

Kortlagning sem liður í endurheimt vistkerfa

Elín Fjóra Þórarinsdóttir*

Landgræðslu ríkisins

Ágrip

Áður en hafist er handa við endurheimt vistkerfa er mikilvægt að meta ástand lands á viðkomandi svæði og leggja mat á þætti sem hamla framvindu. Landgræðsla ríkisins hefur þróað aðferðafræði til að meta og kortleggja ástand vistkerfa áður en hafist er handa við endurheimt þeirra. Kortlagningin byggir á því að geta lesið og skilið þær vísbendingar sem ásýnd landsins gefur um ástand þess. Í greininni er gerð grein fyrir helstu þáttum sem metnir eru í slíkri kortlagningu, s.s. gróðurfari, yfirborðsgerð og jarðvegsrofi og hvernig samspil þessara þátta segir til um ástand gróðurs, eiginleika jarðvegs og það hversu stöðugt yfirborðið er. Þessir þættir hafa áhrif á val uppgræðsluaðgerða. Landgræðslan hefur notað slíka kortlagningu bæði til að meta svæði áður en hafist er handa við endurheimt vistkerfa og til að endurkortleggja svæði til að meta árangur uppgræðsluaðgerða.

Efnisorð: Árangursmat, endurheimt, kortlagning, landlæsi, uppgræðsluaðferðir

Inngangur

Vistheimt, þ.e. endurheimt vistkerfa, byggir á vistfræðilegri nálgun í landgræðslu og miðar að því að örva og hafa áhrif á náttúruleg ferli með lágmarks aðgerðum. Tilgangur aðgerða er að bæta starfsemi, virkni eða uppbyggingu vistkerfis og að endurheimt vistkerfi líkist því upprunalega. Mikil landhnignun hefur átt sér stað á Íslandi frá landnámi, enda vistkerfin orðið fyrir miklu raski bæði vegna búsetu mannsins og náttúrulegra áfalla (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir 2011). Afleiðingin er mikið jarðvegsrof og gróðureyðing þannig að nú þekja auðnir og illa gróin svæði um 40.000 km² af landinu (Ólafur Arnalds o. fl. 1997).

Rask er mikilvægur þáttur í að móta vistkerfi (Walker og del Moral 2003) og eru því eiginleikar vistkerfa til að takast á við rask mikilvægir. Þessir eiginleikar kallast þanþol (*ecological resilience*) og endurspegla hversu vel vistkerfi geta brugðist við og aðlagð sig að breyttum aðstæðum vegna álags eða rasks og á sama tíma viðhaldið virkni, uppbyggingu og þjónustu sinni (Suding 2011). Þegar rask eða álag verður meira en þanþol vistkerfis þá getur vistkerfið farið yfir einhvers konar þröskuld og kemst ekki til baka yfir nema að til komi einhvers konar inngríp (Wiseman 1999). Þessir þröskuldar geta verið ólífrænir eins og t.d. skortur á næringarefnum og rofferlar sem hamla framvindu, eða lífrænir eins og skortur á fræregni eða fræbanka (Hobbs og Norton 2004).

* elinfjola@land.is

Uppgræðsluaðgerðir geta verið nauðsynlegt inngrip til að „ýta“ vistkerfum á rofnu eða lítt grónu landi yfir slíka þröskulda. Í vistheimt er þekking og skilningur á virkni vistkerfa og þeim þáttum sem leitt hafa til hnignunar lykilatriði og jafnframt forsenda þess að markmið uppgæðsluverkefna séu raunhæf (Hobbs 2007). Greining á upphafsástandi, aðstæðum og ólíkum áhrifaþáttum er grunnurinn að því að hægt sé að meta árangur vistheimtaraðgerða (O'Connor o. fl. 2005). Landlæsi, þ.e. að geta lesið og skilið þær vísbendingar sem ásýnd landsins gefur um ástand þess (Ólafur Arnalds 1998), er því mikilvægt þegar unnið er að endurheimt vistkerfa. Með auknum skilningi á því hversu flókin og margbreytileg vistkerfi eru hefur áherslan í auknum mæli verið að færast yfir á það að horfa til landslagsheilda frekar en afmarkaðra svæða og þess að skoða marga þætti saman, svo sem virkni og samspil þeirra fjölmörgu þátta sem móta ferlin (Kentula 2000, Herrick o.fl. 2006).

