
Að lesa og lækna landið

Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir



LANDVERND



Landbúnaðarháskóli
Íslands



LANDGRÆÐSLA
RÍKISINS

Að lesa og lækna landið

Höfundar:

Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir

Útgefendur:

Landvernd, Landgræðsla ríkisins og
Landbúnaðarháskóli Íslands

Útgefendur: Landvernd, Landgræðsla ríkisins og Landbúnaðarháskóli Íslands 2015.

Höfundar: Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir Landbúnaðarháskóla Íslands.

Umbrot, uppsetning og útlit bókar: Drífa Árnadóttir.

Prentvinnsla: Guðjón Ó – vistvæna prentsmiðjan.

ISBN: 978-9979-881-35-3.

Höfundar hafa tekið ljósmyndir í bókinni nema annars sé getið.

Þróunarsjóður námsgagna og sendiráð Bandaríkjanna á Íslandi styrktu þessa útgáfu.



Íslensk vistkerfi eru í ákaflega misjöfnu ástandi. Sums staðar er ástand gott en víða er landið verulega laskað, án þess að því sé veitt náin athygli. Að vera læs á landið er sjálfsagður þáttur í menntun okkar og náttúruupplifun. Ýmsar leiðir eru til að bæta raskað land; viðfangsefnin spennandi og gefandi í senn.

Þetta rit er fyrir þá sem vilja læra að skynja ástand lands og lækna sárin en einnig þá sem vilja fræða aðra. Það hentar til dæmis vel til kennslu í framhaldsskólum og til notkunar á námskeiðum fyrir kennara á grunn- og framhaldsskólastigi. En ritið á ekki síður erindi við almenning, þá sem vilja skynja andardrátt landsins og hlúa að því þar sem ástandið er ekki sem skyldi.

Ritið fjallar um vistfræði, landnýtingu og aðferðafræði við mat á ástandi lands og vistheimt á breiðum grunni. Landvernd og Landgræðsla ríkisins standa sameiginlega að útgáfu ritsins. Landvernd hefur frá stofnun félagsins unnið ötullega að fræðslu um ástand landsins og barist fyrir landgræðslu og nú á seinni árum beint sjónum að vistheimt. Landgræðsla ríkisins hefur með höndum öflugt fræðslustarf, oft í samstarfi við Landvernd. Tilgangurinn með þessari útgáfu er að bæta möguleikana til að fræða um ástand lands og vistheimt.



Vistheimt: landnám birkis á gömlu sandsvæði.

Efnisyfirlit

1. Undirstaðan	1	Ástand afrétta — töluleg gögn.....	56
Af hverju að lesa í landið?.....	1	Fyrr og nú — og kannski síðar.....	57
Auðurlandsins.....	2	6. Ástand og umhverfispættir	58
Algeng íslensk vistkerfi.....	3	Frost og þýða mótar landið.....	58
Sólin: drifkraftur vistkerfa.....	4	Vatnshagur.....	60
Hringrás vatns.....	5	Jarðvegsskánin.....	61
Hringrásir næringarefna.....	6	Líffræðileg fjölbreytni.....	62
Moldin dásamlega.....	8	7. Að bæta ástand lands	64
Lífið í moldinni.....	9	Skiptir ástand landsins máli?.....	64
Eldfjallajörð (mold á eldvirkum svæðum).....	10	Er hægt að bæta ástand lands?.....	66
2. Landlæsi, nýting, þanþol	12	Vistheimt — endurheimt vistkerfa.....	68
Táknmyndir hnignunar.....	13	Uppgræðsla.....	69
Gróður og beit.....	14	Landgræðsla.....	70
Rask og þanþol.....	16	Um hvað snýst vistheimt?.....	72
3. Gróður á Íslandi	18	8. Vistheimt og framvinda	74
Hversu vel er landið gróið?.....	18	Að bæta skilyrði á yfirboði jarðvegsins.....	74
Gróðurfar.....	20	Frostlyfting.....	76
Rýrt mólendi.....	22	Að bæta frjósemi skemmdra vistkerfa.....	78
Votlendi.....	25	Landslag skiptir máli.....	80
4. Jarðvegsrof	26	Vítahringur landhnignunar.....	82
Mælistika á rofið.....	28	Vistheimt — líkan.....	83
Rofabörð.....	30	Máttur sjálfgræðslunnar — lítil saga.....	84
Rofdílar.....	32	Framvinda.....	85
Rofsár í hlíðum.....	33	Vistheimt og gróðurframvinda.....	86
Áfoksgeirar — afdrifarikasta rofafið?.....	34	9. Tilgangur, markmið og framkvæmd	
Rof á auðnum.....	36	vistheimtar	90
Sandar á Íslandi.....	38	Verkfærataška vistheimtar.....	92
5. Ástand landsins	40	Plöntur í verkfæratosku vistheimtar.....	94
Ástandsstig.....	40	Leiðir til að koma gróðri á legg.....	96
Frá heilum vistkerfum til auðna: hvað breytist?.....	46	Vistheimt og mannvirkjagerð.....	98
Náttúrulegar auðnir?.....	48	10. Vistheimt á Íslandi	100
Rányrkja — rofsvæði og auðnir.....	49	11. Við erum ekki ein	102
Samfélagið, ástand lands og búfjárbætt.....	50	12. Vistheimt og vistheimtarfræði	104
Landið er fjölbreytt.....	52	Heimildaskrá.....	106

1. Undirstaðan / Af hverju að lesa í landið?

Öll berum við ábyrgð á auðlindum landsins. En borgarlíf nútímamannsins hefur fjarlæggt hann frá náttúrunni og kaupandinn í stórmarkaðinum veltir ekki moldinni fyrir sér þegar hann verslar í matinn. Þó er nýting auðlinda í framtíðinni háð því að þær séu notaðar af skynsemi á öllum tímum; að ekki sé gengið á náttúruauðinn. Og þar sem ástand landsins er ekki sem skyldi, er mikilvægt að endurheimta gæði landsins. Okkur ber öllum að axla þá samfélagslegu ábyrgð. Eftir því sem almenn þekking er meiri á ástandi lands og gæðum náttúrunnar er hægt að umgangast auðlindir landsins með markvissari hætti.

Landlæsi er góður farareyri á vegferð náttúruunnandans, landnotandans og ekki síst neytandans sem kaupir afurðir sem landið gefur af sér. Ferðalangurinn nemur og nýtir örnefni á leið sinni; margir kynna sér sögu landsins og náttúruafar. Það er jafn sjálfsagður þáttur í náttúruskoðun og þekkingu á landinu að skynja líðan þess, andardrátt lífríkisins. Landlæsi er undirstaða náttúruverndar. Mörg verðum við síðan landlæknar, hvert með sínum hætti; við búskap eða með landgræðslu og skógrækt og ýmsum öðrum störfum. Endurheimt náttúrulegra gæða landsins nefnum við **vistheimt**.

Það er mikilvægt að við öxlum sameiginlega ábyrgð á landinu, sem notendur, fagfólk, almennir þátttakendur í mótun samfélagsins, aðilar stjórnsýslunnar eða sem almennir þegnar landsins. Landlestur er sjálfsagður hluti almennrar þekkingar á landinu og auðlindum þess, skilningur sem hefur mun fjölbreyttara notagildi en virðast kann við fyrstu sýn.



Það er mikilvægur eiginleiki að geta skynjað landið, séð ástand þess. Án þess erum við blind, okkur skortir landlæsi.

Auður landsins

Lífsafkoma fólks er fólgin í framleiðni lands og sjávar. Vistkerfi nýta orku sólarinnar til þessarar framleiðslu. Orkan er síðan notuð af mismunandi lífverum þar til hún gengur til þurrðar, eða tapast aftur sem hitaorka. Í millitíðinni getur orkan safnast upp sem lífræn efni í jarðvegi; forðabúr sem lífverur kerfisins geta síðan gengið að eftir þörfum. Mikilvægt er að ganga ekki um of á forða orku og næringar í náttúrulegum vistkerfum, annars hnignar þeim. Mestur hluti lífveranna, orkunnar og næringarinnar sem keyra vistkerfin býr í efsta hluta jarðvegsins. Ekki má skaða lífríkið eða fjölbreytni þess um of því annars raskast þessar hringrásir og orkuforðinn minnkar. Hóflæg nýting veldur hins vegar breytingum, m.a á gróðurfari, án þess að vistkerfið skaðist. Miklar og neikvæðar breytingar í gróðurfari eru oft fyrstu einkenni hnignunar, en alvarleg jarðvegseyðing og myndun auðnar getur verið lokastigið.

Á Íslandi eru afleiðingar hnignunar mjög augljósar þegar verst lætur: illa gróið land, mikið rof og sums staðar jafnvel auðn. Birkiskógur er dæmi um upprunalegt og lítt raskað gróðurlendi. Birkiskógavistkerfi eru gríðarlega auðug af lífrænum efnum, uppskera gróðurs er mikil og umsetning næringarefnanna hröð. Í gróskumiklum gróðurlendum felst mikill náttúruauður. Hins vegar getur landið verið afar rýrt þótt það sé gróið og hefur þá takmarkaða framleiðslugetu. Auðnin hefur nánast enga framleiðni - þar er auðurinn horfinn.

Hér á Íslandi er víða mögulegt að endurheimta gæði landsins þótt kerfin séu í slæmu ástandi nú. Þannig getum við byggt upp ríkidæmi fyrir komandi kynslóðir, ef við tökum markvisst saman höndum til að bæta ástandið.



Algeng íslensk vistkerfi

Votlendi

Votlendi eru á meðal mikilvægustu vistkerfa jarðar. Þau tempra vatnrennsli og vatnshita og draga úr hættu á flóðum og þurrkum í ám. Votlendi eru undirstaða fjölbreytilegs dýralífs ofanjarðar sem neðan, þau varðveita gríðarlegt magn næringarefna sem hafa áhrif á framleiðni alls vatnakerfisins og grunnsævis undan ströndinni. Votlendi á Íslandi eru sérstök á heimsmeðal vegna eldfjallaösku í jarðvegi þeirra. Stór hluti votlendis á Íslandi hefur verið ræstur fram með skurðum, en sum þeirra eru nú alfriðuð.



Skóglendi

Skóglendi þakti stóran hluta Íslands við landnám en er nú aðeins um 1% landsins. Skógar heimsins eru mikilvægir fyrir framleiðslu timburs, pappírs og eldsneytis og þeir hafa afar fjölbreytilegt dýralíf. Skógar veita trausta vernd gegn jarðvegssrofi og þeir eru mikilvægir fyrir bæði vatnsmiðun og kolefnisbúskap heimsins eins og votlendið.

Birkiskógar hafa mikið útivistargildi og því eru þeir eftirsóttir fyrir sumarhúsabyggðir. Endurheimt votlendis og birkiskóga er á meðal yfirlýstra markmiða stjórnvalda.



Mólendi

Mólendi er útbreiddasta gróðurlendi landsins. Mólendi er víða að finna nú þar sem land hefur breyst vegna landnýtingar, t.d. frá því að vera skógur, en það finnst einnig í fjalllendi og þar sem gróður er á ná sér á strik við vistheimt. Lyngtegundir eru oft áberandi, sérstaklega í mikið nýttu landi, en grös og blómplöntur eru einnig þáttur í gróðurþekjunni, ásamt mosa, fléttum o.fl. Tegundasamsetning og frjósemi ráðast m.a. af sögu nýtingarinnar, en einnig hitastigi, snjóalögum og jarðvegssraka. Mólendi eru afar mikilvæg vistkerfi fyrir vatnsmiðun, dýralíf og beitarnýtingu í landinu.

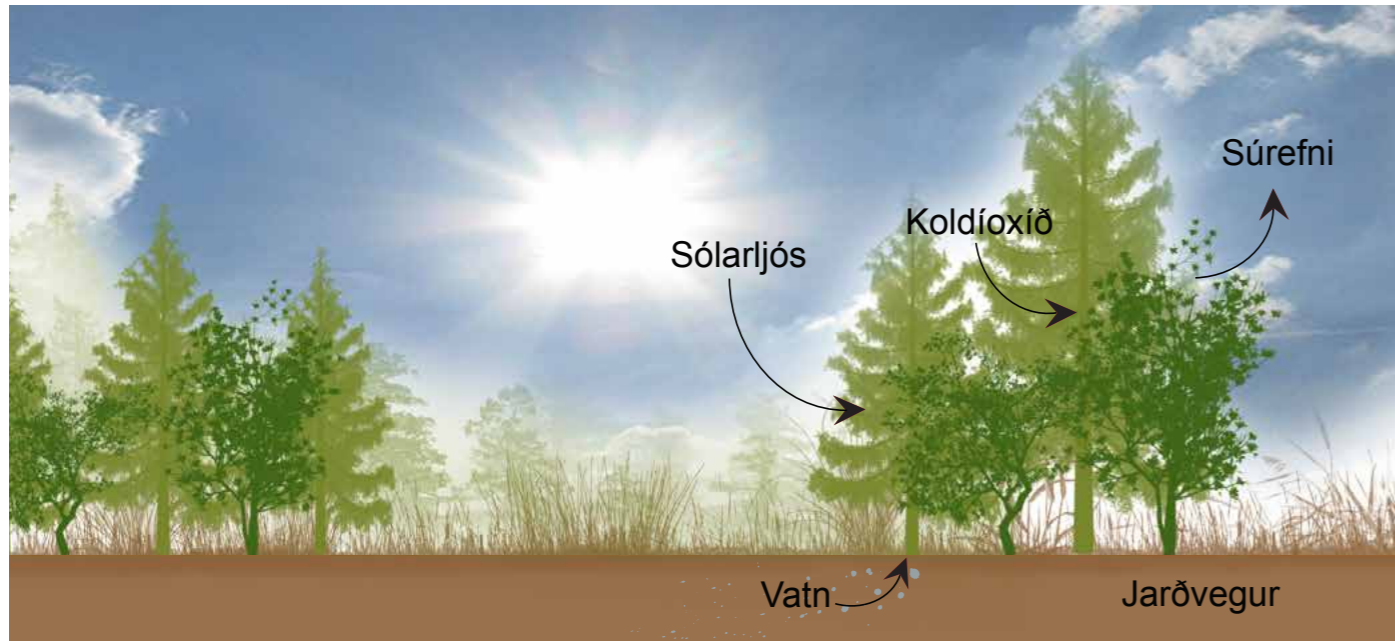


Sólin: drifkraftur vistkerfa

Sólin ljær vistkerfum jarðarinnar þá orku sem þarf til að knýja þau. Það eru grænuhorn plantna sem vinna orkuna með ljóstillífun. Öll orka í fæðunni sem við innbyrðum daglega er upprunnin frá þeim. Orkan sem farartæki nútímans nota, jarðefnaeldsneyti á borð við olíu og bensín, er unnin úr fornum setlögum þar sem gróður hefur rotnað og grafist. Við ljóstillífun losnar súrefni sem er nauðsynlegt fyrir öndun lífvera. Súrefni er nauðsynlegt öllum bruna sem nýtir jarðefnaeldsneyti og til dæmis við bruna á timbri. Á sama hátt er súrefni nauðsynlegt lífverum; við „brennum“ fæðunni.

Annar nauðsynlegur miðill lífsins er vatn, því nær öll efnahvörf sem viðhalda lífinu eru háð vatni. Vatn er flutningsmiðill um lífkerfið, kælivökvi og svo mætti lengi telja. Þannig má segja að orka sólarljóssins, grænuhorn gróðursins og vatnið séu undirstaða orkuframleiðslunnar. Orkunámið þarfnast ennfremur ýmiss konar næringarefna, næringarhringrásin þarf að vera virk. Moldin er nauðsynlegur miðill vatnsins og næringarefnanna.

Þegar ljóstillífun hófst fyrir meira en 3 milljörðum ára varð mesta byltingin sem hefur orðið á yfirborði jarðar frá tilurð hennar: súrefni tók að safnast fyrir í andrúmsloftinu. Þá tók berg að oxast (tærast og veðrast), sem er forsenda fyrir myndun moldarinnar. Með súrefninu í andrúmsloftinu hófst þróun lífs fyrir alvöru á yfirborði þessarar merkilegu reikistjörnu sem við byggjum.

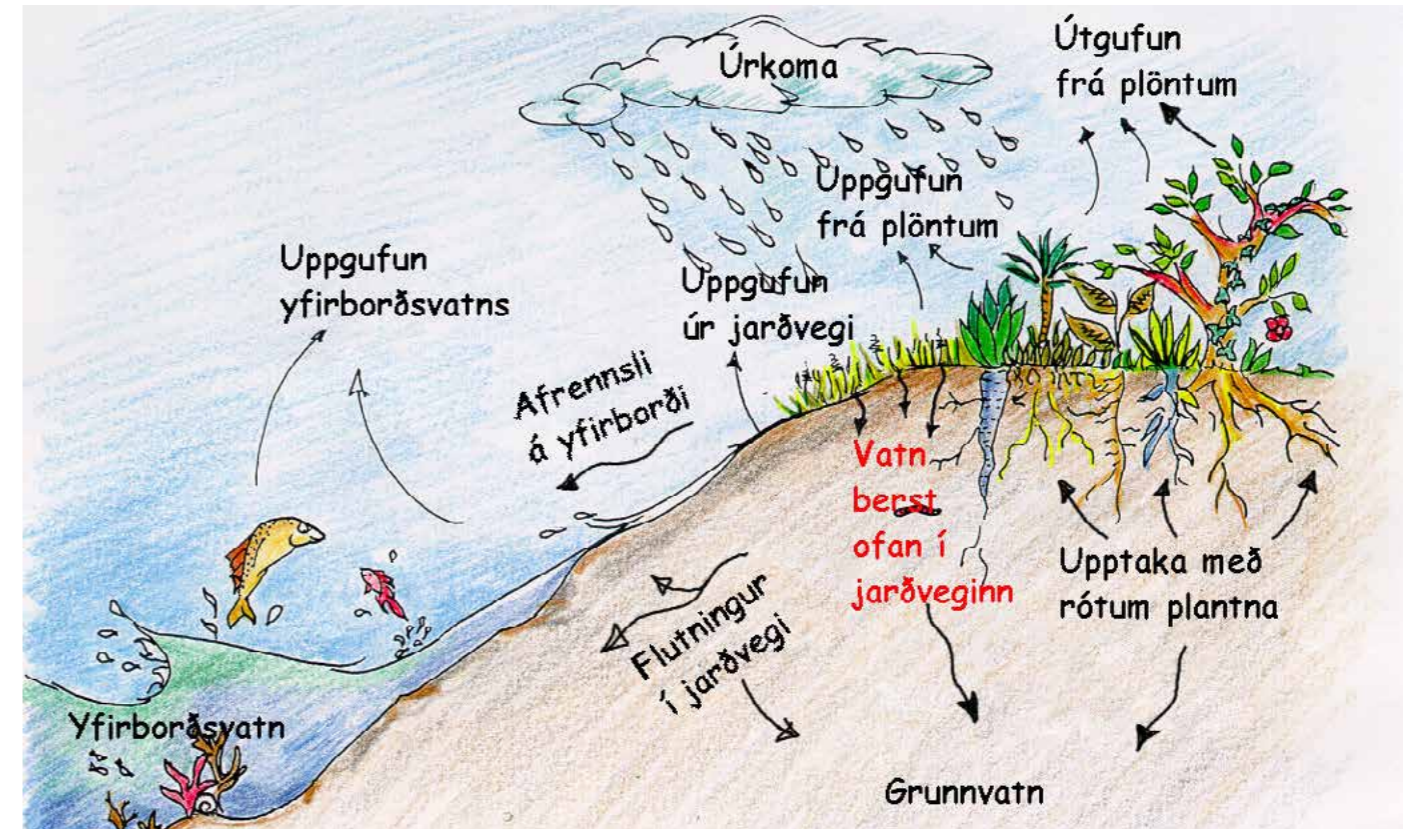


Orkan numin úr sólinni.

Hringrás vatns

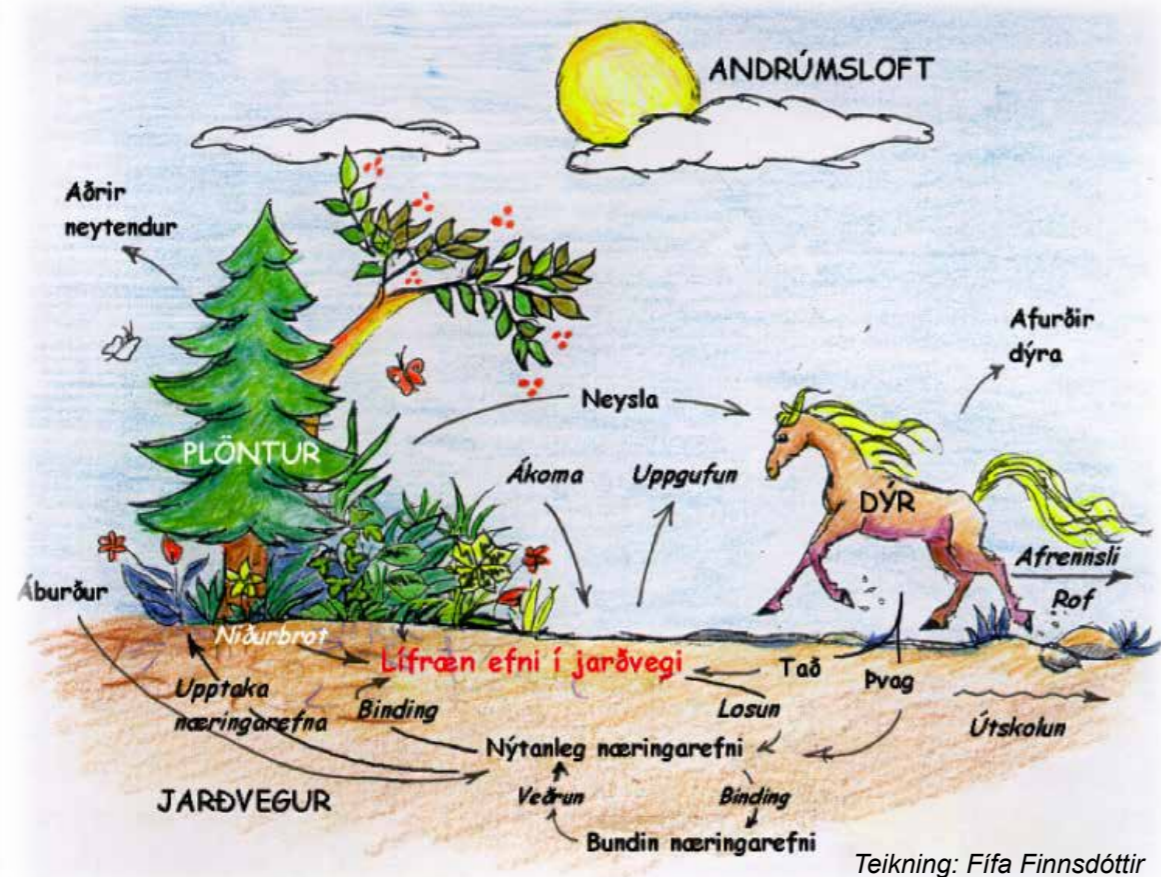
Moldin hefur þann gróðarlega mikilvæga eiginleika að geta safnað og geymt vatn sem fellur til jarðar með regni. Vistkerfið nýtir síðan vatnið sér til viðurværis. Gróður á yfirborði er einnig mikilvægur til að hindra yfirborðsrennsli og tryggja að vatnið sígi ofan í moldina. Góð mold getur auðveldlega haldið jafnþyngd sinni af vatni. Hnignun jarðvegs og jarðvegsrof skerða hæfileika moldarinnar til vatnsmiðlunar.

Hluti regnvatns síast áfram í gegnum moldina til grunnvatnsins eða í ár og læki. Um leið síar hún mengunarefni úr vatninu og tryggir að það vatn sem rennur til grunnvatns sé hreint og tætt. Þegar mikið hefur rignt og moldin er vatnsmettuð eykst hættu á flóðum. Það sama á við þegar yfirborð auðna er frosið og regnvatn eða snjóbráð kemst ekki ofan í jörðina. Moldin er því nauðsynleg til vatnsmiðlunar og án hennar myndi vatnið renna viðstöðulaust til sjávar án þess að nýtast vistkerfum landsins.



Þar sem regn fellur í gróskumikla jörð geymir moldin vatnið og það er nýtt af gróðri. Ef ástand lands er slæmt rennur vatnið af yfirborðinu án þess að nýtast, og getur valdið miklum flóðum. Moldin síar einnig mengunarefni úr vatninu áður en það berst til grunnvatns. Teikning: Fífa Finnsdóttir.

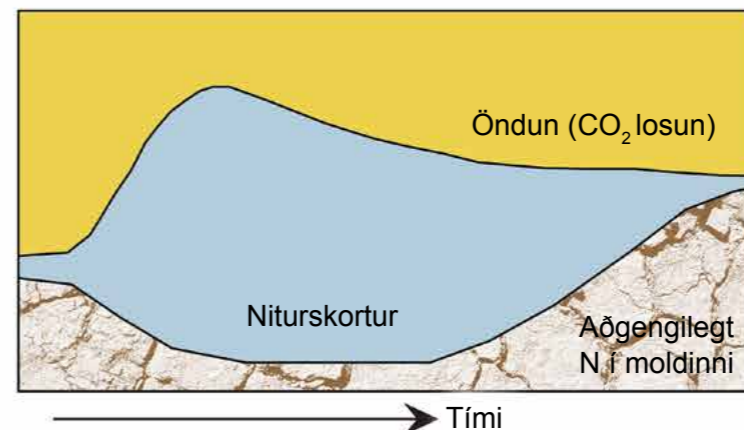
Hringrásir næringarefna



Hringrásir næringarefna er nauðsynlegur þáttur í starfi vistkerfa. Lífrerur taka næringarefni upp úr jarðvegi og andrúmslofti, en þau losna aftur við niðurbrot lífrænna efna. Efnaveðrun í jarðvegi losar um mörg nauðsynleg steinefni sem lífríkið notar. Næringarefni á borð við nitur, brennistein og fosfór falla aftur til jarðvegs sem leifar dýra og plantna, og taka síðan að rotna, en við það losnar CO₂ til andrúmsloftsins. Heilbrigð lífsstarfsemi í moldinni tryggir rotnun og endurnýjun næringarefna og til þess þarf góðan forða af lífrænum efnum (orku). Virkni næringarhringrása er góður mælikvarði á frjósemi og ástand vistkerfa. Hæfileg nýting getur örvað umsetningu næringarefna, en ofnýting leiðir til þess að hringrásin raskast og kerfið hrynur. Endurheimt vistkerfa, vistheimt, miðar m.a. að því að koma á virkum næringarhringrásum. Nitur er það næringarefni sem oftast er takmarkandi fyrir frjósemi vistkerfa og það er mikilvægt að byggja upp forða þess í moldinni. Niturforði fer eftir hve mikill heildarforði lífrænna efna (og þar með orka) er í moldinni.

Er sína til óþurftar?

