



5. Hnignun gróðurs og jarðvegs

Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds og Steve Archer

Talið er að um 40.000 ferkílómetrar gróðurlendis hafi eyðst hér á landi frá upphafi byggðar (Ingvi Þorsteinsson 1978). Enda þótt hér sé aðeins um mat að ræða, gefur það til kynna hversu mikil eyðingin hefur verið. Ekki er þó eingöngu um það að ræða að frjósöm vistkerfi hafi breyst í auðnir. Þar sem gróður heldur enn velli er gróðurfar nú með allt öðrum hætti en ætla má að hafi verið við landnám, eins og rifjað var upp í fyrstu árbók Landgræðslunnar, *Græðum Ísland I* (Andrés Arnalds 1988).

Mikill hluti þess gróðurlendis sem eftir stendur hér á landi er markaður beit og annarri landnýtingu. Beit hefur veruleg áhrif á gróðurfar. Tegundasamsetning gróðurs breytist og við langvarandi álag getur jarðveginum hnignað og náttúruleg gróðurlendi rýrnað. Jarðvegseyðing er lokastig slíkrar þróunar. Þegar land er metið með hliðsjón af nýtingu þarf að meta ástand gróðursamfélagsins og setja skýr markmið um hvernig má viðhalda eða bæta gróðurfar og jarðvegsskilyrði.

Í þessari grein setjum við fram hugmyndir um það á hvern hátt búfjárbeit getur leitt til hnignunar gróðurs og jarðvegs ef aðgát er ekki viðhöfð. Hugmyndirnar eiga vafalaust eftir að mótast og breytast í ljósi nýrrar reynslu og rannsóknna. Það er þó von okkar að greinin skýri nokkuð þau ferli sem hér búa að baki og geti orðið almenningi til leiðsagnar við að meta ástand gróðurs og jarðvegs í umhverfi sínu.

Helstu ferli og hugtök

Margvíslegir umhverfispættir hafa áhrif á vistkerfi á borð við úthaga. Búfjárbeit er einn þeirra. Sé beitin höfleg

geta vistkerfin náð ákveðnum stöðugleika enda þótt þau breytist við beitina. Sé aftur á móti um langvarandi og þunga beit að ræða geta vistkerfin hrunið og orðið eyðingu að bráð. Sambærilegt ferli úr sjávarútvegi er hrun fiskistofna vegna ofveiði.

Beit og gróðurfarsbreytingar

Plöntur þola beit misvel og umtalsverðar gróðurfarsbreytingar geta orðið af völdum beitar (Briske 1991).

Tegundir sem eru eftirsóttar og *þola beit illa* hverfa fyrstar úr gróðursamfélaginu við beit. Þannig er því farið með margar blómjurtir svo sem blágresi og ætihvönn.

Tegundir sem eru eftirsóttar en *þola beit vel*, t.d. vegna þess að þær eru fljótar að mynda ný blöð eftir að þær eru bitnar, geta enst ágætlega í gróðursamfélaginu þrátt fyrir mikla beit. Til þessa flokks teljast t.d. margar grastegundir. Þær eiga þó undir högg að sækja vegna samkeppni við tegundir sem eru síður bitnar, t.d. vegna smæðar, þyrna, beitarletjandi efnasambanda og margra fleiri þátta,

(Halldór Þorgeirsson 1989). Slíkar tegundir mætti kalla beitarfælnar, og teljast flestar lyngtegundir sem finnast hérlendis, mörg hálfgrös og sefttegundir til þessa hóps (Ingví Þorsteinsson 1981). Við langvarandi eða þunga beit geta beitarfælnu tegundirnar smám saman orðið ríkjandi og er líklegt að algeng gróðurlendi hér á landi, svo sem lyngmóar og þursaskeggsmóar, séu afleiðing búsetu og beitar. Við þessa gróðurfarsbreytingu rýrnar beitagildi landsins og veldur það auknu álagi á góðar beitarplöntur sem eftir standa nema dregið sé úr beitinni.

Breytingar á gróðurfari af völdum beitar hafa lítið verið rannsakaðar hér á landi. Breytingarnar eru alla jafna svo hægfara að ekki er unnt að framkalla þær með tilraunum er standa í stuttan tíma, t.d. 5 ár. Helst hafa slíkar breytingar verið túlkaðar með því að bera saman gróðurfar utan og innan girðinga eða þar sem land er fríðað af náttúrulegum orsökum, t.d. á eyjum í vötnum (Hörður Kristinsson 1979; Halldór Þorgeirsson 1982; Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984).