Til að afla upplýsinga um ástand fyrirhugaðra endurheimtarsvæða hefur Landgræðsla ríkisins þróað matskvarða, eða kortlagningarlykil, sem notaður er til að kortleggja svæði áður en farið er í aðgerðir. Áhersla er lögð á þætti sem lýsa ástandi vistkerfis og þætti sem hafa áhrif á val á uppgæðsluaðgerðum, því mikilvægt er að skrá ferla og mynstur sem knýja breytingar á hverju svæði (Bestelmeyer o.fl. 2006). Þar á meðal eru jarðvegsrof, gróðurþekja og hversu stöðugt yfirborð svæðisins er, en einnig eru skráðar lykiltægundir sem nýtast í uppgæðslu. Þá eru skráð hagnýt atriði, svo sem hvort hægt er að fara um viðkomandi svæði á vélum.

Niðurstöður kortlagningar eru nýttar við val og skipulag uppgæðsluaðgerða, til að meta umfang nauðsynlegra inngripa til að ná settum markmiðum og hvaða aðferðum er mögulegt að beita með tilliti til aðstæðna á viðkomandi svæði. Jafnframt hefur endurtekin kortlagning verið nýtt til að meta árangur við endurheimt vistkerfa.

Hér verður gerð grein fyrir helstu áhersluþáttum sem skoðaðir eru þegar svæði eru kortlögð samkvæmt kortlagningarlykli Landgræðslu ríkisins og hvernig kortlagning er nýtt.

Kortlagning uppgæðslusvæða

Við kortlagningu á uppgæðslusvæðum er áhersluþáttum skipt í tvo meginflokkka, annars vegar ýmsir eiginleikar vistkerfisins sem tengjast gróðri og hins vegar þættir sem tengjast jarðvegi og yfirborðseiginleikum (tafla 1).

Tafla 1. Helstu áhersluþættir í kortlagningarlykli Landgræðslu ríkisins.

Gróðurfarþættir	Yfirborðsþættir
Gróðursamfélag	Jarðvegsrof
Gróðurþekja	Grjót á yfirborði
Útbreiðsla einstakra lykiltægunda	Laus efni á yfirborði

Gróður

Tegundasamsetning gróðursamfélags endurspeglar uppbyggingu og virkni vistkerfis og það er því mikilvægt að skrá helstu samfélög á kortlagningarsvæðinu. Stuðst er við fitjuskrá Náttúrufræðistofnunar Íslands (2013) en vegna þess að flest verkefni Landgræðslunnar eru á röskuðum og gróðurrýrum svæðum hefur tveimur flokkum verið bætt við kortlagningarlykilinn, *bersvæðisgróðri* og *ógrónum svæðum*. *Bersvæðisgróður* er notað um frumherjagróður eða gróður sem ekki flokkast í

ákveðinn flokk, s.s melagróður og önnur blönduð gróðurlendi, oft alls óskyld, en sem eiga það sameiginlegt að gróðurþekjan er alltaf 5-20%. Í *ógróin svæði* flokkast öll svæði með minni en 5% gróðurþekju.

Gróðurþekja er jafnframt skráð og er henni skipt upp í fimm flokka samkvæmt fitjuskrá Náttúrufræðistofnunar (2013). Þekja gróðurs sem fyrir er á svæðinu hefur áhrif á val uppgræðslu-aðferðar, til dæmis hvort nauðsynlegt er að sá fræi til að örva framvindu eða hvort áburðargjöf nægi. Þar sem einhver gróður er fyrir á svæðinu, hefur Landgræðslan í auknum mæli notað eingöngu áburðargjöf til að styrkja þann gróður sem fyrir er (Guðmundur Halldórsson o.fl. 2011) en rannsóknir hafa sýnt að það er áhrifarík leið til að örva gróðurframvindu (Ása L. Aradóttir og Kristín Svavarsdóttir 2009, Arnalds o.fl. 2013; mynd 1).