Af næringarefnum þurfa lífrerur mest af kolefni (C) sem er unnið úr andrúmsloftinu en einnig þurfa þær mikið af nitri (N). Hlutfall þessara efna (C/N) er oft u.þ.b. 10/1. Örverur sem stuðla að niðurbroti lífrænna efna þurfa mikið af nitri en sína hefur lítið af nitri (hátt C/N hlutfall). Ef mikið fellur til af sínu verður tímabundinn niturskortur í kerfinu (sjá mynd). Þegar örverur hafa brotið niður sína verður kerfið frjósamara en áður, meira er af lífrænum efnum og þar með lausu nitri. Þegar þetta gerist verður oft „sprenging“ í gróðurfarinu og blómjurtir sem gera miklar kröfur til frjósemi jarðvegsins verða áberandi í gróðursverðinum. Í endurheimt á illa grónu landi er mikilvægt að safna næringarforða, þar á meðal nægum lífrænum efnum og nitri.



Þegar sína með litlu af nitri fellur til, t.d. í kjölfar friðunar, nýta örverur allan lausan nitur og gróður upplifir tímabundinn niturskort sem skerðir framleiðni til að byrja með. Rotnunin veldur aukinni öndun í jarðveginum og það losnar meira CO₂. En að lokum verður kerfið frjósamara, með meira af kolefni og nitri sem er tiltækt fyrir gróður.



Blómlendi sem gefur til kynna gótt næringarefna í moldinni.



Moldin dásamlega

Moldin er hin myrka en lifandi veröld sem er órjúfanlegur hluti vistkerfa á landi. Siðmenningin á sér rætur í sáðsléttunni, hugtakið jarðvegur er í raun plógfarið. Moldin er síbreytileg og gríðarlega fjölbreytt auðlind, allt frá frerajörð heimskautanna til hinna gömlu moldar hitabeltislandanna. Moldin þróast smám saman og með tímanum tekur hún á sig margvíslegar myndir eftir því hvernig umhverfið mótar hana. Lífríkið, hitastig, úrkoma, landslag, jarðfræði, móðurefni og aldur eru á meðal þátta sem ráða myndun og eiginleikum jarðvegs. Það má líkja yfirborði jarðar við risavaxna efnaverksmiðju, þar sem smám saman gengur á upprunalegu bergefnin, uppleyst efni skolest út með regnvatni, en sífellt safnast fyrir meira af leir í moldinni. Lífverur eru miðlægar í verksmiðjunni, verkamenn sem stuðla að sundrun bergefna og keyra áfram næringarhringrásina.

Með tímanum tekur moldin á sig ýmsa þá eiginleika sem eru mikilvægir fyrir starfsemi vistkerfa. Lífrænum efnum fylgja dökkir litir, en kalkríkur jarðvegur á þurrum svæðum er yfirleitt ljósleit. Rauði liturinn er litur járnríks leirs, sem er merki um gamlan og mikið þróaðan jarðveg. Lífræn efni safnast fyrir á tugum eða hundruðum ára í yfirborðið en leirinn myndast í jarðvegslagi nokkru neðan yfirborðs og er að safnast fyrir í árpúsundir. Margs konar leirtegundir myndast í jarðveginum en þær stuðla misjafnlega mikið að frjósemi. Leir í ungum jarðvegi stuðlar oft að góðri vatnsheldni og miðlun steinefna. Í mjög gömlum jarðvegi er aftur á móti mikið af járn- og álríkum leir (m.a. baxít sem notað er í álverksmiðjum), en þessi leir hefur ekki góða eiginleika fyrir miðlun vatns og næringarefna.

Eldfjallajörðin, eins og sú sem finnst á Íslandi, er yfirleitt ung og frjósöm mold sem miðlar vel vatni og næringarefnum. Hérlendis eru gjóskulög í moldinni sem gefa henni sérstakan blæ.



Barrskógarjörð.



Eyðimerkurjörð.



Hitabeltisjörð.



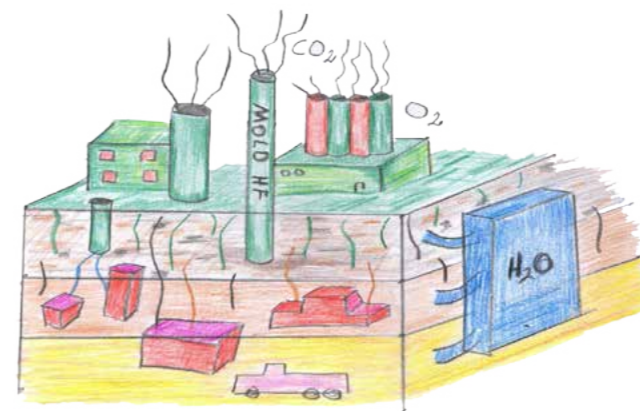
Eldfjallajörð.

Lífið í moldinni

Moldin er stórfenglegur lífheimur; kerfi sem er drifkraftur næringarhringrásanna. Mun fleiri tegundir lífvera búa ofan í moldinni en á yfirborði jarðar. Í hverju grammi jarðvegs eru hundruðir milljóna af margskyns lífverum sem hafa hlutverk í hringrás lífsins.

Efst til hægri eru rætur (brúnar) tengdar með þráðum *svepprótar* en hvítar skellur eru *geislasveppir*. Þetta fjölbreytta sambýli er afar mikilvægt fyrir upptöku næringarefna. Næst sjást smásæjar *bakteríur* á rótarhárnum. *Þráðormurinn*, sem einkum lifir á bakteríum og öðrum smásæjum örverum, er afar illúðlegur undir smásjóni. Köngulóin er einnig óáreinnileg, þessi lifir á öðrum smádýrum við yfirborðið (augun eru á stilkum). Mörg skordýr eru tætarar; afar mikilvæg dýr á fyrri stigum niðurbrots lífrænna efna. Síðan taka æ smærri lífverur við í fæðukeðjunni.

Allur þessi mikilfenglegi heimur er hulinn sjónum, en hann er sannarlega athyglínnar verður, fullkomlega nauðsynlegur hlekkur í hringrás lífsins. Dauðir hlutar lífvera eru brotnir niður í agnarsmáar lífrænar sameindir sem ensím brjóta endanlega niður. Þá hefur losnað um nitur, fosfór og önnur næringarefni sem nauðsynleg eru plöntum svo þær geti vaxið og myndað nýja vefi sem nema orku úr sólarljósinu og vatn og næringu úr moldinni. Nú getur plantan tekið að gæða sér á næringunni að nýju — hringrásinni er lokið.



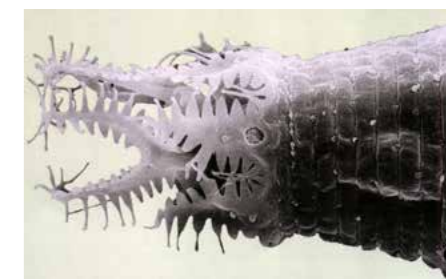
Moldin er risastór efnaverksmiðja á yfirborði jarðar sem framleiðir leir, losar steinefni í jarðvegsvatnið og er miðstöð hringrásar næingar, orku og vatns.



Geislasveppir.



Bakteríur á rótarhárnum.



Þráðormur.



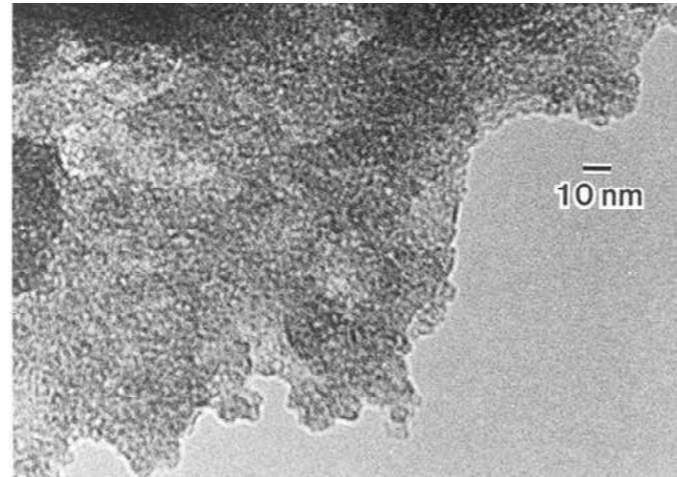
Könguló. Myndir: USDA/NRCS.

Eldfjallajörð (mold á eldvirkum svæðum)

Íslensk mold er *eldfjallajörð* (Andosol), en svo nefnist mold sem myndast á eldfjallasvæðum þar sem gjóska (aska) er ríkjandi í yfirborði. Íslensk gosaska er gerð úr basískum gosefnum sem veðrast ákaflega hratt. Þegar hún leysist upp þá losnar um efni sem ýmist skolest í burtu með vatni eða mynda ný efnasambönd sem verða hluti moldarinnar, svonefndar leirsteindir. Leirsteindirnar, ásamt lífrænum efnum í moldinni gefa henni þá mikilvægu eiginleika að geta safnað og miðlað vatni og næringarefnum.

Eldfjallajörð safnar alla jafna miklu af lífrænum efnum. Hún er yfirleitt frjósöm og því eru mörg eldfjallasvæði afar þéttbýl. Íslenskur jarðvegur er ung *eldfjallajörð*. Mest af jarðvegi auðna á Íslandi telst einnig til eldfjallajarðar. *Eldfjallajörð* er mjög frábrugðin öðrum jarðvegi heimsins. Hún getur bundið mikið af vatni, en um leið skortir hana samloðun. Það er vegna þess að leirsteindirnar í *eldfjallajörð*, einkum *allófan*, loða illa saman öfugt við annan leir í jarðvegi sem er ein af ástæðum þess að íslenskum jarðvegi er einkar hætt við rofi.

Íslenska *eldfjallajörðin* er ákaflega fjölbreytileg að gerð. Á Íslandi er stöðugt áfok frá auðnum landsins, sem hefur mikil áhrif á myndun jarðvegsins. Einnig er jarðvatnsstaða ákaflega mikilvæg, en votlendisjarðvegur myndast þar sem grunnvatn stendur í yfirborði. Fjærst gosbeltunum er moldin rík af lífrænum efnum og þar getur myndast lífræn *mójrörð*. Nær gosbeltunum er minna af lífrænum efnum í votlendisjarðvegi og gróf gjóska verður meira áberandi í moldinni. *Eldfjallajörð* á auðnum er mjög frábrugðin jarðvegi gróinna svæða, því hana vantar lífræn efni og lítið er af leirefnum. Auðnirnar eru því ófrjósamar, en vistheimt felst m.a. í því að byggja upp hringrásir orku, vatns og lífrænna efna í moldinni.



Leir í jarðvegi ræður mikilvægum eiginleikum jarðvegs. Í íslenskri eldfjallajörð er einkum allófan leir. Allófan er hringlaga og afar sérstæð leirsteind sem hefur mikla vatnsrýmd en skortir samloðun. Moldinni er því mjög hætt við jarðvegsrofi. Myndin er af allófani í íslenskum jarðvegi tekin með rafeindasmásjá.



Skriðuföll eru algeng á eldfjallasvæðum því jarðvegurinn getur gleypst gríðarlega mikið vatn en loðir jafnframt illa saman.



Gosaska úr eldgosum og frá foksvæðum eru móðurefni íslensks jarðvegs. Eldfjallajörð er frjósöm þegar hringrásir orku, vatns og næringar eru virkar.

2. Landlæsi, nýting, þanþol

Hvað er landlæsi?

Landlæsi er það að sjá og skilja þær vísbendingar sem ásýnd landsins gefur. Mælistikurnar sem við leggjum á gæði landsins felast oftast í mati á ástandi jarðvegs og gróðurs. Um leið fæst sýn á ótal aðra þætti umhverfisins, svo sem fjölbreytileika gróðurs og dýralífs, framleiðslugetu landsins, stöðugleika, vatnsmiðlun, skjól og margt fleira. Er landinu að hnigna? Eða er það í framför? Landlæsi hjálpar okkur að skynja betur landið og ástand þess.



Er ástandið gott eða slæmt?

Því miður er ástand íslenskra vistkerfa víða bágborið. Starfsemi þeirra hefur hnignað og geigvænlegt jarðvegsrof hefur átt sér stað. Þessari bók er ætlað að hjálpa fólki að lesa þær rúnir landsins sem gefa til kynna ástand þess eða heilsu.

Hvað er lesið?

Oft er furðu auðvelt að meta ástand lands í grófum dráttum. Það er nefnilega mikill munur á landi í góðu ástandi, svo sem kjarri vöxnu landi, og því landi sem er í tötrum. Oftast er fyrst litið til jarðvegsrofs og grósku gróðursins. Síðan er reynt að meta hvort ástand landsins sé í samræmi við náttúruleg skilyrði. Til dæmis er þess að vænta að gróður sé rýr á hálendi, en rýrt land á láglandi gefur oft til kynna lélegt ástand.

Hverju erum við bættari?

Vera má að sú uppgötvun að ástand landsins sé ekki sem skyldi spilli ánægju ferðamannsins. Skynjun á náttúrunni sem byggð er á skilningi á landinu hefur þó mikið gildi, við verðum upplýst og getum bent á leiðir til úrbóta. Um leið tökum við að meta þau verðmæti sem felast í gróðri og jarðvegi að verðleikum, rétt eins og unnt er að öðlast skilning á listrænu handbragði sem við njótum.



Táknmyndir hnignunar

Þegar vistkerfi verður fyrir miklu álagi, eða raski af manna völdum verða breytingar, sem oft á tíðum eru nokkuð örar. Á næstu blaðsíðum verður fjallað nánar um hnignunarferlin og táknmyndir þeirra.

Hnignun gróðurfars

Þegar gróðurfari hnignar minnkar oft uppskera, framleiðni minnkar og tegundasamsetning breytist. Í stað plöntutegunda sem einkenna óraskað kerfi koma aðrar sem þola verri aðstæður eða geta nýtt sér raskið í samkeppni við aðrar tegundir. Rask af mannavöldum, t.d. vegna aksturs utan vega, sést svo áratugum skiptir.



Haust á Snæfellsnesi. Þessu landi hnignaði mikið fyrir nokkrum áratugum og hluti þess varð roföflum að bráð.



Jarðvegsrof

Þegar gróðursvörðurinn opnast verður moldin berskjölduð fyrir roföflum vatns, vinda og frosts. Hnignun vistkerfa hefur víða leitt til jarðvegsrofs sem er tákn um öra hnignun og jafnvel hrun vistkerfa.

Framræsla

Við framræslu votlendis með skurðum verða miklar breytingar á gróðurfari, en ekki síður virkni vistkerfisins. Vatn geymist ekki lengur í moldinni og því hefur þetta leitt til aukinnar tíðni flóða víða um heim. Við framræslu gengur á lífrænan forða jarðvegsins. Fjallað er um framræslu annars staðar í þessu riti.



Gróður og beit

Plöntur mynda gróðursamfélög sem mótast fyrst og fremst af umhverfinu og nýtingu. Mörg vistkerfi jarðar hafa þróast með beit í þúsundir ára og þar er beitin hluti af eðlilegri starfsemi vistkerfanna. Margar tegundir plantna eru aðlagðar að beit, m.a. grös sem hafa vaxtarsprotta neðarlega og skerðast því síður við beitina. Hins vegar þola margar beitarplöntur sem hafa vaxtarsprotta efst á greinum og stönglum fremur litla beit. **Þar sem ástand landsins er gott** getur hófleg beit örvað virkni kerfisins, m.a. með því að hraða niðurbroti og næringarhringrásum og um leið stuðlað að aukinni tegundafjölbreytni.



Beitin mótast gróðursamsetningu

Beit breytir tegundasamsetningu því þær tegundir sem þola beitina fá aukið forskot í samkeppni (sóknartegundir) við þær sem þola beit illa. Þær tegundir sem þola beitina illa víkja smám saman úr sverðinum við langvarandi beit (víkjandi tegundir). Oft eru þessar víkjandi tegundir næringarríkar og eftirsóttar til beitar. Sumar tegundir eru lítið bitnar af ýmsum orsökum, t.d. vegna þess að þær eru ekki lostætar, eru næringarsnauðar, hafa þyrna eða innihalda fælandi eiturefni. Þegar útbreiðsla þeirra eykst vex álagið á góðar beitartegundir sem enn þrífast. Þegar plöntutegundir sem lítið eru bitnar verða ráðandi gefur það vísbendingu um að gengið hafið verð of nærri landinu með beit. Víða erlendis er lögð áhersla á nota beitarstýringu til að hafa áhrif á samsetningu gróðurlenda eða til að viðhalda ákveðnum gróðurgerðum.

Frjósemi jarðvegs

Beit flytur næringarefni til innan vistkerfa og fjarlægir hluta af næringarforða þeirra (sjá kafla um næringarhringrásir). Hluti næringarinnar endurnýjast með náttúrulegum hætti, t.d. með framleiðslu niturbindandi örvera. Mikil beit hefur ennfremur neikvæð áhrif á rótarvöxt. Minna næringarframboð vegna of mikillar beitar veldur breytingum á tegundasamsetningunni.



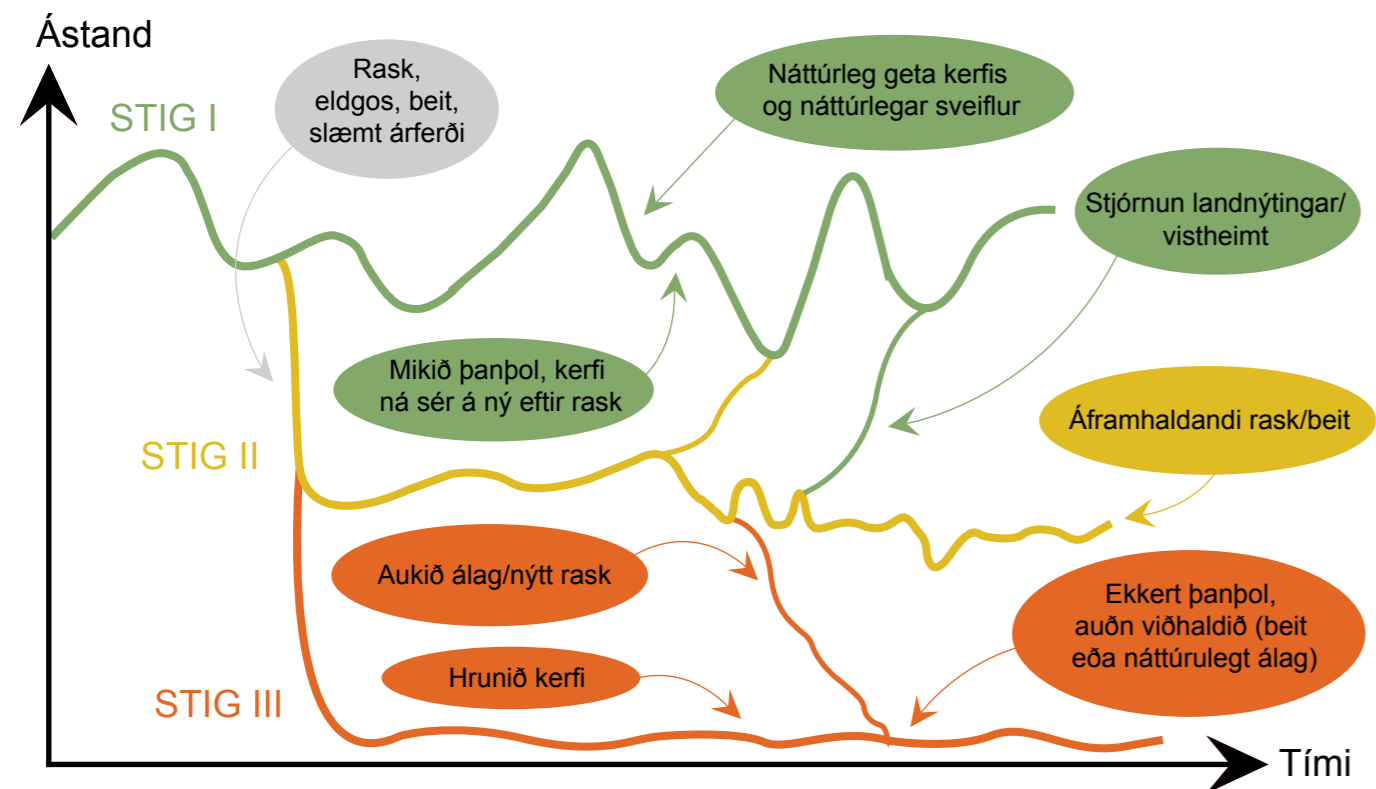
Ástand

Gróðurfar gefur miklar upplýsingar um ástand og þróun gróðurlenda. Þegar sumar tegundir fara að sjást í annars rýrum gróðurlendum, eða þegar þekja þeirra eykst, geta þær gefið til kynna að beitarálag sé lítið (t.d. gulvíðir, birki, blágresi og fleiri blómplöntur). Lítil þekja grasa og blómjurtu í bland við mikla þekju ýmissa smárunna (t.d. krækilyng, beitleyng, sortuleyng, sauðamergur) er hins vegar vísbending um langvarandi beit. Ef beitin fjarlægir meira en sem nemur framleiðslugetu kerfisins, tekur því að hnigna en oft endar slík þróun á nýju jafnvægi á verra ástandsstigi með minni framleiðslugetu (sjá næstu opnu).



Íslensk vistkerfi mótuðust án beitarálags. Því er beitin ekki náttúrulegur hluti íslenskra gróðurlenda og þau eru mörg hver afar viðkvæm fyrir beittinu. Tegundasamsetning breytist hratt þegar beit er hafin og gróðurhulan getur skerast verulega sé aðgát ekki höfð. Við beit þarf að gæta þess að gróðurhula skerðist ekki og sum gróðurlendi eru illa fallin til beitar. Sauðfé sækir í gróður á illa grónu landi því nýgræðingur sem þar nemur land er næringarríkur, en beitin viðheldur slæmu ástandi landsins. Því er mikilvægt að gera kröfu um sæmilega samfellda gróðurhulu í beittlandi.

Rask og þanþol



Afmarkaðir atburðir sem leiða til breytinga á vistkerfum eru kallaðir *rask*. Dæmi um náttúrulegt rask sem hefur áhrif á íslensk vistkerfi eru öskufall vegna eldgosa og jökulhlaup. Margs konar landnýting leiðir einnig til rasks á vistkerfum; til dæmis traðk og utanvegaakstur sem tengjast ferðamennsku, vegaframkvæmdir, gerð uppistöðulóna og breytingar á vatnafari í tengslum við virkjanir, ræktun lands og síðast en ekki síst beit búfjár. Áhrif rasks — hversu miklum breytingum það veldur á viðkomandi vistkerfum — eru mismikil eftir því hvers konar rask á sér stað, „ákefð“ þess og hversu lengi það varir. Einnig eru vistkerfi misvel í stakk búin til að bregðast við raski og fer það bæði eftir gerð viðkomandi vistkerfa en ekki síður ástandi þeirra. Rask á borð við skógarhögg eða mikla beit getur magnað upp neikvæð áhrif af öskufalli eða loftslagsbreytingum, minna raskað kerfi hefur meira þanþol gagnvart slíkum atburðum.

Hugtakið *þanþol* lýsir því hversu vel starfsemi og eiginleikar vistkerfa viðhaldast eða ná fyrra horfi eftir rask. Flest vistkerfi eru síkvik, sem þýðir að starfsemi þeirra, til dæmis framleiðni, sveiflast upp að ákveðnu marki með veðurfarssveiflum og öðrum breytingum á umhverfisaðstæðum (stig I á mynd). Rask dregur gjarnan úr

framleiðni vistkerfa en ef þanþol þeirra er mikið nær landið tiltölulega fljótt aftur fyrri getu (lína frá stigi II aftur upp á stig I á grafinu). Hins vegar ef raskið verður meira en sem nemur þanþoli vistkerfisins leiðir það til hruns, þar sem vistkerfið nær ekki fyrri framleiðslugetu heldur fer til langframa niður á mun lægra framleiðslustig (stig II eða III). Það er ekki aðeins gerð eða ákefð viðkomandi rasks sem hér skipta máli, heldur getur ein gerð af raski (t.d. beit) dregið úr þanþoli vistkerfa gagnvart öðrum gerðum rasks (t.d. gjóskufalli). Kjarrlendi og votlendi á Íslandi eru dæmi um kerfi á stigi I, rýrt mólendi er dæmi um stig II en auðnir og illa gróið land dæmi um stig III á myndinni. Þanþol vistkerfa er yfirleitt meira eftir því sem frjósemi þeirra er meiri og gróðurfar öflugra. Tegundasamsetning, loftslag, jarðvegsgerð og fleiri þættir móta þanþolið. Jaðarsvæði, t.d. þurr eða köld landsvæði sem og kerfi með sendnum jarðvegi, hafa oft lítið þanþol. Tiltölulega lítið rask getur því valdið miklum og varanlegum skemmdum á slíku landi.

Með aðgerðum á borð við hvíld á akuryrkjulandi og friðun fyrir beit, má lyfta vistkerfum aftur upp á fyrri stig, en oft þarf inngrip til að ná árangri (áburður, sáning, o.fl.). Víða erlendis hefur verið gripið til stórfelldra breytinga á landnýtingu til að koma í veg fyrir frekari skaða og bæta ástand lands, m.a. með banni við akuryrkju á sendnum og þurrum svæðum og friðun fyrir beit á illa förnun landi með lítið þanþol (t.d. í Bandaríkjunum og Kína). Annars staðar hafa búháttabreytingar stuðlað að aukinni útbreiðslu vistkerfa sem fyrir voru, t.d. skóglendis í stað graslendis, ekki síst í Evrópu. Við slíkar aðstæður getur verið talið mikilvægt að viðhalda nýtingu til að auka fjölbreytni í landslagi (verndun búsetulandslags). Það á vitaskuld aðeins við þar sem ástand vistkerfa telst viðunandi.

Bati innan hvers stigs eftir að teygt hefur verið á þanþoli tekur tiltölulega skamma tíma (ár, fáir áratugir). Bati frá einu ástandsstigi til annars tekur hins vegar oft mun lengri tíma (áratugir, áhrundruð) og oft þarf inngrip á borð við plöntun, áburðargjöf, sáningu o.fl. til að koma honum af stað. Berar klappir gróa seint, en þar sem laus setlög eru á yfirborði, t.d. jökulurð og eldfjallagjóska, geta kerfin frekar gróið sára sinna. Því eru möguleikar á bata afar misjafnir.