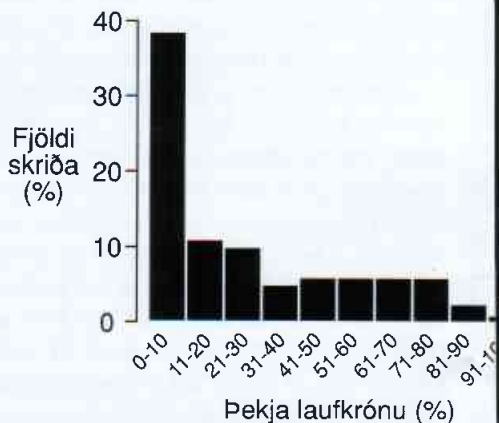
Beit hefur einnig óbein áhrif á gróður. Til dæmis getur traðk valdið gróðurfarsbreytingum og rofið göt á gróðurþekjuna. Þegar opnur myndast í gróðursvörðinn kann það að leiða til vatnsrofs og aukinnar hættu á skriðuföllum. Þetta á einkum við þar sem langvinn beit hefur skert hæfileika róta til að halda jarðveginum saman. Þá rofnar gróðurþekjan mun frekar samfara jarðskriði (sjá grein um rofmyndir í þessu riti). Sár í yfirborðinu geta síðar orðið að rofabörðum þar sem áfoksjarðvegur er nægjanlega þykkur.

Jarðvegur og jarðvegseyðing

Jarðvegur er auðlind sem er afar lengi að myndast og endurnýjast. Við jarð-

vegsmyndunina breytist jarðvegurinn og verður hæfari til að miðla nauðsynlegum næringarefnum og vatni til gróðursins. Þessar breytingar fela meðal annars í sér uppsöfnun lífrænna efna, en til þeirra sækir gróður bæði nítur og brennistein auk fleiri nauðsynlegra efna. Að auki myndast leirsteindir í jarðveginum; örsmáar agnir sem hafa mikla efnavirkni. Leirsteindirnar, sem og lífrænu efnin binda og miðla nauðsynlegum næringarefnum til gróðurs og annars lífs. Gróður verndar jarðvegin gegn eyðingaröflum (1. mynd). Þegar gróðri hnignar geta einnig orðið breytingar á jarðvegi, t.d. gengur á lífrænan forða hans. Einnig veikir gróft áfok og gjóska samloðun jarðvegskorna og hefur önnur óæskileg áhrif á jarðvegin.

Eitt megineinkenni jarðvegseyðingar á Íslandi er eins konar geryðing þar sem lokastig eyðingarinnar er auðnir (2.



1. mynd. Áhrif trjágróðurs á skriðuföll í Idaho. Tíðni skriðufalla er langmest þar sem þekja laufkrónu er minnst (0-10%) en nær engar skriður falla þar sem land er hulið trjám (91-100%). Unnið eftir mynd í bók Sidle og fl. (1985) um skriður og landnýtingu.



2. mynd. Auðnir. Eitt einkenni jarðvegseyðingarinnar á Íslandi er eins konar geryðing þar sem lokastig eyðingarinnar er land á borð við það sem hér sést. Frjósamt vistkerfi hefur tapast en eftir er ógróid land og rýr jarðvegur (í Sandvatnshlíðum á Biskupstungnaafrétti). Ljósmynd. Ólafur Arnalds.

mynd). Við eyðinguna glatast vistkerfi með gróðri og frjósömum jarðvegi. Eftir situr lífvana umhverfi með rýrum jarðvegi. Svo alvarleg eyðing er óvenjuleg nema á eyðimerkursvæðum jarðar.

