Þróun vistkerfa við landgræðslu
Mælingarnar á Geitasandi

Berglind Orradóttir[1], Ólafur Arnalds[1] og Ása L. Aradóttir[2]
[1]*Landbúnaðarháskóla Íslands, Keldnaholti, 112 Reykjavík*
[2]*Landgræðslu ríkisins, Skúlagötu 21, 101 Reykjavík*

Inngangur

Flest vistkerfi jarðar hafa orðið fyrir verulegum breytingum af manna völdum, meðal annars vegna jarðvegseyðingar (UNEP, 2002). Þetta þýðir að mikilvæg ferli vistkerfa, á borð við miðlun ferskvatns, eru skert (Palmer et al., 2004). Hér á landi hefur gróðureyðing og jarðvegsrof haft alvarlegar afleiðingar fyrir mörg íslensk vistkerfi (Ólafur Arnalds et al., 1997). Breytingar á vistkerfum landsins eru viðtækar og má þar nefna breytingar á tegundasamsetningu, frumframleiðni, vatnsbúskap, eðlis- og efnaþáttum jarðvegs, næringarefnahringrásum og frjósemi.

Vistheimt stuðlar að endurheimt vistkerfa, en hún getur einnig verið tæki til rannsókna á framvindu og þróun vistkerfa, oft á stærri mælikvarða en annars er mögulegt (Jordan et al., 1987). Hér á landi er bæði mikil þörf og miklir möguleikar til rannsókna á vistheimt og endurreisn vistferla. Vegna þess að gosefni veðrast hraðar en flest önnur móðurefni jarðvegs má einnig búast við að breytingar á jarðvegi séu örari hér en víða annarsstaðar. Þetta gerir rannsóknir á þróun jarðvegs og breytingum á virkni vistferla í kjölfar uppgræðslu hér á landi sérlega áhugaverðar.

Rannsóknaverkefnið *„Þróun vistkerfa við landgræðslu"*, eða *„Vistland"*, hófst árið 2005. Markmið verkefnisins er að ákvarða samhengi á milli þróunar jarðvegs og gróðurs annars vegar, og grundvallareiginleika og ferla vistkerfa á fyrstu stigum vistheimtar hins vegar. Verkefnið byggir á þverfaglegri nálgun og skiptist í eftirtalda meginþætti: 1) næringarhringrás og lífmassi; 2) vatnsbúskapur; 3) kulferli (áhrif frosts) og yfirborðsstöðugleiki; 4) jarðvegsþættir og jarðvegsmyndun; og 5) gróðurþættir.

Verkefnið nýtir sér hið einstæða „Landbótarsvæði" á Geitasandi á Rangárvöllum, sem komið var á fót til margvíslegra rannsókna tengdum landgræðslu af rannsóknateymi af mörgum stofnunum undir stjórn Guðmundar Halldórssonar (S.r.). Þar hafa farið fram margvíslegar rannsóknir á gróðurframvindu (Ása L. Aradóttir & Guðmundur Halldórsson, 2004), líffræði landgræðslusvæða (t.d. Edda S. Oddsdóttir, 2002), auk rannsókna á jarðvegsþáttum o.fl. (Ása L. Aradóttir o.fl., 2005).

Verkefnið felur í sér uppbyggingu á margvíslegum tækjabúnaði. Hér verður aðeins sagt frá hluta þeirra mælinga sem gerðar eru í verkefninu og fyrstu niðurstöður kynntar.

Mælingar

Árið 1999 var komið upp landgræðslutilraun á Landbótarsvæðinu með 10 mismunandi landgræðslumeðferðum (þ.m.t. viðmiðun) í fjórum endurtekningum, eða alls 40 tilraunareitir. Hver reitur er 1 ha að stærð. Nánari lýsing á svæðinu er í grein Ásu L. Aradóttur & Guðmundar Halldórssonar (2004). Vistland tilraunirnar fara fram í viðmiðunarreitum og tveimur af tilraunameðferðunum á svæðinu: (i) grassáningu og áburðargjöf (kallað „grasmeðferð") og (ii) birkieyjar í grassáningu með áburðargjöf (kallað „birkimeðferð"). Að auki eru jarðvegsþættir mældir og gerðar gróðurfarsmælingar á öllum 10 tilraunameðferðum Landbótar.