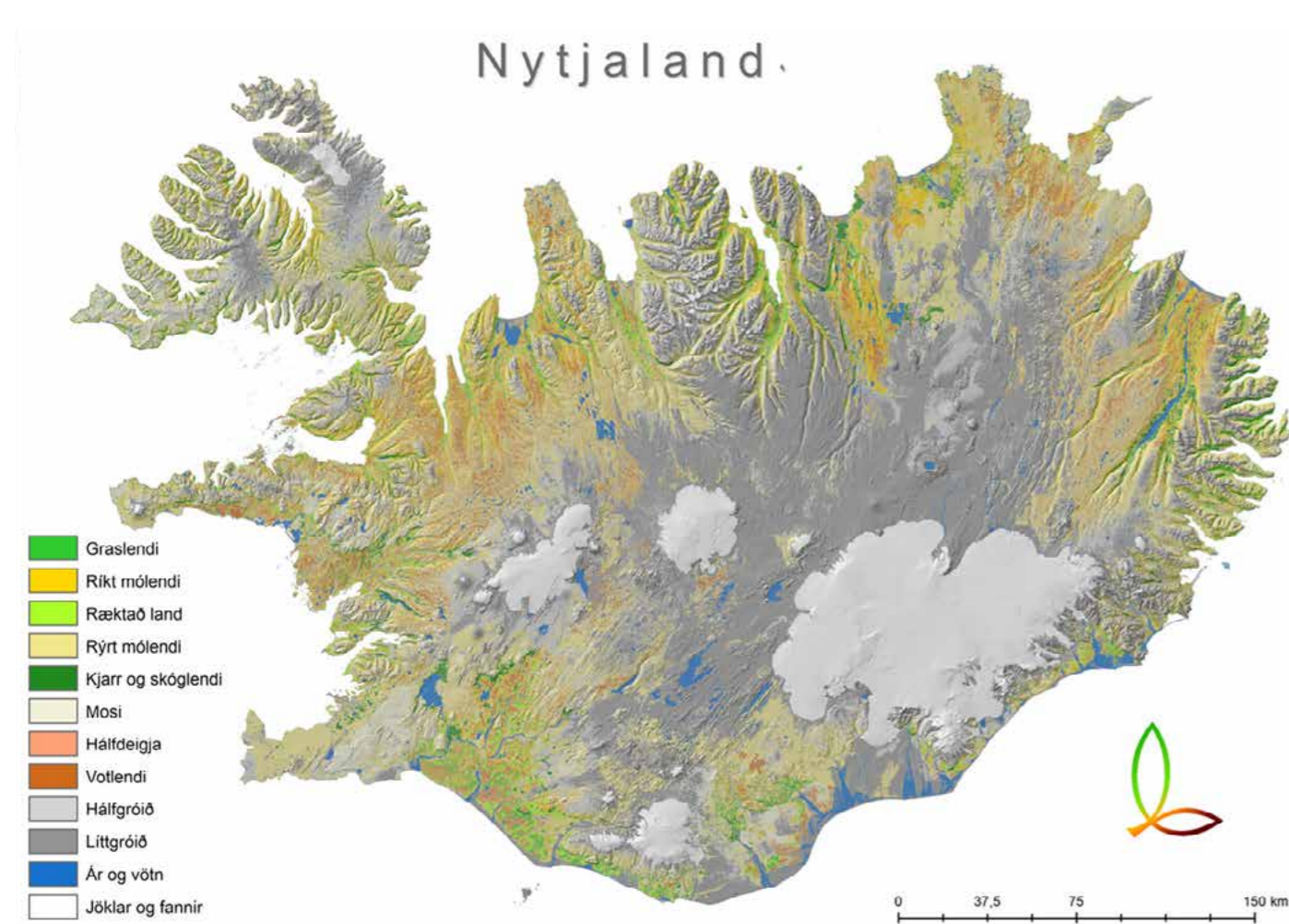
Íslensk vistkerfi hafa afar mismunandi þanþol. Votlendiskerfin hafa þolað nýtingu á Íslandi í árþúsund og þetta mikið beitta deiglendi á Suðurlandi er gott dæmi um slíkt kerfi.



Gróður til fjalla hefur lítið þanþol og hefur víða orðið eyðing af bráð. Kalt veðurfar, hæg umsetning næringarefna, sendinn jarðvegur (vantar vatn), rofgirni og stundum öskufall eru á meðal þátta sem valda því að kerfið hefur lítið þanþol. Því hrundi það í kjölfar nýtingar.

3. Gróður á Íslandi / Hversu vel er landið gróið?

Gróður myndar plöntusamfélög sem endurspeglar umhverfisaðstæður og sögu landnýtingar. Þannig vaxa ólík samfélög í votlendi og þurrlendi, sumar tegundir eru lagaðar að snjópungum svæðum á meðan aðrar gera miklar kröfur um næringu eða skjól. Langvarandi beit mótar einnig gróðurfarið (sjá bls. 14-17). Kort sem sýna gróðurfara gefa mikilsverðar upplýsingar um landheilsu og umhverfisaðstæður. Hér er stuðst við einfalda flokkun og gagngrunninn Nyttjaland. Náttúrfræðistofnun Íslands flokkar land í mun fleiri einingar, vistgerðir, sem taka til fleiri þátta en gróðursins (sjá www.ni.is).



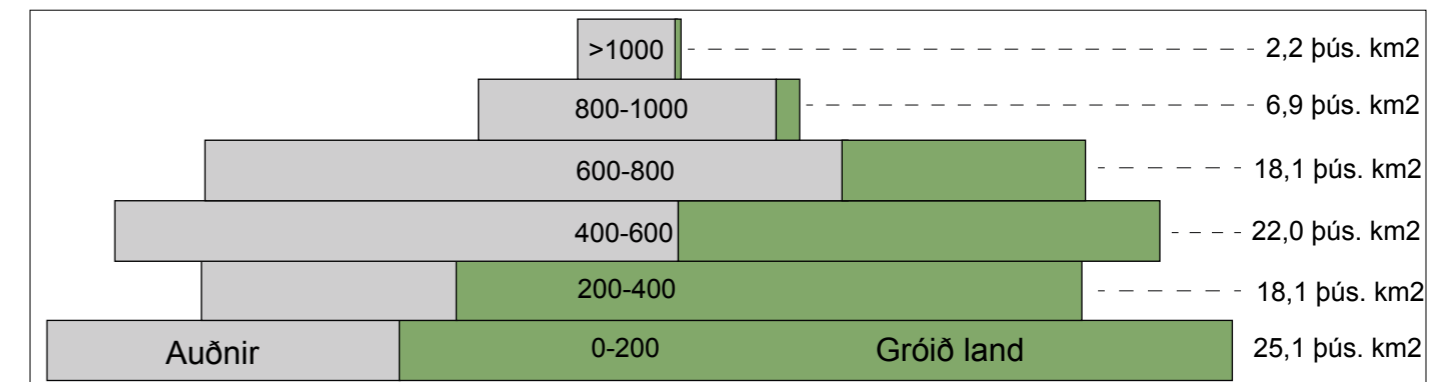
Gróðurkort Nyttjaland (Landbúnaðarháskóli Íslands). Auðnir eru áberandi (grá svæði). Votlendi eru sýnd með rauðleitum lit.

Land með gróðri þekur um 45% landsins. Þó er mikilvægt að hafa í huga að víða er gróðurþekjan ekki samfelld. *Hálfgróið land* telur land með strjálum gróðri eða með stökum gróðurtoppum, t.d. á hálfgrónum melum. *Litt gróið land* hefur lítinn gróður, t.d. sandsvæði og melar hátt til fjalla. „Hálfgróið land“ og „litt gróið land“ mynda saman flokkinn *auðnir*, en þær þekja um 42% landsins. Hafa ber í huga að stór svæði á hálendi landsins eru ógróin vegna kulda og eldgosa. Um helmingur gróins lands á Íslandi er *rýrt mólendi*, samtals 24% landsins. Rýrt mólendi er algengt til fjalla og er einkennandi fyrir svæði með langvarandi beit. *Ríkt mólendi* er hins vegar tæplega 7% landsins. *Votlendi* telst tæplega 6% landsins, en hluti ræktaðs lands er einnig á framræstu votlendi. Skóglendi er aðeins rúmlega 1%.

Hæðarbil (m)	0-200	200-300	400-600	600-800	800-1000	>1000	Samtals	%	
Landgerð	km²								
Ræktað land	1678	44	1				1724	2	
Kjarr- og skóglendi	979	215	10	1			1203	1	
Graslendi	1618	591	151	15	1		2376	2	
Votlendi	1540	1168	1017	241	2		3968	4	
Hálfdeigja	1164	474	163	28			1829	2	
Ríkt mólendi	3902	2173	632	104	23	8	6842	7	
Rýrt mólendi	6770	6548	7623	3479	393	34	24846	24	
Mosavaxið land	939	1392	842	202	9	1	3385	3	
Hálfgróið land	2136	2762	4281	3278	996	174	13628	13	
Litt gróið	3073	2312	6700	10317	5448	1938	29787	29	
Ár og vötn	1278	235	467	181	52	17	2230	2	
Jöklar og fannir	72	195	272	875	1445	8242	11103	11	
Samtals	25149	18110	22159	18722	8368	10414	102922		

Hæð yfir sjávarmáli hefur afgerandi áhrif á gróðurhuluna, hún er um 70% neðan 200 m hæðar, en útbreiðsla gróðurs minnkar ört með hæð. Gróðurhulan er um 40% í 400-600 metrum aðeins um 20% í 600-800 m hæðarbilinu.

Gróðurhulan á Íslandi. Flokkarnir hálfgróið og litt gróið land mynda saman landgerðina auðnir.



Súlurit sem sýnir hve landið er vel gróið eftir hæð í landinu. Breidd súlnanna sýnir stærð lands innan hvers hæðarbils að frátöldum jöklum. Það er augljóst hvernig gróðurhulan minnkar með hæð.

Gróðurfar



Skóglendi

Skóglendi

Birkiskógar og víðikjarr þöktu um fjórðung landsins við landnám en eru nú innan við 2% landsins. Frumframleiðni er mikil og skóglendi getur verið verðmætt beitiland og gefið af sér viðarafurðir. Hins vegar þarf að tryggja endurnýjun skóganna, sem krefst oft tímabundinnar friðunar eða takmarkaðs beitarálags. Skóglendi er nú á dögum afar verðmætt og eftirsótt land til fjölbreytilegra nota, svo sem útvistar og fristundabyggðar auk hefðbundinna nytja.

Graslendi og blómlendi

Graslendi og *blómlendi* eru næringarrík gróðurlendi sem finnast einkum þar sem aðstæður eru góðar og jarðvegur er frjósamur. Framleiðslugeta slíkra gróðurlenda er mikil og þau eru afar mikilvæg til beitar.

Ríkt mólendi

Í *ríku mólendi* eru víðitegundir, grös og blómplöntur áberandi ásamt lyngtegundum og framleiðni þeirra getur verið umtalsverð. Ríkt mólendi er oft vitnisburður um land sem hefur verið hóflega nýtt um leið og það er yfirleitt gott beitiland. Ríkt mólendi er gjarnan gott berjaland.

Rýrt mólendi

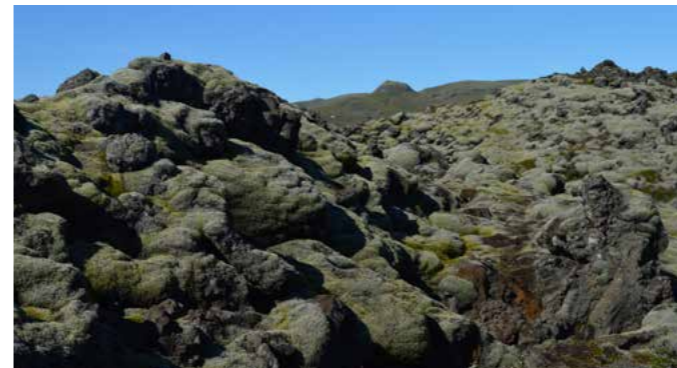
Rýrt mólendi einkennist af smárunnum. Þetta er langútbreiddasti gróðurflokkurinn (sjá næstu opnu).

Hálfdeigja og votlendi

Hálfdeigja og *votlendi* einkennast af ýmsum votlendistegundum. Þau hafa mikið þanþol gagnvart beit, en á láglandi hefur stór hluti þessara gróðurflokka verið ræstur fram (sjá bls. 24-25).



Graslendi



Mosaland



Hálfgróið land



Lítt gróið land

Mosaland

Mosar eru ríkjandi í þekju mosalands (>50%), þótt margs konar aðrar plöntur finnast þar líka í litlum mæli, svo sem smárunnar, stinnastör og grös. Mosaland hefur ákaflega takmarkaða framleiðni en gegnir mikilvægu hlutverki við framvindu, t.d. í nýjum hraunum og röskuðu landi. Mosalandið getur verið einstaklega fallegt. Stór mosavaxin svæði eru sjaldgæf utan Íslands og teljast því sérstök á heimsvísu.

Hálfgróið land

Hálfgróið land hefur 20-50% gróðurhulu, en til þess teljast fjölbreytileg svæði með gróðri á stangli og land sem byrjað er að gróa saman, stakar gróðurtorfur, t.d. gróðurleifar á illa förnu landi. Mosi er oft ríkjandi hluti gróðursins á hálfgrónu landi. Kerfið hefur takmarkaða framleiðslugetu og þarfnast allrar þeirra orku sem til fellur til viðhalds og aukningar gróðurhulu. Plöntur setja mikla orku í róturvöxt til að afla næringar sem er af skornum skammti í moldinni og eru viðkvæmar fyrir því að ofanjarðarhlutar séu skertir með beit. Oft hefur landið lífræna jarðvegsskán, sérstaklega land sem er í framför.

Lítt gróið land

Lítt gróið land hefur minna en 20% gróðurþekju. Yfirleitt má finna stakar plöntur á stangli í slíku landi, oft með mjög víðtækt rôtarkerfi, en framleiðni er nánast engin miðað við gróið land. Lítt gróið land einkennir hálendi í yfir 800 m hæð en er einnig algengt á láglandi svæðum, sérstaklega á gosbeltunum, og hefur þá oft myndast vegna landnýtingar eða vegna samspils landnýtingar, áhrifa eldvirkni og slæms árferðis.

Rýrt mólendi

Rýrt mólendi er algengasti gróðurflokkur landsins. Gróðurfur þess einkennist af lyngtegundum á borð við bláberjalyng, krækilyng og sortulyng og öðrum tegundum sem eru ekki eftirsóttar til beitar. Mosar og fléttur eru einnig áberandi í þekjunni en eru þó innan við 50%. Minna er af grastegundum og blómplöntum og heildaruppskera er minni en í ríku mólendi, enda minna af lífrænum efnum í moldinni en í öðrum flokkum gróins lands. Rýrt mólendi hefur gjarnan myndast við langvarandi beit en með beitarstýringu eða friðun getur það þróast yfir í ríkt mólendi eða kjarlendi.

Þar sem gróðurinn er víða lágvaxinn stöðvast lítill snjór í yfirborðinu og frostáhrif eru mikil. Stórar þúfur eru algengar í rýru mólendi, t.d. á Norðausturlandi. Mosinn í þúfnakollum getur skaðast í stórviðrum og opnast þá rofdílar, eins og þeir sem hér sjást.

Ljósm. FÓG/Lbhí



Votlendi

Votlendi eru á meðal mikilvægustu vistkerfa jarðar vegna frjósemi þeirra, fjölbreytni lífríkisins og hæfileika til að miðla næringu og vatni til annarra vistkerfa. Þau geyma gríðarlegt magn kolefnis.

Framræst votlendi eru afar mikilvæg fyrir heyframleiðslu í landinu. Framræslu fylgja þó verulega neikvæð umhverfisáhrif, m.a. á vatnsmiðlun. Við framræsluna losnar um kolefnisforðann og votlendin taka að losa CO₂, sem er gróðurhúsalofttegund. Framræst votlendi losa gríðarlegt magn gróðurhúsalofttegunda og á Íslandi er slík losun af sömu stærðargráðu og öll losun iðnaðar. Því miður hafa votlendi verið ræst fram án þess að þau séu nýtt til landbúnaðar: slíkt rask er í raun alvarleg misnotkun á landi. Votlendi hefur einnig verið raskað í þéttbýli við byggingar og gatnaframkvæmdir, þegar aðrir kostir hafa verið mögulegir. Nú er markvisst leitast við að hlífa votlendi við vegaf framkvæmdum.

Það var draumur forfeðra okkar að ræsa fram mýrarnar svo landið yrði til meira gagns. Í texta frá 1959 segir: „Ræktanlegt land er að kalla óþrjótandi umhverfis Haga, en mikið af landinu er vott, og hefur því ekki fram að þessu verið tiltækt til ræktunar, en nú nýlega hefur héraðið fengið skurðgröfu til afnota, og er verið að þurrka mýrarnar.“ Það gekk eftir. En sökum þeirra neikvæðu umhverfisáhrifa sem framræslan veldur er mikil ástæða til að endurheimta sem mest af því votlendi sem ekki er nýtt til heyframleiðslu. Hér sést hluti Framengja í Mývatnssveit þar sem verið er að endurheimta framræst votlendi.

4. Jarðvegsrof

Hvað er jarðvegsrof?

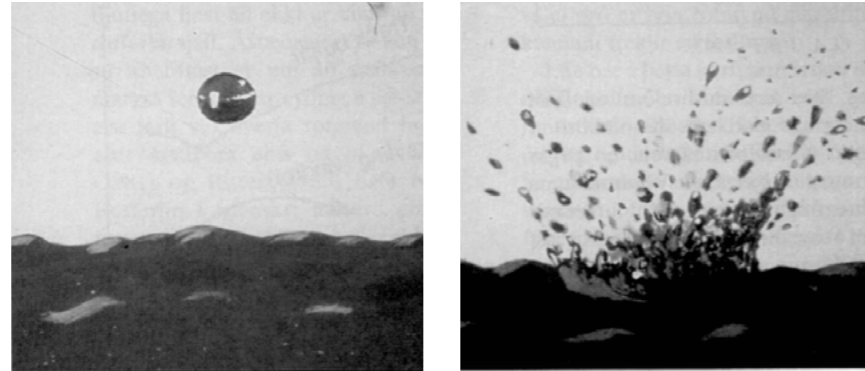
Jarðvegsrof verður þegar jarðvegskorn *losna* frá yfirborðinu og *færast* til þar til þau *setjast* aftur. Jarðvegsrof verður m.a. vegna vatns, vinds, skriðufalla og frosts. Rof er mikilvægur hluti landmótunar á yfirborði jarðar, t.d. af völdum jökla. En jarðvegsrof eyðir efsta hluta yfirborðsins — moldinni — þar sem hringrás næringar og vatns eiga sér stað.

Vatnsrof

Vatnsrof verður þegar regndropar losa um jarðvegskornin og þegar vatn rennur eftir yfirborðinu þar sem jarðvegur er ekki hulinn gróðri, t.d. af ökrum og illa grónu landi. Rofmáttur *regndropans* er mikill, því þegar stórir dropar skella á jörðinni spýtast jarðvegsagnir upp í loftið og berast undan hallanum. Á þennan hátt flyst gríðarlegt magn jarðvegs undan halla og út í ár, oft án sýnilegs rennslis vatns á yfirborðinu. Þegar meira rignir en jarðvegurinn getur tekið við verður afrennsli á yfirborði, sem hraðar ferlinu.

Þar sem mikill jarðvegur berst í ár verða þær gruggugar. Aur í ám sem að jafnaði eru tærar ber vitni um að ástand lands á vatnasvæðinu sé slæmt. Þar sem heilsa landsins er góð verða árnar ekki gruggugar í miklum rigningum.

Mold sem berst í stórár meginlandanna veldur gríðarlegu tjóni; hún fyllir lón, eykur flóðahættu og spillir lífríki vatnakerfanna. Tilraunir til að minnka framburð í ár er oft einn meginhvati jarðvegsverndar, t.d. í Evrópu, Kína og Bandaríkjunum.



Mikil úrkoma veldur aurburði í læk vegna slæms ástands á landinu umhverfis.

Vindrof

Vindrof hreyfir jarðvegskorn á þrjá mismunandi vegu. Stærstu kornin (grófur sandur) skriða eftir yfirborðinu, en flest kornanna *hoppa* og *skoppa* eftir yfirborðinu (gróft silt og fínn sandur), að mestu neðan við 50 cm hæð. Allra smæstu kornin (fínt silt og leir) *svífa* á braut; það er mökkurinn sem við sjáum með berum augum, enda þótt þau séu oft ekki nema 10-30% þeirra korna sem hreyfast. Vindrof hefst skyndilega þegar nægjanlegum vindstyrk er náð, oft nálægt 10 m á sekúndu. Við það lyftast korn frá yfirborðinu, en skella síðan af afli aftur niður og ýta við mörgum öðrum kornum sem takast á loft; þau ýta síðan við fjölmörgum öðrum kornum: „skriðan“ fer af stað.

Rofafl skokkhreyfingarinnar (hopp og skopp) er mjög mikið. Í mestu stormunum geta allt að 10 tonn af sandi borist yfir eins metra breiða línu á einum degi.



Vindrof á melum á Vesturlandi í ofsaveðri. Mest af efninu fýkur rétt yfir yfirborðinu en lítill hluti þess myndar rykmistrið. Rofaflíð er mikið, jafnvel svo að litlir steinar geta tekist á loft og dæmi eru um að bílrúður geti brotnað undan grjótkastinu.

Mælistika á rofið

Það eru til margar aðferðir við að leggja mat á jarðvegsrof. Flestar erlendar aðferðir snúast um að meta hversu mikill jarðvegur tapast af *akuryrkjulandi*, þ.e. því landi sem er plægt. Þær aðferðir henta illa fyrir íslenskar aðstæður þar sem tiltölulega lítil svæði eru brotin til ræktunar.

Jarðvegsrof á Íslandi er mun fjölbreyttara en ætla mátti. Flestir taka eftir rofabörðunum sem eru áberandi í landslaginu. Sandfok leynir sér ekki heldur, þegar mökkinn ber við himin. En rof verður með margvíslegum öðrum hætti: litlir rofblettir, svokallaðir rofdílar, geta opnast í gróðurþekjuna, vatnsrof er víða mikið og rof á auðnum landsins er sérstaklega fjölbreytilegt. Notuð voru auðþekjanleg landslagsform sem myndast við rofið; svokallaðar **rofmyndir**. Einnig var þróaður sérstakur kvarði til að leggja mat á hve rof er mikið; ákefð rofsins.

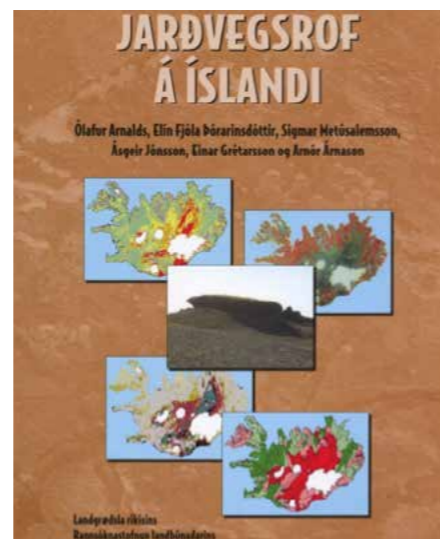
Rof sem veldur tapi á gróðurlendi

Áfoksgeirar
Rofabörð
Rofdílar
Rofdílar í hlíðum
Vatnsrásir
Skriður

Auðnir

Melar
Sandar
Urðarhlíðar
Hraun
Sandmelar
Sandhraun
Moldir

Hinar íslensku rofmyndir eru 13 og þeim má skipta eftir því hvort þær tengjast eyðingu á grónu landi eða rof á auðnum.



Aðferðir sem hafa verið notaðar við mat á jarðvegsrofi á Íslandi voru þróaðar af Rannsóknastofnun landbúnaðarins (nú hluti af Lbhl) og Landgræðslu ríkisins.

Rofkvarðinn hefur sex einkunnarstig, frá rofeinkunn 0 (ekki rof) til 5 (mjög mikið rof). Sérstakur kvarði er fyrir hverja rofmynd fyrir sig. Kvarðinn er m.a. hannaður til þess að unnt sé að taka afstöðu til nýtingar landsins, verstu flokkarnir eru ekki taldir hæfir til beitar. Auðvelt er að beita kvarðanum, því mikill munur er á milli einkunna.

Rofeinkunn	Almenn lýsing (en hver rofmynd hefur sinn kvarða)
0	Ekkert Engin ummerki um rof
1	Lítið Óveruleg ummerki um rof, rofið ekki virkt.
2	Nokkurt Minniháttar rofsár, rofið lítið virkt.
3	Umtalsvert Virkt en hægfara rof, vaxandi rof, melar. Aðgát, minnka beit.
4	Mikið Virkt rof eða laus sandur. Land ekki hæft til beitar.
5	Mjög mikið Mjög mikil eyðing, mjög virk rofsár eða laus sandur. Land ekki hæft til beitar



Rofeinkunn 0-1. Yfirborðið er hulið gróðri sem veitir moldinni skjól. Ekkert rof á sér stað.



Rofeinkunn 3-4. Hér er hluti jarðvegsins berskjaldaður og talsvert rof á sér stað. Rofmyndirnar eru rofdílar, rofabörð og vatnsrásir.

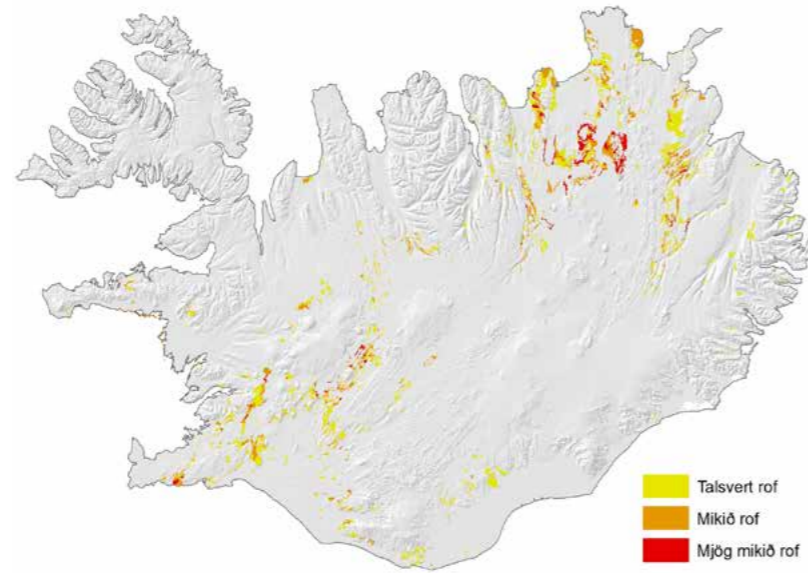


Rofeinkunn 5. Landið er á lokastigum eyðingar, senn mun fátt minna á að þetta land var eitt sinn gróið. Rofabörðin eru há og virk og þau hörfa talsvert á hverju ári.

Rofabörð

Hvar finnast rofabörð?

Rofabörð finnast á gosbeltinu og í nánd við það, þar sem áfok er mikið og jarðvegur er því fremur þykkur og þurr; þar sem laus jarðvegsefni hvíla á milli rótarmottu gróðursins á yfirborði og bergsins undir. Rofabörð eru sérlega áberandi frá Skaftá vestur um Suðurland að Þingvöllum, ekki síst í uppsveitum og á afréttum. Þá eru þau einkar áberandi í Þingeyjarsýslum austur til Héraðs og Vopnafjarðar. Rofabörð eru hins vegar fátið í djúpum dölum Norðurlands, Austurlands og Vestfjarða. Þau höfðu mun meiri útbreiðslu á fyrri öldum, á svæðum þar sem auðnir eru nú áberandi. Stök rofabörð eru leifar þess gróðurlendis sem fyrir var.

