Skýrsla Votlendisnefndar*. Ritstjóri Daníel Bergmann. Landbúnaðarráðuneytið, Reykjavík, 27 bls.
3. Borgþór Magnússon 1998. Fyrstu tilraunir til endurheimtar votlendis á Íslandi. *Ráðunautafundur 1998*, 45-56.
4. Borgþór Magnússon 1998. Endurheimt votlendis hafin á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn* 68(1), 3-16.
5. Hlynur Óskarsson 2008. Endurheimt votlendis – möguleg leið til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda. *Fræðingur landbúnaðarins* 5, 298-301.



Mynd 21.3. Frá rannsókn á kolefnisbúskapi endurheimtrar Hestsmýrar. Myndin sýnir samanburðarsvæðið. Ljósmynd, Hlynur Óskarsson.

22 Uppgræðsla heiða á virkjunarsvæði Blöndu

Hugrún Gunnarsdóttir og Hákon Aðalsteinsson, Landsvirkjun

Lýsing á svæði

Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
65°03'N, 19°33'V	5.000 ha	520-550 m

Upphafsaðstæður

Áin Blanda fellur um 125 km leið frá upptökum til sjávar við Blönduós. Vatnasvið árinna er um 2.370 km² og af því er jökull tæplega 200 km². Vatnasvið ofan Blöndustöðvar er um 1.520 km². Við byggingu Blönduvirkjunar var áin Blanda stífluð og við það myndaðist Blöndulón sem er 57 km² að flatarmáli og Gilsarlón (5 km²), sem er inntakslón virkjunarinnar.

Heiðalöndin á virkjunarsvæði Blöndu eru í 400 til 600 m hæð. Þau eru tiltölulega flatlend með lágum hæðum og ásum (mynd 22.1) en á milli eru mýrlendar lægðir eða stöðuvötn. Landið ber þess glöggt merki að þar hafi jökull skriðið yfir. Berggrunnur er að mestu hulinn jökulruðningi. Móajarðvegur þakki um tvo þriðju hluta svæðisins en votlendisjarðvegur var einnig útbreiddur. Lítil hluti svæðisins voru áreyrar og melar með grunnum jarðvegi.

Lónstæði Blönduvirkjunar var að mestu leyti gróið, en sunnan áhrifasvæðis virkjunarinnar var jarðvegsrof mjög virkt og áfok þaðan hafði valdið mikilli jarðvegsþykknun á grónum hluta heiðanna.³ Áður en uppgæðsla hófst á heiðunum voru uppgæðslusvæðin mjög breytileg hvað varðar gróðurskilyrði og gróðurfar en þau áttu það flest sameiginlegt að vera nær örfoka og gróðurvana.³

Afréttarlönd bænda eru á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Upprekstur fjár á heiðarnar hefur líklega verið hvað mestur um það leyti sem uppgæðslan hófst en fjöldi búfjár á Íslandi náði hámarki árið 1978. Talið var að beitiland sem svaraði til sumarbeitar 2.000-3.000 ærgilda hefði tapast vegna lands sem fór undir Blöndulón. Uppgræðsluaðgerðirnar hafa skilað ríflega sama fjölda fóðureininga.

Guðlaugstungur og Álfgeirstungur á Blönduheiðum voru friðlýstar árið 2005 sem friðland í samræmi við 1. tölulið 1. mgr. 53. gr. laga um náttúruvernd, nr. 44/1999. Markmið friðlýsingarinnar er að vernda víðfeðmt og gróskumikið votlendi og stórt, fjölbreytt og mikilvægt rústasvæði.

Markmið

Að bæta fyrir það gróðurlendi sem fyrirséð var að færi undir lón Blönduvirkjunar og þá fyrst og fremst að bæta fyrir beitiland sem tapaðist. Uppgræðslan átti að miða að því að koma af stað gróðri sem væri sambærilegur að beitargildi og varanleik við þann sem glataðist undir lón og viðhalda honum með áburðardreifingu.

Aðgerðir

Uppgræðsla hófst árið 1981 með því að borið var á og fræi sáð á sex svæði og voru fjögur þeirra á Auðkúluheiði og tvö á Eyvindarstaðaheiði. Svæðin voru valin með það í huga að ræktunarskilyrði væru sem breytilegust.³ Þessi svæði voru síðan stækkuð og fleiri bættust við og urðu svæðin alls 18 talsins. Flatarmál uppgæðslusvæðanna er í heild um 5.000 ha.

Áburði og fræi var að mestum hluta dreift með flugvélum Landgræðslu ríkisins en heimamenn sáu um 10% dreifingarinnar með dráttarvélum. Heildarnotkun áburðar á tímabilinu 1981-1999 var tæp 8.000 tonn. Mest var áburðarnotkunin árið 1991 en síðan hefur dregið úr henni (mynd 22.2). Frætægundir sem notaðar voru við uppgæðslu voru túnvingull, vallarsveifgras, beringspundur og snarrót.

Frá árinu 2003 hefur áburðardreifing nánast eingöngu farið fram á Eyvindarstaðaheiði þar sem borið er á um 600 ha svæði samkvæmt virkjunarsamningi hreppanna við Landsvirkjun.

Eftirfylgni, umhirða og nýting

Á Auðkúluheiði dró verulega úr áburðargjöf frá árinu 1991 til ársins 2005 eða úr 350 kg/ha í 150 kg/ha (mynd 22.2). Magn áburðar á Eyvindarstaðaheiði á hvern ha lands er um 200 kg og er lögð áhersla á dreifingu áburðar á rofjaðra.

Mat á beitarpóli Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiða leiddi til þess að ítala var sett á heiðarnar árið 1985. Ærgildi á Auðkúluheiði voru alls 8.400 og 6.500 á Eyvindarstaðaheiði, eða alls 14.900 ærgildi. Ítalan var síðan hækkuð í 15.900 ærgildi vegna uppgæðslu sunnan virkjunarsvæðisins.⁴ Beitarálag var talið vera óhóflegt á uppgæðslusvæðunum frá upphafi og lögðust sauðfé, hross og gæsir á nýgræðinginn.

Samkvæmt Landbóta- og landnýtingaráætlun fyrir árin 2004-2008 var leyfilegt að reka hross á Eyvindarstaðaheiði en frá og með árinu 2008 hefur hrossabeit ekki verið leyfð.

Vöktun og árangursmat

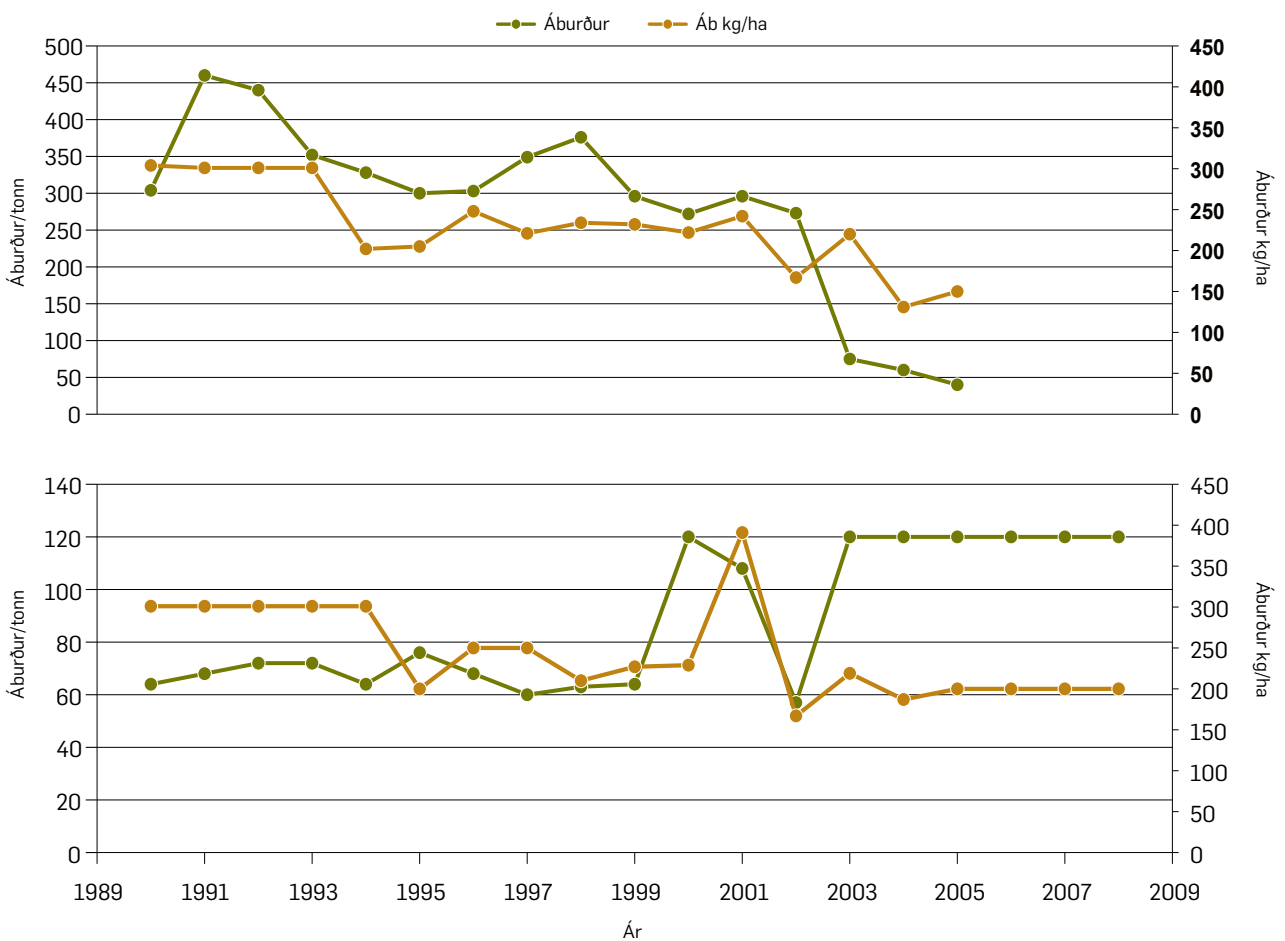
Landgræðsla ríkisins sá um framkvæmd uppgæðslunnar. Í árlegum skýrslum Landgræðslunnar er árangur talinn frammar vonum og vísast líklega til þess að fræ hafi spírað og gróður hafi tekið vel við áburðargjöf. Árangur uppgæðslunnar var metinn af Rannsóknastofnun landbúnaðarins, sem einnig hafði yfirumsjón með fjölmörgum rannsóknum og athugunum er tengdust uppgæðslunni og nýtingu heiðanna.⁵ Áburðartilraunir á uppgæðslusvæðunum á árunum 1985-1989 (mynd 22.3) sýndu að uppskera jókst í hlutfalli við áburðarmagn bæði á friðuðum og beittum reitum. Uppspera var þó háð stöðugri áburðargjöf.⁷



Mynd 22.1. Horft yfir uppgræðslusvæði á Auðkúluheiði. Ljósmynd, Sigurgeir Sigurjónsson.

Mat á árangri verkefnis

Uppgræðsluaðgerðir á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði í tengslum við byggingu Blönduvirkjunar eru eflaust þær umfangsmestu sem ráðist hefur verið í á hálendi Íslands. Alls var grætt upp land sem var 45 km² að flatarmáli. Beitaargildi lands sem fór undir vatn við virkjun Blöndu svaraði til sumarbeitar 2.000-3.000 ærgilda. Telja má að markmiðum uppgræðsluaðgerðanna hafi verið náð þar sem þær hafa skilað ríflega sama fjölda fóðureininga.



Mynd 22.2. Áburðardreifing á Auðkúluheiði 1990-2005 (efri) og Eyvindarstaðaheiði 1990-2008 (neðri).

Markmið með uppgræðslunni voru hins vegar nokkuð einhliða og ekki skilgreind nægilega vel til að hægt væri að meta árangur eftir því sem verkinu miðaði áfram. Samningur kvað á um beitargildi og varanleika og hafði glatað gróðurlendi sem fór undir lón sem viðmiðun. Beitargildið var mælanlegt en varanleikinn ekki.

Niðurstöður rannsókna Rannsóknastofnunar landbúnaðarins á uppgræðslu á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði sýndu að gróðurþekja á uppgræðslusvæðum jókst hvarvetna fyrstu árin eftir áburðargjöf og sáningu, úr 10-20% árið 1981 í nálægt 80% árið 1989. Heildarþekja virðist þó ekki hafa aukist milli árana 1987 og 1994 og mældist þá að meðaltali 64%.¹⁰ Litlar breytingar virðast hafa orðið á tegundafjölda á hverju svæði við uppgræðsluaðgerðir. Tegundafjölbreytni minnkaði við áburðargjöf en jókst aftur eftir að áburðargjöf var hætt.¹¹ Áburðargjöf og sáning á örfoka land höfðu þó ekki breytt gróðri þannig að hann væri farinn að líkjast þurr-lendisgróðri á gamalgrónum svæðum í nágrenni uppgræðslusvæðanna heldur hafði myndast gróður sem var nokkurs konar blanda af graslendi og melagróðri.¹⁰

Eftir á að hyggja hefði verið æskilegt að uppgræðslan hefði miðað að stöðvun jarðvegs- og gróðureyðingar, uppbyggingu jarðvegs, myndun stöðugra gróðursamfélaga og viðhaldi á fjölbreytileika, samhliða því að græða upp beitiland fyrir búfé. Ekki er talið að tekist hafi að byggja upp lífrænan jarðveg sem staðið getur undir gróðri sem líkist þeim sem tapaðist og þar sem áburðargjöf hefur verið hætt á stórum hluta þess svæðis sem borið var á mun uppskera uppgræddu svæðanna að öllum líkindum falla hratt. Á nokkrum gömlum uppgræðslusvæðum, sem skoðuð voru sumarið 2010, er gróður tekinn að þróast í átt til mólendis, þar sem áður voru móar. Þetta helst í hendur við að beit hefur verið létt af náttúrulegu gróðurlendi heiðanna í meira en 20 ár.⁹ Heiðagróðurinn hefur því fengið tækifæri til að styrkjast vegna minnkandi beitar og vonir standa til þess að á Blönduheiðum stefni þróun til náttúrulegra vistkerfa.



Mynd 22.3. Áburðartilraun við Prístiklubungu á Auðkúluheiði í júní 2002. Í forgrunni myndarinnar er tilraunareitur sem græddur var upp með áburðargjöf 1981-1984 en hefur ekki fengið áburð síðan. Beggja vegna sést í reiti sem til viðbótar var borið árlega á 1985-1989; reiturinn vinstra megin fékk 200 kg/ha á ári en reiturinn hægra megin fékk 400 kg/ha á ári. Lyngtegundir, fléttur, mosar og annar staðargróður er farinn að nema land í uppgræðslunum, sem bendir til þess að gróðurfur þeirra geti smám saman þróast í átt til mólendis. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.

Félags- og efnahagslegur ávinningur af verkefninu hefur meðal annars falist í atvinnusköpun fyrir fólk í sveitarfélaginu vegna starfa er tengdust uppgræðslunni. Má þar nefna að víða voru reistar girðingar og lagðir vegslóðar er nýtast vegna ferðamennsku á svæðinu.

Mjög ítarlegar rannsóknir, sem voru gerðar samhliða uppgræðsluaðgerðum, hafa skilað verulegri þekkingu og reynslu um uppgræðslu og endurheimt vistkerfa á hálendi landsins.^{6,10} Rannsóknirnar voru m.a. hvati að þróun vísinda á sviði vistheimtar á Íslandi og að skilgreina markmið með landgræðslu m.a. með hliðsjón af vistheimt.^{1,8}

Draga má þann lærdóm af framkvæmd uppgræðslu á Blönduheiðum að markmiðin hefðu mátt vera víðtækari í upphafi og stöðugt í endurskoðun. Markmiðin miðuðu eingöngu að því að bæta það beitiland sem tapaðist en ekki að viðhalda náttúrulegum gróðri eða tegundafjölbreytni á svæðinu.

Heimildir

1. Arnalds, Ó., Á.L. Aradóttir & I. Thorsteinsson 1987. The nature and restoration of denuded areas in Iceland. *Arctic and Alpine Research* 19, 518-525.
2. Borgþór Magnússon 2011. Blöndulón. Vöktun á strandrofi og áfoki. Unnið fyrir Landsvirkjun NÍ-11001.
3. Ingibjörg Kaldal & Skúli Víkingsson 1982. Blönduvirkjun. Jarðgrunnur á lónstæði og mat á áhrifum lónsins á jarðvegseyðingu. Orkustofnun, Vatnsorkudeild. OS82005/VOD02.
4. Ingvi Þorsteinsson 1991. Yfirlit um árangur uppgræðslunnar Í: (Ingvi Þorsteinsson ritstj.) *Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989*. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, *Fjölrit Rala* nr. 151, bls. 129-130.
5. Ingvi Þorsteinsson 1991. Fjárfjöldi og ítalá á heiðunum. Í: (Ingvi Þorsteinsson ritstj.) *Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989*. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, *Fjölrit Rala* nr. 151, bls. 21.
6. Ingvi Þorsteinsson (ritstj.) 1991. Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, *Fjölrit RALA* nr. 151.
7. Ingvi Þorsteinsson 1991. Áburðartilraunir á uppgræðslusvæðunum árin 1985-1989. Í: (Ingvi Þorsteinsson ritstj.) *Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989*. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, *Fjölrit Rala* nr. 151, bls. 34-49.
8. Ólafur Arnalds 1988. Uppgræðsla: hugtök, markmið og árangur. *Náttúrufræðingurinn* 58, 81-85.
9. Sigmundur Einarsson, Lilja Karlsdóttir & Ólafur A. Jónsson 2004. Blönduvirkjun. Úttekt á umhverfisáhrifum. Landsvirkjun, LV-2004/099.
10. Sigurður H. Magnússon & Borgþór Magnússon 1995. Uppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Mat á ástandi gróðurs sumarið 1994. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. *Fjölrit RALA* nr. 180.
11. Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1991. Áhrif áburðar og sáningar á gróður í tilraunareitum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði og eftirverkun áburðar. Í: (Ingvi Þorsteinsson ritstj.) *Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989*. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, *Fjölrit Rala* nr. 151, bls. 89-103.

23 Uppgræðsla í Krákárbotnum

Hugrún Gunnarsdóttir og Hákon Aðalsteinsson, Landsvirkjun

Lýsing á svæði		
Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
65°19'N, 17°02'V	2.260 ha	200-600 m
Upphafsaðstæður		
<p>Mikið sandfok og uppblástur hefur til langs tíma geisað á svokölluðu Katlasvæði á Grænavatnsafrétti suður af Mývatni (mynd 23.1). Um er að ræða foksand sem berst frá Ódáða- og Suðurárhrauni og eytt hefur mólendi við upptök Krákár. Kráká á upp-tök sín sunnan Sellandafjalls rétt norðan aðalsandfokssvæðisins. Mikill sandur hefur borist í Kráká og þaðan í Laxá er fellur úr Mývatni. Mælingar sýna að árlegur aurburður í Laxá er á bilinu 40.000 - 60.000 tonn, þar af um helmingur sandur.⁸ Til að stemma stigu við sandburði var talið nauðsynlegt að binda sandinn og var því gripið til víðtækra uppgræðsluaðgerða.</p> <p>Uppgræðslusvæðin spanna frá Suðurá, norður undir Baldursheim og frá vesturhlíðum Sellandafjalls, vestur að gróðurjaðrinum við Hvannamó. Uppgræðslusvæðin eru að stærstum hluta þrjú, þ.e. Katlar, Hrutatorfur og Kolatorfur; þetta er víðáttumikið mólendi þar sem uppblástur hefur verið verulegur.</p> <p>Katlasvæðið er á Grænavatnsafrétti suður af Sellandafjalli og suðaustan Krákárbotna (upptaka Krákár). Landeigendur afhentu svæðið til landgræðslu árið 1985. Katlasvæðið er nyrsti hluti Botnaflesju sem er mjög rofin vegna sandfoks úr suðri. Landið er fremur flatlent; vestan og norðan til eru melasvæði en að austanverðu eru hraun.¹</p> <p>Hrutatorfur voru afhentar til landgræðslu árið 1993. Framkvæmdir voru hafnar áður en girt var og því eru sáningar víða utan girðinga. Svæðið liggur beggja vegna Krákár suður fyrir upptök hennar. Á svæðinu eru víðfeðm melasvæði og víða mikill sandur. Gróður var víða meðfram lækjum en svæðið var að öðru leyti lítt gróið.²</p> <p>Kolatorfur eru á vesturbakka Krákár og var svæðið afhent til landgræðslu árið 1990 og friðað sama ár. Svæðið er rofgeiri og var landið að stórum hluta blásinn melur með rofabörðum í gróðurjaðrinum, sérstaklega á móti sunnanáttum.³</p> <p>Sérstök lög gilda um verndun Mývatns og Laxár (lög nr. 97/2004). Ísland er aðili að Ramsarsamningnum um votlendi sem hafa alþjóðlegt gildi og eru Mývatn og Laxá eitt þriggja Ramsarsvæða hér á landi.</p>		
Markmið		
Að stöðva sandskrið og sandfok í Kráká og koma þannig í veg fyrir að sandur berist í Laxá.		
Aðgerðir		
<p>Á árunum 1975-1980 stóð Landgræðsla ríkisins fyrir tilraunum með áburðargjöf og sáningu grasfræs á melasvæði sunnan við upptök Krákár. Þessar aðgerðir þóttu takast vel og árið 1983 var gerður samningur milli heimamanna, Landsvirkjunar og Landgræðslunnar um uppgræðslu Krákárbotna í þeim tilgangi að stöðva áfok af öræfunum. Landgræðslan setti fram framkvæmdaáætlanir fyrir tímabilin 1994-2000 og 2001-2004.^{5,6} Þrjár landgræðslugirðingar voru reistar á svæðinu, syðst er Katlagirðing við upptök Krákár er reist var 1986. Hún afmarkar 492 ha og er aðalfoksvæðið við Kráká innan hennar (sjá mynd 23.1). Hrutatorfugirðing, er reist var árið 1993, liggur vestan Krákár og norðaustur af Svartárvatni og afmarkar 1.258 ha. Kolatorfugirðing liggur vestan Krákár, norðvestan við Sellandafjall, og er stærð svæðisins 110 ha. Girt var við Kolatorfur árið 1990. Víðáttumikil uppgræðslusvæði eru einnig utan girðinga eins og við Miklamó og Botnaflesju. Á árunum 1994-2000 var aðal áhersla lögð á sáningar melfræs á Katlasvæðinu og sáningu melfræs og annarra grastegunda í Hrutatorfum og nágrenni (mynd 23.2). Áburði var dreift á eldri sáningar og áhersla lögð á að bera á mela og sanda meðfram Kráká. Frætegundir sem notaðar hafa verið eru túnvingull, melgresi, vallarsveifgras og beringspundur.</p>		
Eftirfylgni, umhirða og nýting	Vöktun og árangursmat	
Uppgræðslusvæði voru að stærstum hluta afgirt. Beitarálag hefur því ekki verið mikið á uppgræddum svæðum og farið minnkandi með árunum.	Landgræðsla ríkisins hefur umsjón með framkvæmdum og annast eftirlit með uppgræðsluaðgerðum. Rannsóknastofnun landbúnaðarins mat árangur uppgræðslu í Krákárbotnum árið 2000. Árið 2006 kannaði Landgræðsla ríkisins ástand landgræðslusvæðanna í Kötlum, Hrutatorfum og Kolatorfum. ¹⁻³	



Mynd 23.1. Katlagirðing, foksandsflæmi suður af Katlhól. Ljósmynd, Borgþór Magnússon.



Mynd 23.2. Katlagirðing, ung melgresissáning undir Katlhól. Jaðar sáningar sem mest af sandinum hefur stöðvast í. Ljósmynd, Borgþór Magnússon.

Mat á árangri verkefnis

Hinar víðtæku uppgræðsluaðgerðir sem staðið hafa yfir á Katlasvæði, Hrutatorfum og Kolatorfum síðastliðin 26 ár hafa skilað umtalsverðum árangri. Með þeim hefur tekist að draga verulega úr rofi og jarðvegseyðingu á þessu svæði. Úttekt árið 2000⁴ sýndi að tekist hafði með sáningum á melgresi og fleiri grastegundum að koma upp umtalsverðri gróðurhulu á aðalfoksavæðinu í Kötlum. Einnig höfðu sáningar í Hrutatorfum tekist vel og víðáttumikil melasvæði voru komin með þetta grashulu. Í gömlum sáningum við Miklamó og Botnaflesju, í Katlagirðingu, suðvestan undir Sellandafjalli og í Hrutatorfugirðingu var töluvert landnám af víði, krækiberjalyngi og fleiri mólendistegundum (mynd 23.3). Landnám víðis í uppgræðslum innan og utan girðinga og á gamalgrónu landi benti til þess að dregið hefði úr sauðfjárbætti.⁴ Athugun Landgræðslu ríkisins á ástandi landgræðslusvæðanna árið 2006 benti til þess að gróður á Katlasvæði væri almennt í góðri framför.¹ Austan og norðan til er enn talsvert mikið af sandi í hrauninu. Hrutatorfusvæðið er að gróa vel upp og víða komin sterk gróðurhula; auk þess er gróðurþekja víðast mikil og rof ekki áberandi.² Rofabörð eru nánast horfin. Kolatorfusvæðið er orðið vel gróið en fylgjast þarf með rofabörðum norðan til.³ Flýta mætti framvindu með því að styrkja gróður sem þar er.

Ekki hefur verið unnið úr gögnum um framburð í Laxá en skimun frumgagna bendir til að minni sandur berist niður Kráká en áður. Enn er mikill sandur í farvegum Laxár og Krákár.

Þrátt fyrir að þessar aðgerðir hafi skilað góðum árangri berst enn mikill sandur inn á Katlasvæðið með austurjaðri þess eins og fram kemur í nýlegri áfangaskýrslu Landgræðslu ríkisins um Krákarbotna.⁷ Sandinum hefur verið haldið í skefjum með árlegri sáningu af blöndu melgresis og beringspunts. Þetta hefur leitt til þess Kráká virðist vera farin að hreinsa sig töluvert af sandi og gróður hefur fest rætur í botni árinna (Stefán Skaftason, munnl. heimild).

Heimildir

1. Ásgeir Jónsson & Sigurlína Tryggvadóttir 2007. Katlasvæðið. Úttekt á ástandi landgræðslusvæðis innan girðingar. Landgræðsla ríkisins (óútg).
2. Ásgeir Jónsson & Sigurlína Tryggvadóttir 2007. Hrutatorfur. Úttekt á ástandi landgræðslusvæðis innan girðingar. Landgræðsla ríkisins (óútg).
3. Ásgeir Jónsson & Sigurlína Tryggvadóttir 2007. Kolatorfur. Úttekt á ástandi landgræðslusvæðis innan girðingar. Landgræðsla ríkisins (óútg.).
4. Borgbór Magnússon 2000. Uppgræðsla við Kráká, Skútustaðahreppi. Úttekt Rannsóknastofnunar landbúnaðarins 31. júlí 2000. Unnin að beiðni Landsvirkjunar. Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
5. Landgræðsla ríkisins 1994. Hefting sandburðar í Kráká. Framkvæmdaáætlun 1994-2000. Landgræðsla ríkisins.
6. Landgræðsla ríkisins 2000. Landgræðsluáætlun fyrir Krákásvæði í Skútustaðahreppi 2001-2004. Landgræðsla ríkisins.
7. Landgræðsla ríkisins 2009. Krákarbotnar í Skútustaðahreppi. Landgræðsla ríkisins (óútg.).
8. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 2003. Hækkun Laxárstíflu: greinargerð um 10 og 12 m vatnsborðshækkun. Landsvirkjun, 2003. LV-2003/047.



Mynd 23.3. Landnám víðis og krækilyngs í gamalli flugsáningu við hraunjaðar suðvestan við Sellandafjall. Ljósmynd, Borgbór Magnússon.

24 Endurreisn urriðastofnsins í Þingvallavatni

Hugrún Gunnarsdóttir og Hákon Aðalsteinsson, Landsvirkjun

Lýsing á svæði

Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
64°10'N, 21°08'V		100 m

Upphafsaðstæður

Þingvallavatn er 83,7 km² að flatarmáli, allt að 100 m djúpt og vatnasvið þess er 13.000 km². Í vatnið falla þrjár ár, Öxará við Þingvelli, Villingavatnsá og Ölfusvatnsá í Grafningi. Úr Þingvallavatni rennur Sogið sem er stærsta lindá landsins með um 100 m³/s rennsli um útfall vatnsins við Efra-Sog. Í vatninu eru þrjár fisktegundir, bleikja, urriði og hornsíli. Fjögur afmörkuð afbrigði eru af bleikju í vatninu en þau eru murta, sílableikja, kuðungableikja og dvergableikja. Urriðastofn Þingvallavatns hefur líklega verið einangraður frá sjó í árbúsundir vegna ófiskgengra fossa í Sogi. Urriðinn var víðfrægur og vinsæll af stangveiðimönnum langt út fyrir landsteinana sökum stærðar sinnar, sem rekja má til góðra uppeldis- og fæðuskilyrða í vatninu. Árið 1959 var byggð stífla í útfalli vatnsins. Við stíflugerðina töpuðust aðal uppeldis- og hrygningarsvæði urriðans í útfalli vatnsins. Í dag hrygnir urriðinn aðallega í Öxará. Talið var að urriðastofn Þingvallavatns væri á undanhaldi og ef ekki yrði gripið til aðgerða yrði stofninn ekki sjálfbær til framtíðar.

Markmið

Að koma upp sjálfbærum urriðastofni í Þingvallavatni með fiskræktaraðgerðum og bæta þannig vistfræðileg skilyrði fyrir uppeldi og hrygningu hans í vatninu.

Aðgerðir

Klakfiski var safnað í Öxará haustin 1991, 1997 og 2001. Klakfiski var sleppt aftur í vatnið að lokinni kreistingu. Alls var 132.000 urriðaseiðum sleppt í Þingvallavatn á árunum 1993-2004, þar af 36.000 örmerktum seiðum. Haustið 1998 var 1.200 m³ af sérvaldri hrygningarmöl komið fyrir meðfram bökkum útfallsins. Einnig var grafinn burt hluti malarfyllingar sem líklega hafði verið sett þar við byggingu stíflunnar inntaksmegin við útfallið. Hluta af hrognum klakfiskjar úr Öxará var síðan komið fyrir í mölinni.

Eftirfylgni, umhirða og nýting

Urriða hefur fjölgað verulega í vatninu. Áreiðanlegar tölur um veiði á urriða í Þingvallavatni liggja hins vegar ekki fyrir þar sem skráning á veiði hefur ekki verið góð. Þó er vitað um nokkra urriðaveiði undan landi Þjóðgarðsins á Þingvöllum.¹

Vöktun og árangursmat

Veiðimálastofnun hafði umsjón með sleppingum urriðaseiða í Þingvallavatn, rannsóknunum á seiðabúskap urriða og mati á árangri fiskræktaraðgerða á árunum 1999 til 2005.^{1,5-8} Rannsóknir Laxfiska ehf. á útbreiðslu, atferli og umhverfi urriða í Þingvallavatni hafa staðið yfir frá árinu 2003.⁴ Frá árinu 2007 hefur Landsvirkjun í samstarfi við Orkuveitu Reykjavíkur, Þjóðgarðinn á Þingvöllum og Umhverfisstofnun staðið fyrir árlegri vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Samkvæmt nýlegri skýrslu Náttúrufræðistofu Kópavogs er ástand vatnsins talið mjög gott.³



Mynd 24.1. Útfall Þingvallavatns, stífla Steingrímsstöðvar og Efra-Sog. Þingvallavatn sést efst í vinstra horni loftmyndarinnar. Ljósmynd, Landsvirkjun.

Mat á árangri verkefnis

Aðgerðir til að efla viðkomu urriðastofns Þingvallavatns virðast hafa skilað þeim árangri að urriða hefur fjölgað mjög í vatninu. Urriðinn nýtir sér fleiri staði til hrygningar m.a. í útfalli vatnsins og í Ölfusvatnsá.⁸ Niðurstöður seiðarannsóknar í útfalli Þingvallavatns sýndu að urriði hafði hrygnt við útfallið strax haustið 2004.⁸ Haustið 2007 fundust í fyrsta skipti sumargömul urriðaseiði frá náttúrulegri hrygningu í Efra-Sogi.² Því eru sterkar vísbendingar um að með aðgerðum þessum hafi að hluta tekist að endurreisa líffræðilega fjölbreynta Þingvallavatns.

Markmið aðgerða var að koma upp sjálfbærum urriðastofni í Þingvallavatni. Hugsanlega mætti ná enn betri árangri ef einnig yrði ráðist í að gera fiskgengt milli útfalls og Efra-Sogs. Það gæti leitt til þess að urriði nýttí sér betur útfall vatnsins og Efra-Sog til uppeldis og hrygningar. Er áætlað að koma slíkri framkvæmd í kring árið 2013 en endanleg útfærsla liggur ekki fyrir. Einnig verður að telja að aðgerðir er miðuðu að því að bæta skilyrði til hrygningar og uppeldis ofan útfallsins hafi skilað ágætum árangri en þær hafi ekki verið fullreyndar.

Samfélagsleg áhrif aðgerðanna virðast alla jafna jákvæð. Áhugi almennings á veiði í vatninu er töluverður. Auk þess hafa aðgerðirnar verið hvati að aukinni fræðslu um lífríki Þingvallavatns. Til dæmis stendur Þjóðgarðurinn á Þingvöllum fyrir fræðsluerindum um urriðann á hverju hausti.

Þingvellir voru samþykktir á heimsminjaskrá UNESCO 2. júlí 2004. Í stefnumörkun þjóðgarðsins 2004-2024⁹ kemur fram að stefnt verði að samkomulagi við Landsvirkjun um stýringu miðlunar og vatnshæðar út frá þörfum lífríkis í vatninu og um endurheimt búsvæða fiskistofna sem glatast hafa.



Mynd 24.2. Urriði í Þingvallavatni merktur með slöngumerki. Ljósmynd, Vilhelm Gunnarsson 2004.

Heimildir

1. Benóný Jónsson & Magnús Jóhannsson 2006. Aldursrannsóknir, merkingar og endurheimtur urriða úr Öxará 2004 og 2005. Unnið fyrir Landsvirkjun. Veiðimálastofnun, VMST-S06003; LV-2006/032.
2. Benóný Jónsson & Magnús Jóhannsson 2007. Skilagrein. Seiðaathugun við útfall Þingvallavatns haustið 2007. Veiðimálastofnun, VMST-G/07010.
3. Hilmar Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur R. Ingvason & Stefán Már Stefánsson 2008. Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Gagnaskýrsla fyrir árið 2007. Náttúrufræðistofa Kópavogs, Fjölrit nr. 2-08.
4. Jóhannes Sturlaugsson 2007. Rannsóknir á atferlivistfræði urriða í Þingvallavatni. Dæmi um niðurstöður. Laxfiskar ehf.
5. Magnús Jóhannsson & Guðni Guðbergsson 2000. Aldursrannsóknir á urriða úr Öxará. Unnið fyrir Landsvirkjun. Veiðimálastofnun, VMST-S/04006.
6. Magnús Jóhannsson & Benóný Jónsson 2002. Aldursrannsóknir, merkingar og endurheimtur urriða úr Öxará árin 2000 og 2001. Veiðimálastofnun, VMST-S/02004.
7. Magnús Jóhannsson & Benóný Jónsson 2004. Aldursrannsóknir, merkingar og endurheimtur urriða úr Öxará. Veiðimálastofnun, VMST-S/04006.
8. Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson & Ingi Rúnar Jónsson 2005. Seiðarannsóknir í Öxará, Ölfusvatnsá, Villingavatnsá, Þingvallavatni og Efra-Sogi ásamt urriðarannsóknnum í Þingvallavatni árið 2005. Veiðimálastofnun, VMST-S/05005; LV-2005/067.
9. Þingvellir, þjóðgarður 2004. Þjóðgarðurinn á Þingvöllum. Stefnumörkun 2004 til 2024. <http://www.thingvellir.is/media/skjol/stefna-vefur-mars-2005.pdf>.

25 Framengjar og Nautey í Mývatnssveit

Matthildur B. Stefánsdóttir^{a)} og Ingólfur Ásgeir Jóhannesson^{b)}

^{a)}Vegagerðinni, ^{b)}SUNN (Samtökum um náttúruvernd á Norðurlandi)

Lýsing á svæði

Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
65°32-33'N, 17°02-05'V	37,8 ha	280-290 m

Upphafsaðstæður

Framengjar eru stórt og frjósamt sléttlendi sunnan til í Mývatnssveit, milli Krákár að vestan og Grænalæks að austan. Þær ná frá Mývatni í norðri alveg suður þangað sem melar og heiðalönd taka við. Framengjar eru að mestu orðnar til við framburð Krákár út í stöðuvötn og hraun, enda fer áin víða um þetta svæði á veturnum og ber fram sand. Bændur hafa og snemma á öldum komist upp á að stífla ána og veita henni upp á engjarnar á vorin.¹

Framengjar eru flæðiengi sem Kráká flæmist um í vorflóðum flest ár. Breytileiki í gróðri er mikill og svæðið er mósaík mismunandi gróðurlenda. Í blautustu flóunum eða flæðingjunum er aðallega gulstör og tjarnastör, oft með blandi af vetrarkvíðastör og mýrarstör, horblöðku, engjarós, skriðlíngresi, hálmgresi, o.fl. tegundum. Sums staðar eru grösín þó yfirgnæfandi. Þar sem hærra ber er oftast gulvíðir eða birkikjarr, lyng eða grasmóar.