Mynd 1. Svæði með bersvæðisgróðri (gróðurþekja <20%) sem myndi væntanlega svara áburðargjöf vel. Ljósmynd, Elín Fjóra Þórarinsdóttir.

Gerð gróðurs sem fyrir er á svæðinu skiptir einnig máli og hefur áhrif á val uppgræðsluáðgerða. Ákveðnar tegundir geta haft mikil áhrif á gróðurframvindu og eru því skráðar sérstaklega. Ein þeirra er melgresi (*Leymus arenarius*) sem hefur sterkt og djúplægt rótarkerfi, veitir viðnám gegn vindum og getur bætt möguleika annarra tegunda til að nema land (Greipsson og Davy 1994). Lúpína og aðrar belgjurtir sem binda nitur úr andrúmslofti og draga þar með úr þörf á áburðargjöf við uppgræðslu (t.d. Magnús H. Jóhannsson 2006) eru einnig skráðar sérstaklega. Víðir og birki hafa oft verið ríkjandi í þeim vistkerfum sem unnið er að því að endurheimta, t.d. mólendi og kjarrlendi, og eru því skráð sérstaklega. Víðitegundir eru sérstaklega mikilvægar því þær geta verið öflugir landnemar auk þess sem þær skapa skjól og hafa áhrif á snjóalög og vatnsbúskap (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006; mynd 2).



Mynd 2. Víðir að breiðast út á uppgræðslusvæði við Fossabrúnir á Eyvindarstaðaheiði. Ljósmynd, Elín Fjóra Þórarinsdóttir.

Útbreiðsla lykiltegunda er metin, þ.e. hvort um er að ræða samfelldar breiður, eyjar eða toppa eða einungis stakar plöntur. Dreifing þeirra er mikilvæg því hún hefur áhrif á fræframboð þessara tegunda.

Lífræn jarðvegsskán er samfélag lífvera, m.a. baktería, sveppa, þörunga og mosa, sem vaxa á yfirborði og í efsta lagi jarðvegs (Belnap 2003). Rannsóknir hafa sýnt að lífræn jarðvegsskán gegnir mikilvægu hlutverki í gróðurframvindu og hún hefur verið notuð sem vísir í stöðu- og breytingalíkönnum (Bowker 2007). Skánin gefur meðal annars til kynna stöðuleika á yfirborði jarðvegs, dregur úr rofi, eykur frjósemi (Belnap 2003) og örvar landnám æðplantna (Elmarsdóttir o.fl. 2003, Ása L. Aradóttir o.fl. 2006). Uppgræðsluaðgerðir með áburðargjöf geta örvað myndun lífrænnar jarðvegsskánar (Grétarsdóttir 2004, Aradóttir o.fl. 2008) og því er skráning hennar einn liður í mati á ástandi svæðis auk þess sem hún gefur vísbendingar um árangur uppgræðsluaðgerða og möguleika svæðisins til frekari gróðurframvindu (mynd 3).



Mynd 3. Lífræn jarðvegsskán myndast gjarnan á landgræðslusvæðum ef áburður er notaður. Hér má sjá dæmi um jarðvegsskán sem myndast hefur í melgresissáningu við Grímsstaði á Fjöllum. Ljósmynd, Elín Fjóra Þórarinsdóttir.