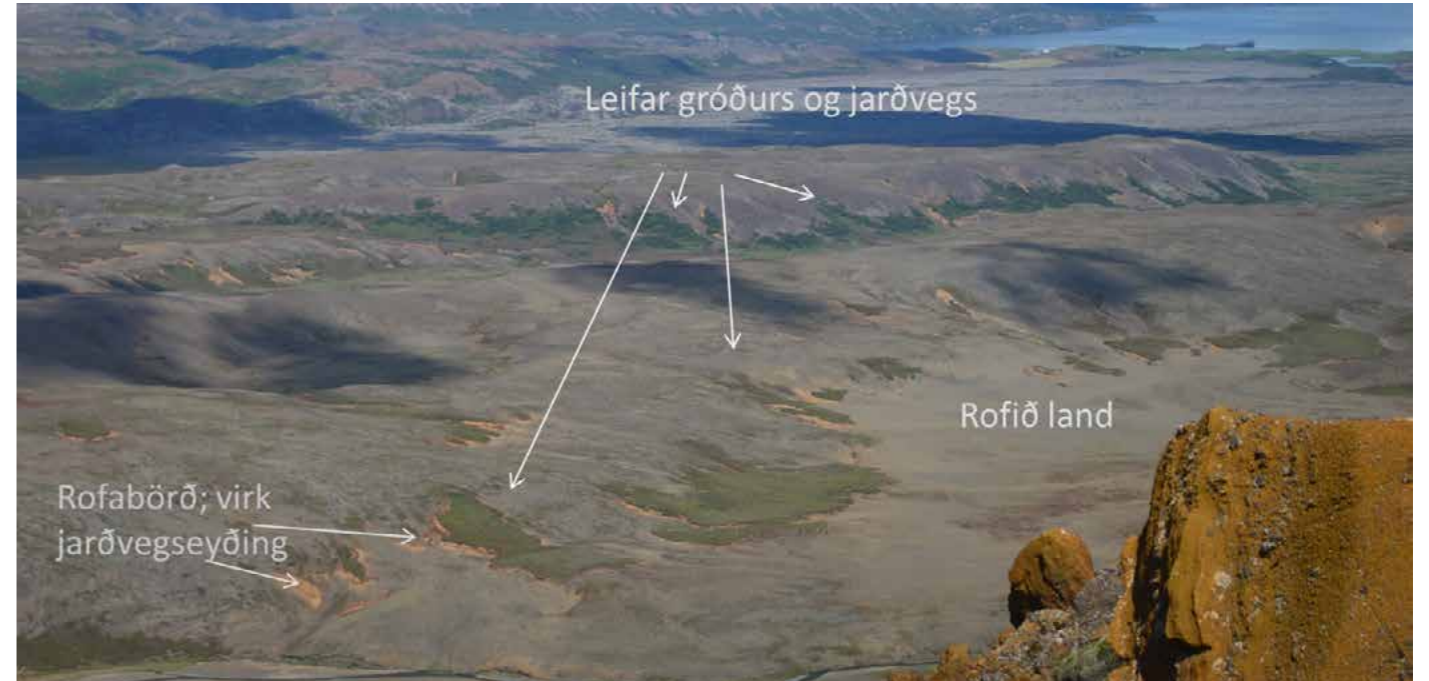


Virgni rofabarða.

Lengd rofabarða getur numið tugum km á hvern ferkílómetra gróins lands sem eftir er í rofni landi. Rofabörð hörfa yfirleitt fáa cm á ári og því sést oft lítill munur á þeim frá ári til árs, jafnvel svo áratugum skiptir. Þrátt fyrir það getur mikil eyðing átt sér stað vegna þess hve lengd barðanna er gríðarlega mikil.



Rofabarð. Jarðvegurinn eyðist á milli rótarmottu og berggrunns, af völdum vinda, vatns o.fl. Mynd: Lbhí/FÓG.



Land sem er illa farið vegna landhnignunar og rofs. Rofabörð eru aðal rofmyndin. Gróðurleifarnar (rofabörðin) virðast helst haldast í brekkurótum enda eru skilyrði þar alla jafna best. Sum rofabörðin eru ennþá virk. Landið á milli telst til auðnar, bæði lítt gróið og hálfgróið land.



Rofdílar

Rofdílar eru göt sem myndast í gróðurþekju sem að öðru leyti er heilleg. Þar er moldin óvarin fyrir vatni, vindum og frosti. Dílarnir eru yfirleitt litlir um sig og lítið áberandi þegar horft er yfir landið. Þar sem rofdílar myndast gróa þeir afar hægt saman aftur. Erfitt er fyrir plöntur að nema land í rofdílum, því moldin þar er þétt og ófrjó, en á vetrum myndast stórar ísnálar í yfirborðinu sem lyfta litlum plöntum upp með rótum. Auðvelt er að græða upp rofdíla með áburði og sáningu grasfræs.



Rofdíla er að finna í samfelldu gróðurlendi um land allt. Hér er enn fremur lítið um góðar beitarplöntur í gróðurþekjunni vegna langvarandi þungrar beitar. Slæmt ástand gróðurlendis.



Rofdílar í gróðurlendi á láglandi vegna ofbeitar. Rofsárin gróa afar hægt saman vegna frostlyftingar í moldinni í sárunum (ísnálar). Sé landið hóflega beitt eða friðað vex gróðurinn smám saman yfir sárin.

Rofsár í hlíðum

Þegar rofsár myndast í grónar hlíðar kemst rennandi vatn að moldinni og jarðvegseyðing verður mjög ör. Hugtakið jarðsil er notað um hægfara flutning jarðvegs niður halla vegna kulferla (frost-þýða). Segja má að jarðsil sé einkenni gróinna hlíða á Íslandi og þar er mikil hætta á myndun rofsára. Ummerki um jarðsil eru *paldrar* (stallar í hlíðunum) og *jarðsilstungur*. Tafarlaust ætti að minnka beit þar sem mikið er af rofsárum í hlíðum, sérstaklega vor og haust, þegar jarðvegur er gljúpastur. Stórgripum ætti alls ekki beita á hlíðar með gljúpum jarðvegi.



Jarðsil og rofsár í brattri hlíð. Land sem þetta er afar viðkvæmt fyrir beit.



Mikilfengleg ummerki jarðsils (ójöfnur í landslagi, sjá sauðfé sem skala). Ef rofsár opnast í hlíðar af þessu tagi má búast við mjög öflugu vatnsrofi.

Áfoksgeirar — afdrifaríkasta rofafið?

Áfoksgeirar myndast þar sem sandur berst inn yfir gróið land. Áfoksgeirar eira engu sem á vegi verður; gróið land breytist í sandauðn. Eyðingarmátturinn er mestur þar sem vindurinn hefur aðgang að nægum sandforða til að bera að mörkum gróðurlendisins. Slíkar sandnámur er að finna í nágrenni jökla og jökulvatna, eldfjalla (aska) og þar sem mold berst með vatni niður brattar hlíðar eða út í vötn sem þorna síðan upp. Mikil hætta er á myndun áfoksgeira í jaðri jökullóna með breytilegt vatnsborð, t.d. við Blöndulón og Háslón. Framrás sands í virkum áfoksgeirum getur numið hundruðum metra í verstu árum, en síðan geta liðið mörg ár með litla virkni, t.d. þar sem sandforðinn minnkar.



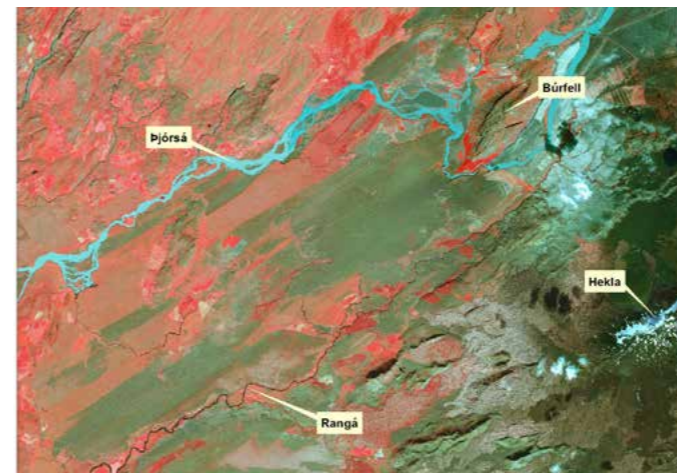
Kringlutjörn í S-Þingeyjarsýslu. Dæmigerður áfoksgeiri sem á uppruna sinn í tjörn sem hefur þornað upp vegna þess hve mikil mold hefur borist í tjörnina. Moldin berst út yfir gróðurlendið undan þurri vindátt, kæfir gróðurinn og losar meiri mold. Smám saman vindur ferlið upp á sig og áfoksgeirinn berst æ lengra.

Ágangur sands hefur eytt gríðarlega miklu gróðurlendi á umliðnum öldum, hugsanlega meiri gróðri en allt annað rof. Mikilvirkir áfoksgeirar ollu miklu tjóni í Rangárvallasýslu, en þá er einnig að finna í Þingeyjarsýslum og sunnan Langjökuls.

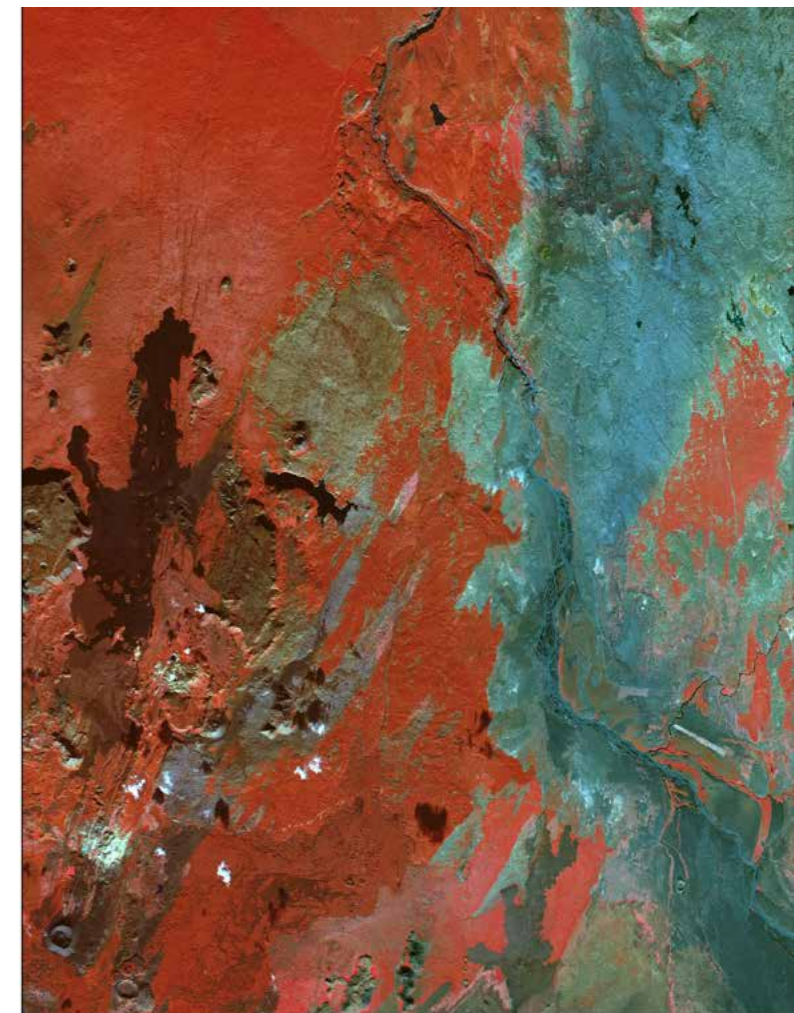


Moldarleifar í farvegi áfoksgeirans á Hólssandi (Hólsfjöllum) árið 2001. Þessi mold er nú horfin og eftir stendur grýttur melur.

Áfoksgeirarnir í Landsveit og á Rangárvöllum ollu gífurlegum usla á árunum eftir 1880. „Hrannir af dauðum hrossum og sauðfé lágu með götum og gördum“ segir í gömlum texta um afleiðingar þeirra. Landgræðsla ríkisins var stofnuð til höfuðs áfoksgeirunum og sandfoki á Suðurlandi árið 1907. Náðst hefur að stöðva flesta virka áfoksgeira landsins. Hafa verður í huga að gjóskufall og slæmt veðurfar getur komið áfoksgeirum af stað á ný. Því er mikilvægt að efla gróðurhulu á svæðum þar sem vænta má gjóskufalls eða mikils áfoks, helst með kjarrlendi. Það er afar mikilvægt að öflugur gróður sé í nágrenni jökulvatna og annarra sanduppspretta, ekki síst birkiskógur, á borð við þann sem áður veitti Rangárvöllum og Landsveit skjól. Mikilvægt er að finna uppsprettu sandefnanna og hefta fokið þaðan, eftir því sem unnt er.



Innrauð gervihnattamynd af Rangárvöllum og Landsveit. Gróður er rauður á myndinni en sandurinn bláleitur. Þjórsá rennur efst á myndinni suður fyrir Búrfell. Áin skilaði miklum sandnámum í vorflóðum á eyrarnar vestan (vinstra megin) Búrfells og þaðan gengu áfoksgeirar suður Landsveit. Einnig var gjóska úr Heklugosum drjúg sandnáma. Svörfun sands undan þurru vindátt myndar langar beinar línur í jöðrunum á mótum gróðurs og sands.



Virkir áfoksgeirar beggja vegna Jökulsár á Fjöllum. Gróður er rauður á myndinni, nýleg Kröfluhraun og Eilífsvatn eru svört, en sandurinn bláleitur og grænleitur. Gríðarlega mikil sandur hefur borist norðaustur (hægri og upp) frá Jökulsá, sem síðan myndaði Hólssand, áfoksgeira sem gekk niður í Öxarfjörð. Þessi sandur barst einkum að áfoksgeiranum í miklum flóðum við eldgos undir Vatnajökli (t.d. á 17. og 18. öld). Afar mikilvægt er að öflugur gróður sé í jaðri stórflyjóta til að koma í veg fyrir myndun áfoksgeiranna. Vestan jökulsár (vinstri) eru allmargir minni áfoksgeirar sem nú hafa að mestu verið stöðvaðir af Landgræðslu ríkisins.

Rof á auðnum

Auðnir þekja stóran hluta landsins. Í yfirborði þeirra er jarðvegur enda þótt sú mold sé ófrjó (skortir kolefni/orku og næringarefni). Yfirborð auðna skiptist í nokkra flokka. **Hraun** hafa fremur stöðugt yfirborð nema í þeim sé sandur eða önnur laus efni. Yfirborð annarra auðna er yfirleitt harla óstöðugt; þar á sér stað mikið rof, t.d. vatnsrof, vindrof, ísnálamyndun og skriður. Það er þó afar mismunandi eftir yfirborðsgerð þeirra. Fjallað er sérstaklega um **sanda** á næstu opnu.

Melar

Melar fá rofeinkunn 3 (sjá bls. 28). Þeir eru afar óstöðugir, m.a. vegna vatnsrofs og vindrofs, en sér í lagi myndun ísnála. Allir þessir þættir stuðla að því að melar gróa hægt upp af sjálfsdáðum. Myndin sýnir nýlega myndaðan mel (vegna jarðvegsrofs). Smáir melatíglar hafa myndast, með fínefnum í miðjunni. Mikil frosthreyfing er í þessu fínefni („frostsúðupottar“) sem örvar myndun holklaka og ísnála er hafa neikvæð áhrif á landnám gróðurs.



Sandmelar

Sandmelar eru melar sem sandur hefur sest í vegna áfoks en einnig sendin jökulurð. Sandmelar fá rofeinkunn 4, nema gróður hafi gert yfirborðið stöðugra. Sandmelar hafa gríðarlega mikla útbreiðslu á landinu. Meðfylgjandi mynd er af Kili, en ofan fyrir miðja mynd sést í gróðurleifar á svæðinu. Sandur er í yfirborðinu og melatíglar eru fremur fáséðir. Frost lyftir upp steinum og viðheldur grýttu yfirborði þrátt fyrir sandinn.



Sandhraun

Sandhraun eru hraun sem hafa safnað sandi vegna áfoks eða sandskriðs (áfoksgeirar). Þau fá rofeinkunn 3-5 eftir sandmagninu. Úfin hraun geta safnað gríðarlega miklu sandmagni og tefja þá framrás sands frá uppsprettum. Myndin sýnir sendið hraun sunnan Langjökuls. Sandurinn fyllir upp í lægðir hraunsins, þarna er virkt vindrof og einnig mikið vatnsrof á vetrum.



Urðarhlíðar

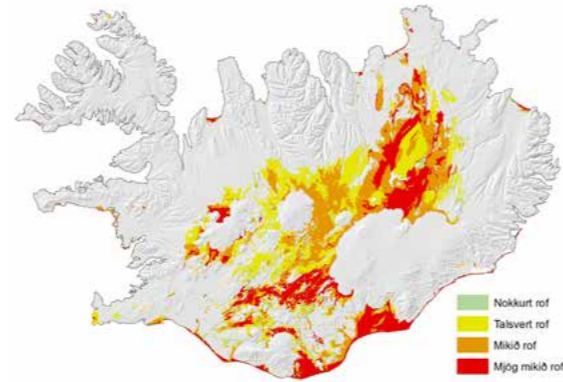
Urðarhlíðar eru algengar á Íslandi, ekki síst í fjalllendi á Vestfjörðum, Norðurlandi og Austurlandi. Urðarhlíðar fá rofeinkunn 3-5 eftir því hversu óstöðugar og brattar þær eru. Gróðurslíkja lækkar einkunnina. Líparítskriður (mynd) flokkast sem urðarhlíðar. Gróður á sérstaklega erfitt í líparítskriðum, en nær sér frekar á strik í blágrýtisskriðum, því þar er meiri veðrun og framboð á næringarefnum.



Sandar á Íslandi

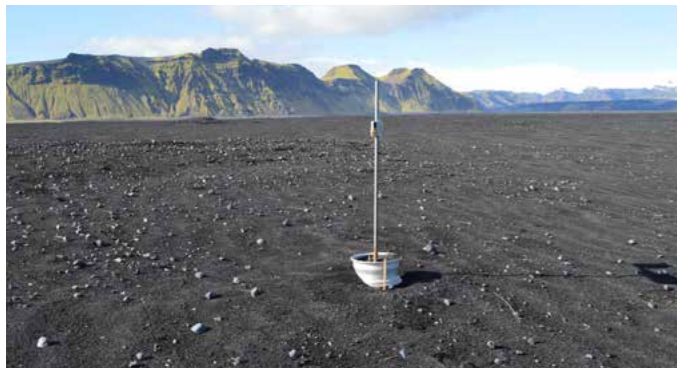
Svartir sandar eru á meðal höfuðeinkenna Íslands. Sandefnin eru að mestu gerð af gosgleri sem er fremur fátítt utan Íslands — hér finnast víðáttumestu eldfjallasandar jarðar. Þeir þekja um 15 000 km² í heild en lausustu sandarnir (rofeinkunn 5) eru um 6000 km². Sandefnin halda fremur litlu vatni. Þar sem yfirborð þeirra getur hitnað mikið í sólskini (>50°C) er uppgufun ákaflega ör og þeir þorna fljótt.

Yfirborð sanda er afar óstöðugt, því sandkornin loða ekki saman og eru af þeirri stærð sem vindur hreyfir auðveldlega. Sum gjóskukornin eru að auki eðlislétt. Á veturnum myndast ógegndræpur holkalki á söndum og vatnsrof er mikið í snjóleysingum. Flutningur efnis með vindi í verstu stormunum getur hæglega numið nokkrum tonnum efnis yfir eins metra breiða línu (t/m), t.d. á Mýrdalssandi (hefur mælst mest > 10 t/m). Mest af efninu berst áfram neðan 50 cm hæðar með skokkhreyfingu þar sem kornin takast á loft og berast áfram en skella svo aftur á yfirborðinu. Rykmökkurinn er yfirleitt lítil hluti efnisins sem berst áfram.

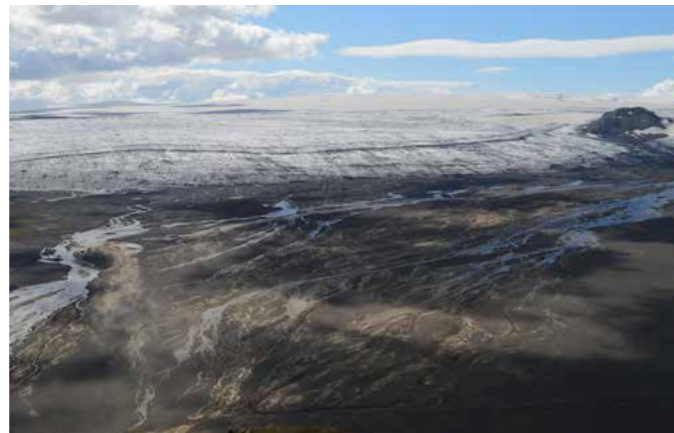


Kortið sýnir sandsvæði og helstu uppfokssvæði.

Sandleiðir geta myndast á leið sands frá uppsprettunum langar leiðir frá upprunastað, t.d. frá Hagavatnsaurum að Rótarsandi (16 km), en norðan Vatnajökuls eru margar afar langar sandleiðir (tugir km). Þar sem sandur berst inn á úfin hraun hamla þau framrás sandsins. Hraunin fyllast þó smám saman, eftir því hve framboð af sandi er mikið.



Mýrdalssandur er dæmigert sandfokssvæði. Fokið hefur frá felgunni á myndinni sem sýnir að yfirborðið hefur lækkað um 30 cm á tveimur árum. Þess á milli getur yfirborðið hækkað við sandfok eða flóð.



Uppfokssvæði á Mælifellssandi. Jökullænur leika um sandinn, en mikið fok er frá svæðinu þegar þornar um.

Söndum landsins má skipta gróflega upp í sandsvæði og svokölluð strókasvæði, sem eru afar virk uppfokssvæði (ryk). Uppfokssvæðin er m.a. að finna þar sem jökulár flæmast um stór flatlendi en þorna síðan á milli. Dæmi um slíkt má finna á Mýrdalssandi (Blautakvísl), Skeiðarársandi, Dyngjusandi (Jökulsá á Fjöllum), Mælifellssandi og framan við Hagafellsjökla. Þessi svæði hafa mikla hlutdeild finna fokefna sem geta borist tugi og jafnvel hundruð km í verstu stormunum. Fin gjóska er afar óstöðug þar sem hún fellur á illa gróið land og getur valdið gríðarlegu uppfoki og rykmengun, eins og varð eftir gosið í Eyjafjallajökli 2010. Ryk berst einnig frá öðrum sandsvæðum þegar veðurhæð er mikil.

Uppfok frá sandsvæðum landsins veldur áfoki og rykmengun sem berst um mest allt landið. Mest er rykið næst virkustu sandsvæðunum þar sem eru svæði sem teljast á meðal rykmenguðustu svæða veraldar. Áfok veldur því að jarðvegurinn þykknar og áfoksefnin verða síðan hluti jarðvegsins á Íslandi.

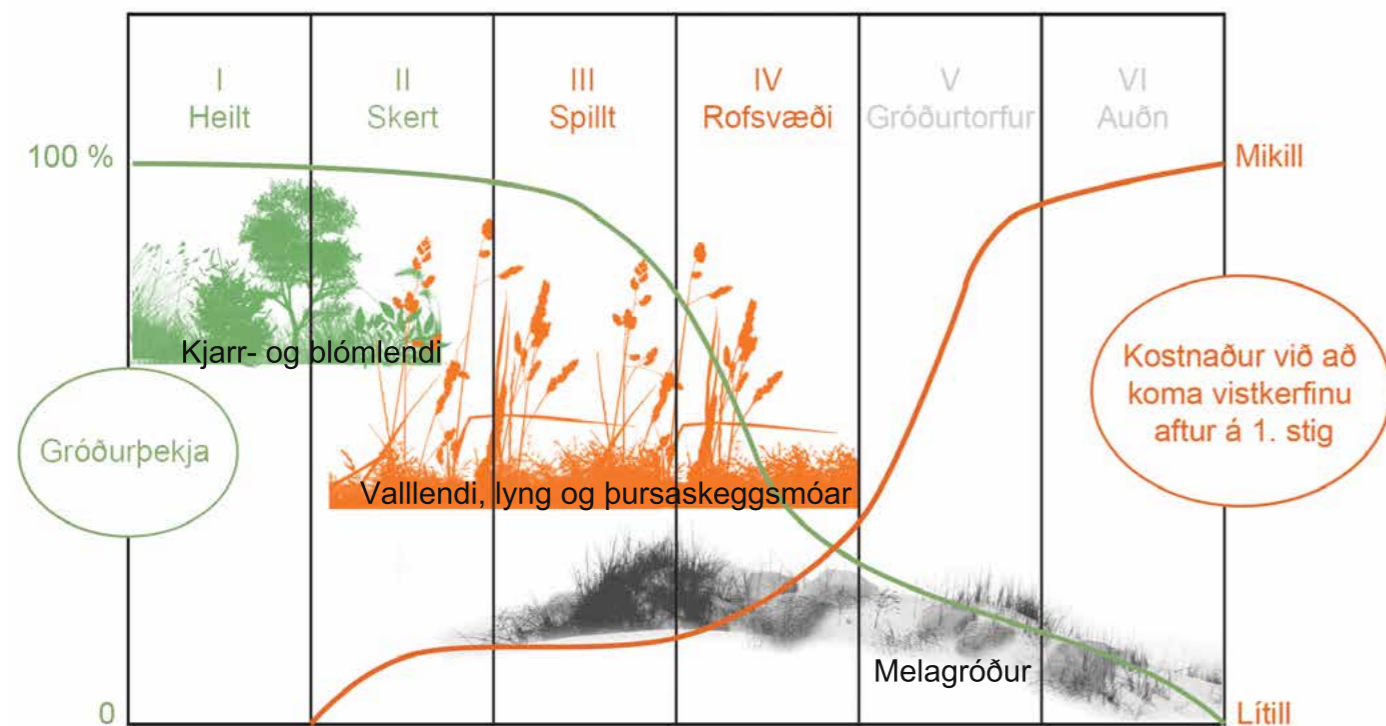


Fokstrókur frá Dyngjusandi. Mynd:NASA/MODIS.



Rykmökkur í Loðmundarfirði vegna uppfoks á Dyngjusandi, í um 160 km fjarlægð frá upptökunum.