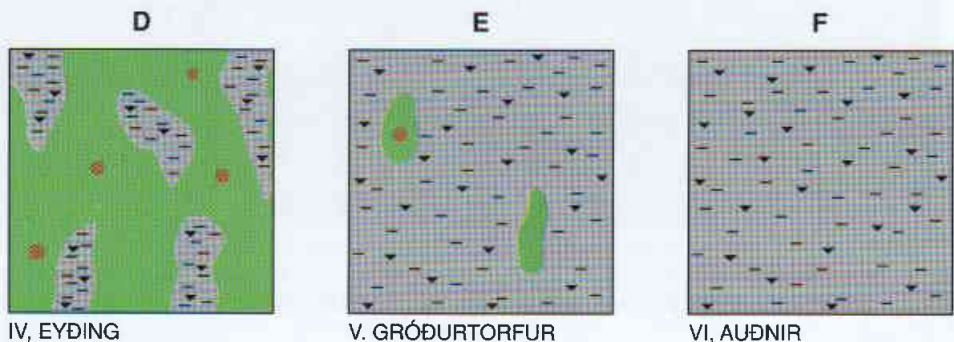
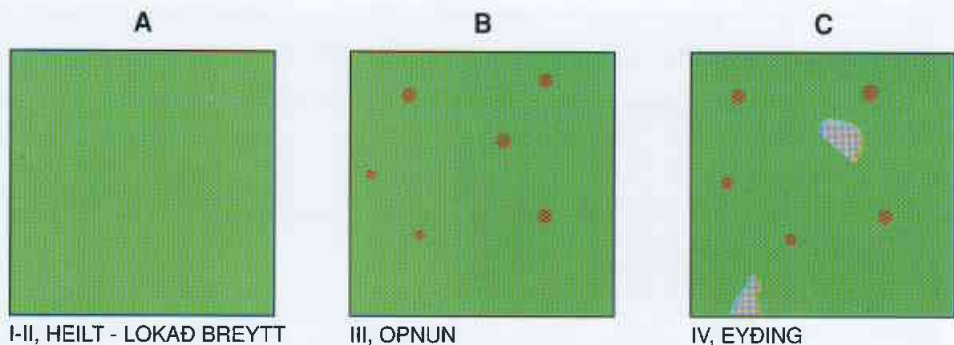
Nánari umfjöllun um rofmyndir er að finna á öðrum stað í þessu riti. Rétt er þó að leggja áherslu á að jarðvegseyðing er margþætt ferli og oft líður langur tími frá því að gróðurþekjan opnast og þar til landið verður örfoka.

Prep í hnignun gróðurs og jarðvegs

Við hnignun gróðurlendis eiga breytingar á gróðri og jarðvegi sér yfirleitt ekki stað með jöfnum hraða, heldur í stökkum. Það sama á við um jarðvegseyðinguna. Hnignunin kann að vera

hægfara og án þess að eftir henni sé tekið uns einhverju marki er náð, en þá geta orðið örvar breytingar og mikil eyðing á skömmum tíma. Tilviljanakennd atvik, t.d. tengd öfgum í veðurfari eða eldvirkni geta hrundið af stað slíkum umskiptum.

Eyðimerkur og norðlægur slóðir eru dæmi um landsvæði þar sem umhverfið er markað af öfgum í veðurfari. Á Íslandi bætast eldgos við áhrifavalda sem geta valdið örum breytingum. Það er mikilvægt að draga úr eða koma í veg fyrir hraða hnignun jarðvegs og gróðurs vegna eldgosa eða slæms árferðis. Til þess þarf að vera unnt að túlka, eða leggja ákveðinn mælikvarða á gróðurfar og eiginleika jarðvegsins á hverjum stað. Þar sem sveiflur í veðurfari eru miklar, eins og hér á landi, er það tilviljunum



3. mynd. Þekja gróins lands á mismunandi stigum. Í upphafi er gróðurþekjan heil (I. og II. stig), en á III. stigi hefur dilarof opnað hana. Á IV. stigi minnkar gróðurlendið ört jafnframt því sem rofjaðrar lengjast. Á V. stigi sitja gróðurtorfur eftir, en á VI. stigi er jarðvegsauðlindin þorrinn og gróður takmarkaður. Teikn byggð á frumteikningu Ó.A. 1983.

háð hvenær hagstæðar aðstæður skapast fyrir framför gróðurs. Það sama má segja um skilyrði er leiða til hnignunar. Ef ekki er brugðist við hægfara hnignun vistkerfa, geta þau orðið fyrir svo miklu tjóni að erfitt eða ógerlegt er að snúa þróuninni við.

Góðri landnýtingu hefur verið líkt við þraut eða ísprótt sem felst í því að nota hvert tækifæri sem gefst til að bæta stöðuna og fordast hættur og áföll (Westoby og fl. 1989). Að þessu leyti má líkja stjórnun landnýtingar við skák. Slík

landnýting byggir frekar á sveigjanleika en ósveigjanlegum reglum, venjum og reiknitölum um vistkerfið. Skákmaðurinn þarf að færa sér í nyt hvern sóknarmöguleika um leið og hann treystir vörn sína til að koma í veg fyrir áföll. Ef landnýting er sveigjanleg er unnt að grípa þau tækifæri sem gefast þegar aðstæður eru góðar til uppbyggingar, t.d. góð sumur. Þannig má bæta stöðu vistkerfisins þegar færi gefst til að koma í veg fyrir hægfara hnignun gróðurs og jarðvegs og verjast stóráföllum.