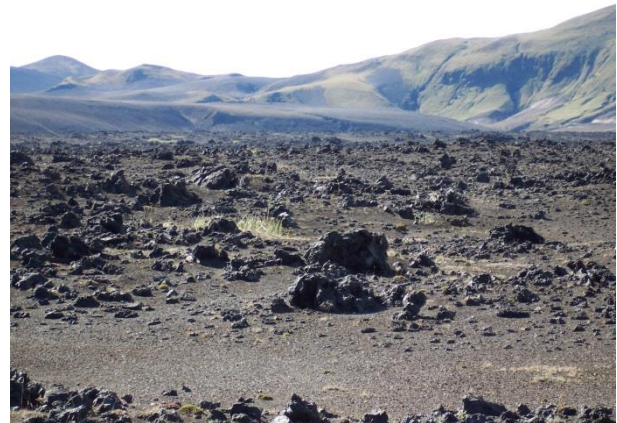
Jarðvegur og yfirborð

Yfirborðsgerð og jarðvegsrof segir til um ástand svæðis. Jarðvegsrof er skilgreint sem „losun og flutningur yfirborðsefna sem spillir jarðvegi, hamlar eða gæti hamlað vexti gróðurs eða komið í veg fyrir að gróður nemi land í yfirborði jarðvegs“ (Ólafur Arnalds o.fl. 1997). Samkvæmt þessari skilgreiningu er jarðvegsrofi skipt í rof sem veldur tapi á gróðurlendi annars vegar og hins vegar rof á auðnum þar sem oft er mikill flutningur jarðvegsefna. Jarðvegsrofið er flokkað eftir rofmyndum, þ.e. hveðrar gerðar rofið er (rofbörð, melar, dílarof o.s.frv.) og því hversu alvarlegt það er, frá 0 sem er ekkert rof og upp í 5 sem er mjög mikið rof. Jarðvegsrof segir þannig til um ástand svæðisins, hvaða rofferlar eru í gangi og hversu virkir þeir eru.

Hlutfall lausra efna á yfirborði og grjót á yfirborði eru skráð en það gefur frekari vísbendingar um virkni rofsins, sérstaklega á auðnum (Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Ólafur Arnalds 2010). Grófleiki yfirborðs hefur meðal annars áhrif á flæði vinds og allt sem ver yfirborðið, hvort heldur er gróður eða grjót, minnkar hlutfall sands og annarra lausra efna og gerir yfirborðið þar með stöðugra. Þannig getur virkni rofs á tveimur mismunandi svæðum sem bæði lenda í rofflokki 5 (mjög mikið rof) verið mismikil eftir því hversu hátt hlutfall sands er á yfirborði og hversu mikið af lausum efnum er á ferðinni á svæðinu (myndir 4 og 5).



Mynd 4. Dæmi um svæði með mjög miklu rofi (rofflokkur 5). Hér hefur áfoksgeiri myndast og mikill laus sandur er á yfirborði (> 90%). Ljósmynd, Arna Björk Þorsteinsdóttir.



Mynd 5. Sendið hraun (rofflokkur 5, mjög mikið rof), laus sandur á yfirborði um 50%. Ljósmynd, Elín Fjóra Þórarinsdóttir.

Þegar unnið er að uppgræðslu á stórum svæðum er mikilvægt að geta farið um svæðið á vélum. Ef yfirborð er grýtt getur það komið í veg fyrir að svæði sé véltækt og því er hlutfall stórra steina á yfirborði metið með sjónmati. Í því tilliti er miðað við grjót og steina sem eru meira en 20 cm í þvermál.

Sandur á yfirborði hefur áhrif á stöðugleika yfirborðsins en auk þess hefur jarðvegsgerð áhrif á eiginleika svæðisins, t.d. á melum. Í rofflokkuninni er gerður greinamunur á melum og sendnum melum þar sem sandur er í yfirborði mela (mynd 6). Sendni melurinn er í flestum tilfellum næringarefnasnauðari og hefur minni vatnsheldni og því oft erfiðara að koma gróðri til á slíkum svæðum. Frostlyfting er hins vegar frekar takmarkandi þáttur á melum og getur tafið gróðurframvindu (t.d. Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006; mynd 7).



Mynd 6. Sendinn næringarefnasnauður melur með takmarkaða vatnsheldni. Ljósmynd, Elín Fjóra Þórarinsdóttir.