5. Ástand landsins / Ástandsstig

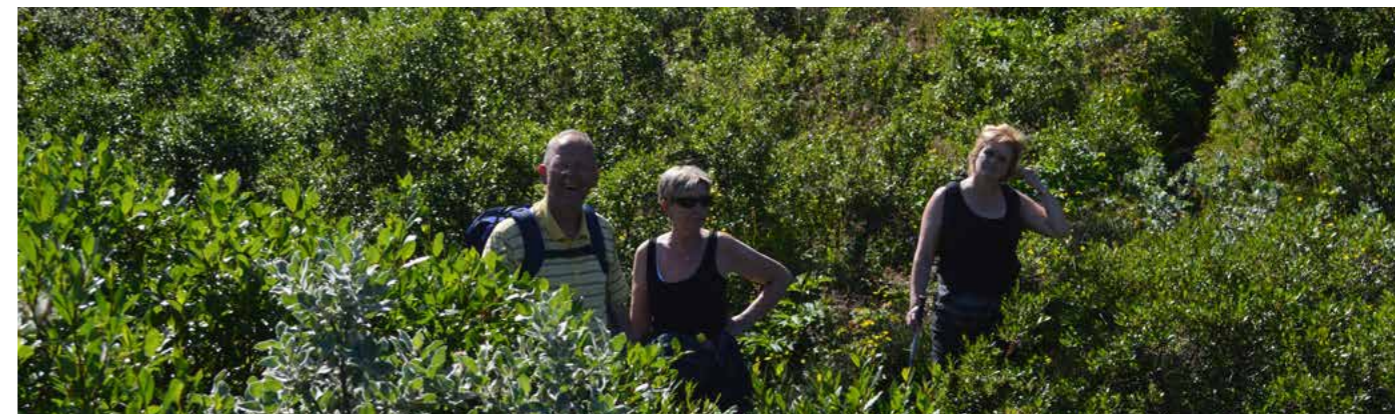


Aðferðir til að greina ástand lands ættu að taka tillit til hringrásar orku (og þar með framleiðni og grósku gróðursins), næringar og vatns. Þá skipta eðlisþættir miklu máli, t.d. hve rof er mikið, uppgufun, skjól við yfirborðið o.s.frv. Í þessu riti er ástandi landsins skipt í sex mismunandi stig, svokölluð ástandsstig. Besta stigið (stig I) er nefnt heilt gróðurlendi en síðan eru mismunandi hnignunarstig allt til auðnar. Eftir því sem ástand landsins skerðist eða spillist minnkar uppskera en hlutdeild ógróins lands eykst. Jafnframt verður æ kostnaðarsamara að endurheimta landgæði. Enda þótt hnignunin sé sýnd sem línulegt ferli á myndinni eru breytingar á milli stiga oft hraðfara þegar rask vegna beitar samfara slæmu árferði teygir kerfið umfram þanþol þess.

Umfjöllunin hér á eftir miðar einkum við láglandið neðan 300-400 m hæðar.

I. Heilt vistkerfi

Gróðurpekja er heil og moldin frjósöm. Vatnsheldni er mikil og regnvatn skilar sér ofan í moldina. Mikið er af lífrænum efnum og ör umsetning lífrænna efna (virk örverustarfsemi og næringarefnahringrásir). Á láglandi eru blómlendi, skóglendi og kjarrlendi algengust á þurrlandi, ríkt mólendi þegar ofar dregur, en rýrt mólendi og lífræn jarðvegsskán á hálendi. Engin jarðvegseyðing. Nærveður er hagstætt á láglandi, skjól við yfirborðið og snjósöfnun að vetri til, sem einangrar yfirborðið og bætir vatnsbúskap.



II. Skert vistkerfi

Landið hefur verið nýtt í nokkurn tíma. Skógur og kjarr hefur rýrnað verulega eða eyðst. Gróðurfar einkennist af tegundum sem þola beit vel, plöntur sem lítið eru bitnar (t.d. lyngtegundir), en einnig koma fyrir tegundir sem eru eftirsóttar til beitar (t.d. blómplöntur). Lífrænn forði í yfirborðslögum hefur rýrnað og moldin er ekki eins frjósöm og á stigi I. Gróður og sina veita nokkra einangrun sem dregur úr hitasveiflum í jarðvegi. Rofdílur koma fyrir en eru yfirleitt ekki áberandi. Jafnvægi ríkir og ástandið er nokkuð stöðugt.



III. Spillt vistkerfi

Ástand kerfisins er svipað en þó lakara en á stigi II. Gróðurfar einkennist af tegundum sem þola beitina vel og beitarfælnum plöntum. Lyngtegundir og mosi eru áberandi. Mjög hefur gengið á lífrænan forða jarðvegsins; umsetning næringarefna er hæg og frjósemi jarðvegs hefur minnkað verulega miðað við upphafsástand. Rýrt mólendi er algengasti gróðurflokkurinn. Takmarkað skjól er við yfirborðið og því gætir áhrifa frosts og vinda mikið. Sinumyndun er lítil. Á veturna myndast þéttur holklaki og vatn rennur á yfirborði í leysingum. Rofdílar eru algengir og rofabörð hafa myndast þar sem jarðvegur er nægjanlega þykkur. Rofsár eru algeng í hlíðum.



Spillt vistkerfi, rofdílar áberandi. Mynd FÓG/Lbhí



IV. Rofsvæði

Ummerki um jarðvegsrof eru áberandi og það gengur ört á gæði vistkerfisins. Landið einkennist gjarnan af tveimur meginkerfum, annars vegar grónum blettum en hins vegar auðnum (hálfgróið og lítt gróið land). Grónu svæðin eru oft rýr með rofdílum, en auðnirnar tilheyra ástandstigi VI. Þegar land er komið á þetta stig er mjög mikilvægt að draga úr nýtingu eða jafnvel friða landið tímabundið til að minnka og helst stöðva eyðinguna og koma af stað framvindu í átt til betra ástands.



V. Gróðurtorfur

Á þessu stigi er nær öll mold sem áður þakti svæðið horfin vegna jarðvegsrofs. Auðnin hefur tekið völdin. Einstaka torfur og gróðurtætlur minna á þann auð sem fyrir var á svæðinu. Slíkt ástand er algengt á afréttum Suðurlands og víðar á gosbeltum landsins. Gróðurtorfurnar bera vitni um horfin landgæði, en eru einnig mikilvæg fræuþspretta fyrir landnám gróðurs á ný.



Gróðurtorfur í Hitardal á Vesturlandi.



Víða á auðnum finnst menjar um kolagerð, eins og þessi kolagröf á Biskupstungnaafrétti. Gert var til kola á meðan svæðið var skógi vaxið og kolin flutt heim til bæja, t.d. að Skálholti. Fjöldi kolagrafa hefur fundist í auðninni á þessum slóðum.



VI. Auðnir

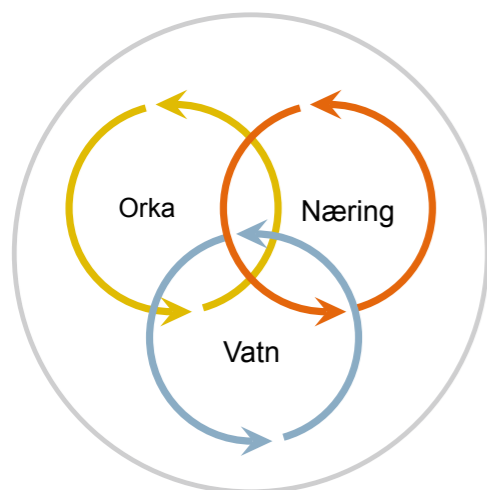
Auðnin er lokastig eyðingarinnar. Eftir standa stakar plöntur eða brúskar og gróðurþekja er lítil. Jarðvegur er ófrjósamur og hefur lítið af lífrænum efnum og leir til að miðla næringarefnum og vatni. Því þurfa flestar plöntur að nota mikla orku til að mynda víðtækt rótarkerfi til að ná í næringu og vatn. Nærveður er óhagstætt því það skortir skjól. Hitasveiflur eru miklar en yfirborðið getur hitnað í $>50^{\circ}\text{C}$ í sól og þá gufar tiltækur raki afar ört upp úr yfirborðinu. Auðnir eru hins vegar afar fjölbreytilegar að gerð.



Manngerð auðn í hliðum á Vesturlandi. Illa farið land í forgrunni.

Yfirborð auðna er afar óstöðugt. Vindrof sverfur sandauðnirnar þegar land er snjólaust. Mjög þéttur holklaki myndast í yfirborðinu á vetrum og vatnsrof er því mikið á frosinni jörð, ekki síst við snjóleysingar. Ísnálar og frostlyfting losa um jarðvegsyfirborðið og lyfta upp litlum plöntum sem reyna að nema land. Gróður á auðnum á afar erfitt uppdráttar. Oft er myndun jarðvegsskánar (sjá bls. 61) forsenda vistheimtar, til að gera yfirborðið stöðugt og til að mynda nægjanlegan næringarforða. Skánin á þó erfitt uppdráttar þar sem vindrof er mikið.

Frá heilum vistkerfum til auðna: hvað breytist?



Hringrásir næringar, orku og vatns eru nátengdar, en ýmislegt getur raskað þessum hringrásum, t.d. ofnýting vistkerfa og jarðvegsrof.

Hringrásir næringar, vatns og orku eru nátengdar og háðar hverri annarri. Jafnframt mótast þær af öðrum umhverfispáttum og ferlum á borð við vind, snjósöfnun og jarðvegsrof. Hnignun lands felur í sér skerðingu á þessum hringrásum sem jafnframt dregur úr þanþoli vistkerfa og leiðir m.a. til vítahrings landhnignunar (sjá bls. 82).

Í töflunni á blaðsíðu 47 eru dæmi um þætti sem móta virkni hringrásanna þriggja: orku, vatns og næringar, ásamt „umlykjandi“ eðlis- og umhverfispáttum. Rof er dæmi um umhverfispátt og ef það er mikið er ástand landsins undantekningarlaust metið slæmt, því rof hefur afgerandi neikvæð áhrif á allar hringrásirnar. Sama á við um gróðurþekju, því án orkunáms virkar vistkerfið ekki.

Margir þættir gefa til kynna ástand vistkerfa. Gróður, lífræn efni, kornastærð og ísig vatns (frá yfirborði ofan í moldina) eru allt lykilþættir fyrir virkni vistkerfa. Mikilvægi einstakra þátta fyrir virkni hringrásanna þriggja er sýnd í töflunni hér til hliðar; 3: lykilþáttur. 2: mikil áhrif. 1: töluerð áhrif. Nauðsynlegt er að mæla þætti sem ná til allra hringrásanna. T.d. er gróðurþekja ein og sér allsendis ófullnægjandi mælikvarði á ástand vistkerfa. Því er algengt að mæla eða meta marga þá þætti sem sýndir eru í töflunni á blaðsíðu 47, ekki síst kolefni (C) í jarðvegi og jarðvegsrof.

Ástands- þættir	Hringrásir/umhverfi		
	Orka	Vatn	Næring
Gróður	3	3	2
Lífræn efni í mold	3	2	3
Kornastærð	1	3	3
Ísig vatns	1	3	2
Rof	3	3	3

Áhrif ýmissa þátta sem gefa til kynna ástand lands á hringrásirnar þrjár.

Þegar ástand lands er metið er reynt að líta til þeirra þátta vistkerfisins sem eru hvað mikilvægastir og sem jafnframt er auðvelt að mæla eða meta. Í töflunni hér að neðan eru sýnd gildi eða einkunnir (A-E) fyrir ýmsa þá þætti sem móta virkni hringrásanna þriggja: orku, vatns og næringar. Rof er dæmi um ferli sem hefur mikil áhrif á allar hringrásirnar og ef það er mikið er ástand landsins metið slæmt án undantekningar. Sama á við um gróðurþekju, því án orkunáms virkar vistkerfið ekki. Oftast er leitast við að bera ástand landsins saman við heil kerfi (ástandsstig I), sem gefur til kynna frávik frá getu (potential) kerfisins. Þessum samanburði er ætlað að skerpa sjónir landlesandans um leið og unnt er að færa töluleg rök fyrir mati á ástandi lands. Það er gríðarlegur munur á gildum og/eða einkunnum fyrir hvern þátt á milli heils vistkerfis og auðna. Tekið skal fram að tegundasamsetning gróðurs er oft jafnmikilvægur þáttur og gróðurþekjan við mat á landi.

	I Heilt	II Skert	III Spillt	IV Rofsvæði	V Gróðurtorfur	VI Auðnir
Yfirborðið						
Gróðurþekja	A heil	B	C	D-E	E	E engin
Vindur við yfirborðið	A logn	B	D	E	E	E óheftur
Sina	A mikil	B	C	D	E	E engin
Snjósöfnun	A mikil	B	B-D	D-E	E	E engin
Vindrof	A ekkert	A-C	B-D	C-E	C-E	C-E óheft
Vatnsrof	A ekkert	A	B-C	C-E	C-E	C-E óheft
Myndun ísnála	A engin	A	B	C-D	E	E áköf
Hitaöfgar	A engar	A	B-D	C-E	E	E ákafar
Uppgufun á sumrin	A hófleg	B	C	D-E	E	E mikil
Ísig á vetrum	A töluv.	B	C-D	D-E	D-E	E lítið
Yfirborðsmold						
C % í efstu 30 cm	6-12	3-7	1.5-4	0.5-3	0.2-2	0.0-0.5
N efstu 30 cm, kg/ha	>10 000	>5000	>2500	>1000	>500	>250
Leir % efstu 15 cm	15-30	10-25	10-20	3-15	3-10	1-5

Mismunur á yfirborðsaðstæðum og jarðvegsþáttum eftir ástandsstigum.

Náttúrulegar auðnir?

Samspil óblíðra náttúrafla, viðkvæmra vistkerfa og landnýtingar getur kollvarpað vistkerfum. Af þessum þáttum er landnýting eini þátturinn sem við fáum stýrt. Stöðugleiki og þanþol margra kerfa á Íslandi eru lítil. Vistkerfi á gosbeltinu og þau sem standa hátt eru veikust fyrir og þar hafa víða myndast auðnir.



Auðnir geta verið heillandi og seiðandi í senn. Þær eru gjarnan settar í samhengi við óspillt víðerni eða ósnerta náttúru landsins. Vissulega má telja margar auðnir landsins náttúrulegar, t.d. auðnir sem liggja hátt yfir sjávarmáli (Sprengisandur), gjóskusvæði (Veiðivatnasvæðið) og flóðasléttur (Krepputunga). Sumar eru sambland af öllum þessum þáttum. Þó eru sterkar vísbendingar um að sumar auðnir sem eru taldar náttúrulegar hafi áður verið grónar en hafi síðan orðið eyðingaröflum að bráð. Þetta á t.d. við um Ódáðahraun þar sem jarðvegisleifar finnast víða undir sandinum sem nú er. Margar auðnir eru nýttar til beitar sem tefur eða hamlar náttúrulegri uppgræðslu þeirra, m.a. á láglandi og neðri hluta afrétta. Þar má nefna auðnir á afréttum á gosbeltinu (t.d. afréttir Suðurlands og Heklusvæðið).

Rányrkja - rofsvæði og auðnir

Beit á auðnum og rofsvæðum er ekki aðeins ósjálfbær landnýting; hún er í raun rányrkja. Fyrir því liggja vistfræðilegar ástæður. Framleiðslugeta auðnanna er afar lítil. Hringrásir orku, næringarefna og vatns eru rofnar. Gróður auðna er oft próteinríkur (nýgræðingur) og sauðféð getur þrífist vel þrátt fyrir takmarkaða gróðurhulu. Fallþungi dilka er því slæmur mælikvarði á ástand lands. Plöntur á auðnum þurfa blaðmassa til viðhalds (orka fengin með ljóstillífum). Á auðnum þurfa plöntur að leggja mikið af þessari orku í víðfeðm rötarkerfi til að afla næringar og vatns. Möguleikar plantna til að nema orku, næringu og vatn er skert með beitinni. Jafnframt er jarðvegsskánin, sem oft er forsenda framvindu á auðnum, mjög viðkvæm fyrir traðki búfjár. Sauðfé hefur mikla yfirferð, ekki þarf margt fé til að halda niðri framvindu gróðurs á auðninni allri.

Mörgum afréttum má skipta í vel gróin beitar svæði nær byggð, en auðnir og rofsvæði ofar. Þar sem svo hagar til ætti tvímælalaust að aðgreina þessi svæði. Framleiðni gróðurs minnkar ört með hæð yfir sjávarmáli og útbreiðsla gróðurs sömuleiðis (bls. 19). Takmarka ætti beit ofan 500-600 m hæðar vegna þess að framleiðni þeirra vistkerfa er takmörkuð og hversu viðkvæm þau eru. Beitarfriðun byggir upp stöðugleika og þanþol gegn áföllum; gróður nær fótfestu þar sem skilyrði eru til. Háfjallabeit á Íslandi er ekki sjálfbær vegna neikvæðra áhrifa á vistkerfi, þar sem uppskera er afar lítil og vistkerfin viðkvæm. Háfjallabeit á víðfeðmum afréttum er að auki yfirleitt mjög kostnaðarsöm.



Beit á uppgræðslusvæði á Myrdalssandi. Dæmi um mjög ósjálfbæra landnýtingu, því beitin minnkar árangur uppgræðslunnar auk þess sem afurðimar standa vart undir kostnaðinum af áburðinum.

Samfélagið, ástand lands og búfjárbætur

Það er vitaskuld nauðsynlegt að nýta auðlindir landsins til framfærslu og mörgum finnst fátt búsældarlegra en þríflegur fénaður í vel grónum úthaga. Sauðfjárbúskapur er sannarlega mikilvægur í mörgum byggðum landsins og víða er land sem hentar vel til sauðfjárbætur. En þar sem ástandið er ekki sem skyldi er búfjárbætur til skaða. Það er grundvallaratriði að miða landnýtingu við að ná aftur fyrri landgæðum. Vert er að hafa í huga að aðeins lítill hluti sauðfjástofns landsins gengur á þeim svæðum sem óæskilegt er að nýta. Því er það vel framkvæmanlegt að breyta beitarháttunum og unnt er að stuðla að þeim breytingum þannig að sem minnst rask verði fyrir hvern og einn.

En af hverju er illa farið land ennþá nýtt til beitar? Þar kemur margt til. Sauðkindin er samofin sögu þjóðarinnar sem endurspeglar meðal annars í því að fjölmörg hugtök íslenskunnar eru dregin af hugtakinu fé, sbr. orðin „fjársterkur“, „fjármagn“ og „fjármálaráðherra“. Göngur og réttir eru fyrir mörgum ákaflega mikilvægar, eins konar menningarverðmæti sem brýnt er að varðveita. Sauðkindin hefur allt að því rómantískan blæ í hugum margra landsmanna og beitarrétturinn er afar sterkur, jafnvel þar sem landið hentar ekki til slíkrar nýtingar. Fjárbúskapur á Íslandi er rekinn með árlegum fjárstyrk frá hinu opinbera sem telst afar rausnarlegur á alþjóðlegum mælikvarða (beingreiðslur og annar stuðningur, tollavernd o.fl.). Styrkurinn tryggir áframhald sauðfjárbúskapar; líka á þeim svæðum sem illa henta til beitarnýtingar. Eðlilegt væri að fjárstuðningur tæki í ríkari mæli mið af ástandi landsins. Jafnframt er það oft svo að vandinn er ekki viðurkenndur. Í fræðum er lúta að landhnignun er oft talað um undirliggjandi þætti er stýra álagi sem valda ferlum hnignunar. Ofantaldir þættir geta talist til slíkra undirliggjandi þátta er viðhalda auðnum og rofsvæðum á Íslandi.

Landið er að gróa upp

Margar vísbendingar eru um að landið sé víða að gróa upp. Aukin gróska gróðurs sést m.a. á gervihnattamyndum. Mikilsverður árangur hefur náðst við uppgræðslu á stórum svæðum, t.d. á láglandi á Rangárvöllum og Landsveit. Beitarálag minnkaði eftir 1980 og beitarálag hefur verið stytur. Veðurfar fer hlýnandi. Þá er aukin gróska þar sem fé hefur fækkað mikið, m.a. á Vesturlandi (Borgarfirði) og Vestfjörðum (m.a. Barðastrandarsýslum) og ekki síst þar sem umtalsvert land hefur verið tekið úr beit, t.d. til skógræktar eða vegna minnkandi búskapar (Vesturland, Suðurland, Austurland). Gervihnattamyndir sýna hins vegar ekki aukna grósku þar sem beitarálag hefur haldist mikið, þar sem beitt er á landi í slæmu ástandi, eða á illa grónum hálandissvæðum.

Hvað með hrossin?

Víðast hvar er hrossabætur bundin við láglandi og í afmörkuðum beitarhólfum. Því eru áhrif hrossabætur ekki eins víðtæk og áhrif sauðfjárbætur. Mikill árangur hefur náðst við að laga hrossabætur að aðstæðum, m.a. með faglegri vinnu, kynningarstarfi og samstarfi. Margir hrossabændur hafa stranga gæðastýringu á framleiðslunni, þar sem fylgst er grannt með ástandi lands. Því miður á það ekki við alla. Rof í hrossabæturhólfum lýsir ávallt rangri landnýtingu.



Sauðfé og hross í vel grónum haga.



Viðkvæmt og illa farið land. Takið eftir að sauðféð sækir í nýgræðing á auðnalandinu.

Landið er fjölbreytt

Vesturland og Norðvesturland

Á Vesturlandi og Norðvesturlandi er ástand landsins víða gott. Þar finnast gróðurlendi með mikið þanþol. Til dæmis eru votlendi útbreidd og kjarrlendi er áberandi víða á Vesturlandi. Þó er landið gjarnan markað af rofdílum og melar eru sums staðar áberandi (ástandsstig II og III). Rof er yfirleitt ekki mikið enda landið flatt og votlent. Hins vegar eru hlíðarnar víða illa farnar. Flestir afréttir eru vel grónir en gróðurfarið er rýrt á afréttum, sérstaklega þurrlendið (rýrt mólendi og mosaland).



Afréttarlönd Vestur-Húnavatnssýslu. Vel gróin lönd, votlendi mikið en þurrlendið oft ákaflega rýrt.

Vestfirðir

Ástand lands á Vestfjörðum endurspeglar hve þéttbýlt landið var áður. Í fjörðum þar sem byggð var dreifð og undirlendi lítið er nú oft gróskumikill gróður, t.d. í Austur-Barðastrandarsýslu. Flestir afréttir eru vel grónir. Gróðurfarið verður rýrara eftir því sem ofar dregur, en gróðurmörk fyrir samfelldan gróður standa fremur lágt.



Dalir í Barðastrandarsýslum eru víða kjarri vaxnir, ekki síst þar sem landnýting hefur verið hófleg. Gróðurmörk standa neðarlega og ummerki ofnýtingar eru víða sjáanleg (hálfgróið land) enda þótt kjarrið breiðist nú smám saman aftur út.

Mið-Norðurland og Norðausturland

Mið-Norðurland og Norðausturland skiptast í tvö horn: annars vegar vel gróin svæði, bæði á láglendi og afréttum, t.d. í Kelduhverfi og djúpum votlendum dölum Mið-Norðurlands; en hins vegar eru svæði með miklu rofi, t.d. á Hólsfjöllum, Mývatnsöræfum, í Öxarfirði og á hálendi austan Vopnafjarðar. Víða eru virkir áfoksgæirar og rofabarðasvæði. Náttúra þessa svæðis er afar viðkvæm vegna þurrka, eldgosa og hæðar yfir sjó. Gríðarlegt sandfok á sér stað á sandauðnum norðan Vatnajökuls. Landið við ysta haf er sérlega viðkvæmt vegna kulda og frostáhrifa.



Dalir Mið-Norðurlands eru margir vel grónir og sýna merki um framför vegna minnkandi beitar.

Austurland

Austurland er víða allvel gróið og landið í sæmilegu og jafnvel góðu ástandi nema þar sem landnýting hefur verið mest. Votlendi einkenna mörg heiðarlönd, svo sem Fljótsdalsheiði. Mikið rof er á afréttum sem liggja að gosbeltinu og á sandsvæðum vestan Háslóns og Jökulsár á Brú. Vatnsrof hefur markað hlíðar í fjalllendi, t.d. á Breiðdal og Fagradal. Ummerki um jarðsil eru tilkomumikil, háar þúfur og miklar jarðsilstungur, sérstaklega á norðlægum svæðum nálægt ströndinni, frá Melrakkasléttu að Seyðisfirði



Dyrfjöllin. Dalurinn er ekki í góðu ástandi vegna langvarandi beitar, með rofabörðum, vatnsrásum og illa grónum svæðum inn á milli. Dalurinn stendur hátt og er viðkvæmur.

Landið er fjölbreytt

Suðausturland

Austurhluti suðurstrandarinnar einkennist af sandsvæðum með miklu rofi. Til fjalla getur gríðarlega mikil úrkoma fallið á skömmum tíma sem veldur vatnsrofi í hlíðum, enda eru hlíðar Suðausturlands yfirleitt illa grónar. Sumir dalirnir eru þó vel grónir og ástand landsins gott, t.d. í Geithellnadal og Hamarsdal, ekki síst eftir að verulega dró úr sauðfjárbætti á svæðinu. Ástand í öðrum dölunum og á nokkrum afréttum er þó ekki sem skyldi, t.d. á Lónsöræfum.



Einn af dölum Suðausturlands. Hlíðarnar að mestu ógrónar. Rofabarðið og birkileifar gefa til kynna horfin landgæði.

Suðurland

Undirlendið einkennist af votlendissvæðum sem mörg eru í góðu ástandi. Að öðru leyti er Suðurland í ákaflega misjöfnu ástandi. Þurrlandið er sums staðar rýrt og rofabarðasvæði eru algeng í hálendisbrúninni. Inn á milli eru gróskumikil graslendi, blómlendi, og kjarrlendi. Mosaland er áberandi í ungum hraunum. Á láglandinu eru víða ofbeitt hrossahólf með rofdílum. Sandsvæði með ströndinni eru mjög óstöðug, sem og gjóskusvæði kringum Heklu og á gosbelti miðhálandisins þar sem auðnir eru áberandi. Afréttir Suðurlands teljast flestir til gosbeltisins og eru almennt illa grónir vegna samspils landnýtingar og eldgosa. Mikilvægt er að friða afrétti næst Heklu og Kötlu og svæði sem standa hátt, eins og t.d. efsta hluta Skaftártungna og Síðu, og efla þar gróðurfarið vegna síendurtekinnar eldvirkni. Margar þessara auðna og rofsvæða voru áður huldar skógi sem lét undan síga vegna samspils eldvirkni, veðurfars og landnýtingar.



Rofabarðið og melar neðarlega á afrétti á Suðurlandi.



Neðri hluti afrétta í Skaftártungum og á Síðu er víða vel gróinn en ofbeitar gætti þegar fé var flest á síðustu öld. Gróðurfarið er rýrt en inn á milli grasgefin gróðurlendi.



Séð af Sveinstindi: Gróður í fjallendi á gosbeltinu er ákaflega rýr (mosaland) og framleiðslan lítil. Vistkerfið er mjög viðkvæmt. Slík svæði ætti ekki að nýta til beitar.

Ástand afrétta — töluleg gögn

Viðamiklar upplýsingar liggja fyrir um ástand vistkerfa á afréttum landsins. Jarðvegsrof hefur verið metið á öllu landinu, auk þess sem gervihnattamyndir hafa verið nýttar til að kortleggja gróður. Í töflunni er dæmi um upplýsingar fyrir 15 afrétti. Stærð þeirra er frá um 40 km² til > 900 km². Samtals tekur taflan yfir nálægt 8000 ferkílómetra lands, sem er væn sneið af afréttarlandi á hálendi landsins. Til eru nákvæm gróðurkort af flestum þessara afrétta (Náttúrufræðistofnun Íslands).