Tillaga að flokkun lands eftir ástandi

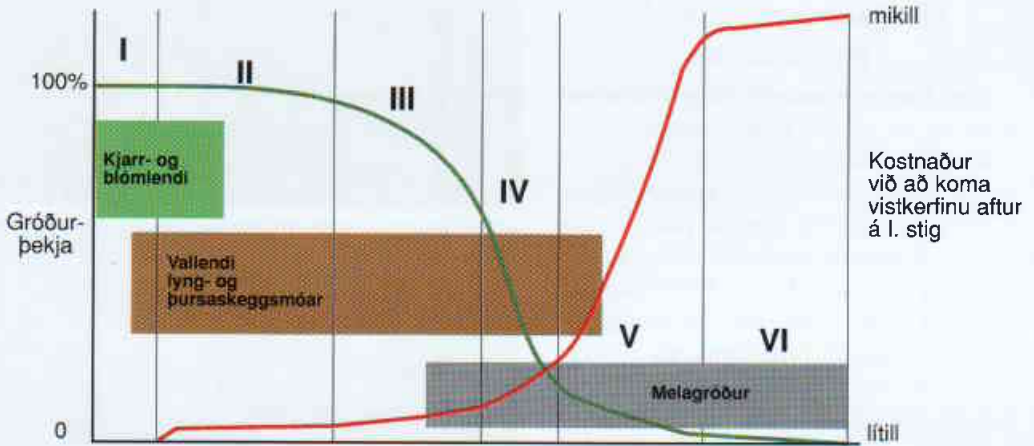
Þegar meta á ástand lands verður að miða við þá þætti vistkerfisins sem auðvelt er að henda reiður á, en meðal þeirra eru gróðurhula og jarðvegseiginleikar. Á grundvelli þessara þátta flokkuðum við ástand landsins í sex mismunandi stig eftir ásýnd þess. Þetta líkan er hliðstætt öðru slíku sem Archer og fl. (1988) bjuggu til fyrir hnignun gróðurfars á sléttum Suður-Texas. Flokkunin nær þó ekki til víðáttumikilla votlendisvæða á borð við þau er finnst á Suðurlandsundirlendinu.

Fyrsta stig flokkunarinnar miðast við óröskuð eða lítið röskuð vistkerfi, e.t.v. lík ásýnd landsins þegar landnámsmenn stigu hér fyrst á land. Lokastigið er hins vegar auðnin sem eftir er þegar eyðingaröflin hafa útrýmt gróðri og upprunalegum jarðvegi landsins. Á milli upphafs og lokastigs eru fjögur stig. Á 3. mynd er gróðurþekja landsins á hverju stigi sýnd á einfaldaðan hátt en á 4. mynd eru dæmi úr íslensku landslagi. Gróðurþekja minnkar ekki jafnhratt á hverju stigi, heldur er eyðingin mest á IV. stiginu eins og sést á 5. mynd (græn lína). Gróðurfur sem gæti einkennt hvert stig fyrir sig er einnig sýnt á 5. mynd. Hér á eftir fer lýsing á hverju stigi fyrir sig.

I. stig. HEILT GRÓÐURLENDI. Gróðurþekjan á þessu stigi er yfirleitt heil og jarðvegsskilyrði sem best verður á kosið. Gróðurfur einkennist af blómplöntum

4. mynd. Dæmi um gróðurlendi á mismunandi stigum hnignunar. Efst: I. stig. Heilt gróðurlendi. Næstefst: III. stig. Spillt gróðurlendi. Næstneðst: IV. stig. Rofs væði. Neðst: V. stig. Gróðurtorfur. Ljós. Ólafur Arnalds.





5. mynd. Einfölduð mynd af breytingum á gróðurþekju (græn lína) og gróðurfari sem geta orðið við langvarandi ofbeit. I-VI stendur fyrir stig er lýsa mismunandi ástandi (sjá lýsingar í texta). Meðan gróðurhulan er óskert og jarðvegseyðing lítil (II. og III. stig) er tiltölulega auðvelt og ódýrt (rauð lína) að koma gróðri aftur á I. stig, ef beit er minnkuð eða henni aflétt. Þar sem mestöll jarðvegshulan hefur tapast (V. og VI. stig) er hins vegar mun erfiðara og kostnaðarsamara að koma gróðrinum á I. stig aftur, því endurreisa þarf jarðvegsauðlindina, ef það er á annað borð gerlegt. Teikn. Á.L.A., Ó.A. og S.A./J.B.P.