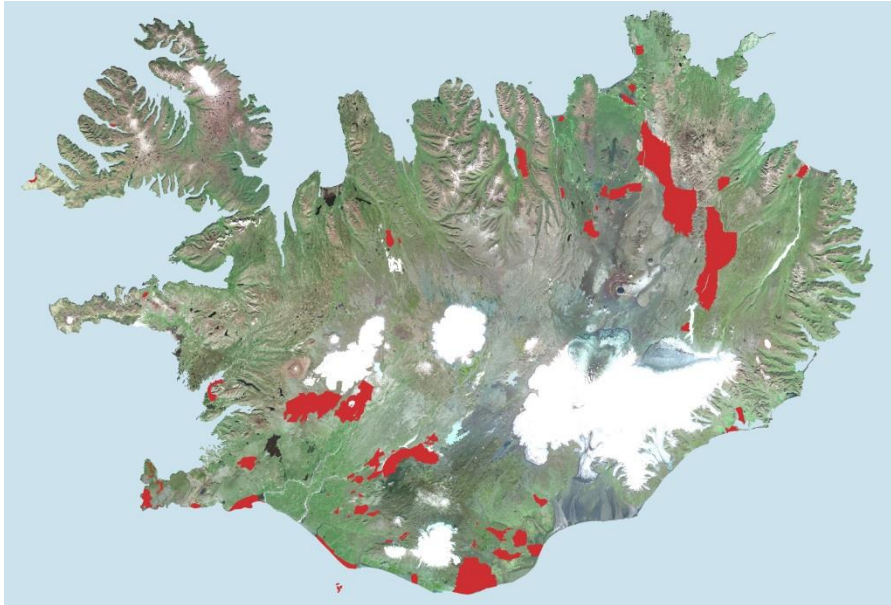


Mynd 7. Frostlyfting á mel getur slitið upp viðkvæman gróður og tafið gróðurframvindu. Ljósmynd, Elín Fjóra Þórarinsdóttir.

Verklag og notkun gagna

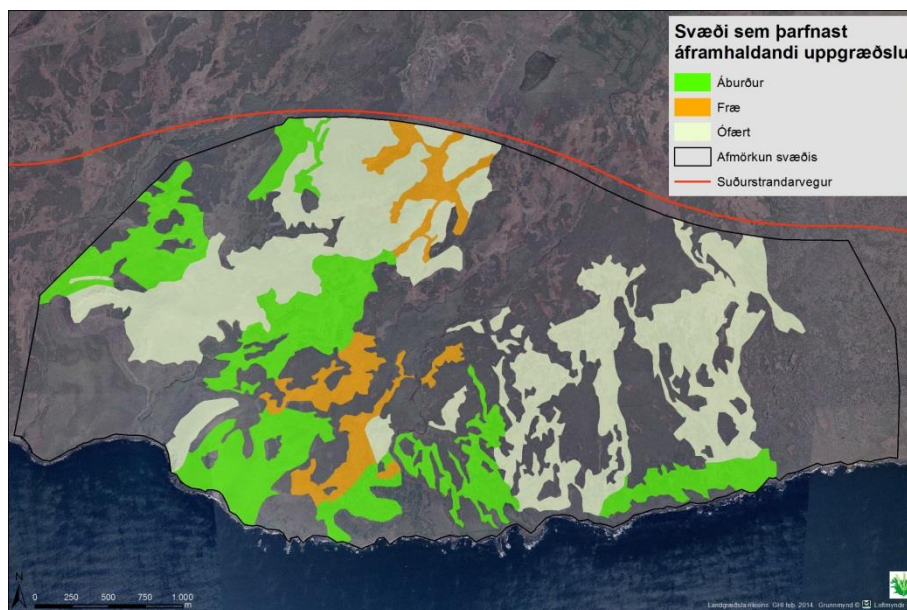
Kortlagningin er ávallt unnin á vettvangi. Farið er um viðkomandi svæði og ástand þess metið með sjónmati. Svæðinu er skipt í einingar sem hver um sig er nokkuð einsleit hvað varðar gróðurfar, jarðvegsrof og aðra einkennandi þætti. Hverri einingu er svo lýst sérstaklega, ástand hennar skráð samkvæmt kortlagningarlykli og fláki teiknaður utan um viðkomandi einingu. Loftmyndir og/eða gervitunglamyndir eru notaðar sem grunnur við kortlagninguna til að afmarka einingar innan svæðis. Þá eru ljósmyndir teknar og notaðar við úrvinnslu og skýrslugerð.

Landgræðslan hefur notað kortlagningu eins og hér er lýst í yfir 15 ár til að meta svæði áður en hafist er handa við uppgræðslu. Þá hafa svæði einnig verið endurkortlögð til að meta árangur uppgræðslu-aðgerða. Hjá stofnuninni hafa yfir 80 svæði verið kortlögð á árunum 1996-2014 og ná þau yfir rúmlega 4.200 km² (mynd 8).