Nokkrar tjarnir eru á svæðinu. Víða eru einkennilegir langir og hlykkjóttir þúfnagarðar, líklega náttúrusmið, en einnig flóðgarðar af mönnum gerðir. Allmikið fuglalíf er á Framengjum, einkum á vorin og framan af sumri. Mest eru það vaðfuglar, gæsir, álftrir og ýmsar endur en lómur og himbrimi verpa þar einnig. Víða eru upphlaðin heystæði, þögull vitnisburður um að Framengjar voru heyforðabúr Mývetninga öldum saman, eða allt þar til túnræktun hófst fyrir alvöru á síðustu öld. Stærstu engjarnar tilheyrdi prestssetrinu að Skútustöðum sem þurfti aldrei að nýta þær allar og því var mikill hluti þeirra leigður þeim jörðum sem höfðu lítinn engaheyskap heima fyrir. Höfðu sumar jarðirnar fastar skákir sem þær nýttu ár eftir ár og voru við þær kenndar. Með Framengjum er hér einnig talinn hluti Nauteyjar sem er mýrarskák vestan við Kráká og heyrir undir Gautlönd, svo og hluti af Garðsmýri, austan Grænalækjar.

Upp úr 1950 voru grafnir nokkrir skurðir í Framengjum og var ætlunin að ræsa þær fram til að gera þær véltækar; þó ekki í suðausturhluta þeirra (í landi Grænavatns). Samtals munu skurðirnir hafa verið um 20 km. Framræslan tókst ekki sem best og voru settar lokur í skurðina til að halda uppi vatnsstöðunni. Engjarnar voru notaðar til slægna til að byrja með en heyskapur í engjunum lagðist að mestu af í kringum 1970. Hluti engjanna var síðan endurheimtur af heimamönnum á 7. og 8. áratugnum og tókust þær aðgerðir vel. Vilji var fyrir því hjá landeigendum og ábúendum að ryðja niður í það sem eftir var af skurðunum. Framengjar eru beittar, nema næst Skútustöðum, en þar er varpland anda og kríu.

Markmið

- Endurheimt votlendisvistkerfis Framengja og Nauteyjar; vatnsbúskapur færast sem næst fyrra horfi, sem og búsvæði plantna, fugla og smádyra.
- Beitarstýring og öryggi búfjár, bæði til hagræðis fyrir bændur og vegna dýraverndunarsjónarmiða.
- Mótvægisáðgerð í stað votlendis sem tapast hafði við vegagerð á Norður- og Austurlandi.

Aðgerðir

Fyrsti áfangi endurheimtar á svæðunum var 2003 þegar lokað var 4,9 km af skurðum í Framengjum (mynd 25.1), endurbætt lokun á 0,6 km og stíflaðir 1,5 km. Einnig var Brjánsnestjörn syðst í Skútustaðaengjum endurheimt og Krókagarðstjörn í Litlustrandarlandi endurgerð. Sett var upp 4,3 km friðunar- og vörslugirðing. Árið 2004 var 2,5 km skurður fylltur, frá engjavegi Skútustaða að þjóðvegi við Kráká (mynd 25.2), og 2,8 km af skurðum lokað í Nautey. Árið 2005 var 0,8 km af skurðum lokað í Framengjum, endurbætt lokun á 0,3 km og stíflaðir 0,3 km. Auk þess var affall úr Holtstjörn stíflað.

Vegagerðin styrkti hluta endurheimtarinnar, SUNN hafði umsjón með framkvæmdum og styrkti þær enn fremur fjárhagslega, auk þess sem Pokasjóður veitti styrk til verksins.

Eftirfylgni, umhirða og nýting

Framengjar eru sem hluti votlendissvæðis kennt við Mývatn á alþjóðlegri skrá um votlendissvæði sem kennd er við Ramsar. Vatnsbúskapur Framengja hefur verið rannsakaður nokkuð, svo og gróðurfar og smádyralíf.



Mynd 25.1. Úr miðjum Framengjum, þar sem þær eru blautastar. Vörslugirðingin er meðfram skurðinum sem var lokað. Ljósmynd, Ingólfur Ásgeir Jóhannesson.



Mynd 25.2. Rétt við Hringveginn, austan Krákár. Hér er búið er að loka skurðunum þannig að það er fyrst og fremst leysingavatn sem rennur í þeim skurðum sem enn eru opnir. Ljósmynd, Ingólfur Ásgeir Jóhannesson.

Mat á árangri verkefnis

Endurheimt Framengja og Nauteyjar er ein af viðameiri aðgerðum til endurheimtar votlendis hér á landi. Alls hefur verið lokað 11 km af skurðum, endurbætt lokun á 0,9 km og stíflaðir 1,8 km af skurðum.¹ Auk þess hafa a.m.k. tvær tjarnir endurheimst, Brjánsnestjörn og Krókagarðstjörn, og stífla við Holtstjörn (mynd 25.3) á að gera kleift að stýra vatnsbúskap hennar betur. Þá hafa víða í enginu myndast litlir pollar þar sem fyrirstöður voru settar í skurði og þar sem efni var tekið úr skurðbökkum. Mestu munar þó um bleytu í sundum og spildum sem áður höfðu að hluta þornað. Framkvæmdin hefur í alla staði tekist vel en landbreytingum 50–60 ára verður þó ekki snúið við á fáum misserum.

Vonast er til að uppfylling skurðanna muni smám saman breyta landinu í fyrra horf. Nú hefur orðið vart við breytt flæði vatns á svæðinu og hafa tvær tjarnir sem höfðu þornað upp fyllst aftur. Einnig hefur orðið vart við breytt flæði í þeim vatnsfarvegum sem eru á svæðinu.

Heimildir

1. Arnþór Garðarsson, Borgþór Magnússon, Einar Ó. Þorleifsson, Hlynur Óskarsson, Jóhann Óli Hilmarsson, Níels Árni Lund, Sigurður Þráinsson & Trausti Baldursson 2006. *Endurheimt votlendis 1996-2006. Skýrsla votlendisnefndar*. Ritstjóri Daníel Bergmann. Landbúnaðarráðuneytið, Reykjavík, 27 bls.
2. Nefnd um endurheimt votlendis á.á. Endurheimt votlendis. <http://www.rala.is/votlendi/default.htm>.
3. Samtök um náttúruvernd á Norðurlandi 2005. Skýrsla um endurheimt votlendis í Framengjum og Nautey árin 2003-2005. 6 bls.
4. Umhverfisstofnun 2009. Mývatn og Laxá. Tillaga að verndaráætlun. 82 bls.



Mynd 25.3. Affallið úr Holtstjörn. Ljósmynd, Ingólfur Ásgeir Jóhannesson.

26 Endurheimt Kolviðarnesvatns Syðra

Matthildur B. Stefánsdóttir og Auðunn Hálfðanarson, Vegagerðinni

Lýsing á svæði

Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
64°48'N, 22°26'V	45 ha	6 m

Upphafsaðstæður

Kolviðarnesvatn Syðra er annað af tveimur vötnum við bæinn Kolviðarnes í Eyjahreppi á Snæfellsnesi. Vatn streymir til þeirra úr mýrlendi norðan og vestan vatnanna og úr lindum í vatnsbotnunum. Lækur tengdi vötnin áður saman. Í skýrslu Votlendisnefndar¹ kemur fram að við framræslu vatnanna var grafinn skurður suður úr syðra vatninu og lokað fyrir rennslið yfir í Núpsá. Við það hvarf nánast allt vatn úr vatnsstæðunum fyrir utan smáar tjarnir umhverfis lindirnar (mynd 26.1). Í kjölfar framræslunnar voru svæðin notuð til beitar.¹

Kolviðarnesvötnin voru á lista Fuglaverndarfélagssins yfir heppileg svæði til endurheimtar. Þegar Votlendisnefnd tók til starfa setti hún sig fljótlega í samband við ábúendur jarðarinnar og viðraði hugmyndir um endurheimt vatnanna. Votlendisnefnd leiddi síðan saman ábúendur og sérfræðinga Vegagerðarinnar og veitti jafnframt ráðgjöf um framkvæmd endurheimtarinnar.¹

Markmið

Að endurheimta votlendi í stað votlendis sem raskað var við gerð Vatnaleiðar en sú kvöð hafði verið sett á Vegagerðina af umhverfisyfirvöldum sem skilyrði fyrir leyfisveitingu fyrir framkvæmdinni. Auk þess var markmiðið að auka fuglalíf og koma á veiði.

Aðgerðir

Ráðist var í endurheimt vatnsins árið 2001 en Vegagerðin bæði kostaði og sá um framkvæmdina í samvinnu við ábúendur. Lokað var útfalli um skurð og upprunalegt útfall vatnsins opnað og lagfært. Þá var vegstæði meðfram vatninu lagfært og gerðir tveir hólmar. Framkvæmdin tókst vel og var vatnsstæðið orðið fullt af vatni snemma hausts¹ (mynd 26.2).

Mat á árangri verkefnis

Kolviðarnesvatn Syðra er langstærst þeirra vatna sem endurheimt hafa verið hér á landi. Vegagerðin stóð fyrir úttekt á vatnsstæðinu fyrir endurheimt vatnsins.

Tvö rannsóknarverkefni voru sett af stað í tengslum við endurheimtina.¹ Fuglalíf var kannað fyrir framkvæmdir og ári eftir þær en fyrirhugað var að kanna það aftur að nokkrum árum liðnum. Hins vegar voru settir upp brunnar til að mæla vatnsstöðu og reitir til mælinga á gróðurfari á þremur sniðum út frá vatninu. Hlutverk þeirra var að fylgjast með því hvernig land blotnar upp út frá vatninu og gróðurfari breytist. Fuglalíf hefur tekið við sér í kjölfar framkvæmdarinnar, auk þess sem urriði og bleikja úr Núpsá hafa gengið í vatnið og veiðast þar nú hinir vænstu fiskar.¹

Sumarið 2009 var unnið að því að rannsaka fuglalíf á endurheimtum vötnum og tjörnum á Vesturlandi, og bera saman við óröskuð vötn og tjarnir á sama svæði.⁷ Alls voru 57 vötn, tjarnir og mýrarpollar í rannsókninni en þar af voru tíu endurheimt. Talið var sex sinnum, frá miðjum maí og fram á haust. Bentu fyrstu niðurstöður til þess að endurheimt hafi haft mjög jákvæð áhrif á fuglalíf vatnanna, og var svipaður fjöldi fuglategunda á þeim og á nálægum óröskuðum vötnum.⁷

Heimildir

1. Arnþór Garðarsson, Borgþór Magnússon, Einar Ó. Þorleifsson, Hlynur Óskarsson, Jóhann Óli Hilmarsson, Niels Árni Lund, Sigurður Þráinsson & Trausti Baldursson 2006. *Endurheimt votlendis 1996-2006*. Skýrsla Votlendisnefndar. Ritstjóri Daníel Bergmann. Landbúnaðarráðuneytið, Reykjavík, 27 bls.
2. Hlynur Óskarsson 1998. Framræsla votlendis á Vesturlandi. Í: (Jón S. Ólafsson ritstj.) *Íslensk votlendi, verndun og nýting*. Háskólaútgáfan, Reykjavík, bls. 121-129.
3. Hlynur Óskarsson 1999. Kolefnisbúskapur mýrajarðvegs: áhrif framræslu og gildi endurheimtar mýra til viðhalds kolefnisforða þeirra. *Líffræðirannsóknir á Íslandi*. Afmælisráðstefna Líffræðifélags Íslands í samvinnu við Líffræðistofnun Háskóla Íslands, Hótel Loftleiðum, 18.-20. nóvember. Útdráttur bls. 60
4. Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Erla Björk Örnólfsdóttir, Jón S. Ólafsson & Sigurður Már Einarsson 2008. Endurheimt Kolviðarnesvatns syðra. *Fræðaping landbúnaðarins* 5, 437 – 438.
5. Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Erla Björk Örnólfsdóttir, Jón S. Ólafsson & Sigurður Már Einarsson 2008. Endurheimt Kolviðarnesvatns syðra, könnun á svifi 2003. Veiðimálastofnun, VMST/08006. 14 bls.
6. Sigurður Már Einarsson 2001. Endurheimt á Kolviðarnesvatni Syðra. Veiðimálastofnun, VMST-V/01012.
7. Svenja N.V. Auhage, Kristinn H. Skarphéðinsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Borgþór Magnússon & Hlynur Óskarsson 2010. Fuglalíf á endurheimtum vötnum á Vesturlandi. Áfangaskýrsla 2009. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. 18 bls. [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Fuglalif_endurheimt_votn_Vesturland_afangi2009/\\$file/Fuglalif%20endurheimt_votn_Vesturland_afangi2009.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Fuglalif_endurheimt_votn_Vesturland_afangi2009/$file/Fuglalif%20endurheimt_votn_Vesturland_afangi2009.pdf).



Mynd 26.1. Kolviðarnesvatn syðra fyrir endurheimt. Ljósmynd, Björn Theódórsson.



Mynd 26.2. Kolviðarnesvatn syðra eftir endurheimt. Ljósmynd, Björn Theódórsson.

27 Stafá í Helgafellssveit

Matthildur B. Stefánsdóttir og Auðunn Hálfðanarson, Vegagerðinni

Lýsing á svæði		
Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
64°59'N, 22°52'V		Ca 30 m
Upphafsaðstæður		
<p>Stafá í Helgafellssveit er um 6 km að heildarlengd og fellur til sjávar skammt vestan við mynni Hofsstaðavogar, rétt austan Bjarnarhafnar. Ekki liggja fyrir upplýsingar um vatnasvið eða rennsli árinna, en hún hefur verulegan lindabátt, auk dragáruppruna og er því mun vatnsmeiri en ætla mætti. Áin fellur öll um láglendi og bakkar eru grónir. Botngerð árinna er víðast samblað af möl og smágrýti.</p> <p>Í Stafá finnast stofnar af urriða og bleikju. Báðar þessar tegundir geta myndað staðbundna stofna, en einnig gengið til sjávar og kallast þá sjóbleikja og sjóbirtingur. Í ána gengur bæði sjóbirtingur og sjóbleikja. Fyrir næfellt tveimur áratugum var stálbylgjuræsi með lokuðum botni sett í Stafá. Ræsið reyndist ófiskgengt við skoðun.¹</p>		
Markmið		
Markmiðið var að endurheimta fiskgengt í áni.		
Aðgerðir		
Árið 1992 var öðru ræsi komið fyrir við hlið þess gamla (mynd 27.1). Inni í ræsinu var byggður nokkurs konar fiskvegur til að auðvelda fiski uppgöngu (mynd 27.2).		
Vöktun og árangursmat		
Veiðimálastofnun gerði athugun á fiskstofnum árinna og útbreiðslu þeirra í júlí 2008. Seiðabúskapur var kannaður með rafveiðum á tveimur stöðum ofan og neðan við ræsið. Ein veiðiumferð var farin um hvora stöð. Allur afli var greindur til tegunda og seiði lengdarmæld. Við útreikning á seiðabéttleika var reiknuð seiðavísitala.		

Mat á árangri verkefnis

Niðurstöður mælinga sýndu að bæði urriði og bleikja hrygna og nýta ána til uppeldis ofan og neðan við ræsið, sem bendir til að þessar silungategundir gangi upp fyrir ræsið í Stafá.² Niðurstöður eru þó ekki óbyggjandi þar sem bæði bleikja og urriði geta myndað staðbundna stofna sem ekki ganga til sjávar. Sú seiðaframleiðsla sem fram kom í rafveiðunum getur því byggst á hrygningu staðbundinna silunga.² Hins vegar er vitað að sjógenginn silungur veiðist eitthvað í áni en ekki liggja fyrir neinar skýrslur um veiðinýtingu.

Heimildir

1. Sigurður Már Einarsson 1991. Umsögn um ræsi í Stafá, Helgafellssveit. Veiðimálastofnun, Vesturlandsdeild, VMST-V/91014X, 3 bls.
2. Sigurður Már Einarsson & Halla Kjartansdóttir 2008. Skilagrein – Áhrif ræsis á fisktegundir og útbreiðslu þeirra í Stafá Helgafellssveit. Veiðimálastofnun, VMST-G/08006, 6 bls.



Mynd 27.1. Ræsi í Stafá. Neðra ræsið var sett í ána til að lagfæra aðgengi fiska upp ána. Ljósmynd, Auðunn Hálfðanarson.



Mynd 27.2. Fiskvegur í ræsi í Stafá í Helgafellssveit. Steyptir þvergarðar sjást inni í ræsinu til að auðvelda fiskför um ræsið. Ljósmynd, Auðunn Hálfðanarson.

28 Nesjavellir

Herdís Friðriksdóttir, Orkuveitu Reykjavíkur

Lýsing á svæði		
Staðsetning	Stærð	Hæð yfir sjó
64°06'N, 21°15'V	230 ha	170-370 m
Upphafsaðstæður		
<p>Gróðurmeiðing á vegum Rannsóknastofnunar landbúnaðarins í Grafningi árið 1969 leiddu í ljós að ástand jarðarinnar Nesjavalla var í heild lélegt.^{2,4} Mikil gróður- og jarðvegseyðing hefur verið á svæðinu í kjölfar skógareyðingar. Gróðurfar er þó að þróast í samræmi við annað land sem hefur verið friðað fyrir beit í langan tíma. Gróska hefur aukist, birki og víðir er að vaxa upp að nýju og rofið land er að gróa upp.</p> <p>Næri 2/3 hlutar jarðarinnar eru grónir; mosapembum, graslendi, lyngi og kjarri.^{4,5} Mosapemba er nær allsráðandi ofan 200-300 m.h.y.s.; graslendi er einkum í sendnum botnum hinna mörgu dalverpa; lynggróður skryðir lághlíðar Hengilsins og móbergshryggjanna, en lágvaxið, rýrt birkikjarr er helst í Nesjahrauni og milli Selkletta og Krumma í 100-200 m h.y.s. Gróskumiklar, fjölskrúðugar lyngdældir eru víða í brekkum og eiga tilvist sína einkum að þakka langvarandi snjóalögum. Hæsti og brattasti hluti fjalllendisins og efsti hluti móbergshryggjanna sem ganga norður og norðaustur af því er ógróinn og víða eru stór rof í gróðurþekjunni af völdum vinda, vatns og jarðrennslis.³</p>		
Markmið		
Markmið uppgræðslunnar á Nesjavöllum er að stöðva hnignun og eyðingu jarðvegs og gróðurs á svæðinu og endurheimta þau vistkerfi sem áður voru þar ríkjandi.		
Aðgerðir		
Aðgerðir hófust árið 1989. Svæðið var girt og friðað fyrir beit en land í 600-700 m h.y.s. er þó enn ógirt. Uppgræðsluáðgerðir hafa fólgt í: 1) dreifingu tilbúins áburðar og sáningu; 2) endurtekinni áburðargjöf þangað til uppgræðslusvæðin hafa verið orðin fullgróin; 3) lokun rofabarða og vatnsrása með því að stinga niður börð og uppgræðslu í kjölfarið; 4) gróðursetningu trjáplantna, aðallega birkis. Alls hefur verið grætt upp 152 ha svæði og gróðursettar 230.000 trjáplöntur í 78 ha, að langmestu leyti birki (98%).		
Eftirfylgni og umhirða	Vöktun og árangursmat	
Árlega er unnið að uppgræðslu á Nesjavöllum, uppgræðslusvæði stækkuð og áburði dreift á svæði sem grædd hafa verið upp en trjáplöntur hafa ekki verið gróðursettar í svæðið síðan 2006.	Ingvi Þorsteinsson mat árangur landgræðslu í skýrslunni Landgræðsla á jörðum Orkuveitu Reykjavíkur í Grafningi 1989-2001. ³ Árlega er haldið saman upplýsingum um þær landbætur sem unnið er að á Nesjavöllum en þær hafa ekki verið gefnar út í skýrslu. Gerðar voru nákvæmar gróðurmeiðingar á nokkrum af eldri uppgræðslusvæðunum sumarið 2010 (Herdís Friðriksdóttir o.fl., óbirt gögn).	

Mat á árangri verkefnis

Samkvæmt úttekt árið 2001 var heildarlengd uppgræddra rofabarða um 42 km og gróðurþekja uppgræddra svæða 70%.³ Meðaleinkunn fyrir lokun rofabarða var 7,6 en meðaleinkunn fyrir uppgræðslu í heild var 7,4 sem var talinn góður árangur³ (mynd 28.1). Einnig virðist hafa tekist vel til við skógræktarþáttinn og trén eru að verða sýnileg (mynd 28.2). Afföll urðu helst á trjám á fyrstu árum gróðursetningarinnar og þá einkum vegna rangs vals á trjátegundum og kvæmum og aðferðum við plöntun.³ Í lokaorðum skýrslunnar segir m.a: „Uppgræðsluþátturinn, þ.e. lokun rofabarða og græðsla örfoka lands, hefur í heild tekist mjög vel. Óvíða hefur uppgræðslan misheppnast og þá hefur það yfirleitt verið af óviðráðanlegum, náttúrulegum orsökum sem ekki verða umflúnar. Sjálfbær gróðurframvinda er hafin á flestum uppgræðslusvæðunum. Á öllum jörðunum hefur gróðurfar og yfirbragð landsins tekið stakkaskiptum fyrir tilverknað þessara aðgerða. Opnum jarðvegsárum, sem jarðvegur rauk og skolaðist úr, hefur fækkað mjög og gróðurhula landsins orðið samfelldari og falletgri.“³

Niðurstaða úttektarinnar er í meginatriðum sú að árangur aðgerðanna hafi verið góður og á sumum svæðum frábær.³ Þó séu mörg verkefni óunnin í uppgræðslu og skógrækt, gróður sé enn að eyðast, og ógróið land blasi víða við. Þá þurfi að hafa eftirlit með og viðhalda uppgræðslu- og skógræktarsvæðum en miklir möguleikar eru taldir vera til frekari skógræktar.

Ungmenni úr Vinnuskóla Reykjavíkur og síðar úr Garðyrkjudeild OR hafa unnið að uppgræðslu og skógrækt á svæðinu undanfarna tvo áratugi. Félagslegur ávinningur verkefnisins felst meðal annars í því að það veitir unglingum sumarstörf við uppgræðslu og skógrækt, þar sem lítt gróið land er fært í fyrra horf.

Gróðurgreining RALA í Grafningi árið 1969⁴ leiddi í ljós að ástand jarða OR þar var í heild lélegt. Í ljósi þeirra staðreynda hafa uppgræðslu- og skógræktarframkvæmdir OR í Grafningi verið mikilvægt skref að því marki að stöðva þar frekari gróður- og jarðvegseyðingu og endurheimta fyrri landgæði. Nesjavellir eru vinsælt útivistarsvæði; þar hafa verið lagðir göngustígar og fjöldi gesta sækir svæðið heim árlega. Uppgræðsla og skógrækt á svæðinu hafa bætt ásýnd landsins og aukið útivistargildi þess.

Heimildir

1. Gísli Gíslason & Yngvi Þór Loftsson 1997. Landnýtingaráætlun. Jarðir Reykjavíkur í Grafningi og Ölfusi. Landmótun ehf.
2. Ingvi Þorsteinsson 1985. Gróður og beitarpól í landi Nesjavalla í Grafningi. Óbirt skýrsla RALA til Umhverfismálaráðs Reykjavíkurborgar.
3. Ingvi Þorsteinsson 2002. Landgræðsla á jörðum Orkuveitu Reykjavíkur í Grafningi 1989-2001. Úttekt á árangri. Orkuveita Reykjavíkur.
4. Rala 1971. *Gróðurlort af Grafningi í mælikvarða. 1:40 000*. Menningarsjóður.
5. Rala 1990. *Gróður- og jarðakort af Grafningi í mælikvarða 1:25 000*. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Reykjavík.

Mynd 28.1. Uppgrætt rofabarð og flag í Dyradal. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.



Mynd 28.2. Birkigróðursetning í Nesjavalladal. Myndin er tekin í ágúst 2010. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.

29 Verndun og endurreisn íslenska hafarnarstofnsins

Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Náttúrufræðistofnun Íslands

Lýsing verkefnis

Upphafsaðstæður

Haförninn, *Haliaeetus albicilla*, verpur á Íslandi, Grænlandi, í Evrópu og Asíu. Örnnum var útrýmt víða, fyrst með beinum aðgerðum en síðar reyndist efnamengun og eyðilegging búsvæða þeim skeinuhætt. Hafarnarstofnar í N-Evrópu hafa vaxið í kjölfar fjölþættra verndaraðgerða en tegundin er enn á heimslista yfir tegundir í hættu.^{3,9} Haförninn var algengur og útbreiddur hér á landi fram eftir öldum. Með vaxandi æðarrækt á 19. öld hófust skipulegar aðgerðir til að fækka örnnum er náðu hámarki um 1890. Um líkt leyti jókst útburður á eitruðum hræjum sem ætluð voru refum. Arnarstofninn hrundi í kjölfarið og voru færri en 40 pör eftir er Íslendingar friðuðu erni fyrstir þjóða árið 1914 (mynd 29.1). Örnnum fækkaði þó áfram, pörin voru ríflega 20 um 1920, en stofninn stóð síðan að mestu í stað til 1970.¹¹

Markmið

Að koma í veg fyrir útrýmingu íslenska hafarnarstofnsins og stuðla að vexti hans og útbreiðslu til fyrri heimkynna um land allt.

Aðgerðir

Haförninn var friðaður til fimm ára í ársbyrjun 1914. Friðunin var framlengd í áföngum til 1954 er hún varð ótímabundin. Þá var jafnframt reynt að takmarka umferð við arnarhreiður á viðkvæmum tíma og urðu ljósmyndarar að afla sér sérstaks leyfis til að mynda erni við hreiður. Fuglaverndarfélag Íslands var stofnað árið 1963, gagngert til að forða erninum frá útrýmingu.⁵ Forsvarsmenn félagsins, undir forystu Björns Guðbrandssonar, beittu sér fyrir banni við refaeitrun 1964 og víðtækri samvinnu við bændur sem beindist að því að draga úr afföllum arna og stuðla að betri varpáangri. Nær öll varpsvæði voru heimsótt árlega, ábúð á arnarsetrum könnuð og varpáangur metinn. Hlunnindi voru tekin á leigu til að draga úr truflunum við arnarvarp og verðlaun greidd fyrir þá arnarunga sem komust á legg. Varpstaðir arna voru friðaðir og umferð í grennd við virk hreiður takmörkuð; fyrst með reglugerð árið 1996 og síðan með lögum 2004. Að öðru leyti hafa beinar verndaraðgerðir fyrst og fremst falist í öfluglu eftirliti með arnarvarpi, áróðri og upplýsingasöfnun um ástand stofnsins. Einnig hafa ernir sem lent hafa í vanda (t.d. brotnað eða lent í grút) verið endurhæfðir (mynd 29.2).

Eftirfylgni og umhirða

Örninn er strangfriðaður, varpstaðir hans njóta sérstakrar verndar og fylgst er árlega með stofnþróun og varpáangri.

Vöktun og árangursmat

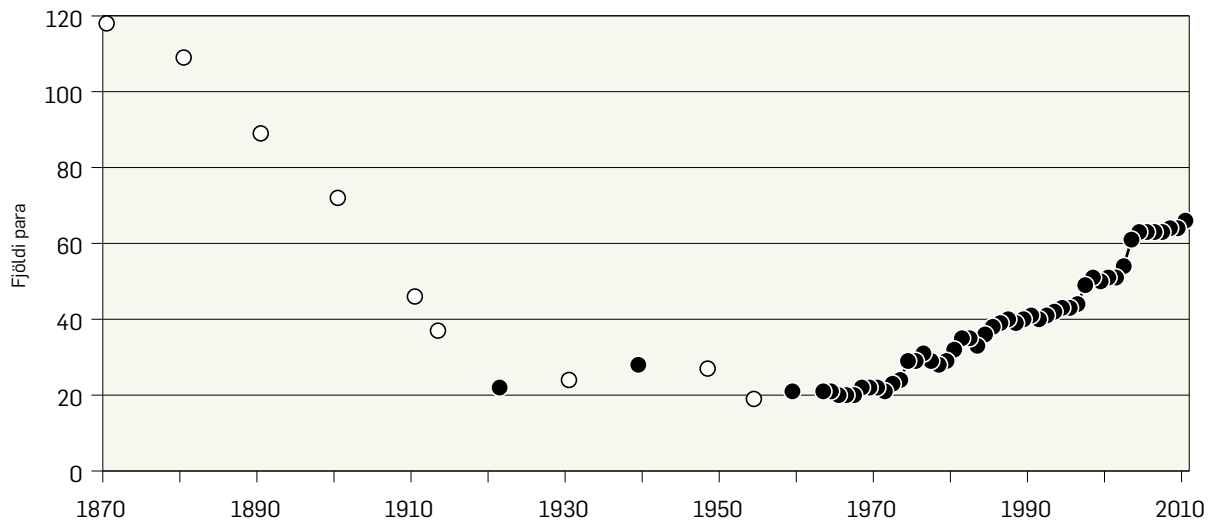
Arnarstofninn hefur verið vaktaður frá 1959. Fylgst er með fjölda varppara, kannað hversu mörg þeirra verpa og varpáangur metinn. Allir ungar eru litmerktir og sýnum safnað til erfðagreininga. Fúleggjum er safnað til að fylgjast með mengunarefnum. Vöktun og rannsóknir á arnarstofninum er samvinnuverkefni Náttúrufræðistofnunar Íslands, Náttúrustofanna í Stykkishólmi og Bolungarvík og áhugamanna.

Mat á árangri verkefnis

Fylgst hefur verið lengi með íslenska hafarnarstofninum.² Saga hans er því betur þekkt en hjá nokkurri annarri fuglategund hér á landi. Arnarstofninn hefur þrefaldast á síðustu 40 árum, en örninn er enn meðal sjaldgæfustu varpfugla landsins og á valista.¹⁰ Stofninn telur nú 66 pör og hafa fuglarnir ekki verið fleiri frá því fyrir friðun 1914 (mynd 29.1).⁷ Þrátt fyrir það er einungis þriðjungur þekktra arnarsetra í ábúð og er útbreiðslan takmörkuð við vestanvert landið. Viðhorf almennings til verndunar arnarins er mjög jákvætt og hið sama gildir um stjórnvöld og flesta landeigendur. Stuðningur bænda skipti sköpum þegar örninn var í mestri hættu upp úr 1960. Endurheimt arnarstofnsins byggðist einnig á því að það dró úr afföllum á ungum örnnum er eitrun fyrir refi var bönnuð árið 1964. Fyrstu batamerkin komu fram um 1970, 5–6 árum eftir að bannið gekk í gildi, en ernir fara að verpa 5–7 ára gamlir.

Verndun búsvæða

Yfir 60% af þekktum arnarsetrum eru innan núverandi varpsvæðis arnarins. Þar af er þriðjungur við Breiðafjörð en þar er jafnframt helsta varpland æðarfugla hér á landi. Ernir geta valdið usla í æðarvarpi og stundum fjárhagslegu tjóni.⁴ Við Breiðafjörð halda nú til um 70% allra arnarpara á Íslandi. Örninn lifir að langmestu leyti á fæðu sem hann sækir í fjörur og á grunnsævi, einkum fýl og æðarfugli. Sterk jákvæð fylgni er milli fjölda þekktra arnarsetra í einstökum landshlutum og flatarmáls fjöru.⁴ Verndun arnarins til lengri tíma byggist á því að unnt verði að varðveita meginbúsvæði hans, fjörur og grunnsævi. Heilbrigði arnarstofnsins helst því í hendur við verndun mikilvægra búsvæða og mun því einnig koma mörgum öðrum tegundum til góða. Hið sama gildir um nauðsyn þess að draga úr mengun þrávirkra lífrænna efna sem dregið getur úr viðkomu arna.⁸



Mynd 29.1. Arnarstofninn 1870 – 2010. Á fyrri hluta tímabilsins er stofnstærð yfirleitt byggð á grófu mati (opnir hringir) en síðar á beinum talningum (punktur).

Ógnir

Varpárangur arna hér á landi er mun minni en víðast hvar og vöxtur stofnsins hægar.¹¹ Örninn er afar viðkvæmur fyrir ónæði og því misferst varpið iðulega ef ernir eru truflaðir við hreiður. Ernir verpa á sömu stöðum ár eftir ár og kynslóð eftir kynslóð og því er mikilvægt að tryggja verndun þessara varpstaða um ókomin ár (mynd 29.3). Örninn á sér vart nokkurn náttúrulegan óvin hér á landi og stafar því fyrst og fremst hætta af manningum. Aðgerðir manna, eins og skotmennska og vísvitandi truflun við hreiður, hafa bein áhrif á lífslíkur eða viðkomu einstakra fugla. Fjórdungur þeirra arna sem fundust dauðir 2000-2009 og höfðu yfirgefið æskuóðalið reyndist hafa verið skotinn.⁷ Einnig hafa umsvif mannsins þrengt að búsvæðum arna með tímanum. Um 8% af þekktum varpstöðum eru ónýtir fyrir arnarvarp eða í yfirvofandi hættu vegna framkvæmda, einkum vegagerðar.⁶ Þá er frístundabyggð vaxandi vandamál.

Niðurstaða

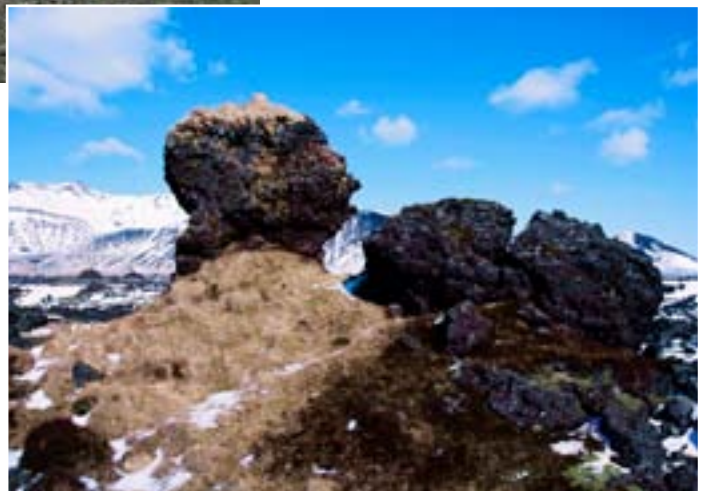
Arnarstarfið undanfarin 50 ár sýnir að með markvissum verndaraðgerðum er hægt að bjarga faliðuðum og einangruðum stofni úr bráðri hættu. Jafnframt að friðun ein og sér dugir skammt ef ekki er dregið úr öðrum ógnum. Tryggja þarf áframhaldandi vöxt og viðgang íslenska hafarnarstofnsins og stuðla að frekari útbreiðslu til fyrri heimkynna um land allt. Ernir á Íslandi og Grænlandi hafa sennilega verið algjörlega einangraðir frá öðrum hafarnarstofnum í mjög langan tíma og þeir eru einnig einangraðir hvor frá öðrum nú á tímum.¹ Ekkert bendir til þess að ernir annars staðar frá flækist hingað. Hjálpræðið mun því ekki berast að utan.

Heimildir

1. Hailer, F., B. Helander, A.O. Folkestad, S.A. Ganusevich, S. Garstad, P. Hauff, C. Koren, V. B. Masterov, T. Nygard, J. A. Rudnick, S. Shiraki, K. Skarphedinsson, V. Volke, F. Wille & C. Vila 2007. Phylogeography of the white-tailed eagle, a generalist with large dispersal capacity. *Journal of Biogeography* 34, 1193–1206.
2. Ingólfsson, A. 1961. The distribution and breeding ecology of the White-tailed Eagle *Haliaeetus albicilla* (L.) in Iceland. B.Sc. (Hons.) thesis. University of Aberdeen.
3. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. Skoðað 2.12.10. <http://www.iucnredlist.org>.
4. Kristinn H. Skarphéðinsson 1994. Tjón af völdum arna í æðarvörpum. Náttúrufræðistofnun Íslands. 120 bls.
5. Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2003. Örninn og Fuglaverndarfélagið. *Fuglar* 1, 10-17.
6. Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2005. Ernir og vegagerð í Djúpafríði. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-05004.
7. Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2010. Arnarstofninn 2010. *Fuglar* 7, 14-15.
8. Kristín Ólafsdóttir, Röbert A. Stefánsson, Menja von Schmalensee, Elín V. Magnúsdóttir, Jörundur Svavarsson & Kristinn H. Skarphéðinsson 2004. Þrávirk lífræn mengunarefni í íslenska haferinum „Líffræði – vaxandi vísindi“. Afmælisráðstefna Líffræðifélags Íslands og Líffræðistofnunar Háskólans, 19.-20. nóvember 2004. Útdráttur bls. 76.
9. Ministers Nordic Council of 2008. Nordic nature – trends towards 2010. Fact sheet: The triumphant return of the white-tailed eagle. 21 Jan 2008 (pdf). www.environment.fi/nordicnature > Fact sheets > The triumphant return of the white-tailed eagle.
10. Náttúrufræðistofnun Íslands 2000. Válisti 2. *Fuglar*. 104 bls.
11. Skarphedinsson, K.H. 2003. Sea-Eagles in Iceland: population trends and reproduction. Í: (B. et al. Helander ritstj.) *SEA EAGLE 2000*. Proceedings from an international conference at Björkö, Sweden, 13 – 17 September 2000. Swedish Society for Nature Conservation/SNF & Åtta. Stockholm. bls. 31-38.



Mynd 29.2. Ungur örn í öruggum höndum Hjördísar og Hildibrands í Bjarnarhöfn. Ernir í vanda eru endurhæfðir í Húsdýragarðinum í Laugardal. Ljósmynd, Röbert A. Stefánsson.



Mynd 29.3. Arnarsteinn í Berserkjährauni. Ræktun og gróska er áberandi þrátt fyrir að ernir hafa ekki orpið þar síðan 1960 er vegagerð gerði hreiðurklettinn óbyggilegan. Ernir verpa á sömu stöðum kynslóð eftir kynslóð. Allir slíkir staðir eru verndaðir og óheimilt er að raska þeim. Ljósmynd, Kristinn Haukur Skarphéðinsson.