Afréttur	Stærð km ²	Jarðvegsrof á Íslandi			Nytjaland			
		Auðnir Fjall.	Mikið rof	Gróið	½+lítt gróið	Rýrt mólendi	Mosi	Vot- lendi
		-----			----- % -----			
Þverárrétt	412	3	0	92,6	6,7	48,1	19,4	16,6
Afr. Miðfjarðar	369	0	0	91,0	5,4	>51	>0,4	27,8
Afr. Kelduhv.	456	10	7	85,4	14,6	-	-	1,1
Víðidalstunguh.	486	12	1	83,8	14,9	>50	>0,3	21,1
Fljótsd.heiði	671	26	2	67,8	30,6	53,8	0,8	10,7
Auðkúluheiði	742	28	3	55,4	36	42,7	0	10,8
Oddstaðaafrétt	190	48	15	55,1	43	26,5	14,1	12,6
Grímsstunguheiði	394	55	41	51,3	48,4	>45	5,6	0,2
Álftaversafréttur	208	38	59	42	57,9	>13,8	>23,1	0,2
Gnúpverjafr.	617	51	31	38,8	54,7	>23	>0,3	9,8
Rangárv.afr.	789	76	39	30,6	68,6	-	-	0,1
Hólsfjöll	724	77	69	24	74	0,8	0	0,2
Landmannafr.	953	83	66	15,7	79,9	-	-	-
Almenningar	38	75	47	14,6	84,7	-	-	-
A- Bárðd.afr.	949	92	57	4,4	95,2	-	-	-

Útbreiðsla rofs og gróðurhula á 15 afréttum. Tölur úr verkefnum „Jarðvegsrof á Íslandi“ og „Nytjaland“. Græn skygging gefur til kynna gott ástand, gulleitur litur táknar frekar lélegt en rautt mjög slæmt ástand með tilliti til viðkomandi þáttar.

Taflan sýnir afar misjafnt ástand landsins. Þverárrétt er að mestu gróin og þar er rofið lítið, en stór hluti landsins telst til rýrs mólendis, sem bendir til langvarandi mikillar beitar. Auka mætti gróður og um leið afurðir með því að bæta ástand afréttarins. Svipað má segja um Miðfjarðarafrétt, sem jafnframt er afar votlendur (28%). Austurafréttur Bárðdæla hefur aðeins um 4% gróðurhulu.

Meirihluti dálkanna eru rauðlitaður fyrir afrétti í afar slæmu ástandi (vegna mikillar útbreiðslu rofs og auðna), en einnig getur gróðurfar verið fremur rýrt. Rauðlituðu afréttirnir eiga það sammerkt að vera á gosbeltinu eða í nánd þess. Mörg rök hníga að því að takmarka ætti beit í nágrenni mikilvirkustu eldfjallanna, svo sem á Heklusvæðinu og í nágrenni Kötlu, á eldbeltinu frá Mýrdalsjökli til Vatnajökuls og á gosbeltinu norðan Vatnajökuls.

Fyrr og nú — og kannski síðar

Stundum er erfitt að gera sér í hugarlund hve miklar breytingar hafa orðið á landgæðum. Myndirnar á þessari blaðsíðu sýna hluta af afréttum Bárðdæla, en Skjálfandafljót rennur á milli þeirra. Þessir afréttir eru á meðal lakast grónu afrétta landsins í dag (mynd til vinstri). Niturforði er lítil í heildina, vatnsmiðun afar takmörkuð og framleiðni afréttanna nánast engin. Auðnaástandi er viðhaldið með beit.



Hluti af afréttum Bárðdæla árið 2000 og tilgáta um gróðurfar á 11.öld. Myndvinnsla byggð á Landsat gervihnattamyndum (LbhÍ/SM).

Myndin til hægri sýnir ástandið eins og það gæti hafa verið 2-3 öldum eftir landnám. Skógur þekur láglendið en önnur svæði eru þakin gróðri, ríku mólendi og kjarrlendi, en votlendi inn á milli. Rof hefur þó herjað á bröttustu hlíðarnar og stórum hluta skóglendisins hefur verið eytt. Hugsanlega standa ennþá nokkur lítil bú eða sel í dalnum inn með fljótinu (mynd til hægri). Samspil landnýtingar (minnkað þanþol) og eldgoss í Bárðarbungu um 1480 átti drjúgan þátt í eyðingunni á þessu svæði.

Það er gríðarlegur munur á auði þessa lands þá og nú. Gróna landið gæti framfleytt miklu af búpeningi og skógurinn gæfi nytjar; landið er verðmætt. Þetta land væri hægt að endurheimta með tímabundinni friðun fyrir beit (t.d. 100 ár) og hæfilegum inngrípum til að flýta framvindu, t.d. með takmarkaðri áburðagjöf, gróðursetningu birkieyja o.s.frv. (sjá kafla 8-9).

6. Ástand og umhverfispættir / Frost og þýða mótar landið

Á Íslandi frýs og þiðnar líklega oft á ári hverju en víðast annars staðar á jörðinni. Áhrif frostsins á íslensku moldina verða ennfremur mikil vegna þess að hún er mjög „frostnæm“ því hún heldur miklu vatni, leiðir vatn afar greiðlega og skortir samloðun. Því hefur frost mótað náttúru landsins meira en flestir gera sér í hugarlund. Augljósustu ummerkin eru þúfur og melatíglar. Að auki veldur samspil frosts og þýðu hægfara flutningi moldar undan halla, svonefndu jarðsili (sjá bls. 33). Á hálendinu geta myndast rústir, sem eru háar þústir með sífrera undir yfirborðinu. Ísnálar, sem myndast í yfirborði jarðvegsins, einkum á þurrum frostnóttum í ógrónu landi, hafa e.t.v. mest áhrif hérlendis, því þær hindra náttúrulega sjálfgræðslu.



Freðmýrarúst á Jökuldalsheiði. Rústum hefur fækkað eftir að hlýna tók í lok síðustu aldar.



Frost og þýða framkallar bylgjuhreyfingu á jarðvegsyfirborði niður brekkuna.



Stærri þúfur myndast innan beitarhólsins vegna þess að þung beitarðýr (hross) stíga ávallt niður á milli þúfnanna, en minnkuð einangrun gróðurs vegna beitarinnar hefur einnig áhrif.

Þúfur

Hugtakið „þúfur“ hefur unnið sér sess í alþjóðlegu fræðimáli. Þúfur myndast einkum þar sem stutt er niður á grunnvatn (því þegar yfirborðið frýs þurrkar það jarðveginn og vatn sogast upp úr neðri lögum), en vegna sérstakra aðstæðna hérlendis myndast þær einnig þar sem djúpt er niður á grunnvatn. Náin tengsl eru á milli landnýtingar og þúfnamyndunar, því beitin (minni einangrun) og þungir grasbítar auka þúfnamyndun til muna. Þúfur verða sérstaklega brattar í hrossabeitarhólfum því hrossin eru þung og þau stíga ávallt niður á milli þúfnanna og þrýsta þeim upp á við.



Ísnálar

Ísnálar myndast þegar raki er til staðar í moldinni. Þær geta vaxið marga cm á einni nóttu. Afl ísnála er gríðarlega mikið, þær lyfta litlum plöntum á borð við nýgræðing upp með rótum og færa stærri plöntur ofar í jarðveginn. Þetta veldur því að rofdílar gróa seint saman.



Ísnálar í rofdíl. Þær kom í veg fyrir að rofdillinn grói saman.

Vatnshagur

Góð landnýting miðar að því að moldin taki við úrkomunni og miðli í hæfilegu magni til gróðurs, vatnakerfa og grunnvatns. Skerðing á þessum hæfileikum moldarinnar er eitt af alvarlegustu vandamálunum sem steðjar að heimsbyggðinni. Illa gróið land á Íslandi hefur tapað þessum hæfileika og hefur það áhrif á vatnafar í landinu. Meðal annars verður gríðarlegt yfirborðsrennsli af jarðvegi auðna á vetrum, sem veldur flóðum og slæmri nýtingu á vatni.

Að spilla vatni á einum stað veldur tjóni neðar á vatnasviðinu og jafnvel í hafinu, eins og vel er þekkt í Eystrasalti, þar sem landbúnaður hefur valdið gríðarlegri mengun. Setflutningur í ám veldur ómælanlegu tjóni víða um lönd; hann veldur mengun, rýrir vatnavistkerfi, fyllir uppistöðulón og eykur flóðahættu. Sums staðar er bannað að brjóta land eða skerða gróður nálægt árbökkum eða skurðabökkum að viðlögðum sektum. Árhelgin (e. riparian zone) er mikilvægt vistkerfi, og er endurheimt hennar á meðal stærstu vistheimtarverkefna í nágrannalöndunum.

Nágrannapjóðirnar leggja mikla áherslu á að landnýting á borð við beit, akuryrkju, byggingaframkvæmdir og þéttbýlismyndun, hafi sem minnst áhrif á vatnsgæði. Landnotendur á Íslandi hafa ekki notið fræðslu á þessu sviði og þess sér víða stað.



Beit og traðk búfjár veikir mótstöðu ár- og lækjarbakka gegn rofi. Einkum er mikilvægt að ár- og lækjarbakkar hafi öfluga gróðurþekju að hausti svo þeir fái staðist álag vegna haustrigninga og vorleysinga. Vinstri myndin sýnir læk sem rennur í gegn um beitarhólf; þarna hefur átt sér stað mikið rof og hluti árhelgunarsvæðisins hefur tapast. Hægri myndin sýnir sama læk 100 m neðar, utan beitarhólfsins.

Jarðvegsskánin

Lífræn jarðvegsskán er samfélag blágrænubaktería, þörunga, sveppa, fléttna og mosa á yfirborði og í efstu millimetrum moldarinnar. Hún getur myndast á lítt grónum svæðum ef sandur er ekki á hreyfingu og einnig í kjölfar áburðargjafar á uppgræðslusvæði. Skánin er aftur á móti viðkvæm fyrir áfoki, gjóskufalli og traðki manna og búfjár. Því er oft lítil skán í stórum beitarsvæðum sem einkennast af auðnum.



Lífræn jarðvegsskán nemur nitur úr andrúmsloftinu, en nitur er það næringarefni sem hvað mest takmarkar þróun vistkerfa í kjölfar rofs. Þó árlegt niturnám skánarinnar sé ekki mikið, safnast það upp með tímanum. Hins vegar verður niturhringrásin í vistkerfum ekki að fullu virk fyrr en niturforðinn hefur náð 700-1000 kílóum á hektara, sem skýrir að hluta hve hægt gengur að byggja upp vistkerfi þar sem lífræn efni moldarinnar hafa að mestu tapast. Lífræn jarðvegsskán hefur einnig áhrif á vatnsbúskap, einangrar jarðvegisyfirborðið, minnkar uppgufun og eykur yfirborðsstöðugleika.

Þar sem lífræn jarðvegsskán nær að myndast á lítt grónu landi gegnir hún veigamiklu hlutverki í gróðurframvindu. Skán, einkum ef hún er hrufótt, fangar fræ margra tegunda og oft eru góð skilyrði fyrir spírun þeirra í dældum og sprungum í skáninni. Þá njóta fræplönturnar góðs af framboði af nitri og öðrum næringarefnum í skáninni og auknum yfirborðsstöðugleika sem dregur úr afföllum.

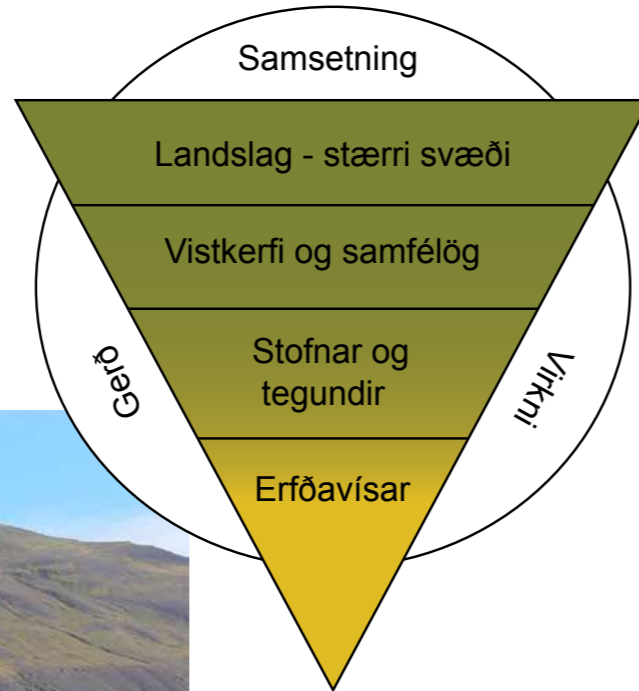


Líffræðileg fjölbreytni

Líffræðileg fjölbreytni er undirstaða þeirrar margvíslegu þjónustu sem vistkerfi veita mannlegum samfélögum (sjá bls. 64-65 um þjónustu vistkerfa). Hún spannar breytileika á mörgum stigum, frá erfðavísunum og tegundum til vistkerfa, landslagsgerða og í raun jarðarinnar allrar.

Líffræðileg fjölbreytni nær yfir gerð og samsetningu hvernar einingar vistkerfisins, til dæmis tegundasamsetningu, vistgerðir og erfðamengi. En hún á einnig við um ferla og virkni viðkomandi eininga eins og næringarefnahringrásir, ljóstillífun, lífsferla, samkeppni, samhjálp eða önnur samskipti á milli tegunda.

Líffræðileg fjölbreytni nær yfir gerð, samsetningu og virkni eininga frá erfðavísunum til landslags.



Skógareyðing og alvarlegt jarðvegsrof eru dæmi um skerðingu líffræðilegrar fjölbreytni á svæðis- eða landslagsvísu. Slík skerðing hefur ekki aðeins áhrif á útbreiðslu og magn einstakra tegunda heldur líka á gerð vistkerfa og vistfræðilega ferla. Einnig getur hún valdið tapi á búsvæðum fyrir margar tegundir og minnkar getu vistkerfa til að veita fjölbreytta vistkerfaþjónustu.

Fjöldi tegunda, eða tegundaauði, er sá þáttur líffræðilegrar fjölbreytni sem oftast er vitnað til. Tegundaauði ein og sér er þó ekki góður mælikvarði á ástand og stöðugleika vistkerfa því hún:

- hefur minni áhrif á virkni vistkerfa en það hvaða tegundir eru til staðar og hversu mikið er af þeim;
- er háð stærð þess svæðis sem er mælt;
- nær yfirleitt aðeins yfir fáa áberandi tegundahópa, svo sem háplöntur eða fugla, en sleppir oft mikilvægum hópum eins og jarðvegslífverum, skordýrum, mosum og fléttum;
- tekur ekki til ástands vistkerfisins, m.a. með tilliti til virkni hringrásar orku, næringar og vatns;
- gerir ekki greinarmun á innlendum og framandi tegundum.

Varðandi síðastnefnda þáttinn, þá geta athafnir okkar manna leitt til fjölgunar á framandi, ágengum tegundum og þó að samtímis verði tap á náttúrulegri líffræðilegri fjölbreytni.



Fjölbreytni mosa og fléttu fer oft framhjá okkur.



Í Þórsmörk er leitast við að endurheimta fjölbreytt vistkerfi án notkunar framandi plöntutegunda.

7. Að bæta ástand lands

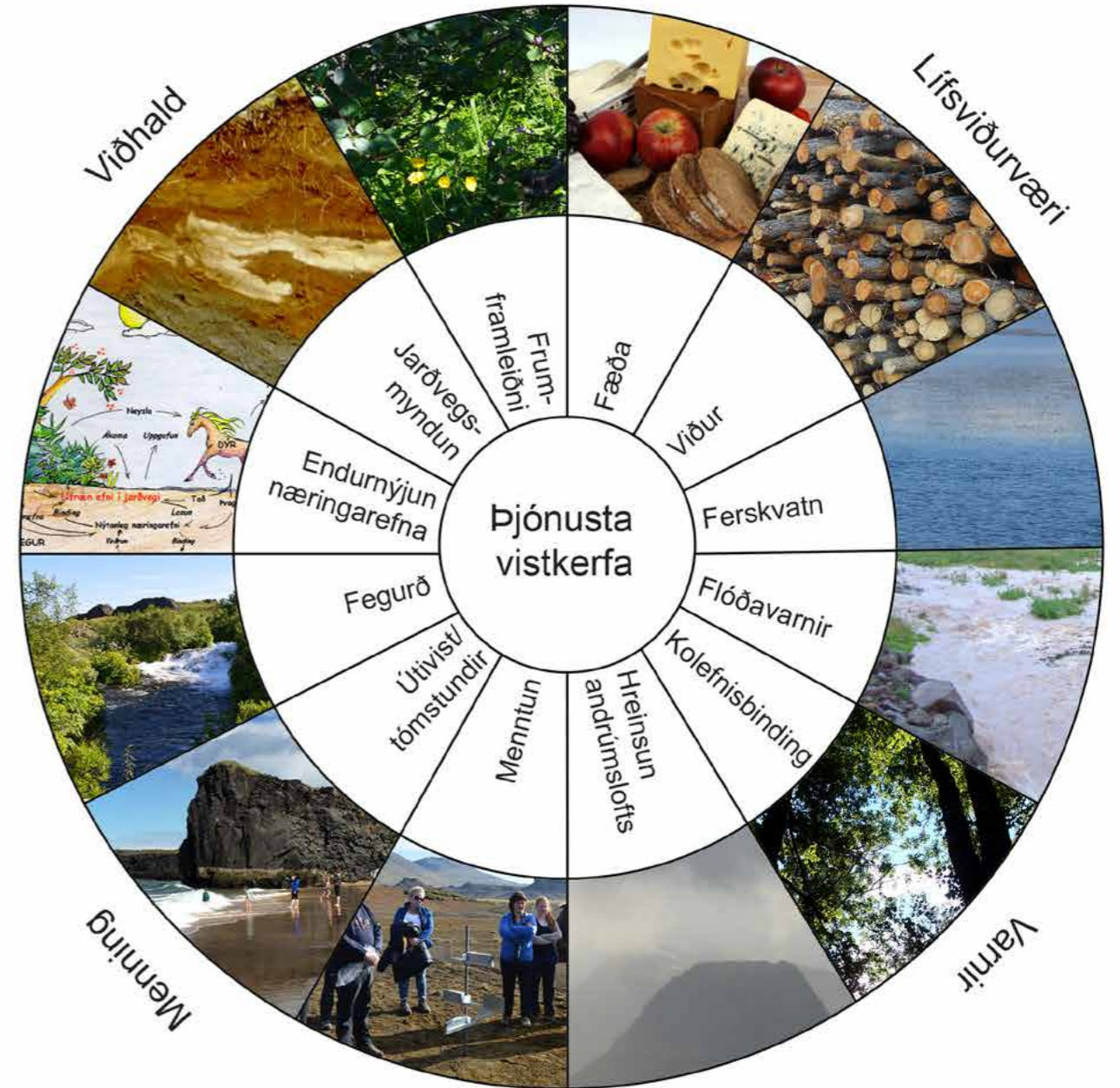
Skiptir ástand landsins máli?

Þjónusta vistkerfa er afar margþætt. Flestum er eflaust ljóst mikilvægi vistkerfa í fæðuframléiðslu; hvort sem um er að ræða veiðar, búfjárbætur eða nýtingu ræktarlands til framléiðslu á heyi eða korni. Íslensku birkiskógarnir voru þjóðinni mikilvæg uppspretta eldiviðar og byggingarefnis langt fram á 20. öldina. Hins vegar gera færri sér grein fyrir því að önnur þjónusta vistkerfa er ekki síður mikilvæg, svo sem miðlun og hreinsun vatns, myndun jarðvegs, niðurbrot lífrænna leifa, endurnýjun næringarefna í jarðvegi sem og endurnýjun súrefnis og hreinsun andrúmsloftsins. Þá felast og mikil lífsgæði í möguleikum til útivistar og upplifun á fegurð náttúrunnar.

Það er beint sambandi milli ástands lands og arðsemi af því. Slæmt ástand felur í sér glataða arðsemi fyrir þann sem nýtir landið. Með því að bæta ástand landsins endurheimtum við hluta af fyrri náttúruauði.



Land í lélegu ástandi hefur afar takmarkaða getu til að veita margvíslega vistkerfaþjónustu. Þetta land var eitt sinn þakið birkiskógi og var nýtt til beitar og einnig viðartekju — um það vitna gamlar kolagrafir. Nú er það í tötrum.



Dæmi um þá fjölbreyttu þjónustu sem vistkerfi láta okkur í té.

Er hægt að bæta ástand lands?

Reynslan sýnir að það er hægt að bæta ástand raskaðra vistkerfa en það fer eftir aðstæðum hve miklu þarf að kosta til.



Vinstri myndin sýnir örfoka land með lausum sandi í yfirborði en sú hægri sýnir endurheimt skóglendi í minna en kílómeters fjarlægð. Þar var land grætt upp með áburðargjöf og grassáningu til að stöðva sandfok og birkifræi sáð.



Óuppgrætt land



1-2 ára uppgræðsla



10-15 ára uppgræðsla

Áburðargjöf stuðlar að landnámi gróðurs og örvar þann gróður sem er fyrir í landinu. Margir bændur hafa grætt upp hluta af heimalöndum sínum í samstarfi við Landgræðslu ríkisins og aukið þannig notagildi landsins, meðal annars til beitar.



Uppgræðsla getur stöðvað jarðvegseyðingu og skapað skilyrði fyrir landnám staðargróðurs; meðal annars birkis og víðis. Slík uppgræðsla leiðir á endanum til myndunar kjarr- eða skóglendis með frjósömum jarðvegi. Hins vegar getur jafnvel lítil beit hamlað þeirri þróun. Þess vegna er mikilvægt að sýna þolinmæði og gefa landinu tíma til að jafna sig áður en farið er að nýta það.

Vistheimt — endurheimt vistkerfa

Með vistheimt stefnum við að því að endurheimta náttúruauð og getu vistkerfa til að veita margvíslega þjónustu. Vistheimt hefur verið skilgreind sem ferli er miðar að bata vistkerfis sem hefur hnignað, skemmst eða eyðilagst.

Í ofangreindri skilgreiningu á vistheimt er vert að staldra við tvö orð; **ferli** og **bata**. Sá er stundar vistheimt beitir ákveðnum aðgerðum eða inngrípum til að stuðla að bata vistkerfa en batinn sjálfur verður við ferla innan vistkerfanna. Á meðan vistkerfi eru að ná sér og endurheimta fyrra þanþol, þarf oft að hlífa þeim við utanaðkomandi áreiti, svo sem ákveðnum gerðum landnýtingar.

Vistheimtaraðgerðum má að vissu leyti líkja við lækniáðgerðir. Ef maður leitar til læknis með fótbrót, þá felst hlutverk læknisins einkum í því að setja brotið sem réttast saman — með aðgerð ef með þarf — en síðan er fóturinn settur í gífs til að hlífa honum á meðan beinin gróa saman. Batinn sjálfur verður hins vegar vegna ferla sem eiga sér stað í líkamanum.



Vistheimt miðar að því að skila vistkerfum til fyrra ástands og getu, að því leyti sem það er hægt. Endurheimt vistkerfi eru þó ekki nákvæmar eftirlíkingar af fyrra ástandi, enda eru vistkerfi síkvik vegna náttúrulegra ferla og breytinga á umhverfisaðstæðum. Ef rask er lítið geta vistkerfin náð sér innan fárra ára en þar sem mikið rask hefur átt sér stað getur vistheimt tekið áratugi eða jafnvel aldir.

Uppgræðsla

Uppgræðsla er einfaldlega það að auka gróðurhulu á lítt grónu landi. Uppgræðsla er ekki vistheimt en getur í mörgum tilfellum leitt til vistheimtar. Það fer þó eftir aðstæðum og þeim aðferðum sem er beitt.



Búið er að græða upp mikið land með grassáningum og áburðargjöf. Gróðurfur slíkra sáninga er oft fábreytt í upphafi en með tímanum geta þær stuðlað að framvindu í átt að náttúrulegum gróðri.



Nokkurra ára gömul uppgræðsla í Skógey í Hornafirði. Hér var áður svartur sandur. Vegna hárrar vatnsstöðu hafa skapast ákjósanleg skilyrði fyrir votlendistegundir í kjölfar uppgræðslunnar. Votlendisgróður er því smám saman að ná yfirhöndinni, þó enn megi sjá brúska af beringspuntinum sem var upphaflega sáð.

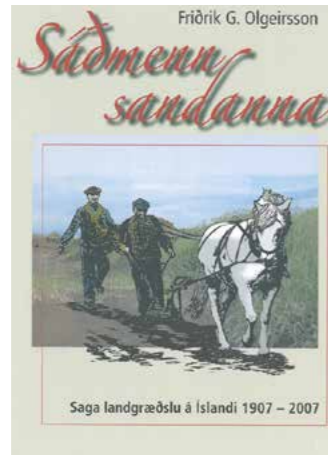


Gömul uppgræðsla á Ássandi í Kelduhverfi. Sáðgrösín eru að mestu horfin en fjölbreyttur gróður hefur komið í staðinn, þar á meðal bæði birki og víðitegundir. Þarna getur myndast birkiskógur ef svæðið fær að þróast á eigin forsendum.

Landgræðsla

Landgræðsla snýst um að vernda og bæta auðlindir sem búa í jarðvegi og gróðri, þá arfleifð sem í þeim býr og þau lífsgæði sem þau veita. Vistheimt er einn þáttur landgræðslustarfsins en aðrir þættir snúa að verndun gróðurs og jarðvegs, bæði með því að koma í veg fyrir og hefta jarðvegsrof en ekki síður með því að stuðla að sjálfbærri landnýtingu.

Markvisst landgræðslustarf á Íslandi hófst í kjölfar setningar laga árið 1907 um skógrækt og varnir gegn uppblæstri lands. Áður höfðu þó verið gerðar ýmsar tilraunir til að hefta sandfok.



Sögu landgræðslustarfs á Íslandi hafa verið gerð ítarleg skil í ritunum Sandgræðslan 50 ára sem kom út 1958, Sáðmenn sandanna er kom út 2007 og árbókum Landgræðslunnar er komu út á árunum 1988 til 1998.



Fyrstu áratugi tuttugustu aldar snerist landgræðslustarf að miklu leyti um að hefta sandfok sem víða ógnaði byggðum og lífsafkomu. Þar sem ástandið var verst voru reistir sandvarnargarðar og melgresi sáð í skjóli þeirra. Myndin hægra megin sýnir gróðurframvindu í skjóli gamals sandvarnargarðs.

Landgræðsla er afar fjölbreytt og er gefandi starfsvettvangur fyrir þá er láta sig varða náttúru landsins. Á fyrstu áratugum 20. aldarinnar beindist landgræðslustarf að stöðvun sandfoks á gróið land og síðar að stöðvun annars jarðvegsrofs. Uppgræðsla og endurheimt landgæða varð snar þáttur í landgræðslustarfi á Íslandi um miðja öldina en á síðustu áratugum hefur athyglin í vaxandi mæli beinst að vistheimt, sem er þá líka mikilvægur hluti náttúruverndar. Lengi vel var uppgræðslustarfið að mestu í höndum Landgræðslu ríkisins og fyrirrennara hennar, Sandgræðslu Íslands, en á síðari árum sjá bændur og verktakar í æ ríkari mæli um uppgræðsluna. Einnig hafa sjálfbóðaliðar lagt mikið af mörkum.