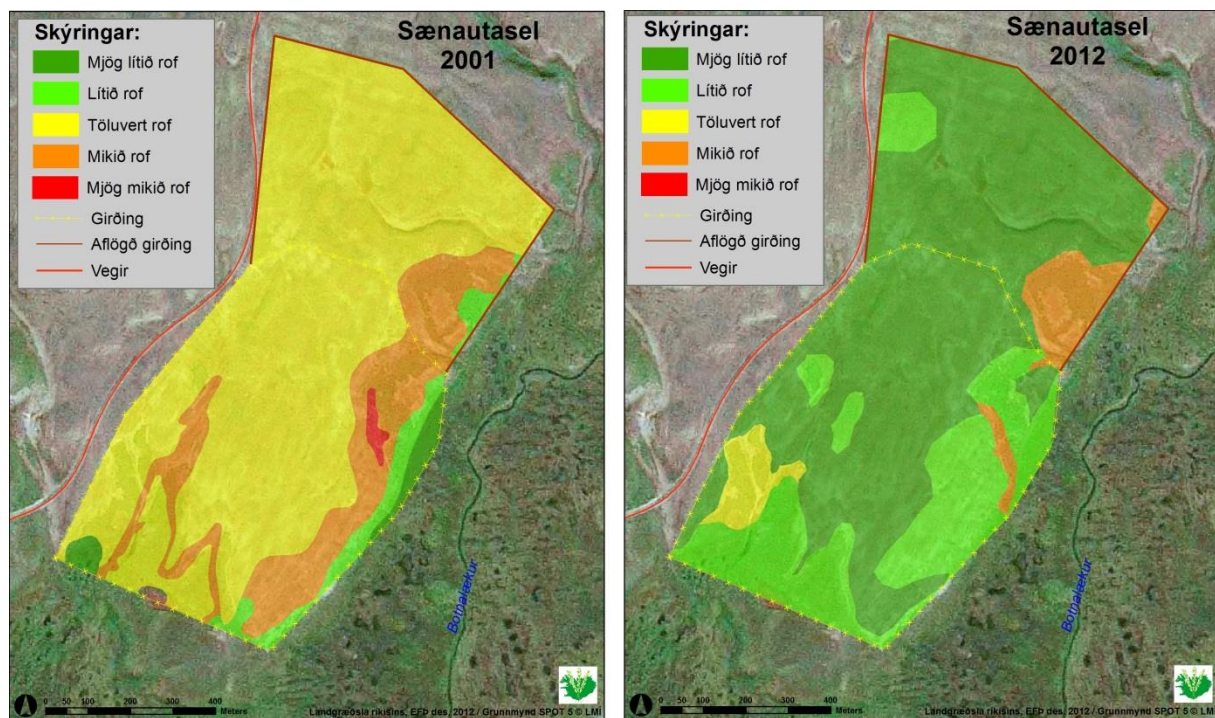
Mynd 8. Rauðir flákar sýna þau svæði sem Landgræðsla ríkisins hefur kortlagt á árunum 1996-2014. Kort EFP/Lr 2014.

Dæmi um hvernig niðurstöður kortlagningar hafa verið notaðar til að skipuleggja frekari uppgræðsluáðgerðir er Krýsuvík á Reykjanesi. Þar hefur verið unnið að uppgræðslu í allnokkur ár en svæðið var kortlagt sumarið 2013 til að meta þörf á frekari aðgerðum (Garðar Þorfinnsson og Guðný H. Indriðadóttir 2014). Niðurstöður kortlagningarinnar voru síðan notaðar til að finna þau svæði þar sem enn var þörf á uppgræðsluáðgerðum (mynd 9). Gróðurþekja var notuð til að meta hvort þörf væri á að nota fræ eða hvort áburður nægði og grjót á yfirborði gaf til kynna hvaða svæði væru ekki véltæk.



Mynd 9. Skipting landgræðslusvæðis í Krýsuvík eftir mati á uppgræðsluþörf byggð á því hvort nota eigi fræ og áburð eða einungis áburð. Matið er unnið upp úr kortlagningu svæðisins frá 2013. Kort GHI/Lr 2014.