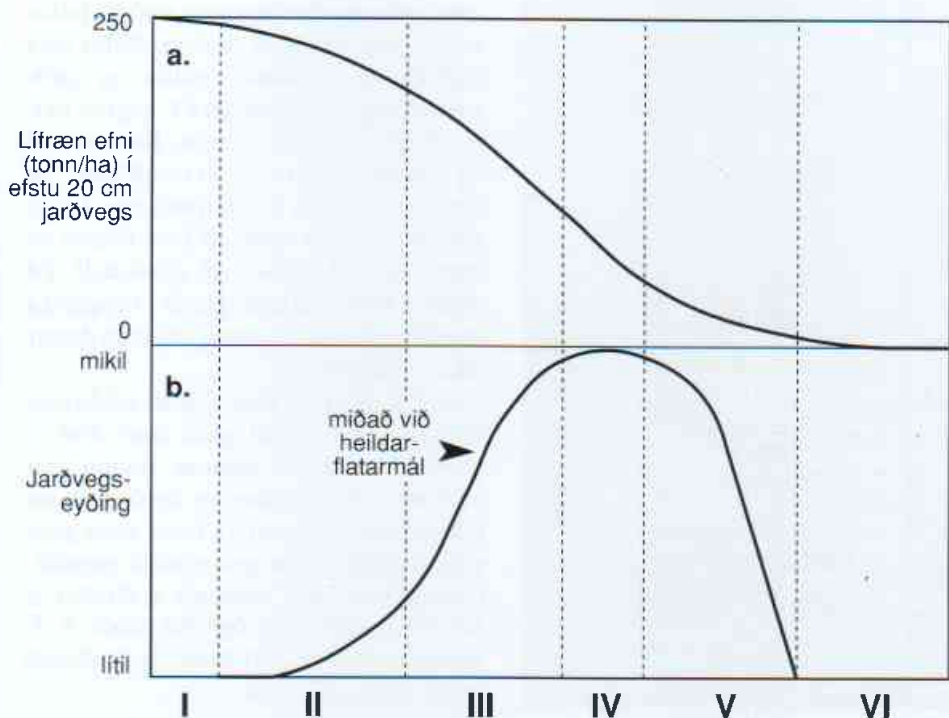
og grösum, auk birkis og víðis og eru margar af þessum tegundum eftirsóttar af búpeningi. Kolefnisinnihald í yfirborðslögum er hærra en 15% og því mikill lífrænn forði í jarðveginum til að miðla næringarefnum til gróðurs og annars lífs. Engin jarðvegseyðing á sér stað og við hóflega nýtingu gróðurs getur jafnvægi náðst á þessu stigi.

II. stig. BREYTT GRÓÐURLENDI. Land á þessu stigi hefur verið nýtt til beitar í alllangan tíma. Yfirleitt hefur skógi og kjarri verið eytt. Gróðurfari einkennist af tegundum sem þola vel beit og beitarfælnum tegundum, en eftirsóttar blómplöntur hafa hörfað úr gróðurþekjunni. Lífrænn forði í yfirborðslögum hefur rýrnað og jarðvegurinn er því ekki eins frjósamur og fyrrum. Rofdílar eru sums staðar í gróðurþekjunni, en þeir eru ekki algengir. Lítil sem engin jarðvegseyðing á sér því stað. Á þessu stigi getur náðst

jafnvægi milli beitar og gróðurfars, en landið er ekki eins frjósamt og á I. stigi.

III. stig. SPILLT GRÓÐURLENDI. Gróðurfari og jarðvegseiginleikar eru svipaðir eða lakari en á II. stigi. Rofdílar eru útbreiddir og rofstallar frá yfirborði að ólífrænu undirlagi hafa myndast. Slíkir rofstallar eru t.d. rofabörð og vatnsrásir. Þá er jarðskrið farið að opna land og skriðuföll orðin tíðari en áður.

IV. stig. ROFSVÆÐI. Á þessu stigi er jarðvegseyðing hröð. Á svæðum milli gróðurtorfanna er jarðvegsauðlindin þorrin og gróðurþekja lítil sem engin. Þar er rýr jarðvegur með litlum forða næringarefna og örri útskolun. Yfirborðið er óstöðugt því að ísnálar lyfta litlum plöntum upp með rótum, korn fjúka til á yfirborðinu eða berast með vatni, o.s.frv.