III. hluti

Vistheimtarránnsóknir



30 Vistheimtarrannsóknir – yfirlit

Ása L. Aradóttir,¹ Guðmundur Halldórsson,² Kristín Svavarsdóttir² og Ólafur Arnalds¹

¹Landbúnaðarháskóla Íslands, ²Landgræðslu ríkisins

Í þessum kafla er gerð tilraun til þess að taka saman yfirlit um rannsóknir sem tengjast vistheimt á Íslandi. Sú samantekt sem hér birtist byggir á upplýsingum frá helstu aðilum er stunda slíkar rannsóknir, t.d. Háskóla Íslands, Náttúrufræðistofnun og Veiðimálastofnun, auk þeirra stofnana sem höfundar starfa við. Einnig var leitað fanga í rituðum heimildum, svo sem ársritum Landgræðslu ríkisins, *Græðum Ísland*, sem komu út á árunum frá 1988 til 1998 og birtu niðurstöður rannsókna á sviði landgræðslu og margskonar annan fróðleik um landgræðslustarf.^{3-7,238} Fróðlegar samantektir er og að finna í kafla um landbúnaðarrannsóknir í ritinu *Í ljósi vísindanna*¹³⁶ og í kafla um rannsóknir í bókinni *Sáðmenn sandanna*.⁹¹ Þá er vert að benda á ritið *Sandgræðslan, minnzt 50 ára starfs Sandgræðslu Íslands*,²² sem gefur góða innsýn í viðfangsefni og þróun landgræðslustarfsins á fyrri hluta síðustu aldar. Yfirlit um helstu verkefni er tekið saman í töflu 30.1 og þar er vísað í birtar heimildir er tengjast þessum verkefnum. Sá listi er vitaskuld ekki tæmandi. Þó er vonandi fengur að honum og heimildalistanum sem hér fylgir, fyrir hina ýmsu aðila er láta sig varða vistheimt á Íslandi. Í töflunni eru upplýsingar um 70 rannsóknaverkefni en umfang þeirra er æði misjafnt. Doktors- og mastersverkefni sem tengjast vistheimtarrannsóknum eru talin sér. Sum námsverkefnin tilheyra þó stærri rannsóknaverkefnum sem oftast eru samvinnuverkefni margra stofnana og háskóla (tafla 30.1).

Rannsóknir sem tengja má vistheimt á Íslandi eru fjölbreyttar og eiga sér nokkuð langa sögu. Jafnframt endurspeglar þær þróun í hugmyndafræði og áherslum frá því fyrir miðja síðustu öld til dagsins í dag. Hugtakið *vistheimt* kemur þó ekki fram í íslenskum heimildum fyrr en árið 1988.¹⁹⁸ Í grófum dráttum má skipta íslenskum vistheimtarrannsóknum í þrjá flokka; verkefni tengd endurheimt votlendis, verkefni tengd endurheimt dýrastofna og búsvæða þeirra og verkefni tengd endurheimt þúrlendis, sem eru langflest (tafla 30.1).



Mynd 30.1. Tilraunareitur lagður út ofarlega á Skeiðarársandi sumarið 2005, vegna rannsókna á framvindu og þróun vistkerfa við hörfun jökla (sjá töflu 30.1). Ljósmynd Ása L. Aradóttir.

Mynd 30.2 M.S. nemarnir Helena Marta Stefánsdóttir og Gintarè Medelytè mæla straumhraða og vatnsmagn í Hrafnsgerðisá á Fljótsdalshéraði í júlí 2008. Mælingarnar voru hluti af verkefninu Skógvatn. Ljósmynd, Ameline Maheo.



Tilraunir til að hefta sandfok hófust snemma.^{22,91} Eiginlegar uppgræðslurannsóknir hófust þó ekki fyrr en kom fram undir miðja tuttugustu öldina er landbúnaði óx fiskur um hrygg og sauðfé fjölgaði ört. Þá var ljóst að mjög gæti gengið á gróður í úthaga og því var lögð áhersla á að auka og bæta haglendi, bæði með því að styrkja gróðurlendi og græða upp nýja haga.^{138,211,223} Fyrstu tilraunirnar fólust í leit að tæknilegum lausnum við landgræðslustarf, einkum leit að heppilegum tegundum og stofnum til uppgræðslu,²³⁶ en á sjötta og sjöunda áratug aldarinnar hófust viðamiklar sáningar- og áburðartilraunir bæði á láglandi og hálendi.^{138,223-225} Á áttunda og níunda áratugnum var unnið áfram að prófunum á tegundum og stofnum er hentað gætu til uppgræðslu.^{14,48,49} Ekki var sérstaklega verið að leita leiða til að efla staðargróður eða greina framvinduferlin en þó var í mörgum tilvikum um að ræða rannsóknir á aðgerðum sem tíminn hefur leitt í ljós að geta stuðlað að endurheimt. Einnig hefur verið unnið að viðamiklum rannsóknum á íslenska melgresinu,^{98,108,212} sem er sú tegund er lengst og mest hefur verið notuð til að hefta sandfok.

Samhliða tilraunum sem höfðu það að markmiði að finna leiðir til að bæta beitargildi úthagagróðurs var hleypt af stokkunum kortlagningu á gróðurlendum landsins. Gróðurkortin gáfu mikilvæga mynd af eðli íslenskra gróðurlenda en sýndu um leið bágt ástand íslenskra vistkerfa og nauðsyn vistheimtar. Eftir 1990 var einnig unnið að flokkun rofs og jarðvegsrof á landinu öllu var kortlagt.^{16,199} Rofkortin hafa verið mikilvæg grunnöggn fyrir skipulagningu og forgangsroðun vistheimtarverkefna.

Vistheimt fylgir í stórum dráttum sömu lögmálum og náttúruleg framvinda en meginmunurinn er sá að í vistheimt er reynt að yfirvinna þætti sem takmarka framvinduna.⁷⁴ Rannsóknir á framvindu eru mikilvægar fyrir vistheimt því þær varpa ljósi á drifkrafta framvundunnar og þætti er takmarka hana. Rannsóknir á náttúrulegri framvindu hafa meðal annars beinst að svæðum sem koma undan hörfandi jöklum^{168,190,204} (mynd 30.1), hraunum^{61,80,157} og rofsvæðum,^{188,219} auk þess sem viðamiklar rannsóknir hafa verið gerðar á landnámi og framvindu lífríkis í Surtsey.^{89,93,163,187,196,205} Rannsóknir á framvindu í kjölfar uppgræðsluaðgerða hófust á áttunda áratugnum.¹²⁵ Þeim fjölgaði síðan mikið á næstu áratugum,^{17,86,115,188,192} meðal annars í tengslum við uppgræðsluaðgerðir á virkjanasvæði Blöndu^{143,218} og síðar verkefni eins og Landbót-Vistland (31. kafli) og Kolbjörk (32. kafli). Þessar rannsóknir hafa snúið að mörgum þáttum, svo sem gróðri,^{42,125,188} smádyralífi,¹³⁵ jarðvegi^{160,197,200} og virkni vistkerfa.^{59,222} (mynd 30.2). Á síðustu áratugum tuttugustu aldar hófust einnig rannsóknir á birki- og víðitegundum í tengslum við endurheimt kjarr- og skóglendis^{10,33,215} (34. kafli).

Eftir því sem vægi vistheimtar hefur aukist, hafa rannsóknir í tengslum við uppgræðslu í vaxandi mæli beinst að innlendum tegundum og því hvernig hægt sé að koma staðargróðri á legg á röskuðum svæðum. Þessar rannsóknir ná allt frá rannsóknum á lífsferlum einstakra tegunda og notkunarmöguleikum þeirra^{170,174,175} (34. kafli) til tilrauna til að nýta svarðlag,^{40,152} fræslægju¹⁴⁷ og gróðurtorfur.⁸⁴ (35. kafli). Þessar rannsóknir tengjast meðal annars endurheimt staðargróðurs í kjölfar rasks á borð við vegagerð og virkjanafarmkvæmdir.

Íslenskur jarðvegur telst til *eldfjallajarðar* og hefur þann eiginleika að binda mikið kolefni. Binding kolefnis í jarðvegi og gróðri er vænlegur kostur til mótvægis við losun gróðurhúsalofttegunda. Hefur verið unnið að fjölbreyttum rannsóknum þar að lútandi^{11,19,118,137,221} og hafa margar þær rannsóknir hagnýtt gildi fyrir skilning á vistheimt (sjá t.d. 31.-33. kafli).

Á það hefur verið bent að hagrænir og félagslegir þættir skipti miklu fyrir bæði hnignun og endurheimt lands.¹⁵ Á síðustu árum hafa rannsóknir nokkuð beinst að þessum þáttum^{121,207,247} en sú þróun er þó skammt á veg komin.

Margvísleg önnur vó en hnignun gróðurlenda og jarðvegsrof steðjar að íslenskum vistkerfum. Einstaka dýrastofnar eru í útrýmingarhættu hér á landi og má þar nefna arnarstofninn (29. kafli) en rannsóknir og vöktun er luttu að verndun og viðhaldi hans hófust um miðja síðustu öld.^{161,162} Lengi vel var það eina rannsóknarverkefni sem sneri að verndun og uppbyggingu dýrastofna, en á síðustu tveimur áratugum hafa bæst við verkefni sem snúast um endurheimt stofna vatnafiska og búsvæða þeirra^{90,183,246} (sjá töflu 30.1, auk 24., 26. og 27. kafli). Rannsóknir á þessu sviði eru þó enn afar fáar. Þá eru framandi ágengar tegundir vaxandi áhyggjuefni, hér eins og víðar. Á allra síðustu árum hafa verið hafnar tilraunir til að takmarka útbreiðslu slíkra tegunda, svo sem minks²⁰⁹ og lúpínu (36. kafli).

Framræsla votlendis hófst um miðja tuttugustu öldina og áður en yfir lauk hafði stór hluti votlendis á láglandi verið ræstur fram.¹³¹ Rannsóknir á áhrifum framræslunnar hófust seint^{66,67,228,230,231} og enn síðar var tekið að rannsaka endurheimt á vistkerfum votlendis.^{25,68,132,237} Þá hafa virkjana- og vegaframkvæmdir haft áhrif á vatnakerfi og hafa rannsóknir m.a. beinst að endurheimt raskaðra vatnakerfa.^{53,182,246} Líkt og með dýrastofna eru rannsóknir á þessu sviði enn afar fáar.

Námsverkefni hafa verið veigamikill þáttur í þeim rannsóknum sem hér hefur verið greint frá. Í töflunni eru aðeins tilgreind meistara- og doktorsverkefni, sem eru 22 alls, en þar við bætast allmörg B.S. verkefni sem eru oft hluti þeirra verkefna sem hér eru tilgreind. Námsverkefnum hefur fjölgað á undanförunum árum og tengist það meðal annars því að nú er komin námsbraut í vistheimt sem útskrifar nemendur með meistara- og doktorsgráðu (38. kafli). Sú þróun mun án efa efla vistheimtarrannsóknir hér á landi.

Tafla 30.1 Rannsóknarverkefni er tengjast vistheimt á Íslandi

Heiti verkefnis	Gerð verkefnis ¹ og upphafsár	Ábyrgðarmaður og stofnanir ²	Markmið og tilvísanir í birt efni
Prófanir á stofnum gras- tegunda til uppgræðslu á örfoka svæðum	1946	Runólfur Sveinsson, Sandgræðsla Íslands	Finna stofna og tegundir grasa sem henti til uppgræðslu ²³⁶
Áburðarathuganir á Biskupstungnaafrétti	R&P, 1956	Ingvi Þorsteinsson og Björn Sigurbjörnsson, Atvinnudeild Háskólans	Tilraunir til að bæta og auka gróður á afréttum með friðun, áburðardreifingu og sáningu grasfræs ¹³⁸
Landgræðslutilraunir á hálendis svæðum	R&P, 1956	Sturla Friðriksson, Atvinnudeild Háskólans	Kanna ræktunarskilyrði á lítt grónum hálendis svæðum og athuga hvort hægt sé að auka gróður afrétta með uppgræðslu ^{223-227,232}
Íslenska melgresið	R, 1957 Námsv. Ph.D.	Björn Sigurbjörnsson, Cornell University	Að rannsaka eiginleika og flokkunarfræði íslenska melgresisins ^{63-65,212,213}
Vöktun hafarnarstofnsins	R&V, 1959	Kristinn H. Skarphéðinsson, NÍ og Fuglaverndarfélag Íslands	Vakta varp og viðgang íslenska arnarstofnsins og stuðla að endurreisn hans eftir friðunina 1914 ^{161,162}
Áburðartilraunir á úthaga	R&P, 1967	Andrés Arnalds, Rala	Kanna áhrif áburðar á uppskeru og gróðurfar úthaga ²
Vindrof og leiðir til að hefta það	R, 1971 Námsv. M.S.	Sveinn Runólfsson, Cornell University	Nýting og meðferð lífræns jarðvegs í landbúnaði og umhverfisleg áhrif slíkrar nýtingar ²¹⁰
Heiðagróður á Íslandi, tegundasamsetning og gróðurbreytingar sem afleiðing uppgræðslu	R, 1974 Námsv. Ph.D.	Elín Gunnlaugsdóttir, Uppsala University	Kanna áhrif áburðargjafar á gróðurfar og framvindhraða á uppgræðslusvæðum; flokka gróður samfélög á mismunandi framvindustigum og bera saman við nálæg gróðursamfélög ^{124,125}

Tafla 30.1 Rannsóknaverkefni er tengjast vistheimt á Íslandi, frh.

Heiti verkefnis	Gerð verkefnis ¹ og upphafsár	Ábyrgðarmaður og stofnanir ²	Markmið og tilvísanir í birt efni
Rannsóknir á bindi-efnum	Þ, 1975	Andrés Arnalds, Rala	Að bera saman hæfni mismunandi bindiefna til að auka stöðugleika jarðvegsyfirborðs ¹
Uppblásturs- og uppgræðsluathuganir í Rangárvallasýslu	R&Þ, 1976	Sturla Friðriksson, Rala	Fylgjast með uppblásturshraða og breytingum á gróðurfari samfara uppblæstri annars vegar og græðslu og friðun hins vegar ^{229,233,234}
Gróðurframvinda í þjóðgarðinum í Skaftafelli	R&V, 1979	Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson, NÍ	Lýsa gróðri og vakta gróðurbreytingar í þjóðgarðinum í Skaftafelli
Söfnun og prófun gras- tegunda og stofna til landgræðslu	R&Þ, 1980	Áslaug Helgadóttir, Rala	Að safna og prófa tegundir og stofna grasa til að nota við uppgræðslu á hálendi og öðrum erfiðum svæðum ^{48,49,130}
Landnám plantna á rofsvæðum	R&Þ, 1981 Námsv. Ph.D.	Sigurður H. Magnússon, Lund University, Rala	Kanna líffræðilega og eðlisfræðilega þætti sem haft geta áhrif á landnám plantna og gróðurframvindu á rofsvæðum ^{188,189,217}
Rannsóknir samfara uppgræðslu á virkjunarsvæði Blöndu	R&Þ&V, 1981	Ingvi Þorsteinsson, Rala	Kanna áhrif áburðargjafar og landnýtingar á gróðurframvindu, jarðveg, uppskeru og næringargildi gróðurs á uppgræðslu- svæðum ^{29,139-143,197,218,243}
Uppgræðsla vegkanta	R&Þ, 1986	Áslaug Helgadóttir og Sigurður H. Magnússon, Rala	Kanna hentugar grastegundir til uppgræðslu vegkanta og gróðurframvindu eftir uppgræðslu ^{50,216}
Landnám birkis og not þess í landgræðslu	R, 1988 Námsv. Ph.D.	Ása L. Aradóttir, Texas A&M University, Rala, Lr	Kanna stofnvistfræði birkis með áherslu á þætti er hafa áhrif á landnám og útbreiðslu birkis á röskuðum svæðum ^{10,13,32}
Gróðurframvinda í lúpínubreiðum	R&V, 1988	Borgþór Magnússon, Rala og síðar NÍ í samstarfi við Lr og LbhÍ	Kanna endingu alaskalúpínu og áhrif á gróður á svæðum þar sem hún breiðist út ^{70,71}
Sáning birkis til landgræðslu	R&Þ, 1989	Sigurður H. Magnússon, Rala og síðar NÍ	Að endurheimta birkskóga og kjarr með sáningu birkis ^{215,216,220}
Stofnvistfræði melgresis	R, 1989 Námsv. Ph.D.	Sigurður Greipsson, University of East Anglia	Að rannsaka stofnvistfræði melgresis ^{100,101,103,105}
Kortlagning á jarðvegsrofi	R, 1991	Ólafur Arnalds, Lr, Rala	Þróa flokkun og aðferðir við kortlagningu á jarðvegsrofi; kortlagning á jarðvegsrofi í landinu öllu ^{20,199}
Níturferlar í landgræðslu	R&Þ, 1991	Friðrik Pálmason, Rala	Mæla lífræna níturbindingu og níturlosun í jarðvegi og meta hvaða þýðingu það hefur fyrir uppbyggingu lífræns efnis á landgræðslusvæðum og til landbóta ^{92,150,203}
Takmarkandi þættir við landgræðsluskógrækt	R&V, 1991	Ása L. Aradóttir, Sr-Móg, Rala	Kanna hvaða þættir hafa áhrif á árangur landgræðsluskógræktar á gróðursnauðu og illa förnú landi og meta árangur af gróðursetningum til landgræðsluskóga ^{30,31,33}
Líffræði melgresis og notkun þess í landgræðslu	R, 1992	Sigurður Greipsson, Lr	Kanna notkun melgresis í landgræðslu við mismunandi aðstæður ^{99,102,104,106-113}
Innlendar belgjurtir til landgræðslu	R&Þ, 1992	Áslaug Helgadóttir, Rala	Kanna hvort hagnýta megi innlendar belgjurtir til landgræðslu ^{54,55}
Uppbygging jarðvegs í kjölfar uppgræðslu	R, 1994	Hólmfríður Sigurðardóttir, Rala	Kanna virkni jarðveglífvera og niðurbrot lífræns efnis á landgræðslusvæðum í þeim tilgangi að meta árangur uppgræðslu ^{133-135,214}
Áhrif lúpínu á landnám og ræktun birkis	R&Þ, 1995	Ása L. Aradóttir, Sr-Móg, Rala (síðar LbhÍ) og Lr	Kanna hvort lúpína greiði fyrir eða hamli landnámi og ræktun birkis á gróðurlitlu landi ^{8,28,35}

Tafla 30.1 Rannsóknaverkefni er tengjast vistheimt á Íslandi, frh.

Heiti verkefnis	Gerð verkefnis ¹ og upphafsár	Ábyrgðarmaður og stofnanir ²	Markmið og tilvísanir í birt efni
Áhrif sauðfjárbeitar á framvindu gróðurs og jarðvegs á örfoka landi	R, 1995	Sigurður H. Magnússon NÍ, Lr	Kanna áhrif sauðfjárbeitar á framvindu gróðurs og jarðvegs á örfoka landi ²¹⁹
Endurheimt mýragróðurs eftir fyllingu skurða í Hestmýri	R&V, 1996	Borgþór Magnússon, Rala, NÍ	Kanna framvindu gróðurs í mýri eftir tilraun til endurheimtar með fyllingu skurða í Hestmýri í Borgarfirði ⁶⁸
Hrossahagar	R&V, 1997	Borgþór Magnússon, Rala (síðar NÍ), Lr, LbhÍ	Langtímavöktun og rannsóknir á ástandi haglendis á láglandi og hálendi og viðbrögðum gróðurs við minnkandi beit og hlýnandi loftslagi ^{69,73}
Notkun innlendra víðitegunda til uppgræðslu og landbóta	R, 1997	Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir, Lr, Sr-Móg, NÍ, Rala (síðar LbhÍ)	Þróa aðferðir og leiðbeiningar um notkun innlendra víðitegunda til landgræðslu ^{12,34,38,126,151,164-166}
Kolefnisbinding við landgræðslu	R&P, 1998	Ólafur Arnalds og Arnór Snorrason, Rala, Lr, Sr-Móg	Að kanna bindingu kolefnis í jarðvegi og gróðri landgræðslusvæða og meta hraða kolefnisbindingar ^{11,18,19,21,23,39,221}
Blöndulón – endurheimt gróðurs eftir uppfok úr lónstæði	R&V, 1998	Borgþór Magnússon, Rala, NÍ, Landsvirkjun	Að kanna áhrif sandfoks og áfokspykktar á gróðurþekju og tegundasamsetningu mólendis og áhrif áburðargjafar sem mótvægisáðgerð ^{72,193}
Urriðastofnar Þingvallavatns	R&P, 1998	Magnús Jóhannsson, Veiðimálastofnun, Landsvirkjun	Auka uppeldi urriða í ám í Grafningi og koma upp sjálfbærum urriðastofni í útfalli Þingvallavatns ^{53,120,177-180,182}
Endurheimt uppeldisvæða laxfiska í Elliðaám	R&P, 1999	Þórólfur Antonsson, Veiðimálastofnun	Landnám laxfiska á svæði í Elliðaám sem verið höfðu þurr vegna virkjana en er nú vatn á allt árið ^{245,246}
Mýrkol	R, 1999	Hlynur Óskarsson, Rala	Samanburður á flæði gróðurhúsalofttegunda í mýri, framræstu landi og endurheimtri mýri ¹³²
LANDBÓT/Vistland	R, 1999	Guðmundur Halldórsson og Ólafur Arnalds, Lr, LbhÍ, Sr-Móg, HÍ	Ákvarða áhrif uppgræðslu- og skógræktaraðgerða á framvindu lífríkis, þróun jarðvegs, kolefnisbúskap, framleiðni, hringrás næringarefna og vatnsmiðlun (sjá 31. kafla) ^{9,24,26,27,36,37,42,57-59,83,86,87,95,114-117,146,192,200,201,235}
Langtímaáhrif grassáninga á gróðurframvindu	R, 1999 Námsv. Cand. Sci	Járngerður Grétarsdóttir, Háskólinn í Bergen, Lr	Kanna áhrif uppgræðslu með grassáningum á gróðurframvindu, m.a. með hliðsjón af því hvort uppgræðslan auki eða letji landnám innlendra plantna og hver sé ending sáðgresis ^{114,115,146}
Áhrif uppgræðslu á landnám innlendra tegunda	R, 1999 Námsv. M.S.	Ásrún Elmarsdóttir, Colorado State University, Lr	Kanna áhrif uppgræðslu á framboð öruggra seta og landnám staðargróðurs ^{86,87}
Áhrif skógræktar og landgræðslu á jarðvegslíf	R, 1999 Námsv. M.S.	Edda S. Oddsdóttir, HÍ, Sr-Móg	Meta áhrif mismunandi uppgræðsluaðgerða á þéttleika jarðvegsdýra og niðurbrotsvirkni jarðvegsörvera ^{83,192}
Áhrif gróðurs á kulferla, ísig og yfirborðsstöðugleika	R, 1999 Námsv. M.S.	Berglind Orradóttir, Texas A&M University, Rala	Lýsa breytingum á ísigi vatns í jarðveg og kulferlum sem verða við breytingar á gróðurþekju og tegundasamsetningu gróðurs og ákvarða áhrif þessara breytinga á stöðugleika yfirborðs og lífun plantna ^{56,194,195}
Hlutverk sveppróta við plöntuframleiðslu og vistheimt	R & P, 2000 Námsv. Ph.D.	Úlfur Óskarsson Háskólinn í Bremen, LbhÍ, Lr	Að athuga útbreiðslu sveppróta í rofnu landi og kanna möguleika á að bæta lífskilyrði plantna í uppgræðslum með aukningu á svepprótum þeirra ^{88,202,239-241}
Fjarkol	R, 2001	Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson, Rala	Mæla losun og upptöku CO ₂ úr þurrlandisvistkerfum, þ.m.t. framræstu votlendi og misvel grónum úthaga ¹⁵⁴

Tafla 30.1 Rannsóknaverkefni er tengjast vistheimt á Íslandi, frh.

Heiti verkefnis	Gerð verkefnis ¹ og upphafsár	Ábyrgðarmaður og stofnanir ²	Markmið og tilvísanir í birt efni
Uppgræðsla vegfláa með innlendum úthaga-tegundum	R&P, 2001	Jón Guðmundsson, Rala (síðar LbhÍ), Vegagerðin	Prófa mismunandi aðferðir við uppgræðslu vegfláa, svo sem sáningu, flutning gróðurforða og svarðlags ^{152,155,156}
Holtasóley og ljónslappi: líffræði og leiðir til fjölgunar	R, 2002 Námsv. M.S.	Lilja Karlsdóttir, HÍ, Lr	Auka þekkingu á vistfræði holtasóleyjar og ljónslappa, meðal annars með tilliti til þess hvort og hvernig tegundirnar gætu nýst í landgræðslu ^{158,170,171}
Þróun vistkerfa við hörfandi jökla	R, 2002	Kristín Svavarsdóttir og Þóra Ellen Þórhallsdóttir, Lr, HÍ	Kanna ferli gróðurframvindu og áhrif raskana á gróðurmynstur sunnan Vatnajökuls ^{75,76,78,144,145,167,168,172,190,191,244}
Vistheimt á hálendinu sem mótvægisáðgerð vegna virkjanafarmkvæmda	R&P, 2002	Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir, Lr, LbhÍ	Kanna árangur (1) af notkun víðigræðlinga við mismunandi aðstæður í kringum Hálslón, (2) áburðargjafar með tiltölulega lágum áburðarskömmtum á mel sem friðaður var fyrir sauðfjárbreit, og (3) sáninga melgresis og rýgresis ^{44,45,169}
Notkun umfeðmings, giljaflækju og baunagrass við uppgræðslu	R, 2003	Magnús H. Jóhannsson, Lr	Kanna leiðir til að nýta innlendar niturbindandi tegundir við uppgræðslu og rannsaka tengsl vaxtar og lifunar við mismunandi umhverfisskilyrði ¹⁷⁵
Uppgræðsla með tilbúnum áburði – hversu lítið er nóg?	R, 2003	Magnús H. Jóhannsson, Lr	Að ákvarða hæfilega áburðarskammta við uppgræðslu á illa grónu landi m.t.t. gróðurþekju og fjölbreytni gróðurs ^{81,82}
Landnám laxfiska í nýjum farvegi Úlfarsár	R&P, 2004	Friðþjófur Árnason Veidimálastofnun	Að fylgjast með hrygningu og landnámi laxfiska í nýjum farvegi Úlfarsár undir Vesturlandsvegi ⁹⁰
Vistfræðilegt og huglægt mat á árangri landbótaáðgerða	R, 2005 Námsv. M.S.	Þórunn Pétursdóttir, LbhÍ, Lr	Bera saman árangur mismunandi uppgræðsluaðferða út frá vistfræðilegum og sjónrænum mælikvörðum ^{206,207,247,248}
Nýting svarðlags við uppgræðslu námusvæða	R&P, 2005	Ása L. Aradóttir og Hersir Gíslason, LbhÍ, Vegagerðin, Lr	Kanna árangur af notkun svarðlags við uppgræðslu námusvæða samanborið við hefðbundinn frágang með jarðvegsblöndu ^{40,148,149}
Myndun gróðurmynsturs og landnám plantna við hrjóstrugar aðstæður í frumframvindu	R, 2005 Námsv. M.S.	Bryndís Marteinsdóttir, HÍ	(1) Að leita skilnings á því hvaða þættir stjórna og móta landnám plantna í frumframvindu og (2) meta hvort gróðursetning unglantna í erfiðu umhverfi sé vænleg aðferð við rannsóknir á landnámi plantna í hrjóstrugu umhverfi ^{77,79,190}
LUGAS	R, 2006	Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson, LbhÍ	Samanburður á flæði gróðurhúsalofttegunda úr mýrum, framræstum úthaga og túnnum á framræstu landi ^{85,153}
Fiskstofnar Varmár í Ölfusi í kjölfar klórslyss árið 2007	R&P, 2007	Magnús Jóhannsson, Veidimálastofnun, Háskólasetrið í Hveragerði	Uppbygging fiskstofna Varmár eftir klórslyss. Vöktun á fiskstofnum með fiskteljara og seiðamælingum ásamt veiðistjórnun ^{181,183}
Endurheimt staðargróðurs á röskuðum hálendissvæðum	R&P, 2007	Ása L. Aradóttir, LbhÍ, Orkuveita Reykjavíkur	Þróa aðferðir við endurheimt staðargróðurs, m.a. flutning á fræslægju, gróðursverði og mosabrotum, auk nýtingar á fræi og plöntum af innlendum tegundum (sjá 35. kafla) ^{41,43,46,147}
Skógvatn	R, 2007	Bjarni Diðrik Sigurðsson Lr, LbhÍ, Sr-Móg, HÍ, MATIS, Veidimálastofnun, Hekluskógar	Áhrif skógræktar og landgræðslu á vatnsgæði, vatnshag og lífríki straumvatna ^{62,94,96,97,123,127-129,208,242}
Skógvatn: Áhrif skóga á flutning og niðurbrot lífræns efnis í læki	R, 2007 Námsv. M.S.	Helena Marta Stefánsdóttir, LbhÍ	Kanna áhrif skóga á flutning og niðurbrot lífræns efnis í læki ^{128,222}
Skógvatn: Áhrif skóga á lífríki í vatni	R, 2007 Námsv. M.S.	Gintare Medelyte, Veidimálastofnun, HÍ	Kanna áhrif skógræktar á lífríki í vatni ^{96,97}

Tafla 30.1 Rannsóknaverkefni er tengjast vistheimt á Íslandi, frh.

Heiti verkefnis	Gerð verkefnis ¹ og upphafsár	Ábyrgðarmaður og stofnanir ²	Markmið og tilvísanir í birt efni
Gróðurframvinda í Skaftáreldahrauni	R, 2007 Námsv. M.S.	Jóna Björk Jónsdóttir, HÍ, Lr	Greina helstu umhverfisþætti sem stýra stefnu og hraða gróðurframvindu í Skaftáreldahrauni og kanna áhrif hraungambra á landnám háplantna ¹⁵⁷
Kolur: landsúttekt á kolefnisbindingu landgræðslusvæða	V, 2007	Jóhann Þórsson, Lr	Ákvarða þróun kolefnisforða og gróðursamfélaga á landgræðslusvæðum sem grædd hafa verið upp frá og með 1990 (sjá 33. kafla) ^{60,118}
Eyðing alaskalúpínu	R&P, 2007	Magnús H. Jóhannsson, Landgræðsla ríkisins	Að ákvarða a) hvaða tími eitrunar og styrkur plöntueiturs eru áhrifaríkust til eyðingar alaskalúpínu og b) áhrif eitrunar á plöntusamfélög og fræforða (sjá 36. kafla) ^{51,52,176,184,185}
Kolbjörk	R, 2008	Ólafur Arnalds og Guðmundur Halldórsson, Lr, LbhÍ, Sr-Móg	Ákvarða þróun lykilþátta vistkerfis og kolefnisbindingar við endurheimt birkiskógavistkerfis á röskuðum svæðum ^{47,119,137,160,186}
Þróun jarðvegs á Kolbjarkarsvæðum	R: 2008 Námsv. M.S.	Páll Kolka, The Ohio State University, LbhÍ, Lr	Meta uppsöfnun kolefnis samfara endurheimt birkiskógavistkerfis á röskuðum svæðum ^{159,160}
Áhrif mismunandi skammta af fosfór	R, 2008	Magnús H. Jóhannsson, Lr	Kanna áhrif mismunandi skammta af fosfór á framvindu gróðurs á landgræðslusvæðum
Fuglalíf á endurheimtum vötnum á Vesturlandi	R&P, 2009	Svenja Auhage, NÍ, Vegagerðin	Að kanna fuglalíf á endurheimtum vötnum á Vesturlandi og bera saman við óröskuð vötn ²³⁷
Uppbygging kolefnisforða í endurheimtum birkiskögum	R, 2009 Námsv. M.S.	Matthias Hunziker, University of Basel, LbhÍ, Lr, Sr-Móg	Meta uppsöfnun kolefnis í rótum og ofanjarðarhluta birkiskóga samfara endurheimt birkiskógavistkerfis á röskuðum svæðum ¹³⁷
Landbætur á sandsvæðum: Áhrif á landnýtingu og kolefnisbindingu	R, 2009 Námsv. M.S.	Guðrún Stefánsdóttir, LbhÍ, Lr	Meta uppsöfnun kolefnis í gróðri og jarðvegi mellanda og kanna hversu vel aðferðafræði við staðlaðar úttektir á landgræðslusvæðum á við í mellöndum ¹²²
Mosaþembur: áhrif rasks og möguleikar á endurheimt	R: 2009 Námsv. M.S.	Magnea Magnúsdóttir, LbhÍ, OR	Auka þekkingu á áhrifum rasks á mosa, kanna endurvöxt algengra mosategunda eftir rask og prófa mismunandi leiðir til að hraða endurheimt mosa á röskuðum svæðum ^{173,174}
Meðhöndlun og endurheimt staðargróðurs	R, 2009	Árni Bragason og Guðmundur Halldórsson, EFLA, Lr	Prófa mismunandi aðferðir við upptöku og geymslu svarðlagstorfa ⁸⁴
Þróun gróðurs og jarðvegs sunnan Vatnajökuls	R, 2010	Guðrún Gísladóttir Háskóli Íslands, The Ohio State University	Að rannsaka gróðurbreytingar og jarðvegsmyndun á nútíma (sl.–10.000 ár) framan við hratt hörfandi skriðjökla

¹ R=rannsóknaverkefni; V=vöktunarverkefni; P=þróunarverkefni

² Eftirfarandi skammstafanir eru notaðar fyrir stofnanir og háskóla er koma að rannsóknaverkefninum í töflunni: HÍ=Háskóli Íslands, LbhÍ=Landbúnaðarháskóli Íslands, Lr=Landgræðsla ríkisins, NÍ=Náttúrufræðistofnun, Rala=Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Sr-Móg=Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins, Mógilsá.

Heimildir

1. Andrés Arnalds & Þorvaldur Örn Árnason 1979. Notkun jarðvegsbindiefna við sáningu. *Fjölrit RALA* nr. 43, 17 bls.
2. Andrés Arnalds, Ingvi Þorsteinsson & Jónatan Hermannsson 1980. Tilraunir með áburð á úthaga 1967 – 1979. *Fjölrit RALA* nr. 58, 135 bls.
3. Andrés Arnalds (ritstj.) 1988. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1907–1987*. Landgræðsla ríkisins, 236 bls.
4. Andrés Arnalds & Anna Guðrún Þórhallsdóttir (ritstj.) 1989. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1988*. Landgræðsla ríkisins, 189 bls.
5. Andrés Arnalds (ritstj.) 1990. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1989–1990*. Landgræðsla ríkisins, 168 bls.
6. Andrés Arnalds (ritstj.) 1992. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1991–1992*. Landgræðsla ríkisins, 183 bls.
7. Andrés Arnalds (ritstj.) 1994. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1993–1994*. Landgræðsla ríkisins, 184 bls.
8. Aradóttir, A. L. 2004. Does the Nootka lupin facilitate or impede colonization and growth of native birch in Iceland? Í: (E. van Santen & G.D. Hill ritstj.) *Wild and Cultivated Lupins from the Tropics to the Poles*. Proceedings of the 10th International Lupin Conference., Laugarvatn, Iceland, 19-24 June 2002, International Lupin Association, Canterbury, New Zealand, bls 184-190.
9. Aradóttir, A. L., B. Orradóttir, O. Arnalds & K. Svavarsdóttir 2008. Ecological succession after reclamation treatments on an eroded area in Iceland. Í: *Towards a sustainable future for European ecosystems – Providing restoration guidelines for Natura 2000 habitats and species*. Proceedings, 6th European Conference on Ecological Restoration, Ghent, Belgium, 8-12/09/2008 (CD Publication), 4 bls.
10. Aradóttir, Á.L. 1991. Population biology and stand development of birch (*Betula pubescens* Ehrh.) on disturbed sites in Iceland. Ph.D. ritgerð, Texas A&M University, Department of Range Science, College Station, Texas, 104 bls.
11. Aradóttir, Á.L., K. Svavarsdóttir, Þ.H. Jónsson & G. Guðbergsson 2000. Carbon accumulation in vegetation and soils by reclamation of degraded areas. *Icelandic Agricultural Sciences* 13, 99-113.
12. Aradóttir, Á.L., K. Svavarsdóttir & A. Bau 2007. Clonal variability of native willows (*Salix pylicifolia* and *Salix lanata*) in Iceland and implications for use in restoration. *Icelandic Agricultural Sciences* 20, 61-72.
13. Aradóttir, Á.L. & Ó. Arnalds 2001. Ecosystem degradation and restoration of birch woodlands in Iceland. Í: (F.E. Wielgolaski ritstj.) *Nordic Mountain Birch Ecosystems*. Man and the Biosphere Series, UNESCO, Paris, and Parthenon Publishing, Carnforth, bls. 295-308.
14. Arnalds, A., Þ.Ö. Árnason, Þ. Lawrence & B. Sigurbjörnsson 1978. Grass Variety Trials for Reclamation and Erosion Control. Preliminary Project Report. *Fjölrit RALA* nr. 37, 55 bls.
15. Arnalds, A. 2005. Approaches to landcare — A century of soil conservation in Iceland. *Land Degradation & Development* 16, 113-125.
16. Arnalds, O. 2000. The icelandic 'rofabard' soil erosion features. *Earth Surface Processes and Landforms* 25, 17-28.
17. Arnalds, Ó., Á.L. Aradóttir & I. Thorsteinsson 1987. The nature and restoration of denuded areas in Iceland. *Arctic and Alpine Research* 19, 518-525.
18. Arnalds, Ó., Á.L. Aradóttir, A. Snorrason, G. Guðbergsson, Þ.H. Jónsson & A.M. Ágústsdóttir 1999. Organic carbon sequestration by restoration of severely degraded areas in Iceland. Preliminary results. *Fjölrit RALA* nr. 197, 19 bls.
19. Arnalds, Ó., G. Guðbergsson & J. Guðmundsson 2000. Carbon sequestration and reclamation of severely degraded soils in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 13, 87-97.
20. Arnalds, Ó., E.F. Þorarinsdóttir, S. Metusalemsson, A. Jonsson, E. Gretarsson & A. Arnason 2001. *Soil Erosion in Iceland*. The Soil Conservation Service and the Agricultural Research Institute, Reykjavík, 121 bls.
21. Arnalds, Ó., Á.L. Aradóttir & G. Guðbergsson 2002. Organic carbon sequestration by restoration of severely degraded areas in Iceland. Í: (J. M. Kimble, R. Lal & R.F. Follet ritstj.) *Agricultural Practices and Policies for Carbon Sequestration in Soil*. CRC Press LLC, Boca Raton, bls. 267-280.
22. Arnór Sigurjónsson (ritstj.) 1958. *Sandgræðslan. Minnt 50 ára starfs Sandgræðslu Íslands*. Búnaðarfélag Íslands og Sandgræðsla ríkisins, Reykjavík, 359 bls.
23. Arnór Snorrason, Þorbergur Hjalti Jónsson, Kristín Svavarsdóttir, Grétar Guðbergsson & Tumi Traustason 2000. Rannsóknir á kolefnisbindingu ræktaðra skóga á Íslandi. *Skógræktarritið* 2000,1. tbl., 71-89.
24. Arnór Snorrason 2004. Vöxtur og viðgangur trjáplantna á tilraun Landbótar á Geitasandi. *Fræðaping landbúnaðarins* 1, 227-230.
25. Arnþór Garðarsson, Borgþór Magnússon, Einar Ó. Þorleifsson, Hlynur Óskarsson, Jóhann Óli Hilmarsson, Niels Árni Lund, Sigurður Þráinsson & Trausti Baldursson 2006. *Endurheimt votlendis 1996–2006. Skýrsla Votlendisnefndar. Ritstjóri Daníel Bergmann*. Landbúnaðarráðuneytið, Reykjavík, 27 bls.
26. Ágústa Helgadóttir, Ólafur Eggertsson & Kristín Svavarsdóttir 2009. Aldursgreining krækilyngs (*Empetrum nigrum*) með áhringjum. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 355-358.
27. Ágústa Helgadóttir 2010. Krækilyng (*Empetrum nigrum*) í frumframvindu. B.Sc. ritgerð, Háskóli Íslands.