Gróður- og jarðvegsvernd felur í sér að tryggja sjálfbæra landnýtingu þar sem ástand lands er gott eða bærilegt en að bæta landgæði á hnignuðu landi. Til þess þarf þekkingu á ástandi lands og jarðvegsrofi, en stór skref hafa verið stigin á því sviði undanfarna tvo áratugi. Einnig þarf að leita leiða til að bæta landnýtingu og fylgjast með því að hún rýri ekki landkosti. Því felur landgræðslustarf í sér stöðuga þekkingarleit til skilnings á auðlindum landsins og hagnýtingu vísinda og tækni. Einnig er lögð áhersla á fræðslu og samstarf við landnotendur um sjálfbæra landnýtingu og landbætur.



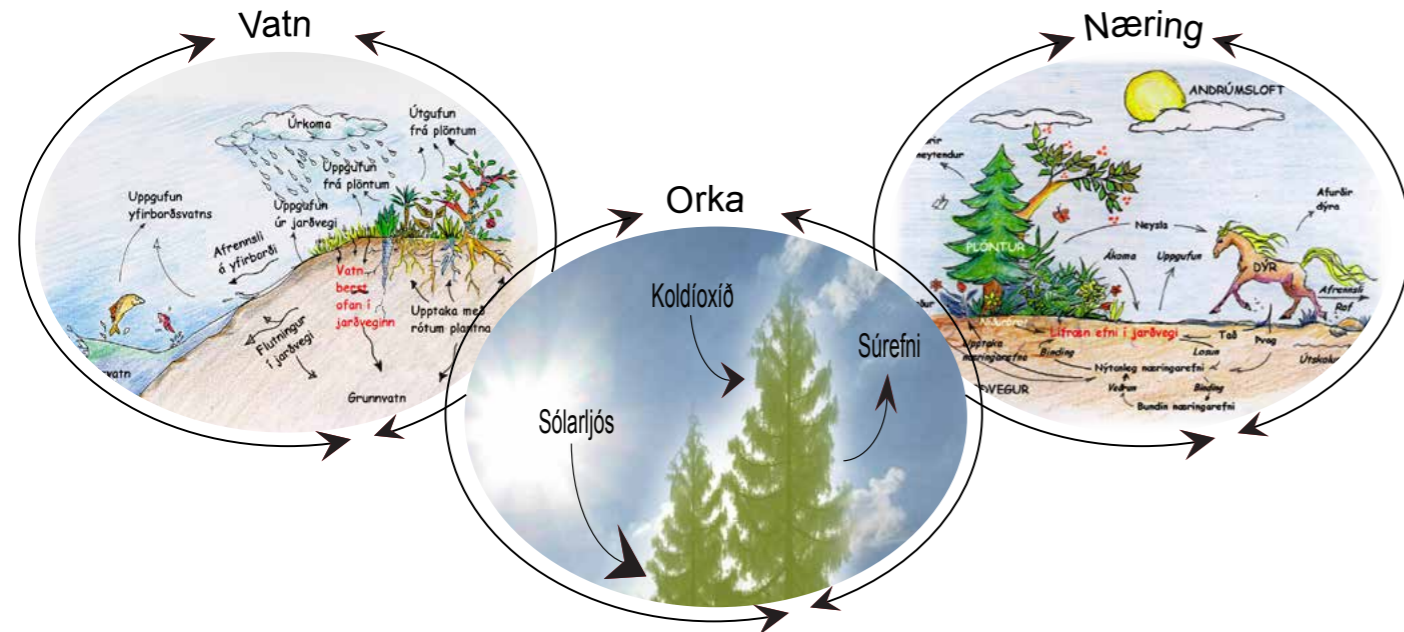
Flugvélar voru áður mikið notaðar til að sá áburði og fræi við uppgræðslu. Sáðgresið dó síðan að mestu út en lífræn jarðvegsskán myndaðist í yfirborðinu og gerði það stöðugra. Mikil sjálfgræðsla og framvinda á sér nú stað á þessum uppgræðslum. Neðri myndirnar sýna uppgræðslu á rofabörðum með heyrúllum.

Um hvað snýst vistheimt?

Vistkerfi í lélegu ástandi hafa oft ófrjósaman jarðveg, lélega vatnsheldni og litla framleiðslugetu. Hringrásir næringarefna og vatns og orkunám með ljóstillifun eru skert. Þar sem gróðurhula hefur tapast er yfirborð vistkerfanna óstöðugt og þau einkennast af rofi. Eitt undirstöðuatriði vistheimtar er því að endurreisa virkni skemmdra vistkerfa, bæta heldni þeirra á mikilvægar auðlindir eins og vatn og næringarefni, draga úr rofi og auka stöðugleika yfirborðsins.

Við framvindu verða breytingar á jarðvegi, plöntu-, dýra- og örverusamfélögum og samhliða eykst virkni vistkerfanna. Framvinda er í raun bataferill vistkerfa og því undirstaða fyrir þanþoli þeirra. Þess vegna miða flestar vistheimtaraðgerðir að því að örva framvindu og auka bæði þanþol og stöðugleika vistkerfa. Einnig er reynt að hafa áhrif á stefnu framvindunnar þannig að hún leiði til myndunar þeirra samfélaga og vistkerfa sem sóst er eftir.

Viðfangsefni vistheimtar eru fjölbreytt og því þarf að beita margvíslegum aðferðum og nálgunum. Stundum er talað um „verkfæratösku vistheimtar“, sem hefur að geyma alls konar aðferðir til að örva framvindu, bæta ástand og virkni vistkerfa auk aðgerða til að draga úr rofi og auka stöðugleika jarðvegsyfirborðsins. Dæmi um slíkt eru til dæmis sáning eða gróðursetning, áburðargjöf, heypakning, stíflugerð eða uppfylling í skurði, eyðing ágengra framandi tegunda og svo mætti lengi telja.

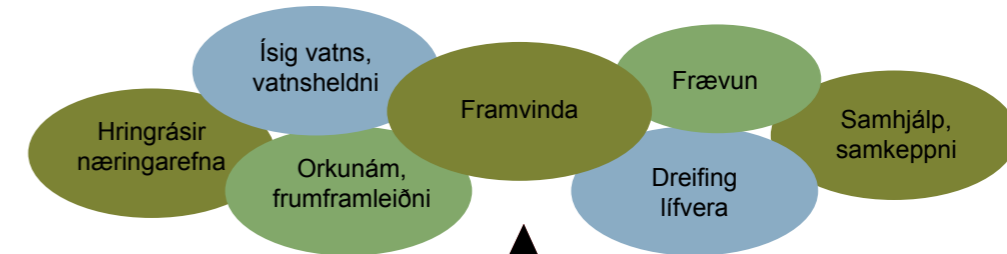


Illu farin vistkerfi hafa skerta virkni undirstöðuferla, svo sem orkunám og hringrásir næringarefna og vatns (sjá bls. 4-6). Einnig helst vistkerfum í lélegu ástandi illa á næringarefnum og vatni.

Tilgangur vistheimtar

Endurheimta búsvæði og aðra líffræðilega fjölbreytni.
Bæta þjónustu vistkerfa.
Efla og tryggja þanþol vistkerfa gagnvart náttúruvá og öðru álagi.
Bæta fyrir skemmdir.

Vistfræðilegir ferlar sem eru undirstaða vistheimtar og getu vistkerfa til að veita margvíslega þjónustu



„Verkfærataska vistheimtar“

- Uppgræðsla
- Gróðursetning trjáplantna
- Áburðargjöf
- Eyðing ágengra tegunda
- Hækkun vatnsyfirborðs
- O.s.frv.

Tilgangur og markmið vistheimtarverkefna geta verið margvísleg og snúast bæði um eiginleika vistkerfa og þá þjónustu sem þau veita. En til þess að markmiðin náist þarf að koma af stað gróðurframvindu og endurreisa margvíslega vistferla, svo sem hringrásir næringarefna, orkunám og frævun plantna. Mismunandi aðgerðir eða inngríp geta stuðlað að endurreisn þessara ferla og fer það eftir aðstæðum á hverjum stað og markmiðum vistheimtarinnar hvaða úrræði henta best. Því þarf „verkfærataska vistheimtar“ að innihalda fjölbreyttar aðgerðir.

8. Vistheimt og framvinda / Að bæta skilyrði á yfirboði jarðvegsins

Þar sem gróður er ekki til staðar til að verja jarðvegsyfirborðið er það yfirleitt óstöðugt vegna vatnsrofs, vindrofs og frosthreyfinga. Plöntur eiga mjög erfitt með að nema land þar sem jarðvegsyfirborðið er óstöðugt og því geta slík svæði haldist gróðursnauð áratugum og jafnvel öldum saman.



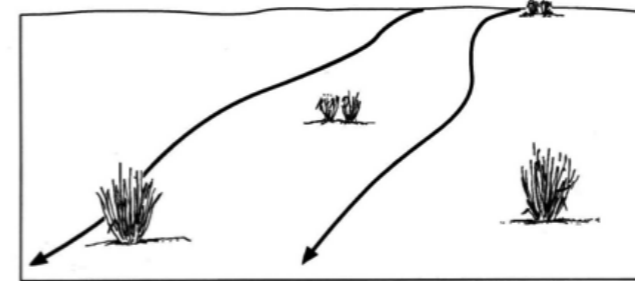
Vatnsrof og vindrof

Vindrof eykst með vaxandi vindhraða við yfirborð en minnkar eftir því sem viðnám jarðvegsyfirborðsins er meira. Ójöfnur á yfirborði jarðvegs, svo sem gróður og grjót, geta dregið úr vindhraðanum. Smáum jarðvegskornum (silt og finn sandur) sem loða illa saman er hættast við rofi. Þessar kornastærðir eru oft ríkjandi í ógrónu yfirborði á Íslandi. Leirkorn loða oft vel saman, en íslenski leirinn myndar einingar sem fjúka mjög auðveldlega (silt-stærð). Hægt er að auka viðnám jarðvegsyfirborðsins gegn vindrofi með því að þekja það, til dæmis með heyi eða öðru lífrænu efni sem brotnar hægt niður. Varanlegasta leiðin til að stöðva vindrof er að koma upp samfelldri gróðurþekju.

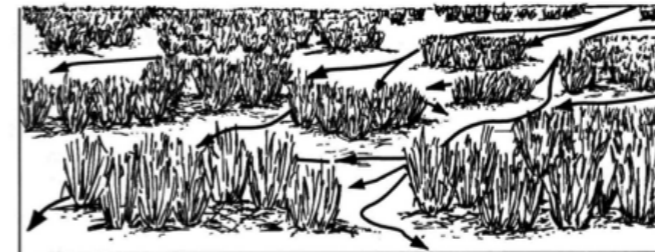
Vatnsrof verður þegar regndropar berja jarðvegsyfirborðið og þegar moldin nær ekki að taka við úrkomu og hún rennur burt á yfirborði. Virkni vatnsrofs fer eftir straumhraða, sem ræðst af halla og breidd viðkomandi vatnsfarvegs, vatnsmagni og viðnámi jarðvegsyfirborðsins. Hægt er að draga úr hættu á vatnsrofi með aðgerðum sem stuðla að því að úrkoman sígi ofan í moldina. Einnig er hægt að auka viðnám yfirborðsins og draga úr straumhraða, t.d. með grjóti, lífrænni þakningu, jarðvinnslu og öðrum aðgerðum sem auka hrjúfleika jarðvegsyfirborðsins og verja það rofi. Gróður dregur úr holklaka, sem er mikill á auðnum, og bætir ísig vatns. Langtímalausn til að koma í veg fyrir vatnsrof er þó sú að koma upp samfelldri gróðurþekju.

Gróður er misöflugur við að draga úr rofi og eftir því sem gróður er hærri er hann áhrifameiri við að draga úr vindhraða. Því eru melgresi og trjákenndar tegundir eins og víðir og birki einkum áhrifaríkar við að draga úr vindrofi.

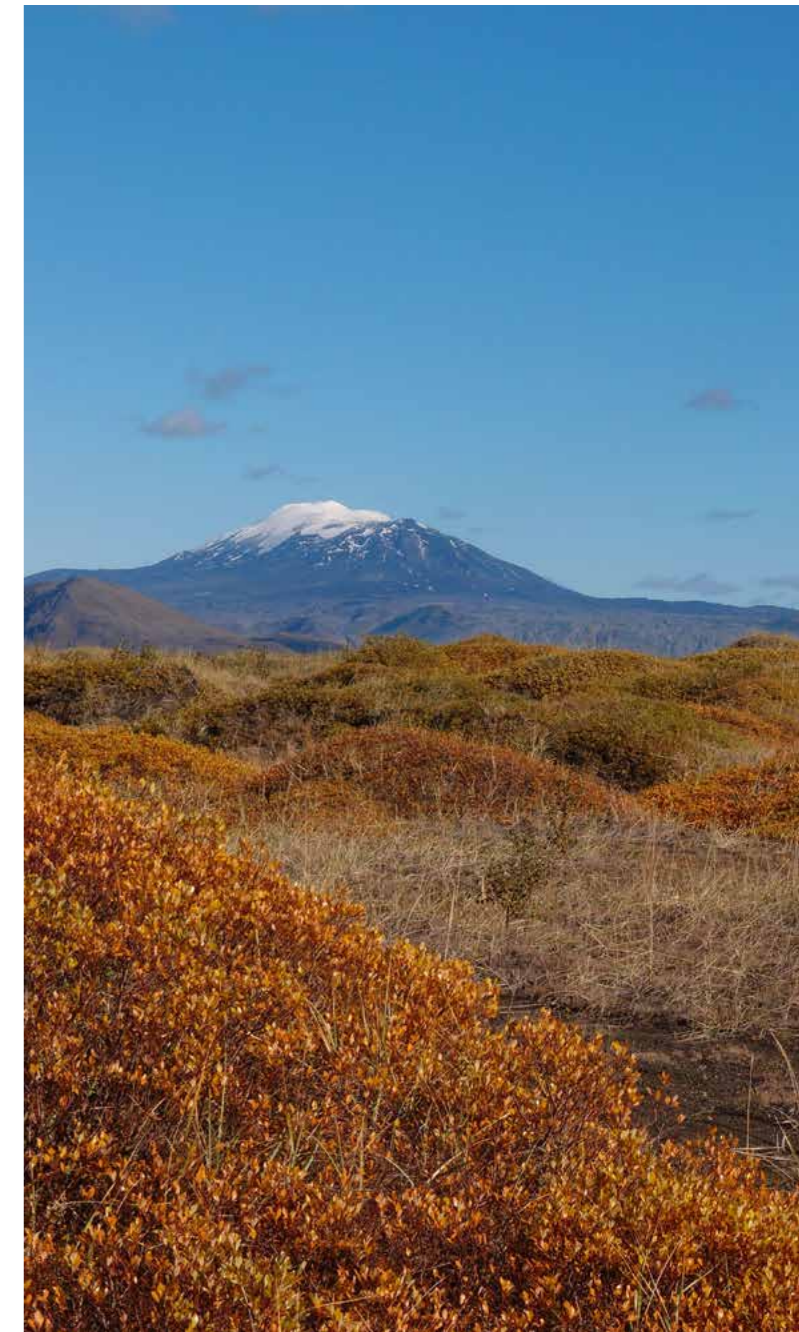
Einsleitur, lágvaxinn og jurtkenndur gróður eins og til dæmis gras- eða mosasvörður, hlífir jarðvegsyfirborðinu en dregur minna úr flæði vatns og vinda en gróður sem er stífari og hærri. Mishár gróður dregur meira úr vindhraða en einsleitur.



Þar sem gróður er strjáll veitir hann vindi, leysingarvatni eða afrennsli í stórrigningum lítið viðnám. Við slíkar aðstæður getur vatnsrennsli náð talsverðum straumhraða og hætta er á vatnsrofi og myndun farvega. Vindrof getur orðið mikið.



Þéttari gróður dreifir vatninu þannig að straumhraði nær ekki að verða nægur til að valda rofi. Að auki sígur vatnið frekar ofan í jarðveginn þar sem gróður er á yfirborðinu, sérstaklega á veturna þegar frost er í jörðu.



Melgresi var sáð í þessa sandöldu. Það batt sandinn en síðar nam víðir land.

Frostlyfting



Yfirborð jarðvegsins þenst út þegar það frýs. Jafnframt getur raki sem gufar upp úr jarðveginum myndað ísnálar, sem lyfta upp litlum plöntum og smásteinum á yfirborðinu. Við þiðnun sígur jarðvegsyfirborðið aftur niður en plönturnar og smásteinarnir síga hlutfallslega minna. Þannig losa ísnálamyndun og frostlyfting um jarðvegsyfirborðið og lyfta smám saman litlum plöntum sem eru að nema land. Þessi ferli hamla oft gróðurframvindu á illa fögnu landi.

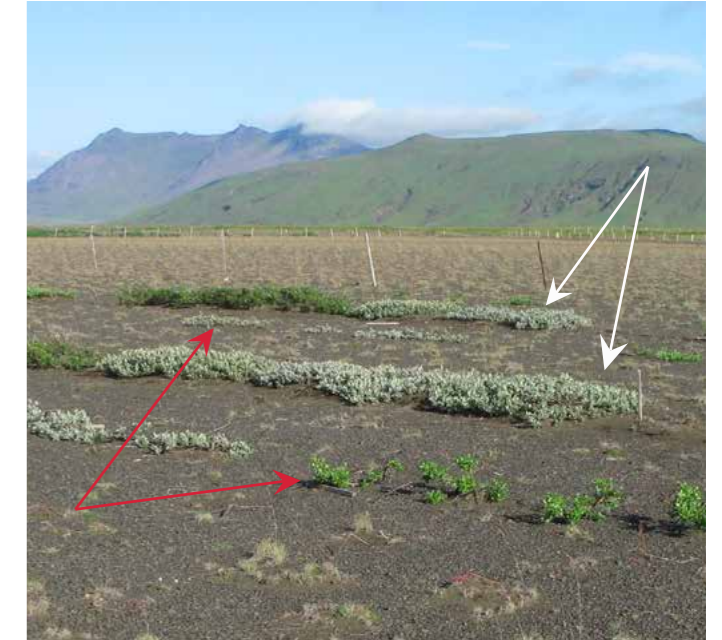


Víðisprotar á mel, ári eftir gróðursetningu. Örvarnar á myndinni vinstra megin sýna rætur er mynduðust undir jarðvegsyfirborðinu sumarið áður og gefa til kynna hve mikið sprotinn lyftist á einum vetri. Þar sem lyftingin var meiri lágu sprotarnir dauðir á yfirborðinu (hægri myndin).



Frostlyfting verður þegar skiptast á frost og þíða. Því er mest hættu á frostlyftingu þar sem hitastigið sveiflast um frostmarkið. Einnig eru auknar líkur á frostlyftingu eftir því sem jarðvegurinn er fínni og hefur betri vatnsheldni og vatnsleiðni. Þá eiginleika hefur íslensk mold í ríkum mæli — hún er það sem kallað er „frostnæm“.

Allt sem einangrar jarðvegsyfirborðið, hvort sem það eru snjóalög, gróðurþekja eða þakning með heyi eða öðru lífrænu efni, dregur úr hættu á frostlyftingu. Þetta má notfæra sér í landgræðslu, þar sem frostlyfting er vandamál.



Þakning með heyi einangrar yfirborðið og dregur úr frostlyftingu. Hægri myndin sýnir gamla tilraun með gróðursetningu víðisprotu í mel: með heypakningu (hvítar örvar) og án hennar (rauðar örvar).



Uppgræðsla óstöðugra mela ver jarðvegsyfirborðið fyrir frostlyftingu og rofi, og stuðlar að landnámi fjölbreytts gróðurs. Þar sem áhrifa uppgræðslunnar gættir ekki er yfirborðið óstöðugt og gróður nær ekki fótfestu, jafnvel árum og áratugum saman.

Að bæta frjósemi skemmdra vistkerfa

Bæði skortur og ofgnótt næringarefna geta hindrað endurheimt skemmdra vistkerfa. Mengun og óhófleg áburðarnotkun getur t.d. valdið ofauðgun á næringarefnum, sem í versta falli drepur gróður en stuðlar oftast að því að ein eða fáar tegundir verða ríkjandi. Hér á landi er skortur á næringarefnum algengara vandamál en ofauðgun, til dæmis á rofnu landi þar sem stór hluti jarðvegsauðlindarinnar hefur tapast.

Nitur (N) er það næringarefni sem mest takmarkar vöxt plantna á illa fögnu landi. Ekki er nóg að bæta við nitri, t.d. með áburðargjöf, heldur þarf að tryggja að það nýtist lífverum. Endurreisn á hringrásum niturs og annarra næringarefna miðar þess vegna bæði að uppsöfnun næringarefna og því að tryggja heldni vistkerfa á þau. Það þarf 500-1500 kg N á ha til að tryggja viðunandi grósku og næringarhringrás.

Nitur berst einkum inn í vistkerfi við lífræna niturbindingu (belgjurtir, lífræn jarðvegsskán og frítt lifandi bakteríur), auk þess sem alltaf berst smá nitur með úrkomu og andrúmslofti. Þá flytja dýr nitur til, bæði innan vistkerfa og á milli þeirra. Nitur tapast einkum út úr vistkerfum við útskolun, rof og þegar gróður er fjarlægður með beit eða uppskeru.



Grasvöxtur og grænn litur gefa til kynna hvernig hvítmári — niturbindandi tegund — eykur frjósemi jarðvegs. Í raun eru það örverur er lifa í sambýli við rætur smárans, sem binda nitur úr andrúmsloftinu yfir á form sem plöntur geta nýtt sér. Nýta má niturbindandi tegundir á borð við belgjurtir til að hraða uppsöfnun niturs á rofnu landi. Sumar þeirra þrífast þó ekki fyrr en yfirborðið er orðið stöðugt. Aðrar geta verið harðar í samkeppni, til dæmis lúpína sem er afkastamikil belgjurt. Meginókostur lúpínunnar er hins vegar sá að hún hefur reynst ágeng og myndar þéttar breiður þar sem annar gróður getur átt erfitt uppdráttar.

Lífræn efni gegna lykilhlutverki við hringrás niturs (sjá bls. 6) og hafa ásamt gróðurþekju úrslitaáhrif á möguleika vistkerfa til að halda í það nitur sem berst inn í vistkerfin eða er þar fyrir. Lífrænu efnin geyma stóran hluta niturforðans og eru að auki orka fyrir jarðvegslífverur sem brjóta lífrænu efnin niður og umbreyta næringarefnum yfir á form sem plöntur geta nýtt. Gróður leggur til lífrænt efni í moldina og því er endurheimt varanlegrar gróðurþekju ein grundvallarforsenda þess að bæta frjósemi jarðvegs til langframa.

Einhvers konar áburðargjöf er oftast forsenda þess að gróður komist á legg á rýru landi. Næringarefni í tilbúnum áburði eru aðgengileg gróðri um leið og hann leysist upp. Hann örvar því fljótt vöxt plantna sem fyrir eru og stuðlar að landnámi nýs gróðurs. Þannig þéttist net róta í jarðveginum og lífræn efni safnast upp. Ef gróðurhula er mjög takmörkuð og jarðvegssýfirborðið óstöðugt er þó hættu á að hluti næringarefna úr tilbúnum áburði tapist út úr vistkerfinu og nýtist ekki.



Hér var dreift úr gamalli heyrúllu yfir mel, þremur árum áður en myndin var tekin.

„Lífrænn áburður“ getur verið margbreytilegur, allt frá gömlu heyi eða moði, yfir í úrgang húsdýra (hrossatað, sauðatað, kúamykja, hænsna- eða svínaskítur) og jafnvel úrgang frá matvælaframleiðslu (fiskislóg, kjötmjöl, o.s.frv.). Kostir lífræns áburðar felast meðal annars í því að yfirleitt losna næringarefnin hægt úr honum, yfir nokkurra ára skeið. Hann leggur lífrænt efni beint til jarðvegsins, sem heldur í næringuna og bætir jarðvegseiginleika, auk þess að draga úr frostlyftingu. Virkni lífræns áburðar er þó afar misjöfn eftir gerð hans. Lífrænum áburði getur einnig fylgt sýkingarhætta eða önnur mengun, t.d. vegna baktería, þungmálma, lyfja eða aukahluta sem geta fylgt honum.

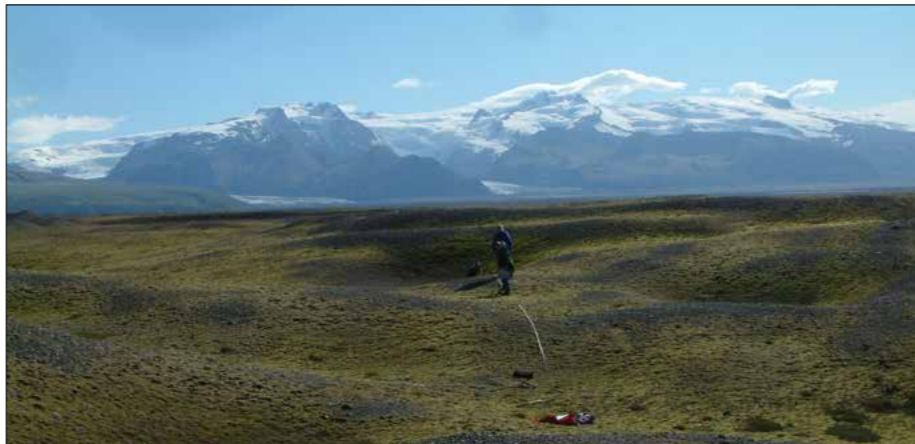
Landslag skiptir máli

Auðlindir — vatn og næringarefni — flytjast á milli staða fyrir tilstilli þyngdarafsisins, með vindum, vatni og með dýrum. Þar sem gróður þekur yfirborðið stjórna lífrænir ferlar flæðinu. Framboð auðlinda er breytilegt eftir stöðu í landslagi, gróðurþekju, jarðvegseiginleikum og sögu hvers bletts.



Auðlindir tapast frekar frá þeim hlutum landslagsins sem hafa ávöl form en safnast upp í þeim hlutum sem hafa íhvolf form. Þetta á við bæði á landslagsskala og litlum skala

Sumir hlutar landslagsins, t.d. toppar fjalla og hóla, hafa tilhneigingu til að tapa auðlindum á meðan að þær safnast frekar upp neðar í landslaginu. Það sama á við í örlandslagi, t.d. þýfðu landi.



Hér hafa brekkubrúnirnar tapað auðlindum og reyndar jarðvegshulunni líka. Þar sem hlíðin er bröttust helst henni illa á auðlindum, en á syllunni með birkikjarrinu hjálpar gróðurinn til við að halda í þær. Undir klettunum og við brekkuræturnar má sjá ummerki um meiri frjósemi og grósku en annars staðar í landslaginu.



Þar sem gróður er strjáll er dreifing auðlinda ójöfn. Gróður, steinar og aðrar ójöfnur „veiða“ sinu, jarðvegsagnir og fræ sem fjúka eftir yfirborðinu eða berast með vatni. Þar safnast næringarefni því mun hraðar upp en á svæðinu umhverfis og myndast „frjósamar eyjar“ þar sem auknar líkur eru á að gróður komist á legg.