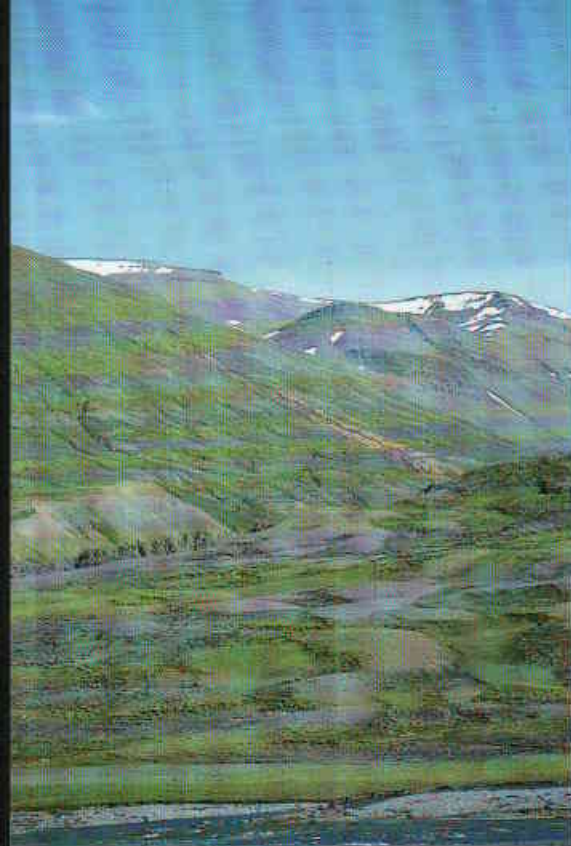
6. mynd. Hugmyndir um breytingar á eiginleikum jarðvegs samfara hnignun. Lífrænn forði í jarðveginum rýrnar smám saman (a); lengd rofjæðra (mörk gróins og ógróins lands) er mest á IV. stigi (b). Teikn. Á.L.A., Ó.A. og S.A./J.B.P.

V. stig. GRÓÐURTORFUR. Á þessu stigi hefur nær allur jarðvegur og gróður sem fyrir var horfið en eftir eru stakar torfur. Á milli er rýrt land með dreifðum mela-plöntum.

VI. stig. AUÐNIR. Eyðingin er algjör. Eftir situr rýr jarðvegur með litla gróðurþekju. Hér hefst á ný fyrra ferli, þ.e. landið klæðist gróðri, jarðvegur þróast og eykst að lífrænum efnum og næringu. Endurheimt gróðurs og jarðvegs getur tekið mjög langan tíma því að oft er dreifing á fræi tegunda sem einkenna tvö fyrstu stigin takmörkuð og aðstæður óhagstæðar fyrir spírun og uppvöxt fræplantna.

Eiginleikar jarðvegs

Rannsóknir á eiginleikum jarðvegs í tengslum við hnignun lands eru fáar. Þó má nefna að mælingar á Þingvallasvæðinu benda til að mikið magn lífræna efna sé í jarðvegi birkiskóga og þar sem beitar gætir lítið (Ingvi Þorsteinsson og Ólafur Arnalds 1992). Slíkt er í samræmi við eldfjallauppruna jarðvegsins, en eldfjallajarðvegur (Andosol) bindur alla jafna mikið af lífrænum efnum (Wada 1985). Mælingar í úthaga annars staðar á landinu sýna allmiklu lægri tölur, en þó er ekki vitað hvernig eða hve hratt gengur þar á lífrænan forða jarðvegsins. Gera má ráð fyrir að lífrænn forði jarðvegsins minnki frá um 250 tonnum á hvern hekt-



7. mynd. Land á IV. stigi í Öxnadal. Engir rofstallar eru við mörk gróðurlendisins, en kulferli (jarðskrið) og skriður eiga drjúgan þátt í að fletta gróðurkápunni af yfirborðinu. Ljós. Ólafur Arnalds.

ara og niður í mjög takmarkaðan forða á VI. stigi eins og sýnt er á 6. mynd a.

Mælingar á ógrónu og lítið grónu landi (Ólafur Arnalds 1988) benda til að lífræn efni safnist fyrir er gróður þróast og uppskera eykst eftir friðun örfoka lands og raunar teljum við að lífræn efni í jarðvegi kunni að vera góður mælikvarði á árangur landgræðsluáðgerða og vistheimtar. Lífræn efni styrkja samloðun jarðvegskorna og virðist hún meiri undir gróskumiklum gróðri en í rýru haglendi. Góð samkornun eykur vatnsleiðni og loftun jarðvegsins og er því mikilvæg.