Veðurfar og hiti í jarðvegi

Á Geitasandi er nú síritandi veðurstöð sem mælir úrkomu, lofthita, loftraka og ljósgeislun. Gögnin eru skráð í gagnastokk (datalogger) á yfirborði. Jarðvegshitanemar mæla yfirborðshita og jarðvegshita á völdum dýptum.

Vatn í jarðvegi

Vatnsinnihald jarðvegs er mælt með „capacitance" nemum sem ákvarða magn vatns á rúmmálsformi í jarðvegi (Starr & Paltineanu, 2002). Síritandi nemum til að mæla vatnsspennu í jarðvegi verður komið fyrir í reitunum vorið 2006. Notaðir verða svokallaðir „heat dissipation" nemar (Scanlon et al., 2002). Nemar sem mæla vatnsinnihald og vatnsspennu eru kvarðaðir sérstaklega fyrir jarðveginn á Geitasandi.

Verið að taka í notkun nifteindatæki (neutron probe; Hignett & Evett, 2002) sem mælir heildarvatnsinnihald í jarðvegi, þ.e. bæði á vökva- og föstu formi. Tækið mælir vatnsinnihald með því að geisla frá sér nifteindum sem endurvarpast á vatnssameindum. Nifteindatækið er fyrsta slíka tækið hérlendis og er afar mikilsverð viðbót við tækjabúnað til að mæla vatnseiginleika jarðvegs í landinu.

Ísig

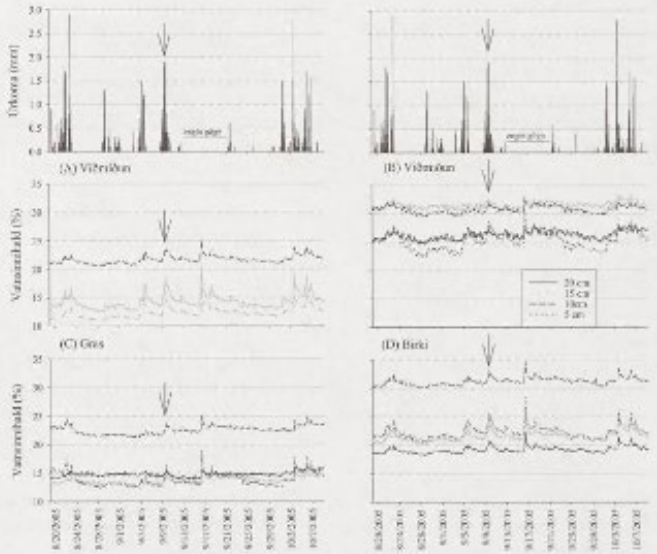
Ísigshraði (infiltration rate; hversu hratt vatn sígur ofan í jarðveg) er afar mismunandi eftir jarðvegsgerðum og gróðurfari og er góður mælikvarði á getu vistkerfis til að taka við úrkomu og leysingavatni (sjá Berglind Orradóttir o.fl., 2006). Ísigshraði er mældur í rörum (cylinder infiltrometer; Bouwer, 1986) sem komið er fyrir í jarðvegsyfirborðinu. Mælt verður að sumri, vetri og vori til að meta áhrif jarðvegsklaka á ísigshraðann.

Fyrstu niðurstöður og umræður

Skammt er síðan verkefnið hófst en samt hafa áhugaverðar niðurstöður þegar fengist.

Yfirborðs- og jarðvegshiti sveiflast með lofthita á svæðinu og er dagsveifla mest við yfirborð en minnkar með jarðvegsdýpi. Í einum birkireitanna mældist meðaldagssveifla við yfirborð um 14,7 ± 0,9°C (meðaltal ± staðalskekkja), á 5 cm jarðvegsdýpi um 4,3 ± 0,3°C og á 20 cm dýpi um 1,2 ± 0,2°C á tímabilinu 28. júlí til 7. september. Dagsveifla jarðvegshita á 1 cm og 5 cm dýpi í viðmiðun (ógróið) fylgir lofthita hraðar og er örlítið meiri en í uppgræðslumeðferðunum tveimur. Búast má við því að þessi áhrif verði greinilegri eftir því sem gróðurþekja eykst og veitir meira skjól og aukna einangrun.