28. Ása L. Aradóttir 2000. Áhrif lúpínu á ræktun birkis. *Ráðunautafundur 2000* 114-119.
29. Ása L. Aradóttir, Ingvi Þorsteinsson & Kristjana Guðmundsdóttir 1987. Rannsóknir á uppgræðslusvæðum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Áfangaskýrsla 1986 til Landsvirkjunar. *Fjölrit RALA* 12, 59 bls.
30. Ása L. Aradóttir & Sigurður H. Magnússon 1992. Gróðursetning til landgræðsluskóga 1990, úttekt á árangri. *Fjölrit Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins* nr. 3.
31. Ása L. Aradóttir & Sigurður H. Magnússon 1992. Ræktun landgræðsluskóga 1990 – árangur gróðursetninga. *Skógræktarritið* 1992, 58-69.
32. Ása L. Aradóttir 1994. Nýjar leiðir við endurheimt landgæða. Í: (Andrés Arnalds ritstj.) *Græðum Ísland. Landgræðslan 1993-1994. Árbók V. Landgræðsla ríkisins*, bls. 65-72.
33. Ása L. Aradóttir & Járngerður Grétarsdóttir 1995. Úttektir á gróðursetningum til landgræðsluskóga 1991 og 1992. *Fjölrit Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins* nr. 9, 36 bls.
34. Ása L. Aradóttir, Kristín Svavarsdóttir, Sigurður H. Magnússon, Jón Guðmundsson, Aðalsteinn Sigurgeirsson & Andrés Arnalds 1999. Notkun innlendra víðitegunda til uppgræðslu og landbóta. Áfangaskýrsla 1997-1998. *Fjölrit Landgræðslunnar* nr. 1, 24 bls.
35. Ása L. Aradóttir 2000. Birki og lúpína – samkeppni eða samvinna. *Skógræktarritið* 2000, 49-57.
36. Ása L. Aradóttir & Guðmundur Halldórsson 2004. Uppbygging vistkerfa á röskuðum svæðum. *Fræðaving landbúnaðarins* 1, 86-93.
37. Ása L. Aradóttir, Guðmundur Halldórsson & Ólafur Arnalds 2005. Landbót. Tilraunastofan á sandinum. *Fræðaving landbúnaðarins* 2, 279-282.
38. Ása L. Aradóttir & Kristín Svavarsdóttir 2006. Er hægt að fjölga víði með sáningum? *Fræðaving landbúnaðarins* 3, 249-252.
39. Ása L. Aradóttir, Kristín Svavarsdóttir & Jón Guðmundsson 2006. Binding kolefnis á landgræðslusvæðum. *Fræðaving landbúnaðarins* 3, 245-248.
40. Ása L. Aradóttir, Hersir Gíslason, Skúli Guðbjarnarson, Kristín Svavarsdóttir & Hafdís Eygló Jónsdóttir 2007. Notkun svarðlags við uppgræðslu námusvæða. *Fræðaving landbúnaðarins* 4, 544-548.
41. Ása L. Aradóttir 2009. Flutningur á gróðurtorfum: hversu litlar mega þær vera? *Fræðaving landbúnaðarins* 6, 411-414.
42. Ása L. Aradóttir & Kristín Svavarsdóttir 2009. Áhrif uppgræðsluáðgerða á gróðurframvindu. *Fræðaving landbúnaðarins* 6, 279-285.
43. Ása L. Aradóttir & Herdís Friðriksdóttir 2010. Skammtímaárangur af dreifingu gamburmosa á raskað land. *Fræðaving landbúnaðarins* 7, 383-385.
44. Ása L. Aradóttir, Kristín Svavarsdóttir & Ólafur Arnalds 2010. Tilraunir til að styrkja hálandisgróður með áburðargjöf. Í: (Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir & Kristín Svavarsdóttir ritstj.) Gróðurrannsóknir vegna hættu á áfoki frá Háslóni. *Rit LbhÍ* nr. 27, LV-2010/088, bls. 15-58.
45. Ása L. Aradóttir, Kristín Svavarsdóttir & Ólafur Arnalds 2010. Sáning á melgresi og rýgresi. Í: (Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir & Kristín Svavarsdóttir ritstj.) Gróðurrannsóknir vegna hættu á áfoki frá Háslóni. *Rit LbhÍ* nr. 27, LV-2010/088, bls. 59-70.
46. Ása L. Aradóttir & Járngerður Grétarsdóttir 2011. Endurheimt staðargróðurs á röskuðum hálandissvæðum. *Rit LbhÍ* nr. 29.
47. Ása L. Aradóttir & Guðmundur Halldórsson 2011. Framvinda botngróðurs við endurheimt birkiskóga. *Fræðaving landbúnaðarins* 8, 350-353.
48. Áslaug Helgadóttir & Þorsteinn Tómasson 1984. Tegundir og stofnar grasa til uppgræðslu. *Ráðunautafundur* 1984, 130-142.
49. Áslaug Helgadóttir 1988. Leit að hentugum grastegundum til uppgræðslu á hálendi. *Búvísindi* 1, 11-33.
50. Áslaug Helgadóttir 1992. Leit að hentugu sáðgresi við uppgræðslu vegkanta. Í: (Áslaug Helgadóttir & Sigurður H. Magnússon ritstj.) Uppgræðsla vegkanta. Stofnaprófanir og rannsóknir á gróðurframvindu. Lokaskýrsla 1992. *Fjölrit Rala* nr. 158, bls. 3-16.
51. Ásta Eypórsdóttir 2009. Áhrif plöntueiturs á fræbanka alaskalúpínu (*Lupinus nootkatensis*) og annarra háplantna. B.S. ritgerð, Háskóli Íslands, Líf- og Umhverfivísindadeild, 27 bls.
52. Ásta Eypórsdóttir, Kristín Svavarsdóttir & Magnús H. Jóhannsson 2009. Eyðing alaskalúpínu með plöntueitri — áhrif á fræforða. *Fræðaving landbúnaðarins* 6, 402-406.
53. Benóný Jónsson & Magnús Jóhannsson 2007. Seiðaathugun við útfall Þingvallavatns haustið 2007. Veiðimálastofnun, VMST/07010, 5 bls.
54. Berglind Orradóttir & Áslaug Helgadóttir 1997. Söfnun íslenskra belgjurta. *Búvísindi* 11, 9-27.
55. Berglind Orradóttir, Áslaug Helgadóttir & Jón Guðmundsson 2000. Val á innlendum og erlendum belgjurtategundum til landgræðslu. *Búvísindi* 13, 27-41.
56. Berglind Orradóttir & Ólafur Arnalds 2006. Áhrif gróðurs á yfirborðsstöðugleika. *Fræðaving landbúnaðarins* 3, 264-267.
57. Berglind Orradóttir, Ólafur Arnalds & Ása L. Aradóttir 2006. Þróun vistkerfa við landgræðslu. Mælingarnar á Geitasandi. *Fræðaving landbúnaðarins* 3, 268-272.

58. Berglind Orradóttir & Ólafur Arnalds 2007. Ísig — áhrif landgræðslu og árstíma. *Fræðaping landbúnaðarins* 4, 513-515.
59. Berglind Orradóttir & Ólafur Arnalds 2009. Vatnið á sandinum. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 265-270.
60. Birna Sigrún Hallsdóttir, Kristín Harðardóttir, Jón Guðmundsson, Arnór Snorrason & Jóhann Þórssón 2010. Emissions of greenhouse gases in Iceland from 1990 to 2008. National Inventory Report 2010. Environment Agency of Iceland 2010, 224 bls.
61. Bjarnason, Á.H. 1991. Vegetation on lava fields in the Hekla area, Iceland. Doktorsritgerð: *Acta Phytogeographica Suecica* 77, 114 bls.
62. Bjarni Diðrik Sigurðsson 2010. Áhrif gróðurs á vatnasviðum á efnasamsetningu straumvatns og aðra eðlisþætti: fyrstu niðurstöður SkógVatns. *Fræðaping landbúnaðarins* 7, 176-181.
63. Björn Sigurbjörnsson 1960. Íslenski melurinn. Nafngiftir. *Náttúrufræðingurinn* 30, 129-137.
64. Björn Sigurbjörnsson 1963. Íslenski melurinn. Ecotypur (staðbrigði). *Náttúrufræðingurinn* 33, 123-137.
65. Björn Sigurbjörnsson 1963. *Taxonomy of the Icelandic Elymus*. Atvinnudeild Háskólans, Reykjavík.
66. Borgþór Magnússon 1987. Áhrif framræslu og beitar á gróðurfar, uppskeru og umhverfisþætti í mýri við Mjóavatn á Mosfellsheiði. *Fjölrit RALA* nr. 127, 100 bls.
67. Borgþór Magnússon & Sturla Friðriksson 1989. Framræsla mýra. *Ráðunautafundur* 1989, 141-159.
68. Borgþór Magnússon 1998. Endurheimt votlendis hafin á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn* 68, 3-16.
69. Borgþór Magnússon, Björn H. Barkarson & Bjarni P. Maronsson 1999. Langtímamælingar og eftirlit í hrossahögum. *Ráðunautafundur* 1999, 276-286.
70. Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon & Bjarni Diðrik Sigurðsson 2001. Gróðurframvinda í lúpínubreiðum. *Fjölrit RALA* nr. 207, 100 bls.
71. Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon & Bjarni D. Sigurðsson 2003. Áhrif alaskalúpinu á gróðurfar. *Náttúrufræðingurinn* 71, 98-111.
72. Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon, Karólína R. Guðjónsdóttir & Viktor Helgason 2004. Blöndulón. Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd. Áfangaskýrsla 2003. *Fjölrit Náttúrufræðistofnunar* NÍ-04013. Unnið fyrir Landsvirkjun (LV-2004/082), 40 bls.
73. Borgþór Magnússon, Björn H. Barkarson, Bjarni E. Guðleifsson, Bjarni P. Maronsson, Starri Heiðmarsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Sigurður H. Magnússon & Sigþrúður Jónsdóttir 2006. Vöktun á ástandi og líffræðilegri fjölbreytni úthaga 2005. *Fræðaping landbúnaðarins* 3, 221-233.
74. Bradshaw, A. 1987. Restoration: an acid test for ecology. Í: (W.R. Jordan, M.E. Gilpin & J.D. Aber ritstj.) *Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research*. Cambridge Univeristy Press, Cambridge, bls. 23-29.
75. Bryndís Marteinsdóttir, Kristín Svavarsdóttir & Þóra Ellen Þórhallsdóttir 2005. Landnám birkis (*Betula pubescens*) á Skeiðarársandi *Fræðaping landbúnaðarins* 2, 316-318.
76. Bryndís Marteinsdóttir, Þóra Ellen Þórhallsdóttir & Kristín Svavarsdóttir 2006. Hvernig verða gróðurmynstur til? Áhrif örlandslags á dreifingu og nýliðun plantna á Skeiðarársandi. *Fræðaping landbúnaðarins* 3, 302-305.
77. Bryndís Marteinsdóttir 2007. Small scale spatial patterns and colonization processes in early successional environment. M.S. ritgerð, Háskóli Íslands, Líffræðiskor, Reykjavík.
78. Bryndís Marteinsdóttir, Kristín Svavarsdóttir & Þóra Ellen Þórhallsdóttir 2007. Landnám birkis á Skeiðarársandi. *Náttúrufræðingurinn* 75, 123-129.
79. Bryndís Marteinsdóttir, Þóra Ellen Þórhallsdóttir & Kristín Svavarsdóttir 2007. The role of small-scale spatial variation in plant establishment in early primary succession. Í: 37th Annual International Arctic Workshop, Skaftafell, The Earth Science Institute, University of Iceland, bls 161-162.
80. Cutler, N. A., L. R. Belyea & A. J. Dugmore 2008. The spatiotemporal dynamics of a primary succession. *Journal of Ecology* 96, 231-246.
81. Daði Lange Friðriksson 2006. Nýting tilbúins áburðar til uppgræðslu og endurheimtar vistkerfa á illa grónu landi. B.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Umhverfisdeild, 32 bls.
82. Daði Lange Friðriksson & Magnús H. Jóhannsson 2007. Tilbúinn áburður til uppgræðslu – hversu lítið er nóg? *Fræðaping landbúnaðarins* 4, 583-586.
83. Edda Sigurdís Oddsdóttir 2002. Áhrif skógræktar og landgræðslu á jarðvegslíf. M.Sc. ritgerð, Háskóli Íslands, Líffræðiskor, 50 bls.
84. EFLA 2010. Meðhöndlun og endurheimt staðargróðurs. Lokaskýrsla. EFLA verkfræðistofa, 23 bls.
85. Elisabeth Jansen, Jón Guðmundsson & Hlynur Óskarsson 2008. The effects of different land use and different temperatures on the emission of the greenhouse gases nitrous oxide (N₂O), carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄) from organic soil cores in Iceland. *Fræðaping landbúnaðarins* 5, 537-543.
86. Elmarsdóttir, A., A.L. Aradóttir & M. J. Trlica 2003. Microsite availability and establishment of native species on degraded and reclaimed sites. *Journal of Applied Ecology* 40, 815-823.

87. Elmarsdóttir, Á. 2001. Colonization of native plants on degraded and reclaimed sites in Iceland. M.S. ritgerð, Colorado State University, Department of Rangeland Ecosystem Science, Fort Collins, Colorado, 122 bls.
88. Enkhtuya, B., U. Oskarsson, J. C. Dodd & M. Vosatka 2003. Inoculation of grass and tree seedlings used for reclaiming eroded areas in Iceland with mycorrhizal fungi. *Folia Geobotanica* 38, 209-222.
89. Eyjólfsdóttir, G.G. 2009. Investigation of the funga of Surtsey 2008. *Surtsey Research* 12, 105-111.
90. Friðjófur Árnason 2006. Hrygning og landnám laxfiska í nýjum árfarvegi Úlfarsár undir Vesturlandsveg. Skýrsla Veiðimálastofnunar VMST/0617.
91. Friðrik G. Olgeirsson 2007. *Sáðmenn sandanna. Saga landgræðslu á Íslandi 1907-2007*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt, Ísland.
92. Friðrik Pálmason, Halldór Þorgeirsson, Hólmfríður Sigurðardóttir, Hólmgeir Björnsson & Ólafur Arnalds 1996. Níturlösun í jarðvegi. *Búvísindi* 10, 185-208.
93. Friðriksson, S. 1970. The colonization of vascular plants on Surtsey in 1968. *Surtsey Research Progress Report* 5, 1-5.
94. Friðþór Sófus Sigurmundsson 2008. Breytingar á þekju kjarrs og birkiskóga í nágrenni Heklubæja 1987-2008. B.S. ritgerð, Háskóli Íslands, Land- og ferðamálafræðiskor, 56 bls.
95. Garðar Þorfinnsson 2001. Mat á mismunandi uppgræðsluaðferðum. B.S. ritgerð, Landbúnaðarháskólinn á Hvanneyri, Búvísindadeild, 27 bls.
96. Gintare Medelyte, Gísli Már Gíslason & Jón S. Ólafsson 2010. Effects of afforestation on stream ecosystem structure. *Fræðaping landbúnaðarins* 7, 192-193.
97. Gintare Medelyte 2010. Influences of forests on invertebrate communities in Icelandic streams. M.Sc. thesis. Faculty of Life- and Environmental Sciences. University of Iceland, Reykjavik.
98. Greipsson, S. 1991. Population Studies on the Dune Building Grass *Leymus arenarius*. Ph.D. ritgerð, University of East Anglia.
99. Greipsson, S. & A.J. Davy 1994. *Leymus arenarius*. Characteristics and uses of a dune-building grass. *Búvísindi* 8, 41-50.
100. Greipsson, S. & A.J. Davy 1994. Germination of *Leymus arenarius* and its significance for land reclamation in Iceland. *Annals of Botany* 73, 393-401.
101. Greipsson, S. & A.J. Davy 1995. Seed mass and germination behaviour in populations of the dune-building grass *Leymus arenarius*. *Annals of Botany* 76, 493-501.
102. Greipsson, S. 1996. Aspects of seed germination in the dune-building grass *Leymus arenarius*. *Búvísindi* 10, 209-217.
103. Greipsson, S. & A.J. Davy 1996. Sand accretion and salinity as constraints on the establishment of *Leymus arenarius* for land reclamation in Iceland. *Annals of Botany* 78, 611-618.
104. Greipsson, S., H. Ahokas & S. Vahamiko 1997. A rapid adaptation to low salinity of inland-colonizing populations of the littoral grass *Leymus arenarius*. *International Journal of Plant Sciences* 158, 73-78.
105. Greipsson, S. & A.J. Davy 1997. Responses of *Leymus arenarius* to nutrients: improvement of seed production and seedling establishment for land reclamation. *Journal of Applied Ecology* 34, 1165-1176.
106. Greipsson, S. 1999. Seed coating improves establishment of surface seeded *Poa pratensis* used in revegetation. *Seed Science and Technology* 27, 1029-1032.
107. Greipsson, S. & H. El-Mayas 1999. Large-scale reclamation of barren lands in Iceland by aerial seeding. *Land Degradation & Development* 10, 185-193.
108. Greipsson, S. & H. El-Mayas 2000. Arbuscular mycorrhizae of *Leymus arenarius* on coastal sands and reclamation sites in Iceland and response to inoculation. *Restoration Ecology* 8, 144-150.
109. Greipsson, S. 2001. Effects of stratification and GA(3) on seed germination of a sand stabilising grass *Leymus arenarius* used in reclamation. *Seed Science and Technology* 29, 1-10.
110. Greipsson, S. 2002. Coastal dunes. Í: (M.R. Perrow & A.J. Davy ritstj.) *Handbook of Ecological Restoration. Volume 2. Restoration in Practice*. Cambridge University Press, Cambridge, bls. 214-237.
111. Greipsson, S. & H. El-Mayas 2002. Synergistic effect of soil pathogenic fungi and nematodes reducing bioprotection of Arbuscular mycorrhizal fungi on the grass *Leymus arenarius*. *BioControl* 47, 715-727.
112. Greipsson, S., H. El-Mayas, M. Vestberg & C. Walker 2002. Arbuscular mycorrhizal fungi in sandy soils in Iceland. *Arctic Antarctic and Alpine Research* 34, 419-427.
113. Greipsson, S., H. El-Mayas & H. Ahokas 2004. Variation in populations of *Leymus arenarius* in Iceland revealed by endospermal prolamins. *Journal of Coastal Conservation* 10, 101-108.
114. Grétarsdóttir, J. 2002. Long term effects of reclamation treatments on plant succession at two localities in Iceland. Cand. Scient. ritgerð, University of Bergen, Botanical Institute, 82 bls.
115. Grétarsdóttir, J., Á.L. Aradóttir, V. Vandvik, E. Heegaard & H. J. B. Birks 2004. Long-term effects of reclamation treatments on plant succession in Iceland. *Restoration Ecology* 12, 268-278.

116. Guðmundur Halldórsson, Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds, Edda S. Oddsdóttir & Þóra Ellen Þórhallsdóttir 2001. Landbót — uppbygging vistkerfa á röskuðum svæðum. *Ráðunautafundur* 2001, 242-245.
117. Guðmundur Halldórsson, Brynjólfur Sigurjónsson, Járngerður Grétarsdóttir & Jón Ágúst Jónsson 2004. LANDBÓT — þróun smádyrasamfélaga. *Fræðaping landbúnaðarins* 1, 300.
118. Guðmundur Halldórsson, Andrés Arnalds, Anne Bau, Jóhann Thorarensen & Jón Ágúst Jónsson 2008. Kolefnisbinding með landgræðslu. *Fræðaping landbúnaðarins* 5, 275-282.
119. Guðmundur Halldórsson, Arnór Snorrason, Ása L. Aradóttir, Bjarni D. Sigurðsson, Edda S. Oddsdóttir, Ólafur Eggertsson, Páll Kolka & Ólafur Arnalds 2009. Kolbjörk — endurheimt birkivistkerfa og kolefnisbinding. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 438-442.
120. Guðni Guðbergsson, Magnús Jóhannsson & Sigurður Guðjónsson 1994. Rannsóknir á fiskstofnum Þingvallavatns 1993. Veiðimálastofnun VMST-R/94005, 17 bls.
121. Guðrún Schmidt 2000. Bændur græða landið — viðhorf bænda. *Ráðunautafundur* 2000, 93-98.
122. Guðrún Stefánsdóttir & Bjarni Diðrik Sigurðsson 2011. Uppsöfnun kolefnis í mellöndum í Surtsey. *Fræðaping landbúnaðarins* 8, 414-417.
123. Gundersen, P., A. Laurén, L. Finér, E. Ring, H. Koivusalo, M. Sætersdal, J.-O. Weslien, B.D. Sigurdsson, L. Högbom, J. Laine & K. Hansen 2010. Environmental services provided from riparian forests in the Nordic countries. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 39, 555-566.
124. Gunnlaugsdóttir, E. 1982. Vegetation development during restoration of eroded areas managed by the Icelandic State Soil Conservation. Studies in permanent plots in and near fenced areas 1974–1980, *Meddelanden från Växtbiologiska instituten* 4, Uppsala, Sweden.
125. Gunnlaugsdóttir, E. 1985. Composition and dynamical status of heathland communities in Iceland in relation to recovery measures. *Acta Phytogeographica Suecica* 75, 84 bls.
126. Harpa K. Einarsdóttir 2000. Blómgunarferill og fræþroski innlendra víðitegunda (*Salix lanata* L. og *S. phylicifolia* L.). B.S. ritgerð, Háskóla Íslands, Líffræðiskor.
127. Helena Marta Stefánsdóttir, Karólína Einarsdóttir, Berglind Orradóttir, Brynhildur Bjarnadóttir, Edda S. Oddsdóttir, Franklín Georgsson, Freysteinn Sigurðsson, Gintare Medelyte, Gísli Már Gíslason, Guðmundur Halldórsson, Hlynur Óskarsson, Hreinn Óskarsson, Jón S. Ólafsson, Julia Broska, Nikolai Friberg, Sigurður Guðjónsson & Bjarni Diðrik Sigurðsson 2008. Skógvatn — Kynning á rannsóknarverkefni um áhrif skógræktar og landgræðslu á vatnavistkerfi. *Fræðaping landbúnaðarins* 5, 515-519.
128. Helena Marta Stefánsdóttir, Bjarni Diðrik Sigurðsson, Brynhildur Bjarnadóttir, Edda S. Oddsdóttir & Jón S. Ólafsson 2010. Lauf í læk: flutningur laufs í læk og niðurbrot þess. *Skógræktarritið* 2010, 62-68.
129. Helena Marta Stefánsdóttir, Bjarni Diðrik Sigurðsson, Brynhildur Bjarnadóttir, Edda S. Oddsdóttir & Jón S. Ólafsson 2010. Áhrif gróðurs á vatnasviðum á magn lífræns efnis sem berst út í læk *Fræðaping landbúnaðarins* 7, 182-191.
130. Helgadóttir, Á. 1991. The use of *Deschampsia beringensis* and *Deschampsia caespitosa* in reclamation. *Búvísindi* 5, 47-61.
131. Hlynur Óskarsson 1998. Framræsla votlendis á Vesturlandi. Í: (Jón S. Ólafsson ritstj.) *Íslensk votlendi, verndun og nýting*. Háskólaútgáfan, bls. 121-129.
132. Hlynur Óskarsson 2008. Endurheimt votlendis — möguleg leið til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda. *Fræðaping landbúnaðarins* 5, 298-301.
133. Hólmfríður Sigurðardóttir 1994. Ánamaðkar í lúpínubreiðum. Í: (Andrés Arnalds ritstj.) *Græðum Ísland V, Landgræðslan 1993–1994*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 91-96.
134. Hólmfríður Sigurðardóttir 1998. Jarðvegslíf og uppgræðsla. Í: (Úlfur Björnsson & Andrés Arnalds ritstj.) *Græðum Ísland: Árbók Landgræðslunnar 1995–1997*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 95-100.
135. Hólmfríður Sigurðardóttir 2004. Ánamaðkar og niðurbrot sinu í lúpínubreiðum. *Náttúrufræðingurinn* 72, 13-19.
136. Hólmgeir Björnsson (ritstjóri kafla) 2005. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Í: (Hjörtur Gíslason & Hákon Ólafsson ritstj.) *Í ljósi vísindanna. Saga hagnýtra rannsókna á Íslandi*. Rit III í ritröð VFÍ. Verkfræðingafélag Íslands, bls. 335-394.
137. Hunziker, M. 2011. A study on above- and belowground biomass and carbon stocks as well as sequestration of mountain birch (*Betula pubescens* Ehrh.) along a chronosequence in southern Iceland. Master thesis. University of Basel, Department of Environmental Sciences, 63 bls.
138. Ingvi Þorsteinsson & Björn Sigurbjörnsson 1961. Áburðartilraunir á Biskupstungnaafrétti. Í: (Arnór Sigurjónsson ritstj.) *Árbók landbúnaðarins 1961*. Framleiðsluráð landbúnaðarins, Reykjavík, bls. 28-46.
139. Ingvi Þorsteinsson, Ása L. Aradóttir & Kristjana Guðmundsdóttir 1986. Uppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Í: Rannsóknir á uppgræðslusvæðum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði og beitartilraun á Auðkúluheiði. Áfangaskýrsla 1985. Skýrsla Rannsóknastofnunar landbúnaðarins til Landsvirkjunar. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Reykjavík, bls. 5-29.
140. Ingvi Þorsteinsson 1988. Rannsóknir á uppgræðslusvæðum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Áfangaskýrsla 1987 til Landsvirkjunar. *Fjölrit RALA* nr. 129, 63 bls.

141. Ingvi Þorsteinsson & Kristjana Guðmundsdóttir 1989. Uppgræðslutilraunir á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. *Ráðunautafundur* 1989 117-125.
142. Ingvi Þorsteinsson, Halldór Þorgeirsson & Kristjana Guðmundsdóttir 1989. Rannsóknir á uppgræðslusvæðum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Áfangaskýrsla 1988 til Landsvirkjunar. *Fjölrit RALA* nr. 135, 55 bls.
143. Ingvi Þorsteinsson (ritstj.) 1991. Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981–1989. *Fjölrit RALA* nr. 151, 130 bls.
144. Jamie Ann Martin, Þóra Ellen Þórhallsdóttir & Kristín Svavarsdóttir 2006. Do Kettleholes facilitate primary succession in pro-glacial environments? *Fræðaping landbúnaðarins* 3, 350-353.
145. Javier Sanchez Lopez & Þóra Ellen Þórhallsdóttir 2004. The role of dispersal and seed rain in directing successional patterns: seed bank composition and spatial variation on Skeiðarársandur. Raunvísindaping 2004, Askja, Náttúrufræðihús Háskóla Íslands bls. 118 bls.
146. Járngerður Grétarsdóttir 2004. Hvernig þróast gróðurfar í gömlum uppgræðslum? *Fræðaping landbúnaðarins* 2004, 314-317.
147. Járngerður Grétarsdóttir 2010. Tilraunir með fræslægju við endurheimt staðargróðurs. *Fræðaping landbúnaðarins* 7, 393-396.
148. Jóhannes B. Jónsson, Ása L. Aradóttir & Hersir Gíslason 2009. Samanburður á notkun svarðlags og hefðbundinna aðferða við uppgræðslu. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 476-480.
149. Jóhannes Baldvin Jónsson 2008. Samanburður á notkun svarðlags og hefðbundinna aðferða við uppgræðslu námusvæðis. B.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Umhverfiseild, Hvanneyri, 30 bls.
150. Jón Guðmundsson, Hólmfríður Sigurðardóttir & Friðrik Pálmason 1994. Níturferlar og uppgræðsla. Lesbók Morgunblaðsins, 28. maí 1994, bls. 9. Rannsóknir á Íslandi, greinaflokkur í umsjón Sigurðar Richter.
151. Jón Guðmundsson 2004. Verkun víðifræs. *Fræðaping landbúnaðarins* 1, 318-321.
152. Jón Guðmundsson 2005. *Uppgræðsla vegfláa með innlendum úthagategundum*. Landbúnaðarháskóli Íslands, 24 bls.
153. Jón Guðmundsson & Hlynur Óskarsson 2005. N₂O losun úr lífrænum jarðvegi við mismunandi landnotkun. *Fræðaping landbúnaðarins* 2005, 404-407.
154. Jón Guðmundsson & Hlynur Óskarsson 2005. Landbúnaður og losun gróðurhúsalofttegunda. *Fræðaping landbúnaðarins* 2005, 32-37.
155. Jón Guðmundsson 2008. Til eru fræ sem fengu þennan dóm; að falla í jörð. *Fræðaping landbúnaðarins* 5, 543-547.
156. Jón Guðmundsson 2009. Uppgræðsla vegfláa með innlendum úthagategundum, 2008. Tilraun í vegfláa í Hrunamannahreppi. Tilraun í vegfláa við Þorlákshöfn. Framvinduskýrsla nr. 4. Verkefni styrkt af Vegagerðinni. Landbúnaðarháskóli Íslands, umhverfiseild.
157. Jóna Björk Jónsdóttir 2009. Gróðurframvinda í Skaftáreldahrauni og áhrif hraungambra (*Racomitrium lanuginosum*) á landnám háplantna. M.S. ritgerð, Háskóli Íslands, Líf- og umhverfivísindadeild, 71 bls.
158. Karlsdóttir, L. & Á.L. Aradóttir 2006. Propagation of *Dryas octopetala* L. and *Alchemilla alpina* L. by direct seeding and planting of stem cuttings. *Icelandic Agricultural Sciences* 19, 25-32.
159. Kolka, P., B.K. Slater, G. Halldórsson & Ó. Arnalds 2010. CarbBirch (Kolbjörk): Carbon sequestration and soil development under mountain birch (*Betula pubescens*) in restored areas in southern Iceland. World Soil Congress, Brisbane 2010.
160. Kolka, P. 2011. CarbBirch (Kolbjörk): Carbon sequestration and soil development under mountain birch (*Betula pubescens*) in rehabilitated areas in southern Iceland. M.S. ritgerð, The Ohio State University, 73 bls.
161. Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2003. Sea Eagles in Iceland: population trends and reproduction. Í: (B. Hellander, M. Marquiss & B. Bowermann ritstj.) *SEA EAGLE 2000. Proceedings from an international conference at Björkö, Sweden, 13-17 September 2000*. Swedish Society for Nature Conservation/SNF & Átta.45 Tryckeri AB, Stocholm, bls. 31-38.
162. Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2008. Arnarstofninn 2008. *Fuglar* 2008, 14-15.
163. Kristinsson, H. & S. Heiðmarsson 2009. Colonization of lichens on Surtsey 1970–2006. *Surtsey Research* 12, 81-104.
164. Kristín Svavarsdóttir & Ása L. Aradóttir 2005. Gulvíðir og loðvíðir: rusl eða áhugaverður kostur í landgræðslu? *Fræðaping landbúnaðarins* 2, 165-171.
165. Kristín Svavarsdóttir (ritstj.) 2006. *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt, 111 bls.
166. Kristín Svavarsdóttir & Ása L. Aradóttir 2006. *Gulvíðir og loðvíðir; eiga víða við. Leiðbeiningar um ræktun*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt, 31 bls.
167. Kristín Svavarsdóttir & Þóra Ellen Þórhallsdóttir 2006. Sjálfræðsla Skeiðarársands. Hvað getur hún kennt okkur? *Fræðaping landbúnaðarins* 3, 375-378.
168. Kristín Svavarsdóttir & Þóra Ellen Þórhallsdóttir 2009. Gróðurbreytingar á Skeiðarársandi. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 255-256.

169. Kristín Svavarsdóttir & L. Aradóttir Ása 2010. Víðigræðlingatilraunir. Í: (Arnalds Ólafur, L. Aradóttir Ása & Svavarsdóttir Kristín ritstj.) Gróðurannsóknir vegna hættu á áfoki frá Háslóni. *Rit LbhÍ* nr. 27, LV-2010/088. bls. 71-87.
170. Lilja Karlsdóttir 2004. Blómgun, fræframleiðsla og fjölgun holtasóleyjar og ljónslappa. M.S. ritgerð, Háskóli Íslands, Líf-fræðiskor, Raunvísindadeild, Reykjavík, 70 bls.
171. Lilja Karlsdóttir & Ása L. Aradóttir 2005. Leiðir til fjölgunar holtasóleyjar og ljónslappa. *Fræðaping landbúnaðarins* 2, 422-424.
172. Magdalena M. Hiedl, Þóra Ellen Þórhallsdóttir & Kristín Svavarsdóttir 2009. Colonization of mountain birch (*Betula pubescens*) on Skeiðarársandur. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 257-258.
173. Magnea Magnúsdóttir 2010. Leiðir til að fjölga mosum, einkum hraungambra (*Racomitrium lanuginosum*). B.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Umhverfiseild, 29 bls.
174. Magnea Magnúsdóttir & Ása L. Aradóttir 2011. Fjölgun hraungambra með greinabrotum. *Fræðaping landbúnaðarins* 8, 342-345.
175. Magnús H. Jóhannsson 2006. Umfeðmingur, giljaflækja og baunagras á uppgræðslusvæðum. *Fræðaping landbúnaðarins* 2006, 383-386.
176. Magnús H. Jóhannsson & Anne Bau 2009. Eyðing alaskalúpínu með plöntueitri – þéttleiki lúpínu. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 393-396.
177. Magnús Jóhannsson 2003. Rannsóknir á urriða í Þingvallavatni. *Veiðimaðurinn* 171, 46-49.
178. Magnús Jóhannsson & Benóný Jónsson 2003. Seiðarannsóknir í Öxará, Ölfusvatnsá og Villingavatnsá ásamt urriðarannsóknunum í Þingvallavatni. Veiðimálastofnun. VMST-S/03003, 20 bls.
179. Magnús Jóhannsson, Ingi Rúnar Jónsson & Benóný Jónsson 2004. Seiðarannsóknir í Öxará, Ölfusvatnsá, Villingavatnsá og Efra-Sogi ásamt urriðarannsóknunum í Þingvallavatni árið 2004. Veiðimálastofnun. VMST-S/04009, 20 bls.
180. Magnús Jóhannsson, Ingi Rúnar Jónsson & Benóný Jónsson 2005. Seiðarannsóknir í Öxará, Ölfusvatnsá, Villingavatnsá Þingvallavatni og Efra-Sogi ásamt urriðarannsóknunum í Þingvallavatni árið 2005. Veiðimálastofnun VMST-S/05005, LV-2005/067, 22 bls.
181. Magnús Jóhannsson, Tryggvi Þórðarson & Benóný Jónsson 2008. Klórslyss í Varmá í Ölfusi í nóvember 2007 og áhrif þess á fisk. Veiðimálastofnun VMST/08002, Háskólasetrið í Hveragerði, 26 bls.
182. Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson & Guðni Guðbergsson 2009. Rannsóknir á urriða í Öxará, Ölfusvatnsá og Þingvallavatni árið 2008. Veiðimálastofnun VMST/09027, 12 bls.
183. Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson & Tryggvi Þórðarson 2010. Ástand fiskstofna Varmár í Ölfusi í kjölfar klórslyss í nóvember 2007. *Fræðaping landbúnaðarins* 7, 316-319.
184. Magnús Þór Einarsson 2009. Eyðing alaskalúpínu (*Lupinus nootkatensis*) með plöntueitri. Áhrif á annan gróður. B.Sc. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Umhverfiseild, 30 bls.
185. Magnús Þór Einarsson, Magnús H. Jóhannsson & Kristín Svavarsdóttir 2009. Eyðing alaskalúpínu með plöntueitri —áhrif á annan gróður. *Fræðaping landbúnaðarins* 6, 397-401.
186. Magnús Þór Einarsson & Bjarni D. Sigurðsson 2010. Breytingar á magni og samsetningu botngróðurs við landgræðslu og endurheimt birkiskóga á ofanverðum Rangárvöllum. *Fræðaping landbúnaðarins* 7, 320-324.
187. Magnússon, B., S.H. Magnússon & S. Friðriksson 2009. Developments in plant colonization and succession on Surtsey during 1999–2008. *Surtsey Research* 12, 57–76.
188. Magnússon, S.H. 1994. Plant colonization of eroded areas in Iceland. Ph.D. ritgerð, Lund University, Department of Ecology.
189. Magnússon, S.H. & B. Magnússon 2001. Effect of enhancement of willow (*Salix* spp.) on establishment of birch (*Betula pubescens*) on eroded soils in Iceland. Í: (F.E. Wielgolaski ritstj.) *Nordic Mountain Birch Ecosystems*. Man and the Biosphere Series, UNESCO, Paris, and Parthenon Publishing, Carnforth, bls. 317-329.
190. Marteinsdóttir, B., K. Svavarsdóttir & T. E. Thorhallsdóttir 2010. Development of vegetation patterns in early primary succession. *Journal of Vegetation Science* 21, 531-540.
191. Martin, J.A., K. Svavarsdóttir & Þ.E. Þórhallsdóttir 2007. Diversity patterns among kettlehole habitat islands: the role of dispersal. 37th Annual International Arctic Workshop, Skaftafell. The Earth Science Institute, University of Iceland, bls 163-164.
192. Oddsdóttir, E.S., K. Svavarsdóttir & G. Halldórsson 2008. The influence of land reclamation and afforestation on soil arthropods in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 21, 3-15.
193. Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgþór Magnússon, Guðrún Gísladóttir & Sigurður H. Magnússon 2009. Áhrif sandfoks á mólendisgróður við Blöndulón. *Náttúrufræðingurinn* 78, 125-137.
194. Orradóttir, B., S. R. Archer, O. Arnalds, L. P. Wilding & T. L. Thurow 2008. Infiltration in Icelandic Andisols: The role of vegetation and soil frost. *Arctic Antarctic and Alpine Research* 40, 412-421.