Þekja gróðurs og jarðvegseyðing

Við gróðurfarsbreytingar þær sem

urðu við og eftir landnám virðast þúfur verða mun algengari en áður. Þúfur geta stuðlað að myndun rofdíla og jarðvegseyðingu. Gróðurinn á I. stiginu hefur öflugt rótarkerfi er tefur fyrir jarðsili og minnkar hættu á skriðuföllum og öðru sem opnar gróðurþekjuna. Þá er gróður á I. stigi betur til þess fallinn að mæta áföllum á borð við gjóskufall. Til dæmis hafa birkiskógarnir örugglega bundið gjóskuna þannig að hún hefur síður valdið tjóni.

Á III. og IV. stigi eyðist gróðurinn hraðast (sjá 5. mynd, græn lína). Það er vegna þess að á þessum stigum eru mörkin á milli gróins og ógróins lands hvað lengst (6. mynd b). Þessi mörk geta verið rofabörð, en það er ekki einhlítt. Þannig eru ekki beinlínis rofstallar á mörkum gróins og ógróins lands á 7. mynd, sem þó er gott dæmi um land sem fellur undir IV. stigið.

Notagildi ástandsflökkunar

Það er ekki unnt að búa til neinn algildan kvarða til að leggja á ástand gróðurs og jarðvegs. Flokkun eins og hér er stungið upp á getur þó haft hagnýtt gildi. Hana má t.d. nota til þess að meta land með tilliti til landnýtingar, til þess að benda á hvar þörf er á að friða land og einnig til að skýra af hverju slíkra aðgerða kann að verða þörf. Miklar upplýsingar eru til um gróður á gróðurkortum, en auka þarf skilning á gróðurfari með hliðsjón af ástandi landsins. Slíkar upplýsingar geta aukið gildi gróðurkorta til muna.

Við tilgreindum hér að framan sex stig er lýsa ástandi gróðurs og jarðvegs miðað við íslenskar aðstæður. Á I. stigi þolir gróðurfari nýtingu á borð við beit eða skógarhögg upp að vissu marki án þess að vistkerfinu hnigni að ráði. Enda þótt

breytingar verði á tegundasamsetningu og jarðvegseiginleikum við nýtingu á þessu stigi, getur vistkerfið þróast í upprunalegt horf ef álagið er minnkað. En ef þungi landnýtingar vex enn frekar breytist vistkerfið til frambúðar. Þegar því stigi er náð hafa ný ferli sem hafa áhrif á framvindu gróðursamfélagsins komið til sögunnar. Hið nýja samfélag er ólíkt hinu og þróast ekki auðveldlega aftur á I. stig. Slíkt samfélag er mótað af beitarpólum og beitarfælum plöntum, t.d. lyngtegundum, og jarðvegseiginleikar hafa líka breyst.

Unnt ætti að vera að nota ásýnd landsins sem lýst er með III. stigi til að kveða á um að gróðurlendi sé mikil hættu búin. Á því stigi er vitaskuld hyggilegast að grípa í taumana og draga úr álagi. Tegundasamsetning gróðurs á II. og III. stigi er mörkuð af landnýtingunni, en meiri rannsóknir á íslenskum gróðri þarf áður en hægt er að meta ástand gróðurs eingingu eftir tegundasamsetningu.

Á IV. stigi er jarðvegs- og gróðureyðing hraðfara og takmarka ætti landnýtingu á slíku landi á meðan það hylst aftur gróðri. Hæpið er að miða við uppskeru gróðurs við mat á beitargildi þegar svo er komið, því að gróður- og jarðvegseyðing vegur þyngra en uppskeran. Við jarðvegs- og gróðureyðingu tapast einnig aðrir þættir vistkerfisins, þar á meðal dýralíf og örverur í jarðveginum. Vistkerfið er lengi að ná sér aftur og kosta verður æ meiru til eftir því sem eyðingin magnast (5. mynd).

Á V. stigi eru enn til fræppsprettur í gróðri á gróðurtorfunum. Á þessu stigi er æskilegt að friða landið fyrir beit til þess að plöntur sem vaxa upp af fræi frá gróðurtorfunum náí að dafna. Minna beitarálag eða friðun örvar einnig fræmyndun á torfunum. Gróðurtorfur þarf

að varðveita og nýta til náttúrulegrar uppgræðslu. Þær eru verðmætari sem frægjafar en beitiland.