Þar sem svæði hafa verið kortlögð fyrir og eftir aðgerðir má nota kortlagningargögn til að meta árangur uppgræðsluáðgerða. Dæmi um slíkt má sjá á mynd 10 þar sem borið er saman jarðvegsrof á uppgræðslusvæði við Sænautasel árin 2001 og 2012. Samanburðurinn sýndi að árið 2001 var mjög mikið eða mikið rof á um 19% svæðisins og talsvert rof á 74% þess en árið 2012 voru einungis 5% svæðisins með miklu rofi og 3% með talsverðu rofi (Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Guðrún Schmidt 2012). Niðurstöður kortlagningarinnar eru því staðfesting á þeirri skoðun heimamanna sem þarna hafa unnið að uppgræðslu að aðgerðirnar hafi skilað góðum árangri.



Mynd 10. Niðurstöður kortlagningar sýna að jarðvegsrof minnkaði umtalsvert á uppgræðslusvæði við Sænautasel frá 2001 og 2012

Lokaorð

Megintilgangur þess að kortleggja fyrirhuguð landgræðslusvæði er að fá yfirlit yfir ástand viðkomandi svæðis áður en hafist er handa við uppgræðslu og afla upplýsinga sem nýtast við að velja þær aðferðir sem henta best hverju sinni. Leitast hefur verið við að haga kortlagningunni þannig að hún sé ekki of tímafrek eða kostnaðarsöm. Kortlagningin hefur reynst mikilvægur þáttur í vistheimt og getur nýst bæði fyrir árangursmat og skipulag aðgerða. Án slíkrar kortlagningar og skýrslugerðar er hættu á að dýrmætur fróðleikur tapist sem hægt væri að nýta til að bæta aðferðir við vistheimt (Klein o.fl. 2007).

Þess má geta að kortlagningin er oft unnin í það grófum mælikvarða að allmiklar breytingar þarf til þess að flokkun einstakra svæða breytist, t.d. varðandi gróðurþekju eða jarðvegsrof. Hún er því ekki ætluð til nákvæmra skráninga heldur til að fá betri þekkingu um viðkomandi svæði, auka skilning á þeim ferlum sem þar eru í gangi og fylgjast með breytingum.

Þakkarorð

Ég þakka Kristín Svavarsdóttir fyrir aðstoð og yfirlestur á greininni í handriti.

Heimildir

Aradottir A. L., B. Orradottir, O. Arnalds og K. Svavarsdóttir 2008. Ecological succession after reclamation treatments on an eroded area in Iceland. *6th European Conference on Ecological Restoration*, bls. 1-4. Ghent, Belgium.

Arnalds A., B. Orradottir og A. L. Aradottir 2013. Carbon accumulation in Icelandic desert Andosols during early stages of restoration. *Geoderma* 193: 172-179.

Ása L. Aradóttir og Kristín Svavarsdóttir 2009. Áhrif uppgræðsluaðgerða á gróðurframvindu. *Fræðavingur landbúnaðarins* 6: 279-285.

Ása L. Aradóttir, Kristín Svavarsdóttir og Sigurður H. Magnússon 2006. Landnám víðis og árangur víðisáninga. Í *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*, K. Svavarsdóttir (ritstj.), bls. 59-72. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

Belnap J. 2003. The world at your feet: desert biological soil crusts. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1: 181-189.

Bestelmeyer B. T., D. A. Trujillo, A. J. Tugel og K. M. Havstad 2006. A multi-scale classification of vegetation dynamics in arid lands: What is the right scale for models, monitoring, and restoration? *Journal of Arid Environments* 65: 296-318.

Bowker, M. A. 2007. Biological soil crust rehabilitation in theory and practice: An underexploited opportunity. *Restoration Ecology* 15: 13-23.

Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Guðrún Schmidt 2012. Sænautasel – áfangaskýrsla. Úttekt á gróðurfari og jarðvegsprofi. *Lr-2012/34*. Landgræðsla ríkisins.

Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Ólafur Arnalds 2010. Efnisflæði með vindum á Hekluslóðum. *Fræðavingur landbúnaðarins* 7: 279-285.