195. Orradóttir, B. 2002. The influence of vegetation on frost dynamics, infiltration rate and surface stability in Icelandic andisolic rangelands. M.S. ritgerð, Texas A&M University, Department of Rangeland Ecology and Management, College Station, Texas, 174 bls.
196. Ólafsson, E. & M. Ingimarsdóttir 2009. The land-invertebrate fauna on Surtsey during 2002–2006. *Surtsey Research* 12, 113–128.
197. Ólafur Arnalds & Friðrik Pálmason 1986. Jarðvegur í landgræðslutilraunum á virkjunarsvæði Blöndu. *Fjölrit RALA* nr. 118.
198. Ólafur Arnalds 1988. Uppgræðsla: hugtök, markmið og árangur. *Náttúrufræðingurinn* 58, 81-85.
199. Ólafur Arnalds, Elín Fjöla Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 157 bls.
200. Ólafur Arnalds, Berglind Orradóttir & Brita Berglund 2009. Þróun jarðvegsþátta við uppgræðslu á Geitasandi. *Fræðaging landbúnaðarins* 6, 271-278.
201. Ólafur Arnalds & Berglind Orradóttir 2010. Mælingar á foki á Landbótarsvæðinu á Geitasandi. *Fræðaging landbúnaðarins* 7, 361-364.
202. Óskarsson, Ú. 2010. Potting substrate and nursery fertilization regime influence mycorrhization and field performance of *Betula pubescens* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25, 111-117.
203. Pálmason, F., J. Guðmundsson & Á. Helgadóttir 1995. Symbiotic nitrogen fixation in lupin and clover in Iceland. *Nordisk Jordbruksforskning* 77 (3), 77.
204. Persson, Å. 1964. The vegetation at the margin of the receding glacier Skaftafellsjökull, southeastern Iceland. *Botaniska Notiser* 117, 323-354.
205. Petersen, A. 2009. Formation of a bird community on a new island, Surtsey, Iceland. *Surtsey Research* 12, 133–148.
206. Petursdóttir, T. & A.L. Aradóttir 2008. Beyond ecology. The importance of local acceptance for successful reclamation, an example from Iceland. Í: (P. Zdruli & E Costantini ritstj.) *Moving ahead from assessments to actions: Could we win the struggle with land degradation? 5th International Conference on Land Degradation*. CIHEAM-IAMB Valenzano, Bari, Italy 18-22 September 2008, bls. 101-105.
207. Petursdóttir, T. & A.L. Aradóttir 2008. Multiple benefits of land reclamation. The importance of public acceptance in successful reclamation. Í: *Towards a sustainable future for European ecosystems – Providing restoration guidelines for Natura 2000 habitats and species*. Proceedings, 6th European Conference on Ecological Restoration Ghent, Belgium, 8-12/09/2008 (CD Publication), 4 bls.
208. Raftoyannis, Y., M. Bredemeier, R. Buozyte, N. Lamersdorf, A. Mavrogiakoumos, E. Oddsdóttir & I. Velichkov 2011. Afforestation strategies with respect to forest-water interactions. Í: (M. Bredemeier, D.L. Godbold, V. Pichler, S. Cohen, E. Lode & P. Schleppei ritstj.) *Forest management and the water cycle. An ecosystem-based approach*. Springer, Heidelberg, London, New York, bls. 225-246.
209. Róbert A. Stefánsson, Menja von Schmalensee, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Björn Hallbeck & Páll Hersteinsson 2008. Stofnstærð og vanhöld minks á Snæfellsnesi 2006–2007. *Fjölrit Náttúrustofu Vesturlands* nr. 14, 24 bls.
210. Runolfsson, S. 1973. Wind Erosion of Organic Soils and Methods of Control. Thesis presented to the Faculty of Graduate School of Cornell for the degree of M.Sc. 108 bls.
211. Runólfur Sveinsson & J.B. Campell 1958. Athugun á uppblæstri og högum. Í: (Arnór Sigurjónsson ritstj.) *Sandgræðslan. Minnzt 50 ára starfs Sandgræðslu Íslands*. Búnaðarfélag Íslands og Sandgræðsla ríkisins, Reykjavík, bls. 250-290.
212. Sigurbjörnsson, B. 1960. Studies on the Icelandic *Elymus*. Ph.D. ritgerð, Cornell University, Ithaca, New York,
213. Sigurbjörnsson, B. 1963. Taxonomy of the Icelandic *Elymus*. University Research Institute, Department of Agriculture B19, Reykjavík. 36 bls.
214. Sigurdardóttir, H. 2004. Earthworm activity in a lupin patch in Heidmörk, Southern Iceland. Í: (E. van Santen & G.D. Hill ritstj.) *Wild and Cultivated Lupins from the Tropics to the Poles*. Proceedings of the 10th International Lupin Conference., Laugarvatn, Iceland, 19-24 June 2002, International Lupin Association, Canterbury, New Zealand, bls 191-194.
215. Sigurður H. Magnússon & Borgþór Magnússon 1990. Birkisáningar til landgræðslu og skógræktar. *Ársrit Skógræktarfélags Íslands* 1990, 9-18.
216. Sigurður H. Magnússon 1992. Landnám og framvinda gróðurs í raski eftir vegagerð. Í: (Áslaug Helgadóttir & Sigurður H. Magnússon ritstj.) *Uppgræðsla vegkanta*. Stofnaprófanir og rannsóknir á gróðurframvindu. Lokaskýrsla 1992. *Fjölrit Rala* nr. 158. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Reykjavík, bls. 17-50.
217. Sigurður H. Magnússon & Borgþór Magnússon 1992. Áhrif víðis á landnám birkis á skóglausu svæði. *Náttúrufræðingurinn* 61, 95-108.
218. Sigurður H. Magnússon & Borgþór Magnússon 1995. Uppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Mat á ástandi gróðurs sumarið 1994. Skýrsla til Landsvirkjunar. *Fjölrit RALA* 180, 34 bls.
219. Sigurður H. Magnússon & Kristín Svavarsdóttir 2007. Áhrif beitarríðunar á framvindu gróðurs og jarðvegs á lítt grónu landi. *Fjölrit Náttúrufræðistofnunar* nr. 49. 67 bls.

220. Sigurður H. Magnússon & Bryndís Marteinsdóttir 2010. Árangur birkisáninga á uppgræddu landi í Gára. *Náttúrufræðingurinn* 80, 147-156.
221. Snorrason, A., B.D. Sigurdsson, G. Guðbergsson, K. Svavarsdóttir & Þ.H. Jónsson 2002. Carbon sequestration in forest plantations in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 15, 79-91.
222. Stefánsdóttir, H.M. 2010. Transport and decomposition of allochthonous litter in Icelandic headwater streams: Effects of forest cover. M.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Umhverfiseild, 119 bls.
223. Sturla Friðriksson 1960. Uppgræðsla og ræktun afréttarlanda. Í: (Arnór Sigurjónsson ritstj.) *Árbók landbúnaðarins 1960*. Framleiðsluráð landbúnaðarins, Reykjavík, bls. 201-218.
224. Sturla Friðriksson 1969. Uppgræðslutilraun á Tungnáröræfum. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 1, 38-44.
225. Sturla Friðriksson 1969. Uppgræðslutilraun á Mosfellsheiði. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 1, 28-37.
226. Sturla Friðriksson & Jóhann Pálsson 1970. Landgræðslutilraun á Sprengisandi. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 2, 34-48.
227. Sturla Friðriksson 1971. Ræktunartilraunir á Kili. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 2, 12-27.
228. Sturla Friðriksson, Árni Bragason & Guðmundur Halldórsson 1977. Hestvist '76, rannsókn á mýrlendi. *Fjölrit RALA* nr. 19, 107 bls.
229. Sturla Friðriksson, Borgþór Magnússon & Tryggvi Gunnarsson 1977. Uppblásturs- og uppgræðsluathuganir 1976 *Fjölrit RALA* nr. 21, 52 bls.
230. Sturla Friðriksson, Árni Bragason & Guðmundur Halldórsson 1978. Hestvist '77. Rannsókn á mýrlendi III. *Fjölrit RALA* nr. 31, 69 bls.
231. Sturla Friðriksson 1979. Hestvist '78 og '79. Rannsókn á mýrlendi IV. *Fjölrit RALA* nr. 67, 115 bls.
232. Sturla Friðriksson 1979. Uppgræðsla lands. *Ráðunautafundur* 1979, 77-79.
233. Sturla Friðriksson 1981. Áhrif gjósku á gróður. *Ráðunautafundur* 1981, 174-178.
234. Sturla Friðriksson 1988. Rofhraði mældur. *Búvísindi* 1, 3-10.
235. Sunna Áskelsdóttir 2007. Breytingar á sýrustigi og kolefni í jarðvegi við landgræðslu. B.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands,
236. Sveinsson, R. 1953. A Memorandum on Soil Erosion and Reclamation Problems in Iceland. State Soil Conservation Service, Gunnarsholt, 19 bls.
237. Svenja Auhage 2009. Fuglalíf á endurheimtum vötnum á Vesturlandi. Erindi á Hrafnabingi N.Í. 25. nóv. 2009. (<http://www.ni.is/midlun-og-thjonusta/hrafnathing/greinar/nr/1109?CacheRefresh=1>).
238. Úlfur Björnsson & Arnalds Andrés (ritstj.) 1998. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1995-1997*. Landgræðsla ríkisins, 176 bls.
239. Úlfur Óskarsson & Miroslav Vosátka 2004. Svepprót eykur vöxt birkis og melgresis í landgræðslu. *Fræðaping landbúnaðarins* 1, 374-377.
240. Úlfur Óskarsson 2006. Melgresi og svepprætur – samlífi og sundurlyndi. *Fræðaping landbúnaðarins* 3, 421-424.
241. Úlfur Óskarsson 2007. Aðstæður í uppeldi ráða svepprótamyndun og lífslíkum gróðursettra birkiplantna. *Fræðaping landbúnaðarins* 4, 359-363.
242. Weslien, J., L. Finér, J.Á. Jónsson, H. Koivusalo, A. Laurén, T. Ranius & B.D. Sigurdsson 2009. Effects of increased forest productivity and warmer climates on carbon sequestration, run-off water quality and accumulation of dead wood in a boreal landscape: A modelling study. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24, 333-347.
243. Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1991. Áhrif áburðar og sáningar á gróður í tilraunareitum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði og eftirverkun áburðar. Í: (Ingvi Þorsteinsson ritstj.) Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989. *Fjölrit Rala* nr. 151, bls. 89-103.
244. Þóra Ellen Þórhallsdóttir, Kristín Svavarsdóttir & Helgi Björnsson 2007. The evolution of an outwash plain: the ecological present and geomorphological past of Skeiðarársandur, SE-Iceland. 37th Annual International Arctic Workshop, Skaftafell, The Earth Science Institute, University of Iceland, bls 245-246.
245. Þórólfur Antonsson & Friðjófur Árnason 2008. Endurheimt uppeldissvæða laxfiska í Elliðaám. *Fræðaping landbúnaðarins* 5, 220-226.
246. Þórólfur Antonsson & Friðjófur Árnason 2011. Endurheimt uppeldissvæða laxfiska í Elliðaám. *Náttúrufræðingurinn* 81, 31-36.
247. Þórunn Pétursdóttir 2007. Vistfræðilegt og sjónrænt mat á skammtímaárangri landgræðslu. M.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Umhverfiseild, Hvanneyri, 52 bls.
248. Þórunn Pétursdóttir 2007. Vistfræðilegt og sjónrænt mat á árangri landgræðslu. *Fræðaping landbúnaðarins* 4, 308-315.

31 Landbót-Vistland

Ólafur Arnalds^{a)}, Guðmundur Halldórsson^{b)}, Ása L. Aradóttir^{a)}, Kristín Svavarsdóttir^{b)} og Berglind Orradóttir^{a)}

^{a)}Landbúnaðarháskóla Íslands, ^{b)}Landgræðslu ríkisins

Verklýsing	
Gerð verkefnis	
Rannsóknarverkefni	
Pátttökustofnanir	Ábyrgðaraðilar
Landbúnaðarháskóli Íslands	Ólafur Arnalds Ása L. Aradóttir Berglind Orradóttir
Landgræðsla ríkisins	Guðmundur Halldórsson Kristín Svavarsdóttir
Rannsóknastöð skógræktar, Mógilsá Háskóli Íslands Suðurlandsskógar	Arnór Snorrason Þóra Ellen Þórhallsdóttir Björn Bjarndal Jónsson
Markmið	
Rannsaka langtímaáhrif mismunandi uppgræðslu- og skógræktaraðgerða á framvindu og starfsemi vistkerfa á röskuðum svæðum og koma upp sýni- og tilraunareitum á stórum kvarða er geti nýst sem tilraunastofa í vistheimt.	
Stutt lýsing á verkefninu	
Rannsóknarsvæðið er á Geitasandi á Rangárvöllum, skammt frá Gunnarsholti (63°49'N, 20°13'V). Tilraunasvæðið nær yfir 300 ha af sendinni auðn. Þar eru 40 eins ha reitir með varðbeltum á milli (mynd 31.1). Verkefnið tekur einnig til rannsókna á gömlum uppgræðslu- og skógræktarsvæðum; flestum í nágrenni Geitasands.	Notaðar voru níu mismunandi uppgræðsluaðferðir, en auk þess voru óuppgræddir viðmiðunarreitir. Meðferðir voru eftirfarandi: <ol style="list-style-type: none"> (1) óuppgrætt (viðmið); (2) áburður; (3) grös (túnvingull og vallarsveifgras) og áburður; (4) melgresi og áburður; (5) lúpína; (6) grös (túnvingull, vallarsveifgras og rýgresi; aðrir stofnar en í nr. 3) áburður, og gróðursetning víðis og birkis í eyjar (mynd 31.2); (7) grös (sama og nr. 3) með áburði og gróðursetning víðis og birkis í eyjar; (8) innlendar belgjurtir með birki og víðieyjum; (9) grös (sama og nr. 3) og áburður, birki og greni gróðursett í plógfar; (10) lúpína, birki og greni gróðursett í plógfar. <p>Hver meðferð var endurtekin í fjórum 100x100 m reitum. Tilraunareitirnir voru lagðir út á árunum 1999–2000. Síðan þá hefur verið fylgst með; a) framvindu gróður- og smádyrasamfélaga, b) uppsöfnun kolefnisforða, c) áfoki og d) áhrifum mismunandi meðferða á jarðvegseiginleika, vatnsbúskap, næringarhringrás og kulferli. Mörg námsverkefni hafa verið unnin á svæðinu og það hefur verið nýtt til útifræðslu á vegum ýmissa aðila.</p>
Upphafsár	Hvenær lokið
1999	Langtímaverkefni



Mynd 31.1. Innrauð SPOT gervihnattamynd af Landbótar-svæðinu á Geitasandi. Einstakir reitir eru merktir með bókstöfum fyrir endurtekingar og tölustöfum fyrir meðferðir (SHB/LbhÍ, 2008).

Frekari lýsing

Stærð svæðisins (>300 ha) og stærð hvers reits (1 ha) er að mörgu leyti einstök. Telst verkefnið sérstakt að þessu leyti á alþjóðlegum mælikvarða. Stærð reitanna gerir það að verkum að hér er uppgræðsla á kvarða sem er sambærilegur við mörg landgræðsluverkefni. Árið 2005 var komið fyrir margvíslegum siritandi mælitækjum er fylgjast stöðugt með umhverfisþáttum, sem er mikilvægt fyrir rannsóknir af þessu tagi. Mælingar fóru fram jafnt að sumri og vetri (mynd 31.3). Nákvæmar upphafsmælingar og rannsóknir á fyrstu stigum framvinnunnar eftir uppgræðslu leggja grunn að áframhaldandi rannsóknum á þessum reitum um ókomna áratugi. Landbótin er rannsóknastofa á sandinum.

Verkefnið var í upphafi styrkt af Markáætlun Rannís um umhverfisrannsóknir og upplýsingatækni og Landsvirkjun. Síðar fékk það annan styrk frá Rannsóknasjóði, sem tryggði fjármagn til viðamikilla mælinga á svæðinu og styrk frá Tækjasjóði sem notaður var til að fjármagna tækjakaup. Þær stofnanir sem standa að verkefninu hafa staðið undir öðrum kostnaði við rannsóknir á svæðunum.



Mynd 31.2. Gróðurmælingar í tilraunareit sem græddur var upp með grassáningu og áburðargjöf (meðferð nr. 7). Sex þyrpingar af birki og víði voru gróðursettar í reitnum. Tvær birkiþyrpingar sjást vinstra megin á myndinni og við hlið þeirrar sem er fjær sést í tæki til mælinga á vatnsbúskap. Myndin er tekin árið 2006. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.

Mynd 31.3. Mælingar að vetralagi á Landbótarsvæðinu. Verið er að mæla snjódýpt. Ljósmynd, Berglind Orradóttir.

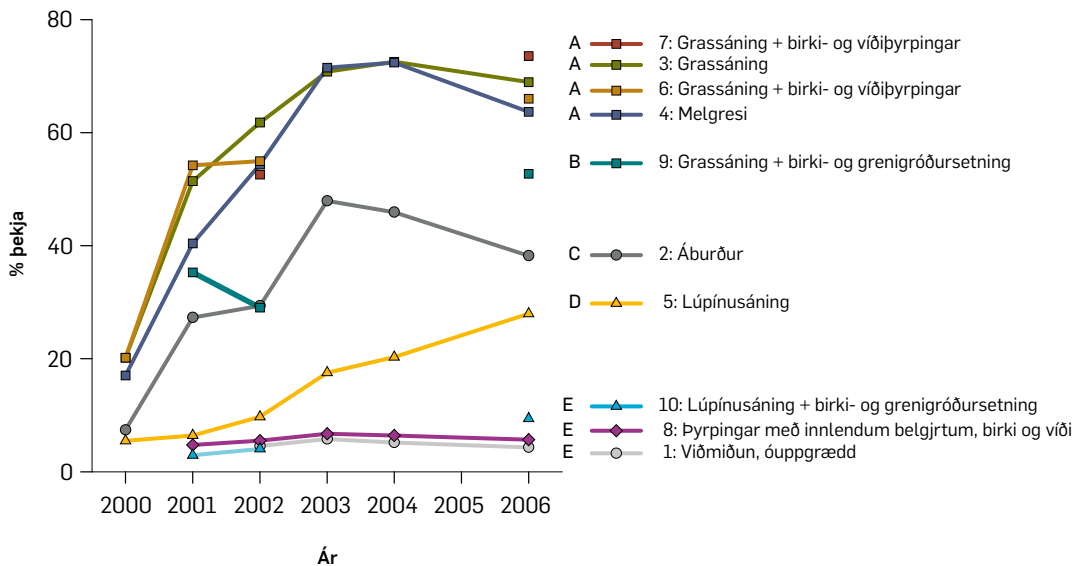
Helstu niðurstöður

Strax á fyrstu árum verkefnisins kom í ljós að Landbótarsvæðið var ekki einsleitt. Neðri hluti svæðisins var sendinn með afar óstöðugu jarðvegsyfirborði en á efri hluta svæðisins var mól í yfirborðinu og var það heldur stöðugra en neðri hlutinn.

Niðurstöður mælinga á tilraunareitunum sýna að uppgræðslu-aðgerðir geti skipt sköpum um landnám staðartegunda og hraða gróðurframvindu á röskuðu landi^{2,5}

en myndun og samsetning gróðurþekju verður þó misjöfn eftir aðgerðum og breytileika í landslagi (mynd 31.4).^{2,8} Lífræn jarðvegsskán fór fljótt að myndast í ábörnum tilraunareitum en hún jókst mest á 3. til 5. ári og var um eða yfir 10% í sumum meðferðum árið 2006.⁸ Gróðurframvinda í reitum sem lúpínu var sáð í var mjög hæg og var ólík framvindu í öðrum aðgerðareitum. Niðurstöður gróðurmælinga sýna að einfaldar uppgræðslu-aðgerðir, eins og áburðargjöf með eða án grassáninga, örva gróðurframvindu sem virðist geta stefnt í átt að mólendi eða kjarrlendi á svipaðan hátt og má sjá á eldri uppgræðslusvæðum í nágrenninu.^{19,20} Myndun lífrænnar jarðvegsskánar á uppgræðslusvæðunum virðist gegna lykilhlutverki í þessu sambandi, líklega vegna jákvæðra áhrifa á landnám plantna.





Mynd 31.4. Breytingar á heildarþekju gróðurs í Landbótarreitunum. Þekjan tekur til háplantna og lágplantna. Þekjan var sýnu mest í meðferðum sem sáð var í og borið var á.

Þróun smádýrasamfélaga virðist fylgja gróðrinum að einhverju leyti en þau voru þó skrefi á eftir.^{6,22} Örverumassi mældist marktækt meiri í birkiejunum en í viðmiðunarreitum og grasreitum árið 2007. Ennþá er unnið að úrvinnslu gagna um niturbúskap svæðanna.

Sandfok var mælt innan viðmiðunarreitanna (mynd 31.5). Það kom á óvart hversu mikið fokið var; á ársgrundvelli var fok yfir eins metra langa línu meira en 1000 kg af efni, þar sem mest var. Vegna breiðra óuppgræddra varðbelta kringum tilraunareitina fýkur mikið efni inn á þá og þeir eru teknir að hækka. Fokið hefur sjáanlega mikil áhrif á reitina, sem sýnir hve mikilvægt er að uppgræðslusvæði séu sem samfelldust og leitast ber við að haga uppgræðslu þannig að hún loki fyrir aðflutning efnis úr sandfoksáttunum.

Kolefni var tekið að safnast fyrir í jarðvegi reitanna (mynd 31.6), allt að 0,04 kg C á ári á hvern fermetra þar sem best lét (áburður og gras). Þetta telst mikil binding í alþjóðlegu samhengi en er svipað því sem gert er ráð fyrir á landgræðslusvæðum á Íslandi.

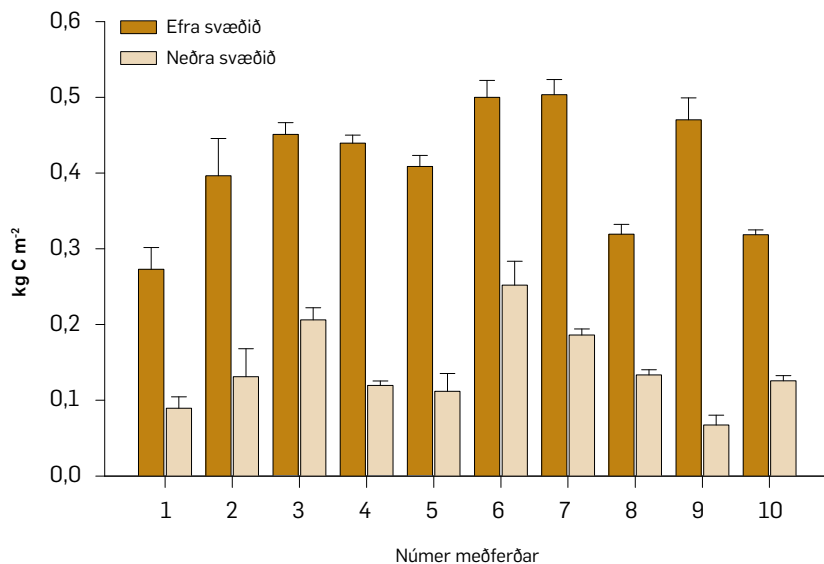
Uppgræðsluaðgerðirnar virtust vera farnar að hafa áhrif á aðra eiginleika jarðvegs. Til dæmis mældist marktæk lækkun á sýrustigi sumra uppgræðslumeðferða árið 2007, samanborið við viðmiðunarreiti, sem verður að teljast harla merkilegt á svo stuttum tíma. Eðlisþættir á borð við vatnsmiðlun og ísigshraða voru einnig teknir að þróast, en ekki hefur sést marktæk uppbygging leifefna í moldinni. Mælingar á yfirborðsstöðugleika sýna vel hvernig yfirborðið verður stöðugra eftir því sem gróður eykst.

Hagnýting á niðurstöðum

Rannsóknarsvæðið á Geitasandi veitir tækifæri til að rannsaka grunnferla við endurheimt vistkerfa á röskuðu landi. Rannsóknirnar auka skilning okkar á þeim þáttum sem hafa áhrif á framvindu á örfoka svæðum og hvaða áhrif mismunandi inngríp hafa á þá. Niðurstöðurnar nýtast við skipulagningu og framkvæmd vistheimtarverkefna og þróun viðmiða fyrir mat á árangri vistheimtar. Þá er mikilvægt að fá svo ítarlegar mælingar á kolefnisuppsöfnun samfara vistheimt á auðnum, þar sem landgræðsla er ein þeirra leiða sem Ísland notar sem mót-vægisáðgerð við losun gróðurhúsalofttegunda gagnvart loftslagssáttmála S.þ.



Mynd 31.5. mynd. Ólafur Arnalds við sandgildru í viðmiðunarreit á efra svæðinu á Geitasandi sumarið 2010. Niðurstöður mælinga á sandfoki sýna >500 kg efnisflæði yfir hvern lengdar-metra á yfirborði sem þessu. Ljósmynd, Guðmundur Halldórsson.



Mynd 31.6. Uppsöfnun kolefnis í tilraunareitunum niður á 10 cm dýpi. Skyggð box eru frá efri hluta Landbótarsvæðisins, þar sem stöðuleikinn er meiri en opnu boxin eru frá neðra svæðinu, sem er sendnara svæði en það efra og áfokið meira.

Birting á niðurstöðum

1. Aradóttir, A. L., G. Halldórsson, O. Arnalds & K. Svavarsdóttir 2005. A large scale outdoor laboratory in restoration ecology. 2005 SER International World Conference, Zaragoza, Spáni, 10.-16. september (veggspjald og ágríp).
2. Aradóttir, A. L., B. Orradóttir, O. Arnalds & K. Svavarsdóttir 2008. Ecological succession after reclamation treatments on an eroded area in Iceland. Í: *Towards a sustainable future for European ecosystems – Providing restoration guidelines for Natura 2000 habitats and species*. Proceedings, 6th European Conference on Ecological Restoration, Ghent, Belgium, 8-12/09/2008 (CD Publication), 4 bls.
3. Arnór Snorrason 2004. Vöxtur og viðgangur trjáplantna á tilraun Landbótar á Geitasandi. *Fræðaving landbúnaðarins* 1, 227-230.
4. Ágústa Helgadóttir, Ólafur Eggertsson & Kristín Svavarsdóttir 2009. Aldursgreining krækilyngs (*Empetrum nigrum*) með áhringjum. *Fræðaving landbúnaðarins* 6, 355-358.
5. Ágústa Helgadóttir 2010. Krækilyng (*Empetrum nigrum*) í frumframvindu. B.S. ritgerð, Háskóli Íslands.
6. Ása L. Aradóttir & Guðmundur Halldórsson 2004. Uppbygging vistkerfa á röskuðum svæðum. *Fræðaving landbúnaðarins* 1, 86-93.
7. Ása L. Aradóttir, Guðmundur Halldórsson & Ólafur Arnalds 2005. Landbót. Tilraunastofan á sandinum. *Fræðaving landbúnaðarins* 2, 279-282.
8. Ása L. Aradóttir & Kristín Svavarsdóttir 2009. Áhrif uppgræðsluáðgerða á gróðurframvindu. *Fræðaving landbúnaðarins* 6, 279-285.
9. Berglind Orradóttir & Ólafur Arnalds 2006. Áhrif gróðurs á yfirborðsstöðugleika. *Fræðaving landbúnaðarins* 3, 264-267.
10. Berglind Orradóttir, Ólafur Arnalds & Ása L. Aradóttir 2006. Þróun vistkerfa við landgræðslu. Mælingarnar á Geitasandi. *Fræðaving landbúnaðarins* 3, 268-272.
11. Berglind Orradóttir, Ólafur Arnalds & Jóhann Þórsson 2006. Ísig vatns í jarðveg: Áhrif gróðurs og frosts. *Fræðaving landbúnaðarins* 3, 102-107.
12. Berglind Orradóttir & Ólafur Arnalds 2007. Ísig – áhrif landgræðslu og árstíma. *Fræðaving landbúnaðarins* 4, 513-515.
13. Berglind Orradóttir & Ólafur Arnalds 2009. Vatnið á sandinum. *Fræðaving landbúnaðarins* 6, 265-270.
14. Brita Berglund & Berglind Orradóttir 2008. Vistin á sandinum. *Fræðaving landbúnaðarins* 5, 567.
15. Edda Sigurðís Oddsdóttir 2002. Áhrif skógræktar og landgræðslu á jarðvegslíf. M.S. ritgerð, Háskóli Íslands, Líffræðiskor, 50 bls.
16. Elmarsdóttir, A., A.L. Aradóttir & M. J. Trlica 2003. Microsite availability and establishment of native species on degraded and reclaimed sites. *Journal of Applied Ecology* 40, 815-823.
17. Elmarsdóttir Á. 2001. Colonization of native plants on degraded and reclaimed sites in Iceland. M.S. ritgerð, Colorado State University, Department of Rangeland Ecosystem Science, Fort Collins, Colorado, 122 bls.

18. Garðar Þorfinnsson 2001. Mat á mismunandi uppgræðsluaðferðum. B.Sc. ritgerð, Landbúnaðarháskólinn á Hvanneyri, Búvísindadeild, 27 bls.
19. Grétarsdóttir, J. 2002. Long term effects of reclamation treatments on plant succession at two localities in Iceland. Cand. Scient. ritgerð, University of Bergen, Botanical Institute, 82 bls.
20. Grétarsdóttir, J., Á.L. Aradóttir, V. Vandvik, E. Heegaard & H. J. B. Birks 2004. Long-term effects of reclamation treatments on plant succession in Iceland. *Restoration Ecology* 12, 268-278.
21. Guðmundur Halldórsson, Ása. L. Aradóttir, Ólafur Arnalds, Edda S. Oddsdóttir & Þóra Ellen Þórhallsdóttir 2001. Landbót – uppbygging vistkerfa á röskuðum svæðum. *Ráðunautafundur* 2001, 242-245.
22. Guðmundur Halldórsson, Bjarki Þór Kjartansson, Halldór Sverrisson & Jón Ágúst Jónsson 2004. LANDBÓT – þróun smádýrasamfélaga. *Fræðaging landbúnaðarins* 1, 300.
23. Járngerður Grétarsdóttir 2004. Hvernig þróast gróðurfar í gömlum uppgræðslum? *Fræðaging landbúnaðarins* 2004, 314-317.
24. Oddsdóttir, E.S., K. Svavarsdóttir & G. Halldórsson 2008. The influence of land reclamation and afforestation on soil arthropods in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 21, 3-15.
25. Orradóttir, B., S. R. Archer, O. Arnalds, L. P. Wilding & T. L. Thurow 2008. Infiltration in Icelandic Andisols: The role of vegetation and soil frost. *Arctic Antarctic and Alpine Research* 40, 412-421.
26. Ólafur Arnalds, Berglind Orradóttir & Brita Berglund 2009. Þróun jarðvegsþátta við uppgræðslu á Geitasandi. *Fræðaging landbúnaðarins* 6, 271-278.
27. Ólafur Arnalds 2010. Íslensk sandfokssvæði og áfök. *Fræðaging landbúnaðarins* 7, 272-278.
28. Ólafur Arnalds & Berglind Orradóttir 2010. Mælingar á foki á Landbótarsvæðinu á Geitasandi. *Fræðaging landbúnaðarins* 7, 361-364.
29. Sunna Áskelsdóttir 2007. Breytingar á sýrustigi og kolefni í jarðvegi við landgræðslu. B.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands.
30. Sölvi Þór Bergsveinsson 2000. Hönnun hæðarlíkans fyrir landgræðslutilraunir á Geitasandi á Rangárvöllum. B.S. ritgerð, Háskóli Íslands, Jarð- og landfræðiskor, Reykjavík, 41 bls.

32 Kolbjörk – endurheimt birkivistkerfa og kolefnisbinding

Guðmundur Halldórsson^{a)}, Ása L. Aradóttir^{b)}, Bjarni Diðrik Sigurðsson^{b)}, Edda S. Oddsdóttir^{c)}, Matthias Hunziker^{d)} og Ólafur Arnalds^{b)}

^{a)}Landgræðsla ríkisins, ^{b)}Landbúnaðarháskóla Íslands, ^{c)}Rannsóknastöð skógræktar, Mógilsá, ^{d)}Institute of Geography, Department of Environmental Sciences, University of Basel, Switzerland

Verklýsing

Gerð verkefnis

Rannsóknarverkefni

Pátttökustofnanir

Landbúnaðarháskóli Íslands

Landgræðsla ríkisins

Rannsóknarstöð skógræktar, Mógilsá

Ábyrgðaraðilar

Ólafur Arnalds

Ása L. Aradóttir

Bjarni D. Sigurðsson

Guðmundur Halldórsson

Arnór Snorrason

Markmið

Markmið verkefnisins var að kanna þróun kolefnisbindingar og lykilþátta vistkerfis þegar birkiskógur er endurheimtur á rösk-uðum svæðum. Vistkerfi á mismunandi stigum endurheimtar voru borin saman við gamalgróna birkiskóga og rofið land við sam-bærilegar aðstæður.

Stutt lýsing á verkefninu

Verkefnið var unnið á fimm svæðum á Suðurlandi; þremur endurheimtum birkiskógum og tveimur gömlum nátt-úrlegum birkiskógum (mynd 32.1). Allir endurheimtu skógarnir eru á landi sem var orðið örfoka. Til skóganna var stofnað með því að græða landið upp og sá eða planta birki. Síðan hafa skógarnir breiðst út, að mestu með sjálfsáningu.

Í verkefninu var þróun vistkerfa við endurheimt birkiskóga fylgt með mælingum í: a) uppgræddu en skóglausu landi, b) 5-15, 15-30, 30-40 og 40-60 ára gömlum endurheimtum skógi, c) náttúrulegum skógi og d) röskuðu landi.³ Breytilegt var eftir svæðum hvað endurheimtu birkiskógarnir voru gamlir. Mælireitir í skógarreitum voru 10x20 m að stærð en 5x10 m í skóglausu landi og var þeim var skipt í tvo jafn-stóra ferningslaga reiti; sýnatökureit og vöktunarreit. Endurtekningar voru þrjár.

Í reitunum voru gerðar mælingar á: a) aldri, vexti og kolefnisforða trjáa, b) tegunda-samsetningu, uppskeru og kolefnisforða botngróðurs, c) kolefnisflæði inn og út úr vistkerfinu, d) eðlis- og efnaeiginleikum jarðvegs; e) kolefnisforða í jarðvegi og rót-um; f) fjölbreytni örverusamfélaga og svepprótarsveppa í jarðvegi.^{3,5}

Upphafssár

2008

Hvenær lokið

2011 en hægt verður að endurmæla einstaka rannsóknarreiti síðar.

Helstu niðurstöður

Söfnun gagna lauk formlega í árslok 2010 en úrvinnsla gagna er mislangt komin. Því liggja nú aðeins fyrir niðurstöður úr hluta verkefnisins.