Land sem er á VI. stigi þarfnast friðunar og aðgerða sem miða að því að hefta fok, frosthreyfingu og jarðvegrensli svo að gróður geti numið þar land. Landnám gróðurs er háð framboði fræja, en þar sem auðnir eru orðnar samfelldar er náttúrulegt fræregn lítið. Því getur þurft að sá eða gróðursetja á völdum stöðum til að örva sjálfgræðslu á auðnunum.

Loftslagsbreytingar hafa verið miklar á Íslandi (sjá t.d. Þorleifur Einarsson 1985). Í góðærum hefur gróður náð að eflast og jarðvegur myndast á ýmsum svæðum sem annars væru auðnir. Erfitt gæti reynst að endurheimta þessi gróðursamfélög við núverandi loftslag ef þau eyddust fyrir áhrif óhóflegrar landnýtingar. Þessi hættu ætti í raun að vega þungt við mat á beitarpóli til fjalla.

Lokaorð

Meta má ástand lands á ýmsa vegu, eftir því hvaða markmið eru sett um verndun jarðvegs og gróðurs. Eftir því sem gróðurfari hrakar meira vex kostnaður við endurheimt landgæða. Því er mikilvægt að átta sig í tæka tíð á einkennum sem benda til þess að gróðurlendi hnignar og leita leiða til úrbóta. Beitargildi og uppskera er ekki endilega réttur mælikvarði við mat á landi. Verndun gróðurfars og jarðvegs vegur oft þyngra, ekki síst frá hagrænu sjónarmiði.

Hugmyndum okkar um hnignunarferli gróðurs og jarðvegs hefur verið varpað hér fram í þeim tilgangi að lesandinn eigi auðveldara með að gera sér grein fyrir ástandi þess lands sem fyrir augu ber. Það er einnig von okkar að ljóst sé að land sem einkennist af rofa-

börðum og ógrónu landi er á lokastigi eyðingar og því vafasamt að nota það til beitar fyrr en eyðingin hefur verið stöðvuð og landið grætt.

Ása L. Aradóttir er vistfræðingur hjá Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins. Ólafur Arnalds er jarðvegsfræðingur hjá Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Steve Archer er prófessor við Texas A&M-háskólann í Bandaríkjunum.

Heimildir

- Andrés Arnalds. 1988. Landgæði á Íslandi fyrr og nú. Græðum Ísland 1:13-30.
- Archer, S., C.J. Scifres, C.R. Bassham og R. Maggio. 1988. Autogenic succession in a subtropical savanna: conversion of grassland to thorn woodland. *Ecological Monographs* 58:111-127.
- Briske, D.D. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. Í: *Grazing Management. An Ecological Perspective*, R.K. Heitschmidt og J.W. Stuth (ritstj.). Timber Press. 85-108.
- Halldór Þorgeirsson. 1982. Gróðurathuganir við Vestara Friðmundarvatn. Samanburður á beittum gróðri og friðuðum. Fjórða árs verkefni við Líffræðiskor Háskóla Íslands.
- Halldór Þorgeirsson. 1989. Áhrif beitar á plöntur og líkanasmíð í beitarrannsóknunum. Ráðunautafundur 1989:28-33.
- Hörður Kristinsson. 1979. Gróður á beitarfriðuðum hölmum á Auðkúluheiði og í Svartárbugum. *Týli* 9:33-46.
- Ingibjörg Svala Jónsdóttir. 1984. Áhrif beitar á gróður Auðkúluheiðar. *Náttúrufræðingurinn* 53:19-40.
- Ingi Þorsteinsson. 1978. Gróður og landnýting. Lesarkir Landverndar 3.
- Ingi Þorsteinsson. 1980. Gróðurskilyrði, gróðurfur, uppskera gróðurlenda og plöntuval búfjár. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 12:85-99.
- Ingi Þorsteinsson og Ólafur Arnalds. 1992. Vegetation and soils of the Þingvallavatn area. *Oikos*. Í prentun.
- Ólafur Arnalds. 1988. Jarðvegur á ógrónu landi. *Náttúrufræðingurinn* 58:101-116.
- Sidle, R.C., A.J. Pearce, og C. L. O'Loughlin. 1985. Hillslope stability and land use. *Water Resources Monograph Series 11*, American Geophysical Union, Washington D.C., U.S.A.
- Wada, K. 1985. The distinctive properties of Andosols. *Advances in Soil Science* 2:173-229.
- Westoby, M.B., B. Walker og I. Noy-Meir. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management* 42:266-274.
- Þorleifur Einarsson. 1985. Jarðfræði. Mál og Menning, Reykjavík.