Elmarsdóttir A., A. L. Aradottir og M. J. Trlica 2003. Microsite availability and establishment of native species on degraded and reclaimed sites. *Journal of Applied Ecology* 40: 815-823.

Garðar Þorfinnsson og Guðný H. Indriðadóttir 2014. Uppgræðsla í beitarhólfi Hafnfirðinga í Krýsuvík. Yfirlit aðgerða 1988-2013 og áætlun næstu 10 ára. *Lr-2014/03*. Landgræðsla ríkisins.

Greipsson S. og A. J. Davy 1994. *Leymus arenarius*. Characteristics and uses of a dune-building grass. *Icelandic Agricultural Sciences* 8: 41-50.

Gretarsdóttir J., A. L. Aradottir, V. Vandvik, E. Heegaard og H. J. B. Birks 2004. Long-term effects of reclamation treatments on plant succession in Iceland. *Restoration Ecology* 12: 268-278.

Guðmundur Halldórsson, Kristín Svavarsdóttir, Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Sveinn Runólfsson 2011. Vistheimt á vegum Landgræðslu ríkisins. Í *Vistheimt á Íslandi*, Ása L. Aradóttir og Guðmundur Halldórsson (ritstj.), bls. 40-48. Landbúnaðarháskóli Íslands og Landgræðsla ríkisins.

Herrick J. E., G. E. Schuman og A. Rango 2006. Monitoring ecological processes for restoration projects. *Journal for Nature Conservation* 14: 161-171.

- Hobbs R. J. og D. A. Norton 2004. Ecological filters, thresholds and gradients in resistance to ecosystem reassembly. Í *Assembly Rules and Restoration Ecology*, Temperton V. M., R. J. Hobbs, T. Nuttle og S. Halle (ritstj.), bls. 72-95. Washington: Island Press.
- Hobbs R. J. 2007. Setting effective and realistic restoration goals: Key directions for research. *Restoration Ecology* 15: 354-357.
- Kentula M. E. 2000. Perspectives on setting success criteria for wetland restoration. *Ecological Engineering* 15: 199-209.
- Klein L. R., S. R. Clayton, J. R. Alldredge og P. Goodwin 2007. Long-term monitoring and evaluation of the Lower Red River Meadow Restoration Project, Idaho, USA. *Restoration Ecology* 15: 223-239.
- Kristín Svavarsdóttir, Ása L. Aradóttir og Úlfur Óskarsson 2006. Þróun aðferða við ræktun gulvíðis og loðvíðis. Í *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*, Kristín Svavarsdóttir (ritstj.), bls. 73-89. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.
- Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006. Innlendar víðitegundir og notkun þeirra í landgræðslu. Í *Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu*, Kristín Svavarsdóttir (ritstj.), bls. 9-20. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.
- Magnús H. Jóhannsson 2006. Umfeðmingur, giljaflækja og baunagras á uppgræðslusvæðum. *Fræðaping landbúnaðarins* 3: 383-387.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2013. 501 og 502 Gróðurflokkun. Gróðurflokkun NÍ. Útgáfa 1.1 http://www.lmi.is/wp-content/uploads/2013/01/501og502grodur_utg_1_1.pdf
- O'Connor S., N. Salafsky og D. W. Salzer 2005. Monitoring forest restoration projects in the context of an adaptive management cycle. Í *Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees* V. D. Mansourian og N. Dudley (ritstj.), bls. 145-149. New York: Springer.
- Ólafur Arnalds 1998. *Að lesa landið*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir 2011. Rask á Íslandi. Í *Vistheimt á Íslandi*, Ása L. Aradóttir og Guðmundur Halldórsson (ritstj.), bls. 19-23. Landbúnaðarháskóli Íslands og Landgræðsla ríkisins.
- Ólafur Arnalds, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson og Arnór Árnason 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Suding K. N. 2011. Toward an era of restoration in ecology: successes, failures, and opportunities ahead. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 42: 465-487.
- Walker, L. R. and R. del Moral 2003. *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*. Cambridge University Press.
- Wiseman S. G. 1999. *Repairing Damaged Wildlands*. Cambridge University Press, Cambridge.