Frumniðurstöður rannsókna á botngróðri bentu til þess að gróðurfur birkiskóga breyttist með aldri þeirra og svipaði æ meir til gróðurfars gamla náttúrulegra skóga eftir því sem skógarnir eltust (mynd 32.2). Tegunda-auðgi háplantna var mest í ungum birkiskógum, heldur minni í gömlu birkiskógunum en að jafnaði minnst í uppgræddum viðmiðunarreitum.

Uppskeyra botngróðurs var mest í uppgræddu skóglausu landi en féll síðan stöðugt eftir því sem endurheimtu skógarnir eltust og mynduðu samfelld laufpak.⁶ Í 40-60 ára gömlum endurheimtum skógum var hún svipuð og í gömlum náttúrulegum skógum, en þó um helmingi minni en í uppgræddu skóglausu landi.

Niðurstöður á tíðni svepprótáttar liggja fyrir frá einu svæði, Bolholti. Þar fannst ekki marktækur munur á pró-sentu svepprótarenda og tíðni svepprótargerða í skógi og á skóglausu landi (mynd 32.3). Í fyrri rannsóknum hefur hins vegar yfirleitt fundist mun minna af svepprót í röskuðu landi en í birkiskógi.⁷



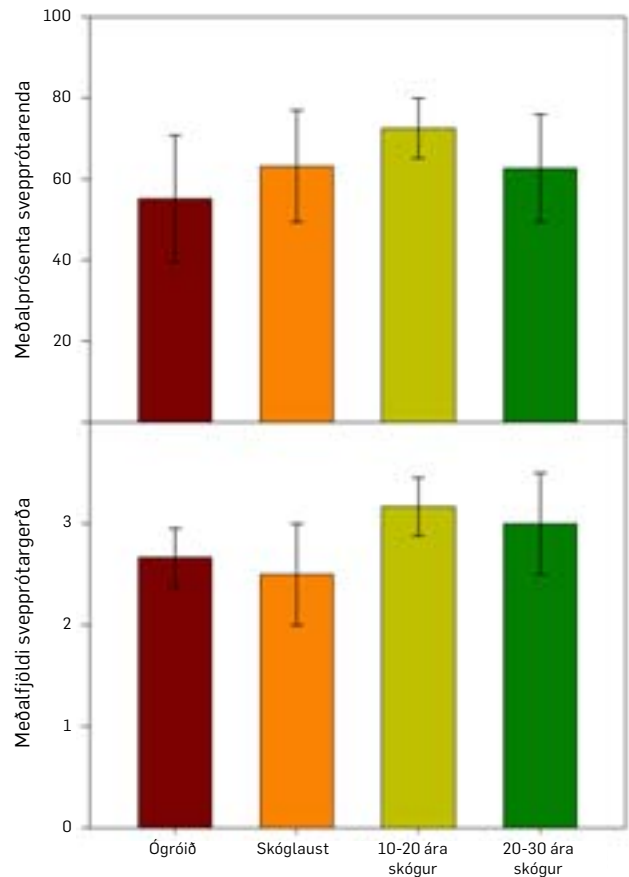
Mynd 32.1. Lega rannsóknasvæðanna fimm:

- 1 – Gunnlaugsskógur (63°52'N, 20°12'V);
- 2 – Bolholt (63°56'N, 20°07'V),
- 3 – Stóri Klofi (64°00'N, 20°02'V),
- 4 – Hraunteigur (63°59'N, 19°58'V),
- 5 – Búrfellsskógur (64°04'N, 19°51'V).

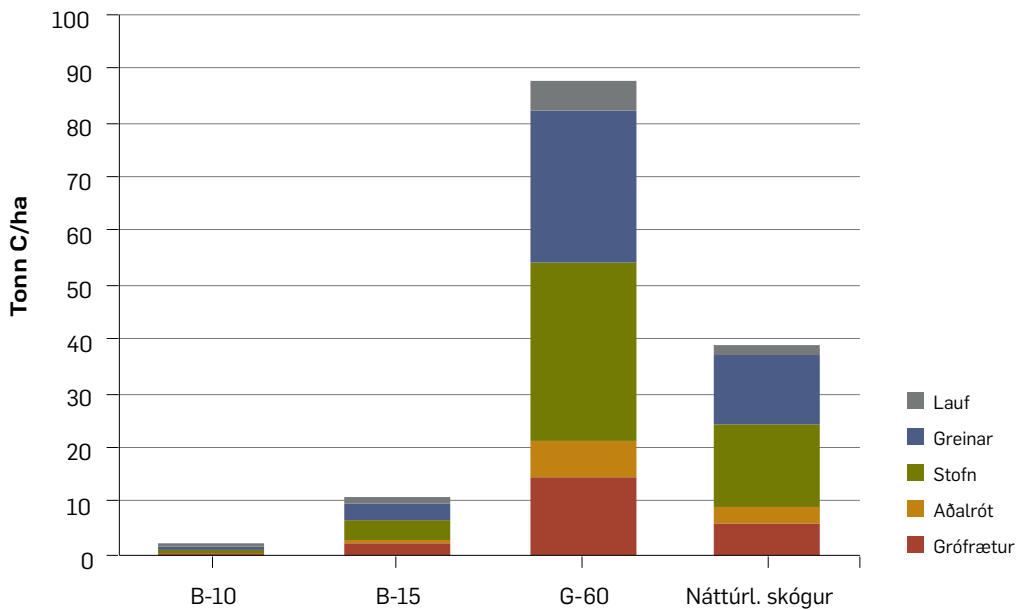
Kort, Elín Fjóra Þórarinsdóttir/Lr.



Mynd 32.2. Efri myndin sýnir ungan birkiskóg í Stóra-Klofa þar sem lyngtegundir voru ríkjandi í botngróðrinum en neðri myndin sýnir elftingaríkan skógarbotn í u.þ.b. 60 ára gömlum skógi á sama stað. Ljósmyndir, Ása L. Aradóttir.



32.3. Meðalprósenta svepprótarenda (efri) og meðalfjöldi svepprótargerða (neðri) á ungun birkiplöntum úr a) röskuðu landi (ógróið), b) uppgræddu en skóglausu landi (skóglaut) og misgömlum endurheimtum birkiskógum (10-20 ára skógur og 20-30 ára skógur) í Bolholti.



Mynd 32.4. Kolefnisforði í; a) þremur aldursflokkum endurheimts birkis; B-10 (Bolholt, meðalaldur 9,6 ár), B-15 (Bolholt, meðalaldur 13,9 ár), G-60 (Gunnlaugsskógur, meðalaldur 56 ár) og b) í náttúrulegum skógi (Hraunteigur, meðalaldur 78,4 ár). Endurgert eftir Hunziker (2011).⁴

Fyrstu niðurstöður úr rannsóknum á heildarkolefnisforða í vistkerfunum sýndu að í 56 ára gömlum endurheimtum skógi var heildar kolefnisforði í rötum, viði og laufi tæp 90 tonn.⁴ Þar við bætist svo kolefnisforði í jarðvegi, en ekki er búið að vinna úr þeim gögnum. Þetta er mun meira en kolefnisforði í gömlum náttúrulegum birkiskógi (mynd 32.4). Þennan mun má útskýra með því að uppgræddir miðaldra skógar af fyrstu kynslóð eru miklu þéttari við sömu trjáhæð en gamalgrónir náttúrulegir skógar.⁴ Umtalsverð sjálfgrísjun á því eftir að verða þegar þeir eldast. Gamalgrónir náttúrulegir skógar hafa væntanlega endurnýjað sig að hluta með teinungavexti frá rótarhálsi og „erfa“ því sjálfgrísjunina sem orðin var og eru því ávallt gisnari.

Árlegur bindingarhraði í viði og rötum á tímabilinu 2004–2009 var í hámarki í um 15 ára gömlum endurheimtum birkiskógum⁴ eða um 6,6 tonn CO₂ á hektara á ári, en hann var 1,5 tonn CO₂ í yngri skógum og 3,6 CO₂ tonn í miðaldra endurheimtum birkiskógi. Gamalgróinn birkiskógur í Hraunteigi á Rangárvöllum sýndi einnig talsverðan jákvæðan bindihraða í viði og rötum á sama tímabili, eða um 4 tonn CO₂ á hektara á ári. Vöxtur róta var mikilvægur hluti kolefnisbindingarinnar í birkiskógnum, sérstaklega í yngri skógnum.⁴ Þar stóðu trjárætur fyrir um 50% af kolefnisbindingunni í lífmassa á meðan að hlutfallið var komið niður í um 33% í eldri skógnum.

Enn er verið að vinna úr niðurstöðum um kolefnisforða í dauðu lífrænu efni í jarðvegi (e. *soil organic matter* eða SOC) og flæði CO₂ inn og út úr vistkerfinu í misgömlum skógum. Þær upplýsingar eru nauðsynlegar til að skilja betur hver eru nettó-áhrif af endurheimt birkiskóga á langtímabindingu kolefnis í vistkerfinu en bindingin er mikilvæg vistkerfajónusta.

Hagnýting og styrktaraðilar

Endurheimt vistkerfa, þar á meðal íslenskra birkivistkerfa, er brýnt umhverfismál. Þetta kemur skýrt fram í stefnumörkun umhverfisráðuneytisins um verndun og endurheimt birkiskóga.² Þá má einnig sjá þess merki á alþjóðlegum vettvangi, meðal annars í nýlegu samkomulagi um framkvæmd samningsins um líffræðilega fjölbreytni,¹ þar sem áhersla er lögð á vistheimt. Niðurstöður verkefnisins Kolbjarkar nýtast verkefnum þar sem verið er að endurheimta birkivistkerfi, eins og t.d. Hekluskógum (sjá kafla 14). Einnig nýtast þær til að móta framtíðarstefnu við slíka endurheimt og ákvarða hversu miklu hún gæti skilað, með tilliti til líffræðilegrar fjölbreytni og vistkerfajónustu, þar á meðal kolefnisbindingar.

Verkefnið var styrkt af Umhverfis- og orkurannsóknasjóði Orkuveitu Reykjavíkur.

Heimildir

1. Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity 2010. Updating and revision of the Strategic Plan for the post-2010 period. Tenth meeting. Nagoya, Japan, 18-29 October 2010. Sótt 16. nóvember 2010 á <http://www.cbd.int/nagoya/outcomes/>.
2. Danfríður Skarphéðinsdóttir, Ása L. Aradóttir, Bjarni Diðrik Sigurðsson, Þröstur Eysteinnsson, Skúli Björnsson, Jón Geir Pétursson, Borgþór Magnússon & Trausti Baldursson 2007. *Vernd og endurheimt íslenskra birkiskóga. Skýrsla og tillögur nefndar*. Umhverfisstofnun, Reykjavík, 19 bls.
3. Guðmundur Halldórsson, Arnór Snorrason, Ása L. Aradóttir, Bjarni D. Sigurðsson, Edda S. Oddsdóttir, Ólafur Eggertsson, Páll Kolka & Ólafur Arnalds 2009. Kolbjörk – endurheimt birkivistkerfa og kolefnisbinding. *Fræðingur landbúnaðarins* 6, 438-442.
4. Hunziker, M. 2011. A study on above- and belowground biomass and carbon stocks as well as sequestration of mountain birch (*Betula pubescens* Ehrh.) along a chronosequence in southern Iceland. Master thesis. University of Basel, Department of Environmental Sciences, Institute of Geography, Section Physical Geography and Environmental Change, 63 bls.
5. Kolka, P., B.K. Slater, G. Halldórsson & Ó. Arnalds 2010. CarbBirch (Kolbjörk): Carbon sequestration and soil development under mountain birch (*Betula pubescens*) in restored areas in southern Iceland. World Soil Congress, Brisbane 2010 (veggspjaldsgrein).
6. Magnús Þór Einarsson & Bjarni D. Sigurðsson 2010. Breytingar á magni og samsetningu botngróðurs við landgræðslu og endurheimt birkiskóga á ofanverðum Rangárvöllum. *Fræðingur landbúnaðarins* 7, 320-324.
7. Oddsdóttir, E.S., C. Nielsen, R. Sen, S. Harding, J. Eilenberg & G. Halldórsson 2010. Distribution patterns of soil entomopathogenic and birch symbiotic ectomycorrhizal fungi across native woodland and degraded habitats in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 23, 37-49.

33 Kolar – landsúttekt á kolefnisbindingu landgræðslusvæða

Jóhann Þórsson, Guðmundur Halldórsson, Anne Bau og Kristín Svavarsdóttir, Landgræðslu ríkisins

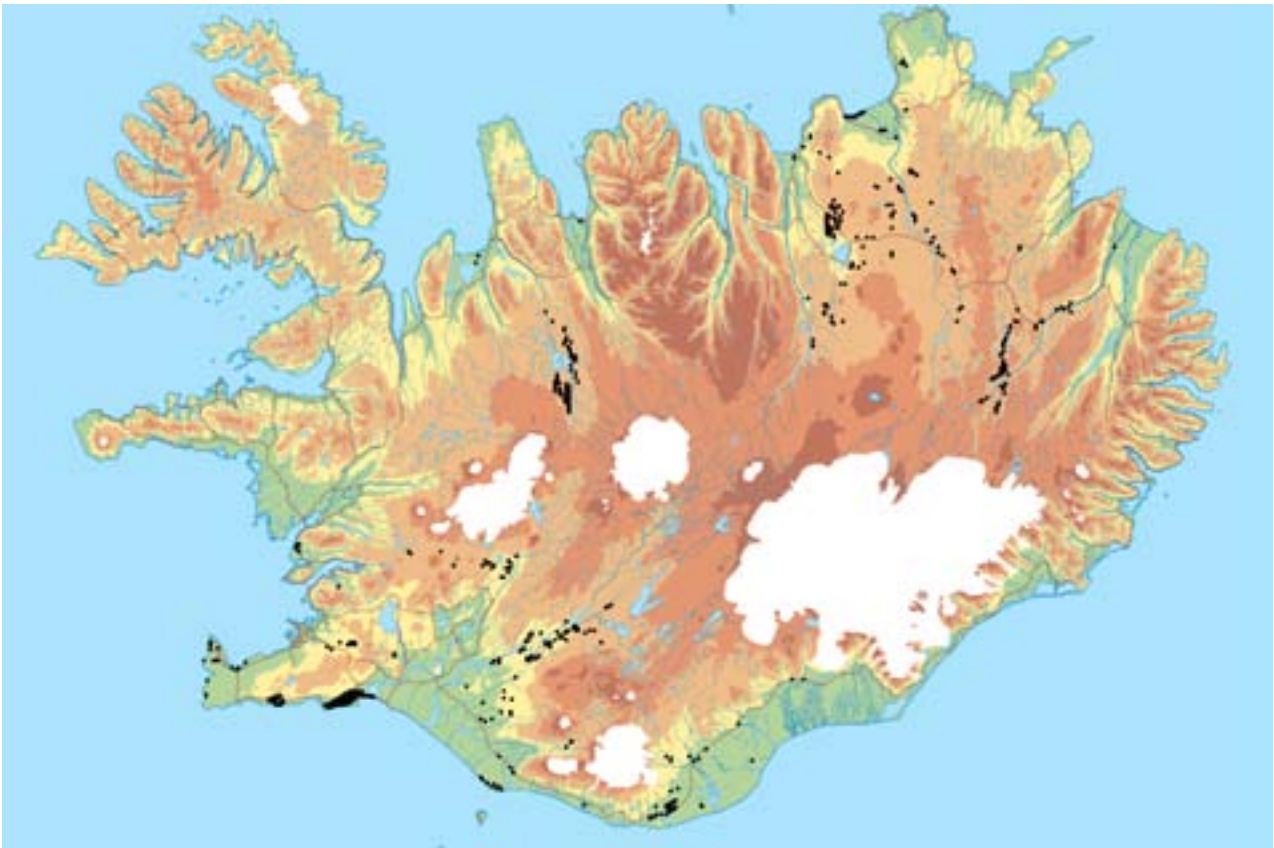
Verklýsing	
Gerð verkefnis	
Vöktunarverkefni	
Pátttökustofnanir	Ábyrgðaraðilar
Landgræðsla ríkisins	Jóhann Þórsson
Markmið	
Markmið verkefnisins er að rannsaka breytingar á kolefnisforða og þróun plöntusamfélaga á landgræðslusvæðum. Mælingar á forðum kolefnis í gróðri og jarðvegi eru þáttur í bókhaldi yfir losun gróðurhúsalofttegunda frá Íslandi. ¹	
Stutt lýsing á verkefninu	
Verkefnið tekur til landgræðsluaðgerða sem hófust árið 1990 eða síðar. Lagðir eru út fastir mælireitir sem mynda mælinet með 1 km möskvastærð (mynd 33.1). Jafnframt eru lagðir út mælireitir á uppgræddum svæðum til viðmiðunar (mynd 33.2). Hver mælireitur er 10x10 m að stærð. Innan þeirra er tíðni og þekja háplöntutegunda mæld og sýnum af gróðri og jarðvegi safnað til mælinga á magni lífræns kolefnis og köfnunarefnis (mynd 33.3). Reitirnir eru mældir á föstum mælitímabilum og nær það fyrsta til árána 2007–2011. Þá verður safnað gögnum um kolefnisbindingu á landgræðslusvæðum frá 1990-2010. Gert er ráð fyrir að á þessu tímabili verði alls safnað gögnum úr um það bil 600 reitum. Þar af eru 60-80 viðmiðunarreitir, sem eru lagðir út á rofna aðliggjandi landi. Byggir staðsetning þeirra á sama reitaneti og aðrir reitir. Viðmiðunarreitirnir eiga að sýna upphafsstöðu svæða þegar aðgerðir hófust. Sú aðferðafræði er háð vissum annmörkum, því einhverjar breytingar hafa óefað orðið á rofna landinu frá því aðgerðir á svæðunum hófust. Næsta mælitímabil hefst árið 2012 og nær til 2016, samkvæmt núverandi áætlun. Þá verða reitir frá fyrsta mælitímabili endurmældir, en jafnframt bætast við upphafsmælingar á öllum nýjum aðgerðasvæðum. Allar mælingar þaðan í frá verða því endurteknar á fyrri mælingum, eða mælingar á reitum með þekkta upphafsstöðu.	
Upphafsár	Hvenær lokið
2007	Langtímaverkefni.

Helstu niðurstöður

Árin 2007-2011 er lögð áhersla á að leggja út reiti á landgræðslusvæðum sem unnið hefur verið á frá 1990 og safna grunnupplýsingum á svæðunum. Þar sem þeirri gagnasöfnun er ekki lokið er úrvinnsla gagna enn takmörkuð. Frumúrvinnsla gagna sýnir að kolefnisforði í gróðri og jarðvegi eykst með tíma og gróðurþekju. Hraði kolefnissöfnunar er þó mjög breytileikur, eftir meðferðum og svæðum. Einnig má sjá vísbendingar um að gróðurframvinda sé með ólíkum hætti eftir því hvaða uppgræðsluaðferðum er beitt. Yfirleitt fækkar háplöntutegundum þar sem land er grætt upp með lúpínu eða melgresi en fjölgar ef grætt er upp með áburði einvörðungu eða með því að sá blöndu af grastegundum og bera síðan á landið. Frekari úrvinnsla, þar sem lagt verður mat á hvaða áhrif umhverfisþættir og meðferðir hafa á kolefnissöfnun í gróðri og jarðvegi, er þó nauðsynleg til að ákvarða betur uppruna breytileika í kolefnisforða og gróðurfari.

Hagnýting á niðurstöðum

Niðurstöður verkefnisins Kolar eru hluti af kolefnisbókhaldi Íslands, sem árlega er birt í skýrslu Umhverfisstofnunar. Jafnframt nýtast þær til að móta stefnu í aðgerðum í loftslagsmálum og meta langtímaárangur landgræðslu og áhrif hennar á þróun gróðursamfélaga. Þá gefur net fastra mælireita, þar sem safnað er ákveðnum grunnupplýsingum á staðlaðan hátt, möguleika á margvíslegum rannsóknum. Meðal annars hefur það verið notað við rannsóknir á möguleikum á að nota fjarkönnunargögn til að meta kolefni á landgræðslusvæðum.²



Mynd 33.1. Dreifing kolefnismælireita í verkefninu Kolur. Svörtu punktarnir sýna legu mælireita sem lagðir höfðu verið út í árslok 2010, samkvæmt gagnagrunni Landgræðslu ríkisins.



Mynd 33.2. Mælt fyrir 10x10 m mælireit á úppgræddu viðmiðunarsvæði á Mýrdalssandi. Slíkir reitir voru settir upp við jaðar úppgræðslusvæða til að meta upphafsástand svæða fyrir uppgæðslu. Ljósmynd Jóhann Þórsson.



Mynd 33.3. Jarðvegssýnataka í ungum melgresisreit á Mýrdalssandi 2009. Ljósmynd, Jóhann Þórsson.

Lífrænn forði sem byggist upp við vistheimt gegnir og lykilhutverki í jarðvegsmyndun og við virkni vistkerfa og því stuðla rannsóknir á uppsöfnun kolefnis og gróðurframvindu samfara vistheimt við fjölbreytilegar aðstæður að auknum skilningu á því hvaða þættir hafa áhrif á vistheimt.

Heimildir³

1. Birna S. Hallsdóttir, Kristín Harðardóttir, Jón Guðmundsson, Arnór Snorrason & Jóhann Þórsson 2010. Emissions of greenhouse gases in Iceland from 1990 to 2008. National Inventory Report 2010; Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Umhverfisstofnun, UST-2020:05. 224 bls.
2. Engesser, M. 2010. Restoration of eroded areas in Iceland. Remotely sensed vegetation and above ground biomass estimations. ritgerð, University of Bern, Switzerland.
3. Guðmundur Halldórsson, Andrés Arnalds, Anne Bau, Jóhann Thorarensen & Jón Ágúst Jónsson 2008. Kolefnisbinding með landgræðslu. *Fræðaging landbúnaðarins* 5, 275-282.

34 Notkun innlendra víðitegunda við uppgræðslu

Kristín Svavarsdóttir^{a)} og Ása L. Aradóttir^{b)}

^{a)}Landgræðslu ríkisins, ^{b)}Landbúnaðarháskóla Íslands

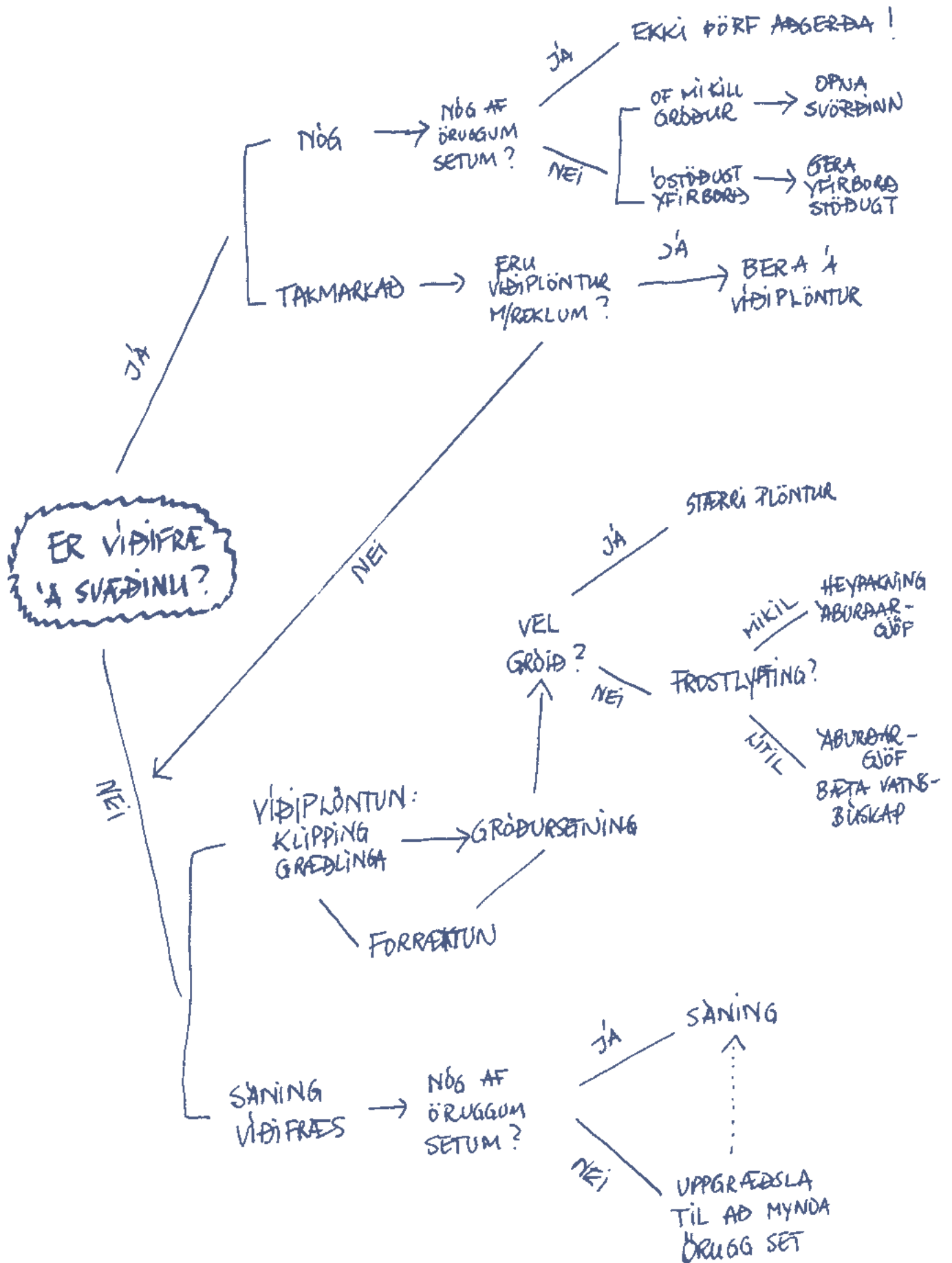
Verklýsing	
Gerð verkefnis	
Rannsókn- og þróunarverkefni	
Páttökustofnanir	Ábyrgðaraðilar
Landgræðsla ríkisins Landbúnaðarháskóli Íslands Rannsóknastöð Skógræktar, Mógilsá Náttúrufræðistofnun Íslands	Kristín Svavarsdóttir Ása L. Aradóttir Sigurður H. Magnússon
Markmið	
Að þróa aðferðir og leiðbeiningar um notkun innlendra víðitegunda við uppgræðslu og vistheimt.	
Stutt lýsing á verkefninu	
Tilraunir á Geitasandi (64°48'N, 20°09'V), Gunnlaugsskógi (63°52'N, 20°12'V) og Hólmsheiði (64°06'N, 21°43'V); auk rannsóknarrita og minni tilrauna víða um land.	Í verkefninu var einkum unnið með gulvíði og loðvíði og skiptist það í fimm verkþætti: (1) Blómgun og fræþroska víðis og áhrif áburðargjafar á fræframleiðslu. (2) Áhrif mismunandi geymsluaðferða á líftíma víðifræs. (3) Landnám víðis við mismunandi aðstæður og eftir sáningu víðifræs. (4) Áhrif plöntugerðar, áburðar og heypakningar á árangur af ræktun víðis á röskuðu landi, auk tilrauna með notkun órættra græðlinga við mismunandi aðstæður. (5) Erfðabreytileika víðis; vöxt og einkenni arfgerða í klónasafni, auk breytileika í spírun frjókorna og frjóþívexti.
Upphafsár	Hvenær lokið
1997	Langtímaverkefni.

Helstu niðurstöður

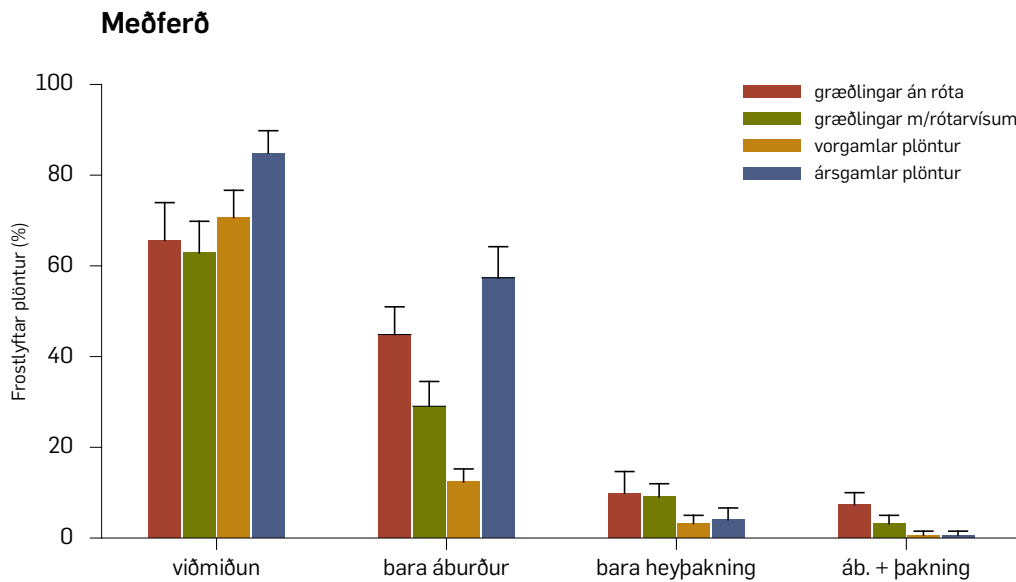
Gulvíðir og loðvíðir svöruðu í flestum tilfellum inngripum á svipaðan hátt. Sömu aðferðir við söfnun og geymslu fræs,⁷ heilla rekla⁸ svo og við ræktun¹⁴ dugðu vel fyrir báðar tegundirnar en smá munur var á þroska- og vaxtarferli þeirra. Loðvíðir virtist vera heldur „kækifærissinnaðri“ en gulvíðir því fræframleiðsla hans var meiri,¹⁵ fræ hans spíraði hraðar og náttúrulegt landnám var meira⁵ en hjá gulvíði. Á hinn bóginn óx gulvíðir hraðar en loðvíðir.¹⁴

Í riti um niðurstöður rannsókna á innlendum víði¹¹ var lagt fram líkan þar sem gerð var grein fyrir lykilþáttum sem geta haft áhrif á landnám og vöxt gulvíðis og loðvíðis (mynd 34.1). Fræframboð og landnámsaðstæður (framboð á öruggum setum) skipta meginmáli fyrir árangur af sjálfgræðslu víðis.⁵ Líkanið sýnir að hægt er að nota víði í vistheimt við mismunandi aðstæður en þörf á inngripum, gerð þeirra og magni, er háð ástandi landsins. Við hagstæð landnámsskilyrði getur verið nægilegt að örva fræframleiðslu víðiplantna með áburðargjöf en þar sem land er mjög illa farið getur þurft að fara í uppgræðsluaðgerðir áður en víði er sáð eða plantað.

Mikill breytileiki klóna sem ræktaðir voru upp af gulvíði- og loðvíðiplöntum er safnað var á láglandi og við hálendisbrúnina víða um land endurspeglar mikinn breytileika tegundanna hér á landi.³ Eftir sex ára ræktun á 86 klónum gulvíðis og loðvíðis var mikill breytileiki í stærð, vaxtarlagi, lit og lifun klóna innan hvorrar tegundar. Einnig var greinilegur munur á tegundunum þar sem gulvíðir var bæði hærri og með stærri krónu en loðvíðir.¹



Mynd 34.1. Líkan sem sýnir hvaða þætti hægt er að hafa áhrif á til að örva landnám og vöxt víðis á vistheimtarsvæðum.¹¹



Mynd 34.2. Prósentu frostlyfttra plantna haustið 2001 eftir meðferðum í tilraun á Geitasandi á Rangárvöllum. Tilraunarméðferðirnar voru plöntugerð (fjórar), áburðargjöf (+/-) og heypakning á yfirborði (+/-). Marktækur munur var á frostlyftingu plantna eftir meðferðum og samspieli þeirra.¹⁴

Fræframleiðsla var mjög mikil hjá bæði loðvíði og gulvíði.¹⁵ Smíðað var tæki til að hreinsa fræið og losa það við fræullina⁷ en vegna afráns á fræinu, vandamála við meðhöndlun þess og takmarkaðs árangurs af beinum sáningum⁵ hefur ekki verið hafin fræframleiðsla víðis í stórum stíl. Frekar hefur verið litið til þess að rækta þessar tegundir af græðlingum. Ræktunartilraunir sýndu meðal annars að raunhæft er að stinga nýklíptum víðigræðlingum beint í jörðu og spara þannig kostnað við ræktunina¹⁴ þó val á efniviði fari gjarnan eftir aðstæðum hverju sinni. Ræktunartilraunir á lítt grónu landi með óstöðugu yfirborði sýndu mikilvægi þess að binda yfirborðið og koma í veg fyrir frostlyftingu plantna (mynd 34.2 og 34.3).¹⁴ Dreifing heys fyrir gróðursetningu reyndist góð leið til að gera yfirborðið stöðugra og jók vöxt beggja tegunda mikið.



Mynd 34.3. Myndin er tekin á Geitasandi haustið 2008 níu árum eftir gróðursetningu gulvíðis og loðvíðis í tilraun til að kanna áhrif plöntugerðar, áburðar og heypakningar á árangur af ræktun víðis á röskuðu landi. Plöntur sem ræktaðar voru í heypakningu (fremst á myndinni) voru mun stærri en plöntur sem gróðursettar voru án þakningar, sem má væntanlega skýra með stöðuga yfirborði og minni frostlyftingu plantna þar sem hey var (sjá mynd 34.2).

Hagnýting á niðurstöðum

Gulvíðir og loðvíðir eru mikilvægar tegundir í mörgum íslenskum vistkerfum og nýtast niðurstöður verkefnisins því við endurheimt ýmissa vistkerfa hérlandis, m.a. birkiskóga. Ríkisstofnanir, bændur, sumarbústaðaeigendur og félagasamtök eru meðal aðila sem vinna við vistheimt og geta nýtt sér niðurstöður verkefnisins og ætti líkanið (mynd 34.1) að koma þeim að gagni val á aðferðum.

Birting á niðurstöðum – heimildalisti

1. Aradóttir, Á.L., K. Svavarsdóttir & A. Bau 2007. Clonal variability of native willows (*Salix pylicifolia* and *Salix lanata*) in Iceland and implications for use in restoration. *Icelandic Agricultural Sciences* 20, 61-72.
2. Ása L. Aradóttir, Kristín Svavarsdóttir, Sigurður H. Magnússon, Jón Guðmundsson, Aðalsteinn Sigurgeirsson & Andrés Arnalds 1999. Notkun innlendra víðitegunda til uppgræðslu og landbóta. Áfangaskýrsla 1997–1998. *Fjölrit Landgræðslunnar* nr. 1, 24 bls.
3. Ása L. Aradóttir, Aðalsteinn Sigurgeirsson & Anne Bau 2006. Samanburður á víðiklönnum frá mismunandi stöðum á landinu. Í: (Kristín Svavarsdóttir ritstj.) *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 91-97.
4. Ása L. Aradóttir & Kristín Svavarsdóttir 2006. Er hægt að fjölga víði með sáningum? *Fræðaping landbúnaðarins* 3, 249-252.
5. Ása L. Aradóttir, Kristín Svavarsdóttir & Sigurður H. Magnússon 2006. Landnám víðis og árangur víðisáninga. Í: (Kristín Svavarsdóttir ritstj.) *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 59-72.
6. Jón Guðmundsson 2004. Verkun víðifræs. *Fræðaping landbúnaðarins* 1, 318-321.
7. Jón Guðmundsson 2006. Líffræði, fræverkun og geymsluþol víðifræs. Í: (Kristín Svavarsdóttir ritstj.) *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 43-51.
8. Kristín Svavarsdóttir 2006. Mephöndlun og geymsla víðirekla. Í: (Kristín Svavarsdóttir ritstj.) *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 53-58.
9. Kristín Svavarsdóttir (ritstj.) 2006. *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, 111 bls.
10. Kristín Svavarsdóttir & Ása L. Aradóttir 2000. Notkun innlendra víðitegunda til uppgræðslu og landbóta – Kynning á verkefninu. *Ráðunautafundur* 2000, 120-122.
11. Kristín Svavarsdóttir & Ása L. Aradóttir 2006. Innlendar víðitegundir og notkun þeirra í landgræðslu. Í: (Kristín Svavarsdóttir ritstj.) *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 9-20.
12. Kristín Svavarsdóttir & Ása L. Aradóttir 2006. Áhrif áburðar á stærð, blómgun og fræframleiðslu gulvíðis og loðvíðis. Í: (Kristín Svavarsdóttir ritstj.) *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 33-41.
13. Kristín Svavarsdóttir & Ása L. Aradóttir 2006. *Gulvíðir og loðvíðir; eiga víða við. Leiðbeiningar um ræktun*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, 31 bls.
14. Kristín Svavarsdóttir, Ása L. Aradóttir & Úlfur Óskarsson 2006. Þróun aðferða við ræktun gulvíðis og loðvíðis. Í: (Kristín Svavarsdóttir ritstj.) *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 73-89.
15. Kristín Svavarsdóttir, Harpa K. Einarsdóttir & Ása L. Aradóttir 2006. Blómgun og fræproski gulvíðis og loðvíðis. Í: (Kristín Svavarsdóttir ritstj.) *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 21-31.
16. Magnús H. Jóhannsson & Anne Bau 2006. Frjókornarannsóknir á víði: Aðferðafræði, seltupól og erfðabreytileiki. Í: (Kristín Svavarsdóttir ritstj.) *Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, bls. 99-105.