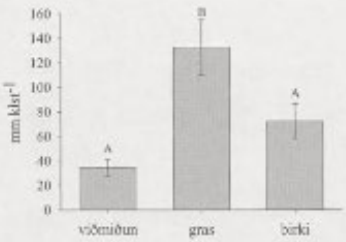
Vatnsinnihald jarðvegs sveiflast með úrkomu í öllum reitunum og virðist ráðast af jarðvegi frekar en uppgræðslumeðferð (1. mynd). Gróft gjóskulag er í jarðveginum sem hindrar vatnsflæði niður þegar jarðvegur fyrir ofan er ómettaður. Vatnsinnihald í jarðveginum virðist ráðast af því hve ofarlega þetta lag er. Þannig er vatnsinnihald meira í reitum þar sem lagið er ofarlega (1. mynd B og D) samanborið við reiti þar sem það er dýpra (1. mynd A og C). Ljóst er að grófa gjóskulagið hefur afgerandi áhrif á vatnsbúskap svæðisins.



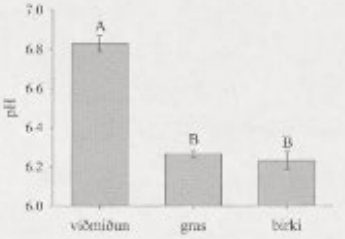
1. mynd. Úrkoma (á efstu myndunum) og vatnsinnihald (v/v) jarðvegs á 5, 10, 15 og 20 cm dýpi í viðmiðunarreitum (A og B), grasmeðferð (C) og birkimeðferð (D) á Geitasandi, 19. ágúst til 9. október 2005. Gögnin eru hrá 30 mín meðaltöl. Úrkomugögn vantar um miðjan september þar sem safnari á úrkomumæli fauk.

Ísigshraði var marktækt hærri í grasmeðferð en í viðmiðun og birkimeðferð (2. mynd). Þó að ísig í birkireitum væri nokkru hærra en í viðmiðun þá var sá munur ekki marktækur, enda mikill breytileiki í gögnunum. Heildarþekja gróðurs, í ísigsrörum, var marktækt hærri í grasmeðferð (70,9 ± 6,8 %) og birkimeðferð (71,7 ± 4 %) en í viðmiðun (11 ± 6,6 %), og þekja grasa var marktækt hærri í grasmeðferð (16,6 ± 2,4 %) en í viðmiðun (4,5 ± 3,1%) og birkimeðferð (6,35 ± 1,7 %).

Gróður hefur margvísleg jákvæð áhrif á ísig, m.a. með því að bæta jarðvegsbyggingu og auka holurými í jarðveginum samfara breytingum á næringarefnastöðu eins og breytingar á sýrustigi sýna (sjá 3. mynd). Áhrif gróðurs eru þó breytileg eftir vaxtarformi plantna, þannig hafa grös meiri jákvæð áhrif á ísig en smærri plöntur og mosar. Því gæti hærra ísig í grasreitunum samanborið við birkireitina skýrst af meiri þekju grasa í grasreitunum, en munurinn gæti einnig skýrst af þjöppun jarðvegs við plógrásirnar sem birkið var gróðursett í.



2. mynd. Meðalísigshraði (± staðalskekkja) í viðmiðun, gras- og birkimeðferð á Geitasandi í ágúst/september 2005. Meðaltal fyrir hverja meðferð er fengið með 10 mælingum (5 mælingar í tveimur endurtekningum). Lóðréttar línur á súlum sýna staðaskekkju og mismunandi bókstafir marktækan mun milli meðferða.



3. mynd. Meðalsýrustig (mælt í vatni) jarðvegs (± staðalskekkja) í viðmiðun, gras- og birkimeðferð á Geitasandi. Sýnin voru tekin á 0-5 cm dýpi (n=5 í hverri endurtekningu; 3 endurtekningar fyrir hverja meðferð) í september 2005. Lóðréttar línur á súlum sýna staðaskekkju og mismunandi bókstafir marktækan mun milli meðferða.