35 Endurheimt staðargróðurs á röskuðum hálandissvæðum

Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir, Landbúnaðarháskóla Íslands

Verklýsing	
Gerð verkefnis	
Rannsókn- og þróunarverkefni	
Þátttökustofnanir	Ábyrgðaraðilar
Landbúnaðarháskóli Íslands Orkuveita Reykjavíkur	Ása L. Aradóttir Herdís Friðriksdóttir
Markmið	
Tilgangur verkefnisins var að þróa aðferðir við endurheimt staðargróðurs á röskuðum hálandissvæðum. Meginmarkmið voru að: (1) kanna hvort flutningur á fræslægju sé hentug aðferð til að koma staðargróðri í raskað land við íslenskar aðstæður og prófa áhrif sláttutíma og gróðurfars gjafasvæðis; (2) prófa mismunandi aðferðir til að nýta til uppgræðslu gróðursvörð er leggst til við rask vegna framkvæmda og kanna lágmarksstærð á gróðurtorfum fyrir mismunandi tegundahópa og gróðurlendi.	
Stutt lýsing á verkefninu	
Rannsóknarsvæðin eru á Hellisheiði (64°02'N, 21°21'V) í 260-440 m hæð yfir sjó. Tilraunirnar voru lagðar út á röskuðu landi en gróðurfur umhverfisins einkennist af mosabembum, graslendi og lyngmóa.	Verkefnið skiptist upp í eftirfarandi verkþætti: <ol style="list-style-type: none">(1) Tilraunir með flutning á fræslægju úr graslendi og lyngmóa í hlutföllunum 1:1 yfir á raskað land (flag). Prófaðir voru tveir mismunandi sláttutímar og fylgst með þróun gróðurfars, bæði í viðtökureitum fræslægju og sláttureitum.(2) Tilraunir þar sem gróðurtorfur úr graslendi og lyngmóa voru settar í raskað land (flag og vegfláa). Prófaðar voru tættar og heilar torfur frá 5x5 cm til 20x20 cm í þakningarhlutfallinu 1:50 og 30x30 cm torfur í þakningarhlutfallinu 1:22. Fylgst var með gróðurfari viðtökureita, afdrifum einstakra tegunda í torfunum og dreifingu gróðurs út frá þeim.(3) Úttektir á notkun gróðursvarðar við frágang vegfláa. Notaðar voru stórar heillegar torfur með þakningarhlutfalli 1:2 til 1:1.(4) Mat á árangri af dreifingu mosa.
Upphafsár	Hvenær lokið
2007	Formleg verklok 2010 en fyrirhugað er að endurmæla einstakar tilraunir síðar.

Helstu niðurstöður

Flutningur á fræslægju úr mosaríku graslendi yfir á gróðurlitla viðtökureiti jók mjög landnám plantna (háplanta og mosa) og gróðurfur viðtökureita þróaðist í átt að gróðurfari gjafareita. Landnámið var mismunandi eftir plöntutegundum, einna mest hjá vinglum, kornsúru, ljónslappa, vallhæru og mosategundum. Í slægjunni var mikið af lífrænu efni, sem líklegt er að hafi bætt gróðurskilyrði og stuðlað að landnámi plantna (mynd 35.1). Sláttutími hafði áhrif á árangur af notkun fræslægju og varð þekja háplantna og mosa meiri þar sem slegið var í lok ágúst heldur en ef slegið var hálfum mánuði fyrr. Gróður gjafasvæða virtist ná sér fljótt eftir sláttinn; háplöntur uxu upp af rótum og mosar út frá gömlum greinum. Prófanir á flutningi fræslægju úr lyngmóa voru ekki eins árangursríkar, nema hvað varðar landnám mosa.

Tilraunir með flutning á misstórum gróðurtorfum leiddu í ljós að að hægt var að nota torfur úr náttúrulegum gróðurlendum til að koma á legg fjölbreyttum gróðri á röskuðum svæðum og flýta þannig fyrir endurheimt staðargróðurs (mynd 35.2). Lágmarksstærð á torfum var mun minni fyrir graslendi en lyngmóa, sem endurspegladi svörun mismunandi tegundahópa. Grös þöldu skiptingu upp í mun minni torfur en smárunnar en þol hálfgrasa og blómjurta var mismunandi eftir eiginleikum viðkomandi tegunda. Þar sem gróðurtorfurnar voru tættar áttu margar tegundir háplantna erfitt uppdráttar nema grastegundir, vegarfi og vallhæra, sem komu einkum upp af fræi—hugsanlega úr fræbanka. Mosar tóku vel við sér í reitum með tættum torfum og virtust geta vaxið upp af greinum og greinabrotum. Uppgræðsla vegfláa með lífrænum áburði og grassáningu bætti árangur af torfuflutningi.



Mynd 35.1. Viðtökureitur fræslægju, tveimur árum eftir dreifingu slægju. Mosi og grös áberandi en heysinan hefur að mestu brotnað niður. Ljósmynd, Járngerður Grétarsdóttir.

Úttekt á árangri af flutningi stórra gróðurtorfa í vegfláa Hverahlíðarvegur bentu til þess að hægt væri að nota þá aðferð til að endurheimta á skömmum tíma gróður sem féll vel að umhverfinu. Rúmum tveimur árum eftir torfluflutninginn var ekki marktækur munur á tegundasamsetningu vegfláans og aðliggjandi mólendis. Þekja flestra tegundahópa var einnig sambærileg, að öðru leyti en því að í vegfláanum var þekja grasa meiri og þekja mosa minni en í mólendinu.

Dreifing mosa—aðallega hraungambra—yfir röskuð svæði á Gígahnúki, skilaði líttilli þekju (3%) eftir fyrsta árið. Tíðni mosans í 5x5 cm smárömmum var hins vegar á bilinu 0,25 til 0,44 og hafði hann aðallega vaxið upp af mosagreinum eða mosabrotum (mynd 35.3). Þessar fyrstu niðurstöður lofa góðu um að hægt sé að nota þessa aðferð til að flýta landnámi mosa.

Hagnýting á niðurstöðum

Lítið framboð á fræi og plöntum af innlendum háplöntutegundum á markaði hérlendis takmarkar möguleika á sáningu og gróðursetningu þeirra á röskuðum svæðum. Í verkefninu voru prófaðar mismunandi aðferðir við endurheimt staðargróðurs; aðferðir sem byggja á því að nýta þann gróður sem fyrir er á svæðinu, ýmist með flutningi á fræslægju, misstórum gróðurtorfum og mosaflutningi. Niðurstöðurnar sýndu mismunandi árangur eftir gróðurfari gjafasvæðisins og því hvaða aðferðir voru notaðar. Fræslægjan hentaði vel til að flytja ýmsar mosa- og háplöntutegundir graslendisins sem dreifast með fræi, æxlíkornum og mosabrotum. Flutningur á tættum gróðurtorfum skilaði sumum af sömu tegundunum og fræslægjan, en með því að nota heilar torfur var hægt að flytja lynggróður og renglumyndandi tegundir sem dreifast síður með fræi, sérstaklega ef torfurnar voru stórar. Ef aðeins á að flytja mosa virðist tiltölulega einfalt og árangursríkt að dreifa mosagreinum, hvort sem þeim er safnað með fræslægju eða á annan hátt; frekari rannsóknir á leiðum til að dreifa mosa og hraða myndun mosaþekju hófust við Landbúnaðarháskóla Íslands árið 2009.⁵



Mynd 35.2. Reitur með 5x5 cm torfum úr graslendi, rúmum tveimur árum eftir gróðursetningu í flag. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.



Mynd 35.3. Sprotar hraungambra sem dreift var á Gígahnjúk voru lífvænlegir og farnir að vaxa eftir eitt ár. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.

Kostur fræslægjunnar er að sú aðferð hefur tiltölulega lítil áhrif á gjafasvæðin. Upptaka á gróðurtorfum veldur hins vegar miklu raski og er því tæplega réttlætanagerleg nema þar sem gróðri yrði hvort er eð eytt, t.d. í vegstæðum, borpöllum eða lónstæðum. Í þeim tilfellum ætti ávallt að reyna að nýta þau verðmæti sem í torfunum felast.

Endurheimt staðargróðurs á svæðum sem raskað er við mannvirkjagerð dregur úr áhrifum framkvæmdanna á nærliggjandi búsvæði og lokar landinu þannig að það falli sem best að umhverfinu. Gera má ráð fyrir að niðurstöður verkefnisins geti nýst ýmsum aðilum er koma að vegagerð, virkjunarframkvæmdum og öðrum framkvæmdum er valda raski á gróðri. Má þar nefna aðila eins og Vegagerð ríkisins, orkufyrirtæki, verkfræðistofur og skipulagsaðila. Einnig má nýta aðferðirnar sem prófaðar voru í verkefninu við almenna uppgræðslu, einkum smærri verkefni eða þar sem aðstæður eru á einhvern hátt sérstakar. Til dæmis gæti flutningur á fræslægju hentað einkar vel við uppgræðslu í þjóðgörðum og á öðrum svæðum þar sem áhersla er á notkun innlendra tegunda og ekki er leyfilegt né æskilegt að flytja að plöntuefni við.

Verkefnið var styrkt af Umhverfis- og orkurannsóknasjóði Orkuveitu Reykjavíkur árin 2007-2009.

Greinar og skýrslur

1. Ása L. Aradóttir 2009. Flutningur á gróðurtorfum: hversu litlar mega þær vera? *Fræðaging landbúnaðarins* 6, 411-414.
2. Ása L. Aradóttir & Herdís Friðriksdóttir 2010. Skammtímaárangur af dreifingu gamburmosa á raskað land. *Fræðaging landbúnaðarins* 7, 383-385.
3. Ása L. Aradóttir & Járngerður Grétarsdóttir 2011. Endurheimt staðargróðurs á röskuðum hálendisvæðum. *Rit LbhÍ* nr. 29 (í prentun).
4. Járngerður Grétarsdóttir 2010. Tilraunir með fræslægju við endurheimt staðargróðurs. *Fræðaging landbúnaðarins* 7, 393-396.
5. Magnea Magnúsdóttir 2010. Leiðir til að fjölga mosum, einkum hraungambra (*Racomitrium lanuginosum*). B.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Umhverfiseild, 29 bls.

36 Eyðing alaskalúpínu

Magnús H. Jóhannsson^a, Anne Bau^a, Ásta Eyþórsdóttir^a, Magnús Þór Einarsson^b og Kristín Svavarsdóttir^a,
^aLandgræðsla ríkisins, ^bLandbúnaðarháskóla Íslands

Verklýsing

Gerð verkefnis

Rannsóknarverkefni

Þátttökustofnanir

Landgræðsla ríkisins

Ábyrgðaraðilar

Magnús H. Jóhannsson

Markmið

Markmið verkefnisins er að ákvarða; a) hvaða tími eitrunar og styrkur plöntueiturs er áhrifaríkastur til eyðingar alaskalúpínu og b) áhrif eitrunar á plöntusamfélög og fræforða.

Stutt lýsing á verkefninu

Tilraunin var sett upp vorið 2007 í lúpínu-sáningu frá 1990 á Helluvaðssandi á Rangárvöllum (63°51'N, 20°19'V).

Eitrað var á mismunandi tímum, með misstórum skömmtum af Roundup plöntueitri (mynd 36.1). Eitrunartímar voru: a) skömmu eftir að lúpínuplöntur hófu vöxt (11. maí); b) í byrjun blómgunar (8. júní); við hámark blómgunar (2. júlí) og þegar fræmyndun var komin vel á veg (15. ágúst). Eitrað var með, c) litlum (1,5 l/ha), d) miðlungs (3 l/ha) og e) stórum (6 l/ha) skammti af Roundup. Til samanburðar voru reitir sem ekki voru eittraðir. Tilrauninni var skipt í fimm blokkir og meðferðum raðað handahófskennt innan þeirra. Hver reitur var 10x20 m að stærð.³ Fylgst hefur verið með áhrifum mismunandi meðferða á: a) þéttleika lúpínu, b) fræforða lúpínu; c) þekju og tíðni annars gróðurs og d) fræforða annarra tegunda.

Upphafsár

2007

Hvenær lokið

Langtímatilraun

Helstu niðurstöður

Ári eftir eitrun voru allir þættir tilraunarinnar mældir. Þá kom í ljós að unnt var að eyða þéttri lúpínu við aðstæður eins og á Helluvaðssandi en árangur eitrunar var háður tíma og eiturskammti. Ári eftir eitrun voru áhrif eitrunar á fullvaxnar lúpínur og unglöntur mest í reitum þar sem eittrað var rétt fyrir blómgun eða síðar. Eitrun með 3 eða 6 l/ha af Roundup gaf betri árangur, en eitrun með 1,5 l/ha, en enginn munur var á fyrri tveimur aðferðunum.³ Eitrun minnkaði fræforða lúpínu marktækt, en það breytti litlu á hvaða þroskastigi lúpínan var eitruð.^{1,2} Eitrun síðsumars, þegar lúpínan var byrjuð að mynda fræ,



Mynd 36.1. Fyrsta úðun lúpínu, 11. maí 2007. Eins og sjá má er lúpínan að byrja að gægjast upp. Ljósmynd, Anne Bau.

hafði marktæk neikvæð áhrif á þéttleika og tegundaauðgi spírandi fræja af öðrum tegundum en lúpínu, en eitrun á öðrum tímum hafði ekki slík áhrif.^{1,2} Þekja annarra tegunda en lúpínu minnkaði yfirleitt einnig við eitrun en fleiri háplöntutegundir fundust í reitum sem höfðu verið eittraðir en í viðmiðunarreitum.⁵



Mynd 36.2. Tilraunareitur, sem úðaður var með 3 lítrum af Roundup á hektara 2. júlí 2007, þegar lúpínan var í fullum blóma. Myndin er tekin 1. júlí 2009, tveimur árum eftir að eitruð var. Reiturinn er mjög greinilegur því innan hans er mjög lítið af lúpínu, aðeins stakar plöntur sjáanlegar. Ljósmynd, Magnús H. Jóhannsson.

Tveimur árum eftir eitrun sást nær engin lúpína í þeim reitum þar sem eitrun hafði heppnast best (mynd 36.2) og þremur árum eftir eitrun var enn nær engin fullvaxin lúpína í þeim reitum en þéttleiki unglantna hafði aukist umtalsvert. Þetta skýrist af miklum fræforða lúpínu þrátt fyrir að fræforðinn hafi minnkað marktækt við eitrunina. Eyðing lúpínu með Roundup ber líklega mestan árangur þegar lúpínan er í blóma, a.m.k. vel áður en fræ fer að þroskast. Á þann hátt er komið í veg fyrir að það bætist í fræforðann.

Hagnýting á niðurstöðum

Vegna notkunar alaskalúpínu í landgræðslu og skógrækt á Íslandi síðustu áratugina hefur hún náð mikilli útbreiðslu og orðið ágeng. Vegna þessa er þörf fyrir aðferðir til að hefta útbreiðslu lúpínu og að eyða henni á svæðum sem hún er óæskileg t.d. þar sem staðargróður hefur orðið fyrir áhrifum af henni. Niðurstöður verkefnisins nýtast við val á leiðum til að stýra útbreiðslu lúpínu.

Heimildir

1. Ásta Eyþórsdóttir 2009. Áhrif plöntueiturs á fræbanka alaskalúpínu (*Lupinus nootkatensis*) og annarra háplantna. B.S. ritgerð, Háskóli Íslands, Líf- og Umhverfisstofnafræðingur, 27 bls.
2. Ásta Eyþórsdóttir, Kristín Svavarsdóttir & Magnús H. Jóhannsson 2009. Eyðing alaskalúpínu með plöntueitri – áhrif á fræforða. *Fræðingur landbúnaðarins* 6, 402-406.
3. Magnús H. Jóhannsson & Anne Bau 2009. Eyðing alaskalúpínu með plöntueitri – þéttleiki lúpínu. *Fræðingur landbúnaðarins* 6, 393-396.
4. Magnús Þór Einarsson 2009. Eyðing alaskalúpínu (*Lupinus nootkatensis*) með plöntueitri, Áhrif á annan gróður. B.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Umhverfisstofnafræðingur, 30 bls.
5. Magnús Þór Einarsson, Magnús H. Jóhannsson & Kristín Svavarsdóttir 2009. Eyðing alaskalúpínu með plöntueitri – áhrif á annan gróður. *Fræðingur landbúnaðarins* 6, 397-401.

37 Hlutverk sveppróta við plöntuframleiðslu og vistheimt

Úlfur Óskarsson, Landbúnaðarháskóla Íslands

Verklýsing

Gerð verkefnis

Rannsókn- og þróunarverkefni

Þátttökustofnanir

Landbúnaðarháskóli Íslands
Háskólinn í Bremen
Landgræðsla ríkisins

Ábyrgðaraðilar

Úlfur Óskarsson
Wolfgang Heyser
Guðmundur Halldórsson

Markmið

Að athuga útbreiðslu sveppróta í rofnu landi og kanna möguleika á að bæta lífskilyrði plantna í uppgræðslum með aukningu á svepprótum þeirra.

Stutt lýsing á verkefninu

Rannsóknin fór fram á: (1) lítt grónum eða uppgræddum sendnum hraunum í Þjórsárdal (mynd 37.1), Landsveit og á Landmannaafretti og (2) ógróinni eða uppgræddri ármöl og foksandi á Mýrdalssandi.

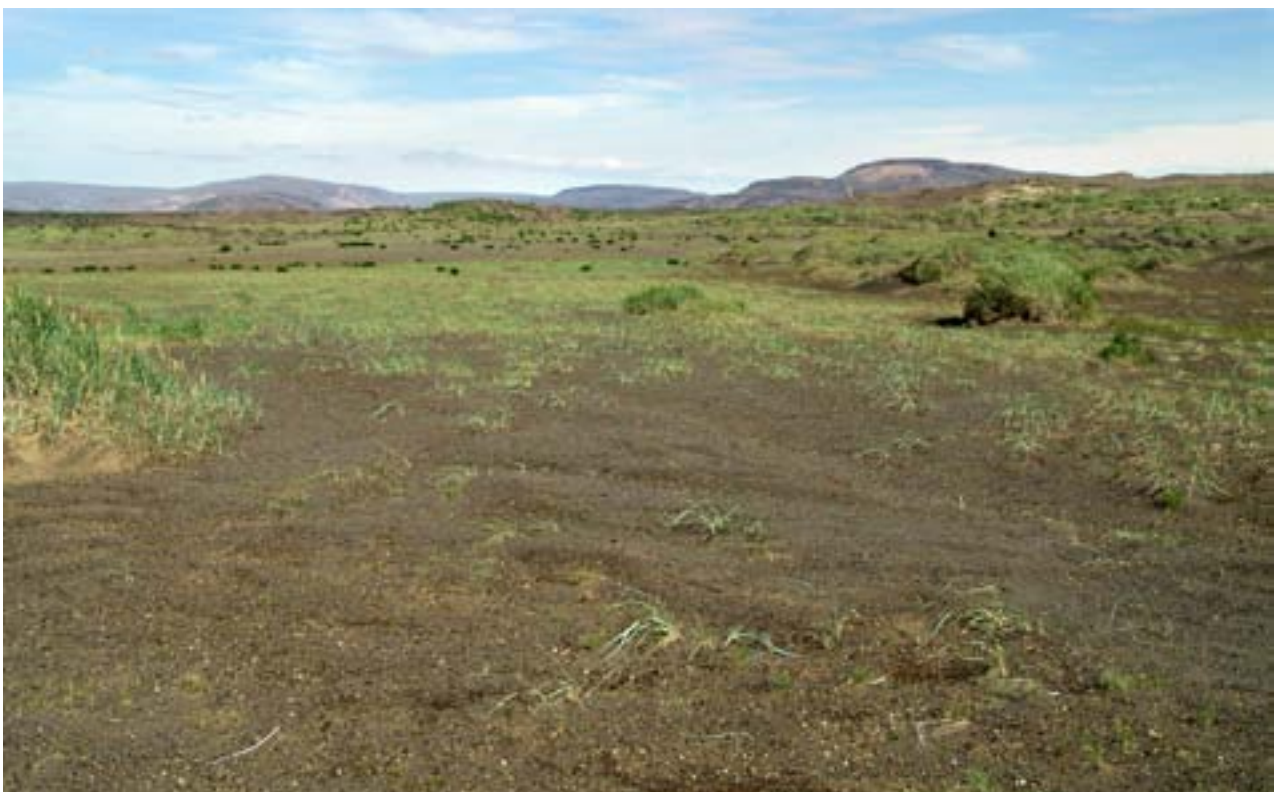
Til að athuga útbreiðslu sveppróta var rótasýnum safnað af ýmsum plöntutegundum í auðnum, uppgræðslum og eldri gróðurtorfum. Rótasýnum af melgresi var jafnframt safnað úr misgömlum melgresissáningum (2-31 ára), plöntur mældar og blómgun metin. Dreifing sveppasmits með fræi til að auka innrænar svepprætur á melgresi var prófuð í tilraunasáningum. Gerðar voru tilraunir með að auka svepprót birkiplantna með smitun í mörkinni og í gróðurhúsi; fylgst var með vexti tilrauna-plantna og rótasýnum safnað til að athuga tíðni og fjölbreytni sveppróta.

Upphafsár

2000

Hvenær lokið

Áætluð verklok 2013



Mynd 37.1. Rofið land í Þjórsárdal. Svepprætur eru fátíðari á gróðri auðnanna en í uppgræðslum. Í gömlum gróðurtorfum eru svepprætur hins vegar algengar og fjölbreyttar. Ljósmynd, Úlfur Óskarsson.

Tafla 37.1. Hlutfall allra plöntutegunda með mismunandi gerðir sveppróta eftir í gróðurlendum.

Svepprótagerðir	Auðn %	Uppgræðsla %	Eldri gróðurtorfur %
Innræn svepprót (arbuscular mycorrhiza)	27	50	59
Útræn svepprót (ectomycorrhiza)	0	0	17
Lyngsvepprót (ericoid mycorrhiza)	0	0	6
Engin svepprót	73	50	18

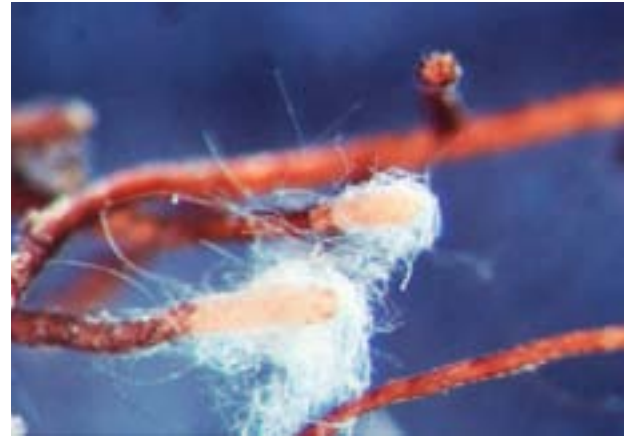
Helstu niðurstöður

Svepprætur voru fátíðari í auðnum en á grónu landi (tafla 37.1). Algengasta svepprótagerðin var innræn svepprót og var hún ríkjandi í auðnum og uppgræðslum. Í eldri gróðurtorfum fundust að auki útræn svepprót (mynd 37.2) og lyngsvepprót. Perlu-svepprót (Septate endophytes) fannst mjög víða en samantekt á tíðni og magni hennar er ólokið.

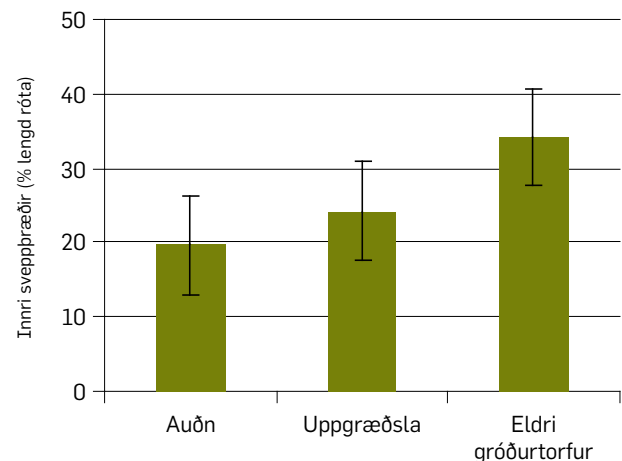
Túnvingull (*Festuca richardsonii*) óx á öllum athugunarstöðum og var með svepprætur í öllum tilvikum nema í auðnum, en þar voru 10% túnvingulsplantna án sveppróta. Svepprótamagn á túnvingli jókst við aukna gróðurþekju eða með auknum aldri gróðursamfélaga (mynd 37.3).

Svepprætur melgresis (mynd 37.4) fundust vart fyrr en sjö árum eftir að melgresi var sáð í landið og jukust hratt með aldri melgresissáninganna. Engrar blómgunar varð vart í yngri sáningum en sjö ára, þannig að upphaf svepprótamyndunar og blómgunar var á sama tíma. Smitun með svepprótarsveppum jók vöxt sáðplantna melgresis á fyrsta ári (mynd 37.5). Á öðru ári sýndu plönturnar hins vegar neikvæð vaxtarviðbrögð og á þriðja ári voru viðbrögð ekki lengur marktæk. Engar vísbendingar voru um aukna blómgun vegna aukningar sveppróta í smittilaunum.

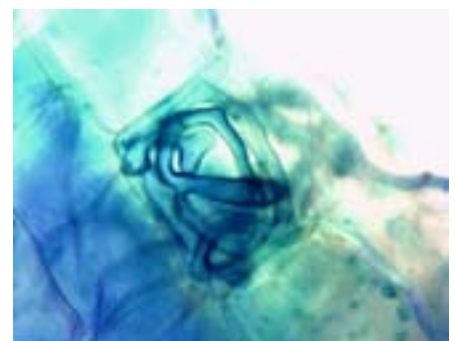
Tilraunir með að smita rætur birkiplantna með útrænum svepprótum við gróðursetningu gáfu breytilegar niðurstöður. Í sumum tilvikum jókst svepprót á plöntum og vöxtur plantna en í öðrum tilvikum jókst svepparót ekki með þessari aðferð. Ræktað sveppasmit er mjög dýrt og mikið magn þarf til að smita trjáplöntur við gróðursetningu. Til að draga úr þessum kostnaði voru gerðar tilraunir með að auka svepprótamyndun í gróðrarstöð í uppeldi birkiplantna. Niðurstöður sýndu að svepprótamyndun í gróðrarstöð var háð áburðarstyrk og gerð ræktunarmoldar. Mestar svepprætur mynduðust í innlendra mómold við notkun áburðarblöndu með veikum en vaxandi styrk er á ræktunartímann leið. Nánast engar svepprætur mynduðust hins vegar þar sem notuð var hefðbundin *Sphagnum* mómold og/eða jafn og mikill áburðarstyrkur. Eftir að plönturnar voru gróðursettar kom í ljós að aukinn vöxtur og lifun var tengd aukinni svepprót á plöntunum.



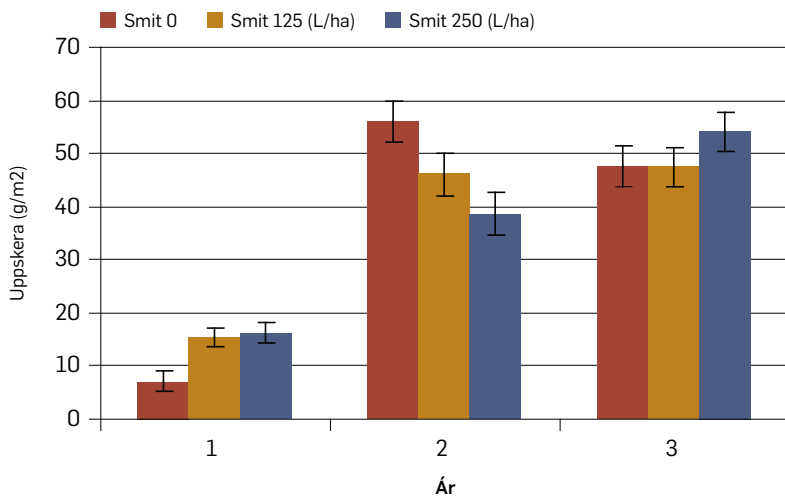
Mynd 37.2. Svepprót á birki úr gömlum gróðurtorfum á Hekluskögasvæðinu. Ljósmynd, Úlfur Óskarsson.



Mynd 37.3. Magn innrænna sveppróta á túnvingli í þrennskonar gróðurlendum á Hekluskögasvæðinu.



Mynd 37.4. Innræn svepprót í rótafrumu á melgresi úr 28 ára gamalli sáningu á Hekluskögasvæðinu. Ljósmynd, Úlfur Óskarsson.



Mynd 37.5. Uppskera melgresis í þrjú ár frá sáningu eftir magni viðbættis sveppasmits.

Hagnýting á niðurstöðum

Svepprótamyndun plantna í auðnum virðist háð aldri plantna og líklega þeirri orku sem þær hafa úr að móða. Takmarkað gagn virðist vera að því að auka svepprótamagn melgresis til að hraða þroska þess. Smitið er afar dýrt og því ólíklegt að smitun borgi sig í landgræðslu. Takmarkaðar tilraunir með fleiri grastegundir og belgjurtir styðja þessa ályktun. Hins vegar virðist gegna öðru máli varðandi trjáplöntur, enda skortir sveppi sem mynda útræna svepprót í auðnum og uppgræðslum. Tilraunir með birki benda til þess að aukning sveppróta auki lifun og vöxt plantna nægilega mikið til að borga sig, enda er hægt að komast af með örlítið magn af sveppasmiti þegar smitun þess fer fram í gróðrarstöð. Niðurstöður úr þessum þætti verkefnisins nýtast því aðilum við skógrækt og endurheimt birkiskóga, og gróðrarstöðvum sem framleiða trjáplöntur fyrir slík verkefni.

Birting á niðurstöðum

1. Enkhtuya, B., U. Óskarsson, J. C. Dodd & M. Vosatka 2003. Inoculation of grass and tree seedlings used for reclaiming eroded areas in Iceland with mycorrhizal fungi. *Folia Geobotanica* 38, 209-222.
2. Óskarsson, Ú. 2010. Potting substrate and nursery fertilization regime influence mycorrhization and field performance of *Betula pubescens* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25, 111 – 117.
3. Úlfur Óskarsson 2006. Melgresi og svepprætur – samlífi og sundurlyndi *Fræðaping landbúnaðarins* 3, 421-424.
4. Úlfur Óskarsson 2007. Aðstæður í uppeldi ráða svepprótamyndun og lífslíkum gróðursettra birkiplantna. *Fræðaping landbúnaðarins* 4, 359-363.

IV. hluti

Menntun og fræðsla um vistheimt



38 Nám í landgræðslufræðum við Landbúnaðarháskóla Íslands

Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds og Bjarni Diðrik Sigurðsson, Landbúnaðarháskóla Íslands

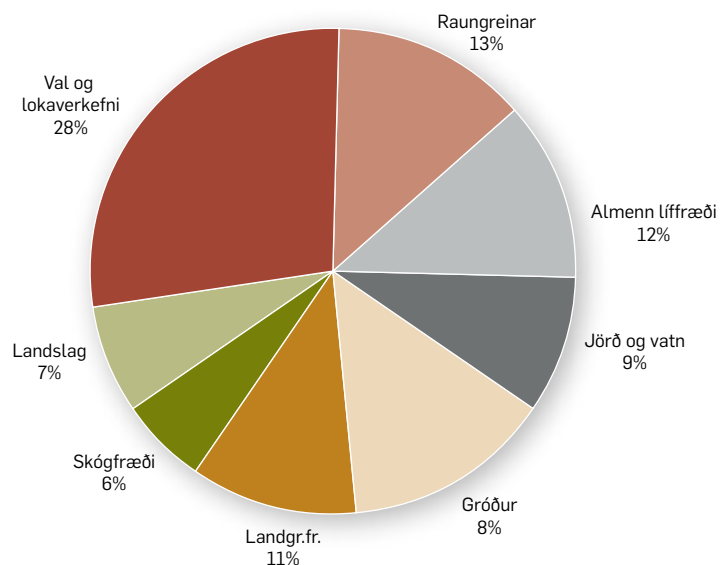
Hnignun landkosta og jarðvegseyðing hafa haft víðtæk áhrif á umhverfisgæði, bæði á Íslandi og alþjóðlega. Þótt landgræðsla standi á gömlum merg hér á landi eru vistheimtarfræði (*Restoration Ecology*) sem slík tiltölulega ung fræðigrein sem hefur einkum þróast á síðustu tveimur áratugum. Farið var að bjóða upp á sérstakt valnámskeið í landgræðslufræðum við Landbúnaðarháskólann á Hvanneyri upp úr síðustu aldamótum og næstu ár þar á undan voru haldnir nokkrir fyrirlestrar um landgræðslu innan annarra námskeiða við skólann. Skömmu eftir stofnun Landbúnaðarháskóla Íslands (LbhÍ) í ársbyrjun 2005 var farið að huga að framboði á sérstakri námslínu í landgræðslufræðum og haustið 2005 óskaði rektor LbhÍ eftir aðkomu Landgræðslu ríkisins (Lr) að skipulagningu náms í landgræðslu við skólann. Aðilar frá öllum fagsviðum Lr á þeim tíma (landverndar-, landupplýsinga-, rannsókn- og almannatengslasviði) tóku þátt í greiningarvinnu um markmið og æskilegt innihald landgræðslunáms til að tryggja að sem fjölbreyttust sjónarmið kæmst til skila. Í framhaldinu voru haldnir sameiginlegir fundir Lr og LbhÍ um innihald námsins. Niðurstöður þessarar greiningarvinnu lögðu síðan grunn að frekari þróun námslínunnar innan LbhÍ og haustið 2006 var í fyrsta sinn boðið upp á nám í landgræðslufræðum til B.S. og M.S. prófs við íslenskan háskóla.

Haustið 2007 veitti menntamálaráðuneytið umhverfiseild LbhÍ viðurkenningu á fræðasviði náttúruvísinda— og þar með töldum landgræðslufræðum—eftir viðamikið umsóknarferli er byggir á evrópskum viðmiðum og úttekt erlendra sérfræðinga. Gildir sú viðurkenning bæði um B.S. og M.S. nám við skólann. Í kjölfar annarrar yfirgripsmikillar úttektar erlendra sérfræðinga árið 2009 veitti menntamálaráðherra skólanum síðan heimild til þess að bjóða fram doktorsnám og útskrifa doktora á fræðasviðum skólans.

Skipulag B.S. náms í landgræðslufræðum

B.S. nám í landgræðslufræðum er þriggja ára nám (180 ECTS) á skógfræði og landgræðslubraut (SKÓG & LAND). Áhersla er lögð á traustan fræðilegan grunn og hagnýta þekkingu á sviði vistheimtar og sjálfbærrar landnýtingar. Markmið námsins er að nemendur öðlist þekkingu á vistfræðilegum, félags- og efnahagslegum þáttum er hafa áhrif á landhnignun, vistheimt, verndun og sjálfbæra nýtingu landvistkerfa. Einnig að nemendur geti nýtt þá þekkingu við hagnýt og fræðileg úrlausnarefni á þessu sviði. Fléttað er saman námsgreinum á sviði náttúruvísinda, landgræðslu, skógfræði, landupplýsinga og fleiri greina (mynd 38.1).

Námslínan hefur tiltölulega hátt hlutfall valfaga (mynd 38.1), auk þess sem allir nemendur vinna að 10 ECTS lokaverkefni. Þetta gefur kost á einstaklingsmiðuðu námi þar sem nemendur eiga kost á mismunandi sérhæfingu eftir áhugasviði. Til dæmis geta nemendur sérhæft sig á sviði landupplýsinga; samþætt nám í landgræðslu við nám í skógfræði eða nám á sviði náttúrunýtingar; eða notað valfög til að styrkja fræðilegan grunn fyrir rannsóknatengt eða stjórnunartengt framhaldsnám. Lögð er áhersla á að nemendur fái traustan vísindalegan grunn en séu um leið búnir undir störf á sviði vistheimtar, sem fræðimenn, stjórnendur eða sjálfstæðir atvinnurekendur.



Mynd 38.1. Skipting fagsviða í BS námi í landgræðslufræði (180 ECTS).



Mynd 38.2. Vettvangsferð nemenda á landgræðslusvæði undir Hafnarfjalli (vinstri) og hópvinna í verklegum tíma (hægri). Ljósmyndir, Ása L. Aradóttir

Nemendur sem skráðir eru í landgræðslunám taka nokkur sérhæfð námskeið á sviði landgræðslu- eða vistheimtarfræða. Námskeiðin eru flest einnig skyldunámskeið fyrir nemendur í skógfræði og öðrum nemendum skólans býðst að taka þau sem valnámskeið. Eru það einkum nemendur á námsbraut í náttúru- og umhverfisfræði og á umhverfisskipulagsbraut sem hafa nýtt sér það hingað til. Fyrirkomulag námskeiðanna er fjölbreytt og byggja þau á fyrirlestrum, verkefnavinnu, umræðutímum/málstofum og vettvangsferðum (mynd 38.2). Kennarar skólans hafa umsjón með þessum námskeiðum en hafa fengið til liðs við sig gestakennara sem eru sérfróðir í ákveðnum sviðum fræðanna og/eða hafa mikla reynslu af störfum á viðkomandi sviði.

Boðið er upp á fjarnámslausnir þannig að nemendur sem búa fjarri skólanum geti stundað námið. Þeir nemendur fá aðgang að fyrirlestrum, sem teknir eru upp á „hljóðglærur“ og vinna öll sömu verkefni og aðrir nemendur. Yfirleitt eru ein eða fleiri skyldumætingar á önn vegna verklegra æfinga, málstofa og vettvangsferða.

Lýsing sérhæfðra landgræðslunámskeiða við LbhÍ

03.53.03 Vistheimt og sjálfbær landnýting (hét áður Almenn landgræðsla).

Námskeiðið er 6 ECTS og er yfirleitt tekið á öðru námsári. Um er að ræða yfirlitsnámskeið yfir helstu viðfangsefni og undirstöðuatriði landgræðslu, bæði hér á landi og á alþjóðavettvangi. Námsmarkmið eru að nemendur skuli að námskeiðinu loknu:

- þekkja og geta notað rétt helstu hugtök í landgræðslu og vistheimtarfræðum;
- hafa yfirsýn yfir helstu viðfangsefni landgræðslu, bæði héraðs og á alþjóðavettvangi;
- hafa skilning á og geta gert grein fyrir þeim ferlum sem eiga sér stað við hnignun lands og endurheimt;
- kunna frumatriði „landlesturs“ (geta metið ástand lands í grófum dráttum);
- geta gert grein fyrir helstu leiðum til að stöðva jarðvegseyðingu og endurheimta skemmd vistkerfi;
- kunna skil á vistheimt í tengslum við mannvirkjagerð og í þéttbýli;
- geta gert grein fyrir tengingu landgræðslu við hnatræn umhverfismál, svo sem verndun loftslags og líffræðilega fjölbreytni.

04.49.03 Uppgræðslutækni og landgræðsluskógrækt

Þetta 6 ECTS námskeið er yfirleitt tekið á öðru námsári og fjallar ítarlega um helstu tegundir og aðferðir sem hægt er að nota við uppgræðslu og landgræðsluskógrækt. Auk þess gefur námskeiðið innsýn í rannsóknir og þróunarvinnu á sviðinu. Miðað er að því að nemendur skuli að námskeiðinu loknu:

- kunna skil á helstu aðferðum, tegundum, tæknilegum og vistfræðilegum lausnum við uppgræðslu og landgræðsluskógrækt á rýru og gróðursnaudu landi;
- geta túlkað og hagnýtt rannsóknaniðurstöður er tengjast efni námskeiðsins og hafa getu til að halda við þekkingu sinni á því sviði;
- geta valið og beitt viðeigandi aðferðum og plöntuefniviði í landgræðslu- og landgræðsluskógræktarverkefnum, með hliðsjón af markmiðum, aðstæðum og öðrum sjónarmiðum.

04.69.01 Landgræðslustarf á Íslandi

Vettvangsfræðsla um viðfangsefni í landgræðslu: gróðurvernd og sjálfbæra landnýtingu, uppgræðslu, vistheimt, stöðvun jarðvegsrofs, fyrirhleðslur og tengingu landgræðslu við önnur landnýtingarmál. Námskeiðið byggir á fimm daga vettvangsferð um Norðurland, Miðhálandið og Suðurland. Gert er ráð fyrir að bjóða upp á þetta námskeið í fyrsta sinn sumarið 2011.

05.79.03 Endurheimt vistkerfa

Framhaldsnámskeið (B.S. og M.S.) þar sem farið er dýpra í fræðilega og hagnýta þætti vistheimtar og vistheimtarfræða en í fyrri námskeiðum. Áhersla er lögð á að nemendur kynnist rannsóknum á sviði vistheimtarfræða og þjálfist í sjálfstæðri fræðilegri vinnu, m.a. með málstofum og verkefnum. Meðal viðfangsefna í námskeiðinu eru:

- framvindulíkon og „smíðareglur“ (assembly rules);
- endurheimt stofna og samfélaga;
- landslag og vistheimt;
- félagslegt og efnahagslegt samhengi vistheimtar;
- siðfræðileg álitamál við vistheimt;
- endurheimt mismunandi vistkerfa, svo sem skóglenda, hálandissvæða, votlendis, straum- og stöðuvatna;
- ágengar tegundir og viðbrögð við þeim;
- vistheimt og náttúrvernd.

Önnur námskeið er tengjast landgræðslufræðum eru fyrirhuguð en ekki verður boðið upp á þau fyrr en nemendum fjölgar á námslínunni. Má þar einkum nefna námskeið um landgræðslu- og landnýtingaráætlanir, sem myndi fjalla um forsendur áætlanagerðar í landgræðslu og vistheimt og mismunandi skref við útfærslu þeirra. Í því námskeiði er fyrirhugað að leggja meðal annars áherslu á aðferðafræði við að greina og virkja mismunandi hagsmunaaðila (participatory approaches) í vistheimtar- og landnýtingarverkefnum.

Til viðbótar við sérhæfð námskeið á sviði landgræðslufræða bætast ýmis önnur framhaldsnámskeið sem eru sameiginleg með fleiri námslínunum innan Umhverfiseildar LbhÍ en innihalda ýmsar sterkar faglegar tengingar við landgræðslufræðin. Þar má t.d. nefna námskeiðin: 03.46.04 Íslensk vistkerfi, 03.63.03 Jarðvegsfræði, 04.21.02 Áburðarfræði, 04.25.02 Plöntuvistfræði, 04.52.02 Vatnshagur, 05.34.05 Auðlinda og umhverfishagfræði, 05.75.03 Beitarvistfræði, 06.40.02 Sjálfbær þróun og 07.85.03 Vistkerfisfræði og sjálfbær nýting. Þessi námskeið eru ýmist skyldunámskeið eða valnámskeið á námslínunni.

Nánari upplýsingar um námslínuna er að finna á heimasíðu Landbúnaðarháskóla Íslands á slóðinni: <http://www.lbhi.is/Skogfr.-og-landgraedsla>.

Meistara- og doktorsnám í landgræðslufræðum

Meistaránám (M.S. nám) í landgræðslufræðum er tveggja ára rannsóknamiðað nám (120 ECTS) þar sem a.m.k. helmingur námsins (60-90 ECTS) byggir á sjálfstæðu rannsóknaverkefni nemandans. Verkefnin eru fjölbreytt og spanna rannsóknir á bæði náttúru- og félagfræðilegum þáttum vistheimtarinnar (sjá dæmi á mynd 38.3). Val á námskeiðum í meistaránámi fer eftir bakgrunni og sérhæfingu viðkomandi nemanda en allir meistaraneimar taka skyldunámskeið um aðferðafræði í rannsóknum og vísindaheimspeki/siðfræði (samtals 12 ECTS). Nemendur eru hvattir til að taka hluta námskeiðanna við aðra háskóla og sumir taka námskeið við erlenda háskóla í eina eða tvær annir. Vorið 2007 útskrifaðist fyrsti nemandinn með M.S. próf í landgræðslufræðum og var jafnframt fyrsti nemandinn sem útskrifaðist með háskólapróf í landgræðslufræðum frá íslenskum háskóla.

Eins og kemur fram hér að ofan hefur skólinn heimild til að útskrifa doktora (Ph.D.) á fræðasviðum skólans. Doktorsnám við LbhÍ er einstaklingsbundið nám og háð því að leiðbeinandi standist yftrustu kröfur á sínu fræðasviði. Námið er yfirleitt bundið samstarfi við erlenda háskóla. Einn nemandi er nú skráður í doktorsnám í landgræðslufræðum.



Mynd 38.3. Elín Fjóra Þórarinsdóttir útskýrir M.S. verkefni sitt um sandfok í nágrenni Heklu fyrir þátttakendum á NOVA námskeiði. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.

Endurmenntun

Endurmenntunardeild LbhÍ býður upp á ýmis námskeið og námskeiðaraðir sem tengjast vistheimt, en ekki hefur enn verið boðið upp á sérstök námskeið á þessu sviði. Innan námskeiðaraðanna „Grænni skóga I og II“, sem ætlaðar eru skógarbændum og áhugasömum skógræktendum, er m.a. námskeið er nefnist „Frá örfoka landi til skógar“ og fjallar að stórum hluta um uppbyggingu vistkerfa og skógrækt á illa fögnu landi. Þetta námskeið hefur verið kennt á Suður-, Vestur- og Norðurlandi.

NOVA samstarf

Landbúnaðarháskóli Íslands er hluti af norrænu neti landbúnaðarháskólanna (UMB og NHV í Noregi; SLU í Svíþjóð; HU-AF, HU-V og UEF-F í Finnlandi; LIFE og AU-DJF í Danmörku). Þetta háskólanet nefnist NOVA og býður það sameiginlega upp á fjölda námskeiða fyrir meistara- og doktorsnema ár hvert. Sum þessara námskeiða tengjast vistheimt, meðal annars tvö fjölsótt námskeið fyrir doktorsnema, sem haldin voru hér á Íslandi 2008 og 2010 (mynd 38.4).

Lokaorð

Umfangsmikil landeyðing á Íslandi, ásamt sérstæðri náttúru landsins, gerir það að verkum að mikilvægt er að hér sé boðið upp á háskólanám í landgræðslufræðum. Sú reynsla sem þegar er komin af þessu námi er góð. Fjölgun fólks með háskólamenntun á sviði landgræðslufræða er til hagsbóta fyrir fræðastarf á þessu sviði og fyrir þá aðila sem þurfa á sérfræðipækkingu á sviði landgræðslufræða að halda.



Mynd 38.4. Þátttakendur á NOVA námskeiði fræðast um mælingar á ísigi vatns í Landbótartilrauninni á Geitasandi. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.

39 Fræðslustarf Landgræðslu ríkisins

Guðjón Magnússon og Guðmundur Halldórsson, Landgræðslu ríkisins

Markmið fræðslustarfs Landgræðslunnar er að efla skilning stjórnvalda, hagsmunaðila og almennings á nauðsyn þess að stöðva gróður- og jarðvegseyðingu og stuðla að því að röskuð vistkerfi séu endurheimt. Fræðslustarf gegnir lykilhlutverki í starfi Landgræðslunnar og hefur svo verið allt frá því landgræðsla hófst á vegum opinberra aðila í byrjun síðustu aldar. Ungmennafélagshreyfingin lagði frá fyrstu tíð mikla áherslu á að vekja landsmenn til vitundar um nauðsyn landgræðslu.¹² Þá má nefna vakningu í þessum málum í kringum 1970 sem leiddi meðal annars til stofnunar Landverndar — landssamtaka um landgræðslu og náttúruvernd.

Meginþunginn í fræðslustarfi Landgræðslu ríkisins felst í vettvangsfræðslu, erindaflutningi, greinaskrifum og útgáfu fræðsluefnis. Stofnunin hefur staðið fyrir fjölda funda með bændum um ástand lands og leiðir til úrbóta í því efni, einkum í samstarfi við Rannsóknastofnun landbúnaðarins (nú Landbúnaðarháskóla Íslands). Bændum er veitt ráðgjöf um landbætur og sjálfbæra landnýtingu, einkum í verkefninu *Bændur græða landið* (sjá kafla 19). Stofnunin veitir árlega svokölluð *landgræðsluverðlaun* til að umbuna fyrir starf við landgræðslu og hvetja fólk til dáða. Landgræðslufélög standa fyrir fræðsluferðum í samstarfi við Landgræðsluna, þar sem landgræðslustarf heima í héruðum er kynnt. Starfsmenn stofnunarinnar flytja árlega fjölda erinda, innanlands sem utan, auk þess að rita greinar í blöð og taka þátt í fjölmiðlaumræðu með öðrum hætti. Rannsóknaniðurstöðum er miðlað með greinaskrifum og fyrirlestrum á ráðstefnum og víðar.



39.1. Úr fræðsluferð Landgræðslufélags Biskupstungna sumarið 2006. Efri mynd: Bændur dreifa heyi í rofabörð. Til hægri: Fræðsla um öskulög; jarðvegssnið grafið og útskýrt. Ljósmyndir, Ása L. Aradóttir.



39.2. Frá námskeiði um notkun innlendra víðitegunda til uppgræðslu og landbóta í Gunnarsholti 2003. Ljósmynd, Kristín Svavarsdóttir.

Landgræðslan stendur fyrir fræðslu í samstarfi við skóla og ýmis félagasamtök. Þar kynnast þátttakendur vinnubrögðum við vistheimt, fræðast um eðli og orsakir landeyðingar (mynd 39.1) og notkun staðargróðurs til uppgræðslu (mynd 39.2), t.d. söfnun og sáningu birkifræs (mynd 39.3). Slíkt fræðslustarf tengist gjarnan almennri fræðslu um náttúruna, þar sem fara saman upplifun og skilningur (og 39.4). Þessi fræðsla er oft í samstarfi aðrar stofnanir, t.d. Skógrækt ríkisins og Landbúnaðarháskóla Íslands.



39.3. Söfnun og dreifing birkifræs. Efri mynd: „Við erum tré“; líkt eftir fræregni birkis í ferð með Ferðafélagi Íslands í Þórsmörk. Til hægri: Skólakrökkum og kennurum leiðbeint um söfnun birkifræs. Ljósmyndir, Sigbrúður Jónsdóttir og Ólafur Arnalds.



Landgræðslan hefur gefið út fjölda rita, ein eða í samstarfi við aðra. Þrjú rit hafa verið gefin út í tilefni af stórafmælum stofnunarinnar. Árið 1958 kom ritið *Sandgræðslan*⁶ út í tilefni af 50 ára starfi Sandgræðslu Íslands. Annað ritið var gefið út árið 1988 er Landgræðslan fagnaði 80 ára afmæli formlegs landgræðslustarfs á Íslandi og var ritið fyrsta hefti Árbóka Landgræðslunnar, *Græðum Ísland*. Þá kom hundrað ára saga landgræðslustarfs, *Sáðmenn sandanna*⁸, út árið 2007. Árbækur Landgræðslunnar, *Græðum Ísland I-VI*^{1-5,14}, komu út á árunum 1988–98 en í þeim birtist fjöldi greina um landgræðslu og landgræðslustarf. Á árunum 1991–1996 stóðu Landgræðslan og Rannsóknastofnun landbúnaðarins fyrir rannsóknum og kortlagningu á jarðvegsrofi á Íslandi. Niðurstöður þess starfs voru dregnar saman í ritinu *Jarðvegsrof á Íslandi*¹⁰ sem gefið var út árið 1997. Í ritinu er gerð grein fyrir ástandi jarðvegs um land allt og er það lykill að fræðslu um ástand jarðvegs á Íslandi. Ritið var þýtt og gefið út á ensku árið 2001. Jafnhliða hefur verið tekið saman fræðsluefni um mat á ástandi lands og leiðbeiningar um landnýtingu og uppbyggingu vistkerfa. Árið 1997 var gefinn út bæklingurinn *Hrossahagar*⁷ þar sem lýst er aðferðum til að meta ástand hrossahaga og leiðum til úrbóta þar sem því er ábótavant. Hliðstæður bæklingur *Sauðfjárhagar*¹¹ kom út árið 2010. Einnig hefur verið gefið út efni um uppbyggingu vistkerfa og má þar nefna bæklinginn *Gulvíðir og loðvíðir – eiga víða við*⁹ og myndböndin *Græðum Ísland*¹⁵, sem fjallar um helstu þætti gróðurverndar; *Hvað get ég gert*¹⁶, þar sem eru leiðbeiningar um landgræðslustörf áhugafólks og *Stækkun birkiskóga Íslands*¹⁷, sem fjallar um söfnun og sáningu birkifræs. Stofnunin hefur auk þess gefið út ýmislegt annað fræðsluefni, m.a. um einstök landgræðslusvæði. Á heimasíðu Landgræðslunnar (land.is) er að finna nánari upplýsingar um landgræðslustarfið og útgefið efni.

Landgræðsla ríkisins stendur ekki fyrir formlegu námi, en hefur verið í samstarfi við Landbúnaðarháskóla Íslands um *Landgræðsluskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna* frá árinu 2007. Þá er stofnunin í samstarfi við ýmsa aðila um rekstur námskeiðanna *Grænni skógar*. Landbúnaðarháskóli Íslands sér um framkvæmd námskeiðanna í samvinnu við Landshlutaverkefni í skógrækt, Landssamtök skógareigenda, félög skógarbænda, Skógrækt ríkisins og Landgræðslu ríkisins. Starfsmenn stofnunarinnar hafa sinnt kennslu í landgræðslu og vistheimt á vegum bændaskólanna, Garðyrkjuskólans og nú í seinni tíð Landbúnaðarháskóla Íslands, Hólaskóla – Háskólans á Hólum og Háskóla Íslands. Hluti af því starfi snýr að leiðbeiningu nemenda í B.S., M.S. og doktorsnámi. Þetta samstarf hefur verið þýðingarmikill þáttur í uppbyggingu almennrar og sértækrar þekkingar á landgræðslu.



39.4. Brauð bakað við opinn eld í lok fræðsludags í Þórsmörk. Snar þáttur í fræðslustarfi Landgræðslunnar er að sameina fræðslu og upplifun af náttúrunni. Ljósmynd, Ása L. Aradóttir.

Heimildir

1. Andrés Arnalds (ritstj.) 1988. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1907–1987*. Landgræðsla ríkisins, 236 bls.
2. Andrés Arnalds & Anna Guðrún Þórhallsdóttir (ritstj.) 1989. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1988*. Landgræðsla ríkisins, 189 bls.
3. Andrés Arnalds (ritstj.) 1990. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1989–1990*. Landgræðsla ríkisins, 168 bls.
4. Andrés Arnalds (ritstj.) 1992. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1991–1992*. Landgræðsla ríkisins, 183 bls.
5. Andrés Arnalds (ritstj.) 1994. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1993–1994*. Landgræðsla ríkisins, 184 bls.
6. Arnór Sigurjónsson (ritstj.) 1958. *Sandgræðslan. Minnt 50 ára starfs Sandgræðslu Íslands*. Búnaðarfélag Íslands og Sandgræðsla ríkisins, Reykjavík, 359 bls.
7. Borgþór Magnússon, Ásrún Elmarsdóttir & Björn H. Barkarson 1997. *Hrossahagar. Aðferð til að meta ástand lands*. Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Landgræðsla ríkisins, 37 bls.
8. Friðrik G. Olgeirsson 2007. *Sáðmenn sandanna. Saga landgræðslu á Íslandi 1907–2007*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt, Ísland,
9. Kristín Svavarsdóttir & Ása. L. Aradóttir 2006. *Gulvíðir og loðvíðir; eiga víða við. Leiðbeiningar um ræktun*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, 31 bls.
10. Ólafur Arnalds, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 157 bls.
11. Sigbrúður Jónsdóttir 2010. *Sauðfjárhagar – Leiðbeiningar við mat á ástandi beitolanda*. Landgræðsla ríkisins, 28 bls.
12. Sveinn Runólfsson 1988. Landgræðslustörf áhugafólks. Í: (Arnalds Andrés ritstj.) *Græðum Ísland: Landgræðslan 1907–1987*. Landgræðsla ríkisins, bls. 197-202.
13. Sveinn Runólfsson 1988. Landgræðslan í 80 ár 1907–1987. Í: (Arnalds Andrés ritstj.) *Græðum Ísland: Landgræðslan 1907–1987*. Landgræðsla ríkisins, bls. 99-124.
14. Úlfur Björnsson & Arnalds Andrés (ritstj.) 1998. *Græðum Ísland: Landgræðslan 1995–1997*. Landgræðsla ríkisins, 176 bls.
15. Valdimar Leifsson (stjórnandi). *Græðum Ísland*. 1988. [Myndband]. Myndbær hf., Reykjavík.
16. Valdimar Leifsson (stjórnandi). *Hvað get ég gert? Leiðbeiningar um landgræðslustörf*. 1991. [Myndband]. Myndbær hf., Reykjavík.
17. Valdimar Leifsson (stjórnandi). *Stækkun birkiskóga Íslands*. 2000. [Myndband]. Lífsmynd, Reykjavík.

40 Landgræðsluskóli Háskóla Sameinuðu þjóðanna

Hafdís Hanna Ægisdóttir og Berglind Orradóttir, Landgræðsluskóla HSþ (UNU-LRT)

Bakgrunnur

Landgræðsluskólinn hóf störf árið 2007 sem þriggja ára þróunarverkefni utanríkisráðuneytisins, Landbúnaðarháskóla Íslands og Landgræðslu ríkisins. Í lok árs 2009 lauk verkefnistímanum og 17. febrúar 2010 var skrifað undir samning milli Háskóla Sameinuðu þjóðanna, utanríkisráðuneytisins, Landbúnaðarháskóla Íslands og Landgræðslu ríkisins um rekstur Landgræðsluskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna (HSþ) á Íslandi. Háskóli Sameinuðu þjóðanna var stofnaður árið 1975 og samanstendur af fjórtán stofnunum og skólum víðsvegar um heiminn. Hlutverk hans er að stuðla að lausn aðkallandi vandamála er varða velferð mannkyns, með því að stunda rannsóknir, efla þekkingu og veita ráðgjöf (sjá www.unu.edu). Auk Landgræðsluskóla HSþ eru tveir aðrir sérhæfðir skólar á Íslandi sem tilheyra neti Háskóla Sameinuðu þjóðanna. Það eru Jarðhitaskóli HSþ, sem var stofnaður 1978 og Sjávarútvegsskóli HSþ, stofnaður 1998. Skólarnir þrír eru hluti af þróunarsamvinnu Íslands og stendur utanríkisráðuneytið straum af kostnaði við rekstur þeirra. Landgræðsluskóli HSþ á rætur sínar að rekja til eyðimerkursamnings Sameinuðu þjóðanna (UNCCD)¹⁰ og tengist einnig öðrum alþjóðlegum umhverfis-samningum, ekki síst samningnum um líffræðilega fjölbreytni (UNCBD)⁹ og rammisamningi um loftslagsbreytingar (UNFCCC).¹¹ Að auki vinnur skólinn að þúsaldarmarkmiðum Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun, útrýmingu sárustu fátæktar og jafnrétti kynjanna (www.un.org/millenniumgoals).¹²

Hugmyndin að stofnun alþjóðlegs landgræðsluskóla á Íslandi á rætur sínar að rekja til öflugs starfs hér á landi við varnir gegn eyðingu jarðvegs og endurheimt landgræða. Á Íslandi starfar ein elsta jarðvegsverndarstofnun heimsins, Landgræðsla ríkisins, en skipulegt landgræðslustarf hér hófst árið 1907.^{3,8} Hin mikla jarðvegseyðing og myndun auðna á Íslandi eru að mörgu leyti einstök meðal þróaðra landa utan eyðimerkursvæða. Á Íslandi hefur safnast saman meira en aldar gömul reynsla í baráttu við landhnignun og jarðvegsrof, sem tekur til starfs á vettvangi samskipta við landnotendur, fræðslu, rannsókna og þróunar.^{1-4,7} Jafnframt er stutt síðan Ísland var á meðal fátækustu landa heims og aðstæður þá um margt sambærilegar við það sem nú er í þróunarlöndunum. Mörg fátæk þróunarlönd glíma við mikla jarðvegs- og gróðureyðingu. Aukin þekking, færni og reynsla í vistheimt og gróður- og jarðvegsvernd eru mikilvæg verkfæri til að hamla jarðvegseyðingu, stuðla að sjálfbærri landnýtingu og græða upp illa farið land. Sú þekking og reynsla sem byggst hefur upp á Íslandi síðustu 100 árin og sá árangur sem náðst hefur — oft við lítil efni — á því mikið erindi við íbúa fátækra þróunarlönda.

Landhnignun er mikið vandamál á heimsvísu. Árið 2005 kom út heildstæð úttekt á ástandi vistkerfa heims og afleiðingum vistkerfisbreytinga á velferð mannkyns.^{5,6} Úttektin flokkar landhnignun meðal helstu umhverfisvandamála heimsins. Ástæður landhnignunar geta verið misjafnar eftir löndum en eiga það þó flestar sameiginlegt að rúmast í hugtakinu *ósjálfbær landnýting* (t.d. ofbeit, eyðing skóga, röng notkun áveitna, o.s.frv.). Afleiðingarnar ósjálfbærrar landnýtingar eru alvarlegar. Gróður og jarðvegur eyðist, vatns- og næringarþúskapur raskast og líffræðileg fjölbreytni minnkar. Ennfremur minnkar uppskera og getur jafnvel brugðist, sem leiðir til aukinnar fátæktar og hungurs. Afleiðingarnar eru því sérlega alvarlegar fyrir íbúa fátækra þróunarlönda sem búa við ótryggt fæðuframboð.

Markmið og markhópur

Meginmarkmið Landgræðsluskóla HSþ er að aðstoða þróunarlönd sem berjast við alvarlega landhnignun og stuðla að því að brjóta niður vítahring jarðvegs- og gróðureyðingar, ótryggs fæðuframboð og fátæktar í þróunarlöndunum. Það er gert með því að mynda tengsl og efla samskipti við stofnanir sem vinna að vistheimt og landvernd í þróunarlöndunum og þjálfa starfsfólk viðkomandi stofnana, m.a. í vistheimtarfræðum. Mikil áhersla er lögð á að auka víðsýni og tengslanet þátttakenda og auka almenna færni þeirra í að miðla þekkingu, skrifa skýrslur og tileinka sér sjálfstæði í vinnubrögðum og gagnrýna hugsun. Þannig byggir skólinn upp færni fagfólks og stofnana í þróunarlöndunum til að takast á við og leysa vandamál heima fyrir.

Styrkþegar eru valdir af kostgæfni. Starfsmenn Landgræðsluskóla HSþ heimsækja stofnanir í þróunarlöndum og biðja yfirmenn viðkomandi stofnana um að benda á frambærilega einstaklinga sem uppfylla þau skilyrði sem skólinn setur um þátttakendur. Skilyrðin eru m.a. þau að þátttakendur þurfa að hafa að minnsta kosti grunngráðu frá háskóla og árs starfsreynslu við störf tengd vistheimt eða sjálfbærri landnýtingu. Starfsmenn Landgræðsluskóla HSþ taka viðtöl við umsækjendur og meta hæfni þeirra.

Uppbygging náms

Frá því að skólinn hóf störf hafa 23 þátttakendur frá 10 löndum í Afríku og Asíu útskrifast frá skólanum. Af þessum 23 þátttakendum voru 12 konur og 11 karlar. Hingað til hafa komið þátttakendur frá eftirtöldum löndum: Egyptalandi, Eþíópíu, Gana, Kirgistan, Mongólíu, Namibíu, Níger, Túnis, Úsbekistan og Úganda. Nemendur taka sex mánaða námskeið á Íslandi. Í námskeiðinu er lögð áhersla á að blanda saman fyrirlestrum, verklegum æfingum og verkefnavinnu. Náminu er nú skipt upp í eftirfarandi hluta sem saman mynda heildstætt sex mánaða nám.



Mynd 40.1. Emily Mutota frá Namibíu heldur erindi á námskeiði Landgræðsluskólans árið 2008. Ljósmynd, Hafdís Hanna Ægisdóttir.

Hluti 1: Kynning á íslensku samfélagi

Í byrjun námsins er lögð áhersla á að þátttakendur aðlagist íslensku samfélagi og kynnist helstu stofnunum sem koma að landverndar- og vistheimtarmálum á Íslandi. Einnig læra þátttakendur um gróðurfar, jarðfræði og sögu Íslands.

Hluti 2: Landnýting og landhnignun: Sviðið markað

Í þessum hluta er leitast við að gefa þátttakendum góðan grunn í því hvað veldur landhnignun og eyðimerkurmyndun. Farið er í rofferla og hlut beitar og skógareyðingar í landhnignun. Þátttakendur fá einnig almenna fyrirlestra um t.a.m. vatnsferla í vistkerfum, vistkerfisfræði og loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á vistkerfi.

Hluti 3: Lögmál og ferli landhnignunar, vistheimtar og sjálfbærrar landnýtingar

Fyrirlestrar og æfingar þessa hluta fjalla nánar um lögmál og ferli landhnignunar, vistheimtar og sjálfbærrar landnýtingar. Farið er ítarlega í vistheimtarfræði og einnig fjallað um landlæsi, ástand lands, gróður- og jarðvegsvernd og stjórnun á auðlindum þurrlandssvæða. Enn fremur er fjallað um þann ávinning sem næst með vistheimt og sjálfbærri landnýtingu.

Hluti 4: Umhverfisstjórnun og skipulag landnýtingar

Í þessum hluta er fjallað um ýmislegt sem lýtur að umhverfisstjórnun og gerð landnýtingaráætlana. Fjallað er m.a. um þróun og þróunarsamvinnu, landréttindamál, tengsl landréttindamála og kynjasjónarmiða og hlutverk hagsmunaaðila í verkefnum er lúta að vistheimt og sjálfbærri landnýtingu í þróunarlöndum. Námi í skipulagningu landnýtingar er ætlað að þjálfar þátttakendur í því að gera landnýtingaráætlanir. Farið er í greiningu á hagsmunaaðilum, hvernig setja á fram framtíðarsýn og hvernig er best að fylgjast með framgangi verkefna og meta árangur þeirra.

Hluti 5 – 6: Sérhæfð námskeið

Landgræðsluskólinn býður upp á sérhæfingu fyrir þátttakendur. Nú er boðið upp á tvö sérhæfð námskeið. Þau fjalla annars vegar um sjálfbæra landnýtingu og gróður- og jarðvegsvernd og hins vegar um vistheimt og mat á ástandi lands. Í námskeiðunum er farið dýpra í fræðin og er hópnum skipt upp eftir áhugasviði hvers og eins. Hluti námskeiðanna tveggja er þó sameiginlegur fyrir alla þátttakendur. Á næstu árum verður boðið upp á fleiri sérhæfð námskeið.

Hluti 7: Verkleg þjálfun

Áhersla er lögð á að þátttakendur fái verklega þjálfun í víðu samhengi. Í fyrsta lagi er lögð áhersla á að þátttakendur öðlist almenna þjálfun í tölvunotkun, meðferð heimilda og miðlun þekkingar, t.d. með því að halda fyrirlestra (mynd 40.1). Í öðru lagi eru þátttakendum kennd undirstöðuatriði í tölfræði og landupplýsingakerfum. Í þriðja lagi er lögð áhersla á að þátttakendur tengi efni fyrirlestranna við raunveruleikann úti á mörkinni með æfingum í kortlagningu, mati á ástandi lands, greiningu hagsmunaaðila og skipulagningu verkefna í vistheimt og sjálfbærri landnýtingu.

Einingar 1-7 taka samanlagt um 12 vikur.

Hluti 8: Skoðunarferð um Ísland

Eftir að námskeiðum og verklegri þjálfun lýkur fara þátttakendur í vikulanga skoðunarferð um Ísland (mynd 40.2). Tilgangur ferðarinnar er að þátttakendur fái yfirsýn yfir þau vandamál sem Íslendingar þurfa að takast á við og þau verkefni sem unnin eru í vistheimtarmálum hér á landi. Héraðsfulltrúar Landgræðslunnar eru heimsóttir sem og bændur í verkefninu *Bændur græða landið* (mynd 40.3). Auk þess eru þátttakendum kynntir þjóðgarðar og friðlönd og rætt við þá um gróður- og jarðvegsvernd í víðum skilningi þess hugtaks.

Hluti 9: Einstaklingsverkefni

Síðari hluta dvalar sinnar vinna þátttakendur að sérverkefnum undir handleiðslu leiðbeinenda. Leitast er við að verkefni séu tengd áhugasviði þátttakenda og þeim aðkallandi vandamálum sem þeir glíma við í sínum heimalöndum. Vinna við einstaklingsverkefni tekur um 13 vikur og lýkur með því að þátttakendur skrifa ítarlega skýrslu og halda fyrirlestur um efnið. Einstaklingsverkefni þátttakenda eru af ýmsum toga. Til að mynda hefur þátttakandi frá N-Úganda metið umfang jarðvegseyðingar í kringum flóttamannabúðir í sínu heima-héraði, áhrif hennar á lífsafkomu íbúa og kannað mögulegar mótvægisáðgerðir. Í öðru verkefni kannaði þátttakandi möguleika og mikilvægi þess að halda alþjóðlegt ár landverndar í heiminum. Í enn öðru verkefni voru breytingar á samsetningu og lífmassa gróðurs í ofbeittum úthaga í Mongólíu metin sem og möguleg áhrif þeirra breytinga á kolefnisbúskap jarðvegs.

Mynd 40.2 Þátttakendur árið 2009 ásamt Ólafi Arnalds, prófessor við Landbúnaðarháskóla Íslands, í skoðunarferð Landgræðsluskólans um Ísland. Ljósmynd, Hafdís Hanna Ægisdóttir.



Mynd 40.3. Burmaa Dashbal frá Mongólíu ræðir um landgræðslu við Erlend Björnsson bónda í Seglbúðum í Landbroti og þátttakanda í verkefninu *Bændur græða landið*. Ljósmynd, Jóna Björk Jónsdóttir.

Árangur og framtíðarsýn

Mikilvægt er að missa aldrei sjónar af því markmiði Landgræðsluskóla HSþ að aðstoða fátæk þróunarlönd við að auka færni og þekkingu til að takast á við afleiðingar ósjálfbærrar landnýtingar og landhnignunar í sínum heimalöndum. Til að tryggja að markmiði skólans sé náð er hugað að eftirfarandi þáttum:

1. Nám skólans er endurmetið og endurnýjað þegar þörf er á og kappkostað að koma til móts við þarfir og væntingar þátttakenda eins og kostur er. Á meðan á sex mánaða námskeiðinu stendur og í lok hvers námskeiðs er námið metið til að tryggja gæði þess.
2. Starfsmenn skólans halda sambandi við fyrrum þátttakendur og fylgjast með því hvernig þeim reiðir af og hvernig þeim hefur tekist að miðla af þekkingu sinni. Einnig er fylgst með því hvort þeim hefur verið falin meiri ábyrgð í starfi og/eða hvort þeir hafa farið í framhaldsnám. Þátttaka í alþjóðlegum og innlendum ráðstefnum og fundum um málefni tengd vistheimt, sjálfbærri landnýtingu og skyldum greinum er einnig skráð. Enn fremur er fylgst með birtingum þeirra í alþjóðlegum og innlendum tímaritum og dagblöðum.
3. Fylgst er með því hvernig sú þjálfun sem boðið er uppá í Landgræðsluskóla HSþ hefur nýst þeim stofnunum sem skólinn er í samstarfi við í þróunarlöndunum. Það er gert m.a. með því að halda góðu sambandi við yfirmenn og aðra starfsmenn viðkomandi stofnana.

Þrátt fyrir að skólinn sé nýlega tekinn til starfa berast okkur fréttir af velgengni fyrrum þátttakenda sem rekja má til námsins. Það sjálfstraust og sú þekking sem þeir hafa öðlast í námi við skólann hefur orðið til þess að sum hver hafa farið í áframhaldandi nám, fengið aukna ábyrgð, sótt ráðstefnur og fengið hugmyndir að vistheimtar- og landbótaverkefnum á sínu svæði. Þessar fréttir hafa sannfært okkur um að þjálfun Landgræðsluskólans skili sér.

Á næstu árum stefnir Landgræðsluskóli HSþ að því að efla starfssemi sína. Stefnt er að því að fjölga nemum í sex mánaða námskeiði skólans á Íslandi. Auk þess stefnir skólinn að því að styrkja fyrrum þátttakendur í sex mánaða námskeiði skólans til að stunda meistara og doktorsnám við íslenska háskóla. Ennfremur munu starfsmenn og fagráð Landgræðsluskóla HSþ, ásamt samstarfsaðilum í þeim löndum sem þátttakendur koma frá, þróa í sameiningu stutt námskeið fyrir fagfólk í samstarfslöndunum.

Heimasíðu Landgræðsluskóla HSþ er að finna á slóðinni www.unulrt.is

Heimildir

1. Aradóttir, Á.L. & Ó. Arnalds 2001. Ecosystem degradation and restoration of birch woodlands in Iceland. Í: (F.E. Wielgolaski ritstj.) *Nordic Mountain Birch Ecosystems*. Man and the Biosphere Series, UNESCO, Paris, and Parthenon Publishing, Carnforth, bls. 295-308.
2. Arnalds, A. 1987. Ecosystem disturbance in Iceland. *Arctic and Alpine Research* 19, 508-513.
3. Friðrik G. Olgeirsson 2007. *Sáðmenn sandanna. Saga landgræðslu á Íslandi 1907-2007*. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt, Ísland.
4. Magnússon, S. H. 1997. Restoration of eroded areas in Iceland. Í: (K.M. Urbanska, N.R. Webb & P.J. Edwards ritstj.) *Restoration Ecology and Sustainable Development*. Cambridge University Press, Cambridge, bls. 188-211.
5. Millennium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
6. Millennium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystem and Human Well-being: Desertification Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
7. Ólafur Arnalds, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 157 bls.
8. Sveinn Runólfsson 1988. Landgræðslan í 80 ár 1907-1987. Í: (Andrés Arnalds ritstj.) *Græðum Ísland: Landgræðslan 1907-1987*. bls. 99-124.
9. UNCBD 1992. United Nations Convention on Biodiversity. <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>.
10. UNCCD 1994. United Nations Convention to Combat Desertification. <http://www.unccd.int/convention/text/pdf/conv-eng.pdf>.
11. UNFCCC 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>.
12. UN áa. Millennium Development Goals. <http://un.org/millenniumgoals/>.



Hnignun vistkerfa er alþjóðlegt vandamál. Hér á landi hefur orðið stórfelld eyðing gróðurs og jarðvegs og flest gróðurlendi landsins bera merki hnignunar. Auðnir hafa myndast þar sem áður var gróið land, náttúrlegir skógar landsins eru aðeins brot af því sem áður var og meira en helmingi alls votlendis hefur verið raskað. Til að bregðast við þessu þarf að efla endurheimt vistkerfa. Vistheimt stuðlar að endurreisn líffræðilegrar fjölbreytni og virkni vistkerfa og er jafnframt mikilvægur þáttur í mótvægisaðgerðum gegn hraðfara loftslagsbreytingum.

Í ritinu *Vistheimt á Íslandi* eru dregnar saman upplýsingar um framkvæmdir, rannsóknir og fræðslu er lúta að vistheimt á Íslandi. Upplýsingar af þessu tagi hafa ekki verið aðgengilegar áður á einum stað og er þetta rit mikilsverður áfangi í því starfi að endurheimta íslensk vistkerfi. Ritið er hluti af heildaryfirliti yfir stöðu vistheimtar á Norðurlöndum, sem tekið saman á vegum netverksins *VISTHEIMT – endurheimt skemmdra vistkerfa á Norðurlöndum*.