Ályktanir

Fyrstu niðurstöður Vistland verkefnisins gefa til kynna að uppgræðslumeðferðir hafi þegar haft afgerandi jákvæð áhrif á starfssemi vistkerfisins, t.d. getu jarðvegs til að taka við vatni og varmaeiginleika jarðvegsins. Auk þessa benda breytingar á sýrustigi til þess að uppgræðslumeðferðir hafi þegar haft áhrif á eiginleika jarðvegsins. Hafa verður í huga að skammur tími er liðin frá uppsetningu tilraunareitanna (6 ár) og niðurstöðurnar benda því til að jarðvegseiginleikar breytist hratt samhliða landgræðsluaðgerðum og tilkomu gróðurþekju. Þó áhrif gróðurþekju á vatnsinnihald jarðvegs hafi ekki verið greinanleg nú, verður að hafa það í huga að gögnin ná yfir stutt tímabil. Þar sem grunnt er á gjóskulag á svæðinu má búast við að jarðvegurinn verði vatnsmettaður að hausti sem veldur mikilli ísmyndun þegar frystir. Það eykur líkur á að jarðvegur verði ógegndræpur (sbr. Berglind Orradóttir o.fl., 2006), sem getur leitt til yfirborðsrennslis og vatnsaga í hlákum, sem aftur eykur líkur á vatnsrofi. Slíkar aðstæður mynduðust reyndar á sandinum í lok árs 2005 og virtist þá jarðvegur verða ógegndræpur óháð uppgræðslumeðferð.

Í rannsóknaverkefninu Vistland, sem hér hefur verið lýst, er litið mun ítarlegra til vistfræðilegra þátta og ferla en gert hefur verið í fyrri landgræðslurannsóknum hér á landi. Vonast er til að slík nálgun muni bæta þekkingu á því hvernig hægt er að styrkja undirstöðuferla vistkerfisins á örfoka eða röskuðu landi. Ávinningur verkefnisins hefur

mikið alþjóðlegt gildi, því alvarleg hnignun vistkerfa og vistheimt eru rannsóknasvið sem æ meiri áhersla er lögð á í heiminum.

Lokaorð

Rannsóknaverkefnið er samstarfsverkefni LBHÍ og Landgræðslu ríkisins og er styrkt af Rannís. Fjöldi starfsmanna stofnanna koma að þessu verkefni auk höfunda. Þar má nefna Rannveigu Guicharnaud, Jón Guðmundsson, Völu Harðardóttur, Amgrím Thorlacius, Britu Berglund og Bergrúnu Óladóttur.

Heimildir

Ása L. Aradóttir & Guðmundur Halldórsson, 2004. Uppbygging vistkerfa á röskuðum svæðum. *Fræðaþing landbúnaðarins* 2004:86-93.

Ása L. Aradóttir, Guðmundur Halldórsson & Ólafur Arnalds, 2005. Landbót. Tilraunastofan á sandinum. *Fræðaþing Landbúnaðarins* 2005:279-281.

Berglind Orradóttir, Ólafur Arnalds & Jóhann Þórsson, 2006. Ísig vatns í jarðveg: Áhrif gróðurs og frosts. *Fræðaþing landbúnaðarins* 2006: 102-107.

Bouwer, H., 1986. Intake rate: cylinder infiltrometer. In Klute, A. (ed.), *Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods*. Madison, WI: American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc., 825-844.

Edda Sigurdís Oddsdóttir, 2002. Áhrif skógræktar og landgræðslu á jarðvegslíf. M.S. ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.

Hignett, C. & S.R. Evett, 2002. Neutron thermalization. In Dane, J. H. and Topp, G. C. (eds.), *Methods of soil analysis. Part 4. Physical methods*. Madison, WI: Soil Science Society of America, 501-521.

Jordan, W.R., M.E. Gilpin & J.D. Aber, 1987. Restoration ecology: ecological restoration as a technique for basic research, p. 3-21, In W. R. Jordan, et al., eds. *Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research*. Cambridge University Press, Cambridge.

Ólafur Arnalds, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason, 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi.* Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 157 bls.

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.

Scanlon, B.R., B.J. Andraski & J. Bilskie, 2002. Miscellaneous methods for measuring matric or water potential. In Dane, J. H. and Topp, G. C. (eds.), *Methods of soil analysis. Part 4. Physical methods*. Madison, WI: Soil Science Society of America, 643-670.

Starr, J.L. & I.C. Paltineanu, 2002. Capacitance devices. In Dane, J. H. and Topp, G. C. (eds.), *Methods of soil analysis. Part 4. Physical methods*. Madison, WI: Soil Science Society of America, 463-474.

UNEP, 2002. Global Environment Outlook 3 (GEO-3). United Nations Environmental Program. Vefslóð: www.unep.org/geo/geo3/