Litlir gróðurblettir og jafnvel steinar geta virkað sem gildirur er „veiða“ sinu, jarðvegsagnir og vatn. Þetta leiðir til hærri styrks auðlinda á þessum blettum og lægri styrks auðlinda á milli þeirra. Einnig „veiða“ þessir blettir fræ og mosabrot, sem stuðlar að landnámi gróðurs.

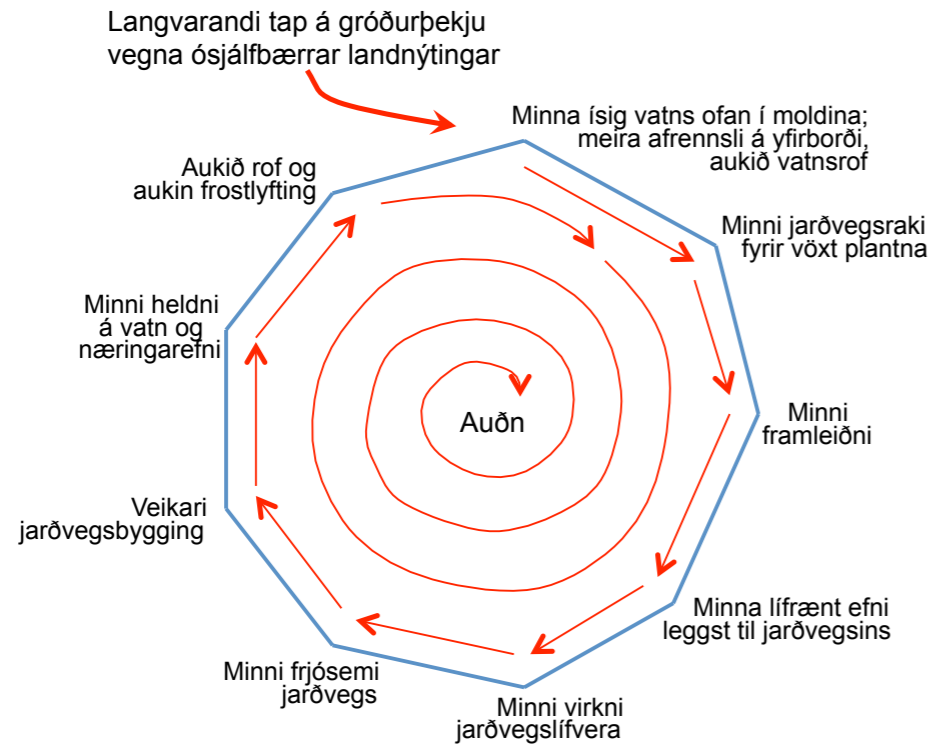
Í þessum gömlu farvegum Skeiðarár í Morsárdal er dreifing gróðursins ekki tilviljanakennd, heldur ræðst hún af landslaginu. „Frjósamar gróðureyjar“ stækka síðan smátt og smátt og verða uppspretta fræs og næringarefna er nýttast á nærliggjandi svæðum.



Við endurheimt vistkerfa á nýru landi er æskilegt að byrja á að gera landið stöðugt en síðan mætti beina kröftunum að þeim hlutum landslagsins þar sem aðstæður eru hvað hagstæðastar og koma þar upp gróðureyjum sem fanga næringu og orku. Gróður frá eyjunum skapar síðan betri skilyrði umhverfis og dreifist smám saman út. Þannig er hægt að vinna með landslaginu.

Vítahringur landhnignunar

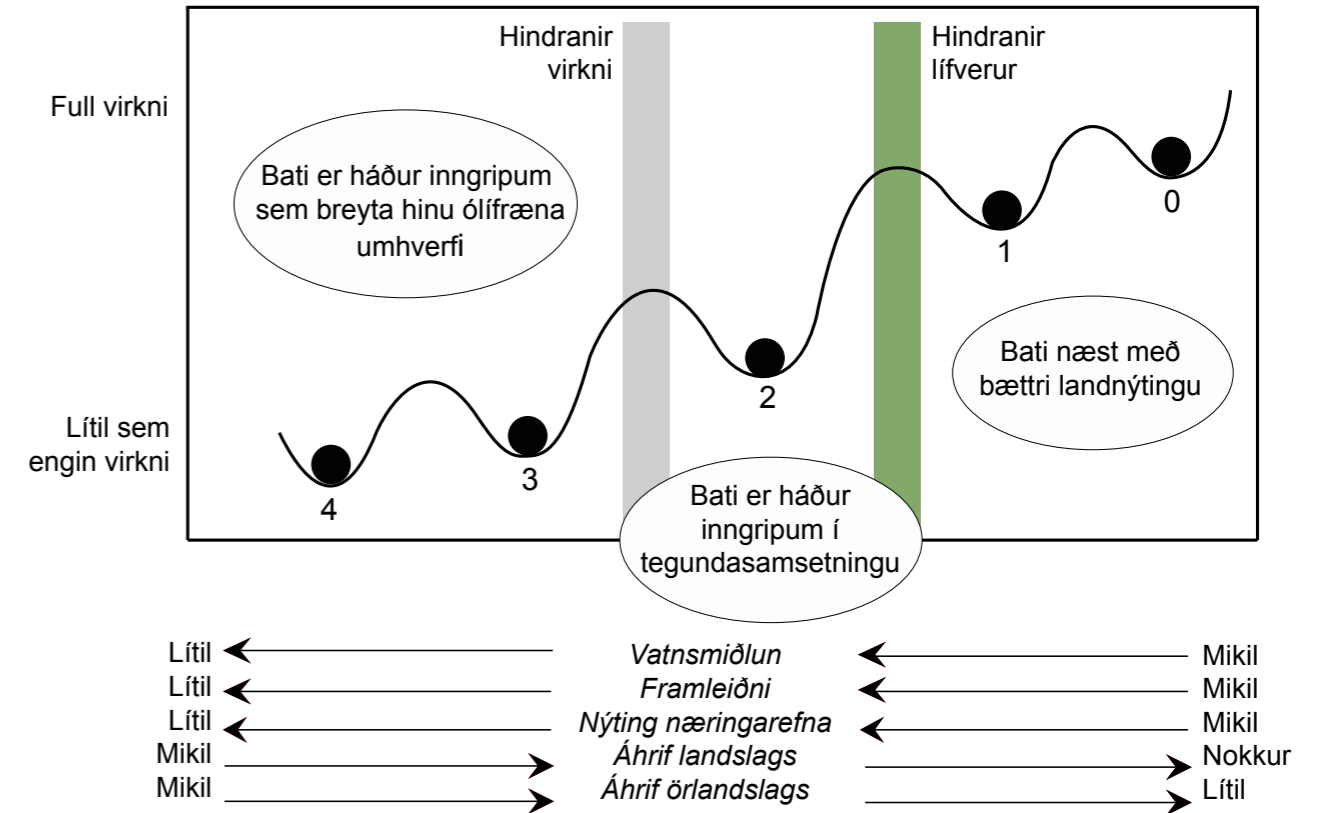
Vistkerfi eiga erfiðara með að halda í auðlindir sínar eftir því sem ástand þeirra versnar. Ef ekkert er að gert getur það leitt til vítahringar þar sem landinu hnignar stöðugt uns auðnin ein er eftir.



Vítahringur landhnignunar getur farið af stað á svæðum þar sem gróðurhulan hefur rýrnað verulega, til dæmis vegna ósjálfbærrar landnýtingar. Afleiðingin er oft sú að minna vatn sígur ofan í jarðveginn og meira vatn rennur burt á yfirborði, sem leiðir til rofs og takmarkaðs framboðs á vatni fyrir vöxt plantna. Við það dregur aftur á móti úr framleiðni gróðurs (orkunám kerfisins), þannig að minna lífrænt efni leggst til jarðvegsins en áður og frjósemi hans og vatnsheldni minnka. Með minnkandi gróðurþekju aukast einnig líkur á frostlyftingu, sem hindrar landnám gróðurs og getur stuðlað að rofi. Jafnframt eykst álag á þann gróður sem eftir er því minna er til skiptanna. Þar sem svona vítahringur er kominn af stað getur farið illa nema gripið sé inn í atburðarásina í tíma.

Vistheimt á hnignuðu landi snýst gjarnan um að snúa vítahring landhnignunar við. Uppgræðsla og aðrar aðgerðir sem efla gróðurþekju auka magn lífræns efnis sem berst til jarðvegs og bæta þannig til lengri tíma bæði frjósemi og framleiðni landsins; auk þess sem að þær draga úr rofi og frostlyftingu.

Vistheimt — líkan



Vistkerfi í góðu ástandi hafa fulla virkni (orkunám, vatnsmiðlun, umsetning næringarefna) en virkni getur verið afar takmörkuð í illa förnum vistkerfum. Ef lítill hnignun hefur átt sér stað (stig 1) er mögulegt að endurheimta fyrri virkni og ástand vistkerfisins með bættri landnýtingu, svo sem því að draga úr beit eða friða landið tímabundið. Þar sem hnignunin er meiri (stig 2, 3 og 4) eru til staðar þættir sem hindra bata vistkerfisins. Slíkar hindranir eða „þröskuldar“ geta bæði verið af lífrænum toga — til dæmis skortur á fræi æskilegra tegunda — eða ólífræni þættir eins og rof, frosthreyfing eða skortur á vatni og næringarefnum. Til að endurheimta fyrri ástand og starfsemi vistkerfanna þarf þá aðgerðir eða „inngrip“ til að yfirvinna hindranirnar. Vistheimt verður því markvissari eftir því sem við höfum betri skilning á því hvaða hindranir eru til staðar í hverju tilviki. Mikilvægt er að hafa í huga að taka þarf meira tillit til landslagsþátta og örlandslags eftir því sem landið er í verra ástandi.

Máttur sjálfgræðslunnar — lítil saga



Gunnlaugur Kristmundsson og Páll Sveinsson sá og gróðursetja birki, þar sem nú er Gunnlaugsskógur. Myndirnar eru úr kvikmynd sem Loftur Guðmundsson gerði árið 1945.

Fyrir rúmum 70 árum var birkifræi sáð í friðað land nálægt Gunnarsholti á Rangárvöllum. Nokkrum árum síðar var aftur sáð fræi á svipuðum slóðum. Við það tækifæri var tekin kvikmynd er sýnir hvernig gróðursvörðurinn var særður áður en fræinu var dreift. Í kvikmyndinni sést einnig hvernig ungar birkiplöntur frá fyrri sáningunni voru teknar upp og gróðursettar í nálægu sandorpnu hrauni.

Í kjölfar þessara sáninga og gróðursetninga, sem upphaflega náðu aðeins yfir örfá hundruð fernetra, hafa vaxið upp allmargir hektarar af birkiskógi og kjarri. Það er einkum tvennt sem stuðlað hefur að þessari miklu sjálfgræðslu í Gunnlaugsskógi: (1) frædreifing frá upphaflegu birkilundunum og (2) uppgræðsla á hluta svæðisins, sem dregið hefur úr rofi og frostlyftingu og skapað skilyrði fyrir frekara landnám gróðurs.



Í Gunnlaugsskógi sjáum við glögglega mátt sjálfgræðslunnar. Þar hefur útbreiðsla birkis aukist mörghundruðfalt á nokkrum áratugum og þéttur birkiskógur vex nú upp þar sem áður voru sandorpin hraun.



Ef lítið er ofan í svörðinn sést urmull af fræplöntum birkis.

Framvinda

Frædreifing og landnám birkis í Gunnlaugsskógi eru hlutar af ferli er kallast framvinda. Framvinda er breyting á lífverusamfélögum, sem á sér stað á nýju yfirborði eða í kjölfar rasks. Samtímis verða oft breytingar á jarðvegi og starfsemi vistkerfisins, svo sem orkunámi, vatnsbúskap og næringarefnahringrásur.

Talað er um frumframvindu á nýju yfirborði, til dæmis á nýjum hraunum eða þar sem jöklar eru að hörfa. Frumframvinda á einnig við um þróun samfélaga og vistkerfa eftir alvarlegt rask eða landhnignun sem eyðir gróðri og jarðvegi.

Framvinda eftir rask, svo sem ræktun eða beit, er oft kölluð síðframvinda. Yfirleitt er þá jarðvegur og gróður til staðar sem geta flýtt þróuninni.



Frumframvinda á sér stað eftir að jöklar hörfa (myndin er tekin á Skeiðarársandi).



Framvinda á svæðum þar sem alvarleg jarðvegseyðing hefur átt sér stað ber mörg einkenni frumframvindu.

Nokkrir ferlar eiga sér stað í gróðurframvindu; oftast samtímis: (i) dreifing fræja, gróa og annarra fjölgunar-eininga; (ii) landnám plantna og annarra lífvera; (iii) samspil lífvera, t.d. samkeppni á milli tegunda eða samhjálp sem hefur áhrif á möguleika þeirra til að komast af; (iv) lífverur breyta hinu ólífræna umhverfi — hafa til dæmis áhrif á myndun jarðvegs, vatnsbúskap, næringarefnahringrásir og aðra starfsemi vistkerfa.

Vistheimt og gróðurframvinda

Framvinda gróðurs er einn af grunnþráðum vistheimtar vegna þess að orkunám plantna er drifkraftur jarðvegsmyndunar og starfsemi vistkerfa. Gerð og efnasamsetning plöntusamfélaga hefur einnig mikil áhrif á þau dýra- og örverusamfélög sem eru til staðar í hverju vistkerfi.

Elstu hugmyndir um framvindu gera ráð fyrir að hún sé stöðugt ferli í átt að fyrirfram ákveðnu samfélagi sem sé í jafnvægi við umhverfi sitt — að framvinda sé að hluta til sambærileg við þroska einstakra lífvera. Hugmyndir vistfræðinga um framvindu hafa hins vegar breyst mikið á síðustu áratugum. Nú er almennt talið að framvinda geti verið undir miklum áhrifum frá **ytri aðstæðum og tilviljunum** og sé oft **ósamfelld vegna rasks og þröskulda** er hindra eða tefja hana. Einnig að framvinda sé **samansafn margra ferla**, fremur en eitt heildarferli. Vistheimt miðar að því að yfirvinna þá þætti sem takmarka framvindu og hafa áhrif á það hvernig gróðurlendi myndast. Því stuðlar skilningur á framvindu og þeim þáttum er móta hana að markvissari vistheimt.

Ýmsar **ytri aðstæður** hafa áhrif á gróðurframvindu. Landnám plantna í framvindu er að stórum hluta háð fræregni frá grenndargróðri og ber því keim af honum. Ef langt er í fræupsprettur eða ef fræframleiðsla er takmörkuð, til dæmis ef nærsvæði eru illa gróin eða grenndargróðurinn nauðbitinn, getur það takmarkað landnámið. Aðrir ytri þættir sem hafa áhrif á framvindu eru til dæmis rof og flutningur á næringarefnum inn í eða út úr vistkerfinu, með vindi, vatni eða dýrum.

Landnýting hefur áhrif á gróðurframvindu. Þar sem ábornar uppgræðslur eru slegnar eða notaðar til búfjárbætur verða grastegundir oft ríkjandi en lítið um runna og blómjurtir. Slíkt gróðurfar getur viðhaldist eftir að landnýtingunni er hætt, því margar plöntutegundir eiga erfitt með að nema land í þéttum sverði.



Margir bændur stunda uppgræðslu, meðal annars til hagabóta. Grös eru ríkjandi í þessari uppgræðslu sem notuð hefur verið til beitar frá upphafi.

Tilviljanakenndir atburðir geta haft áhrif á gróðurframvindu. Minni háttar rask, til dæmis vegna umferðar manna eða dýra, getur myndað smáar opnur í svörðinn og þannig skapað skilyrði fyrir landnám margra tegunda. Slíkt rask stuðlar ekki síst að landnámi tegunda með lítil fræ. Tegundir með smá fræ, til dæmis birki og víðitegundir, eiga erfitt með að nema land í þéttum gróðursverði nema eftir rask. Tilviljunarkenndir atburðir geta því mótað gróðurfar einstakra bletta, jafnvel til langs tíma.



Landnám víðis og smárunna í gamalli uppgræðslu er notuð var sem bithagi um áratuga skeið. Rask vegna umferðar virðist hafa „opnað glugga“ fyrir landnám í stuttan tíma.



Landnám víðis á svæði sem grætt var upp með áburði og einærum grastegundum (dæmi um fyrirgreiðslu).



Lúpína er hávaxin og myndar þéttan svörð þar sem annar gróður á erfitt með að nema land (dæmi um hindrun).

Fyrirgreiðsla á sér stað þegar tegundir er nema land snemma í framvindu bæta landnáms- eða vaxtarskilyrði fyrir annan gróður. Á hinn bóginn geta tegundir sem nema land snemma í framvindu **hindrað** landnám eða dregið úr afkomumöguleikum þeirra sem á eftir koma. Ef markmið landgræðslu er að endurheimta náttúrulegan gróður er mikilvægt að stuðla að fyrirgreiðslu en forðast aðgerðir sem leiða til hindrunar. Uppgræðsluáðgerðir sem binda jarðvegsyfirborðið og draga úr rofi eða frostlyftingu geta greitt fyrir landnámi og uppvexti margra tegunda, sér í lagi þegar uppgræðslan leiðir til myndunar lífrænnar jarðvegsskánar. Ef sáðtegundirnar mynda hins vegar mjög þéttan svörð — til dæmis ef notað er grasfræ og mikil áburðargjöf eða sáð hávöxnum tegundum eins og lúpínu — **hindrar** það landnám staðargróðurs og sáðtegundirnar geta ríkt í langan tíma.

Vistheimt og gróðurframvinda



Fræplöntur birkis.



Fræplöntur krækilyngs.

Landnám plantna er viðkvæmasta stigið í lífsferli þeirra og er oft takmarkandi þáttur í framvindu. „Örugg set“ fyrir landnám plantna eru staðir þar sem fræ geta spírað og fræplöntur komist á legg. Þar þurfa að vera til staðar þær auðlindir sem fræplöntur þurfa til að geta spírað og dafnað (vatn, næringarefni, ljós og skjól). Einnig þurfa blettirnir að vera lausir við þætti sem granda fræplöntum (frostlyfting, beit, of mikil samkeppni o.s.frv.). Auka má framboð á öruggum setum í gróðursnauðu landi með því að koma upp gróðurþekju sem dregur úr frostlyftingu og rofi og greiðir fyrir landnámi eftirsótttra tegunda. Þar sem gróður er þéttur gæti hins vegar þurft að raska gróðursverðinum og opna hann til að landnám geti átt sér stað.



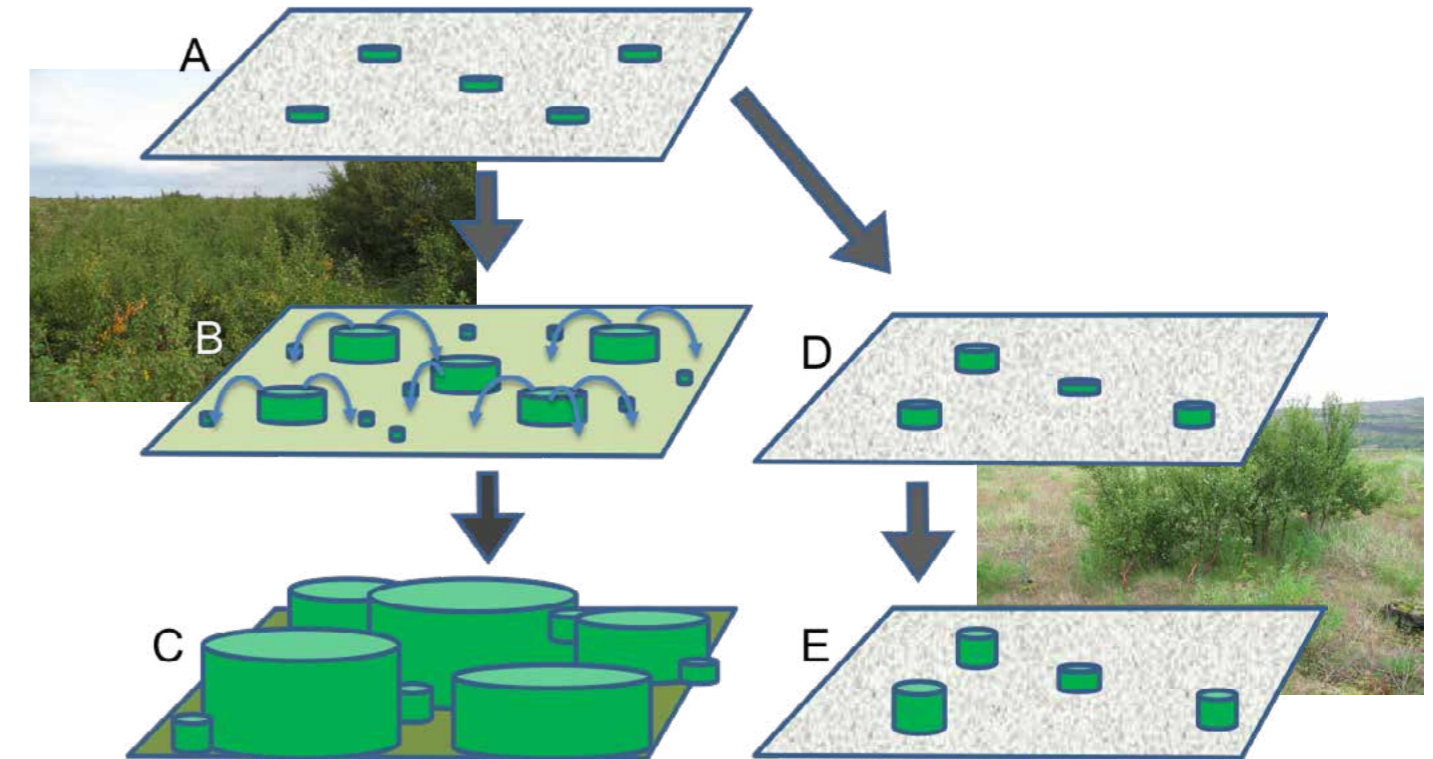
Aðgreining efnis á melum — myndun melatígla — gefur til kynna mjög virk kulferli (frosthreyfing og ísnálamyndun). Myndin sýnir mel í annars vel grónu landi þar sem gera má ráð fyrir að nægt framboð sé af fræi. En vegna kulferla er lítið um örugg set fyrir landnám plantna og því gróa slíkir melar mjög hægt upp af sjálfu sér.

Mismunandi plöntutegundir hafa ólík áhrif á framvindu eftir stærð, vaxtarlagi og efnasamsetningu. Gerð og efnasamsetning plantna hefur áhrif á niðurbrot lífmassa þeirra og hvernig þær breyta jarðvegseiginleikum eins og sýrustigi, rúmpýngd og næringarefnaframboði. Mismunandi tegundir plantna geta einnig haft ólík áhrif á heldni og flutning vatns og næringarefna og aðra virkni vistkerfa. Eins og fjallað er um á bls. 87 hefur gróður sem kemst á legg snemma í framvindu einnig mismunandi áhrif á þær tegundir sem á eftir koma. Því þarf að velja tegundir og aðferðir sem notaðar eru í landgræðslu með hliðsjón af væntanlegum áhrifum þeirra á framvinduna.

Margir þættir geta hindrað framvindu við íslenskar aðstæður, svo sem óstöðugt yfirborð vegna vindrofs, vatnsrofs, ísnálamyndunar og frosthreyfinga; skortur á næringarefnum og óvirkar næringarefnahringrásir; léleg vatnsmiðlun og tímabundnir þurrkar; takmarkað fræframboð af lykiltegundum, búfjárbeit og samkeppni frá ágengum tegundum.

Mikilvægur þáttur í undirbúningi vistheimtar á tilteknu svæði er að ákvarða hvaða þættir séu líklegir til að hindra framvindu — hvaða þröskuldar eru til staðar. Á grundvelli þess eru valdar aðgerðir eða inngrip sem geta „ýtt“ vistkerfinu yfir viðkomandi „þröskulda“.

Hvað er hægt að gera til að örva framvindu?

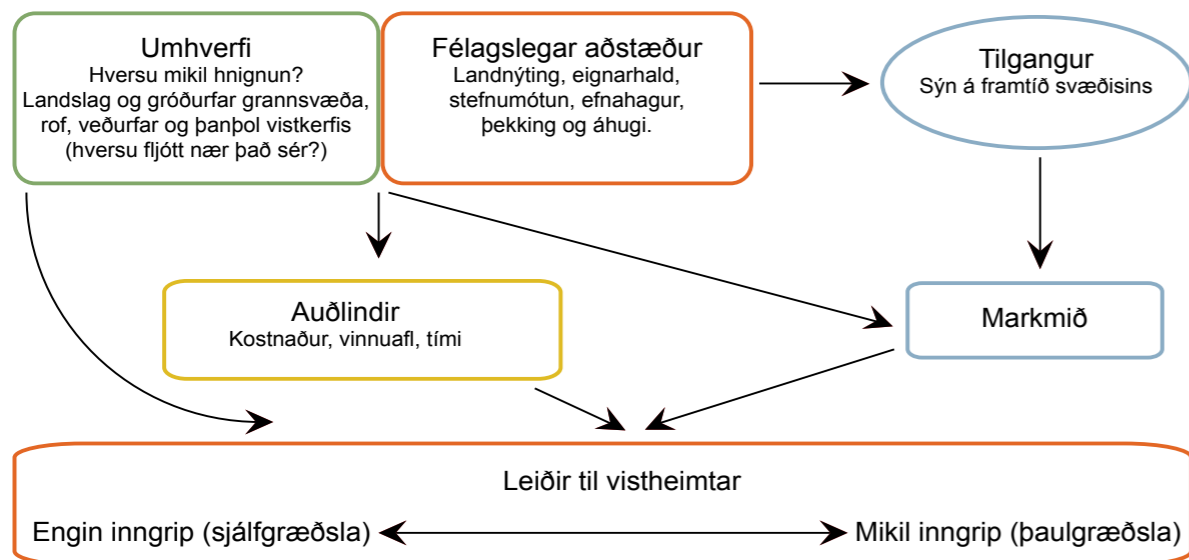


Lítið framboð á fræi eða öðrum fjölgunareiningum getur takmarkað framvindu þar sem langt er í fræuppsprettur eða stofna mikilvægra tegunda. Hægt er að auka fræframboð með sáningum eða gróðursetningu viðkomandi tegunda í litla bletti eða lundi (A). Þar sem aðstæður fyrir landnám eru góðar sá tegundirnar sér út og blettirnir stækka (B og C) en slíkt gerist ekki þar sem skilyrði fyrir landnám eru óhagstæð (D og E).

9. Tilgangur, markmið og framkvæmd vistheimtar

Tilgangur vistheimtar snýr að hverju því sem við ætlum að ná fram með vistheimtinni eða hvaða vandamál hún á að leysa. Tilgangurinn getur meðal annars verið að hefta sandfok og annað jarðvegsrof, bæta framboð á ákveðinni vistkerfajónustu eins og beit eða möguleikum til útivistar, auka þanþol vistkerfa gagnvart raski eins og öskufalli, bæta fyrir vistkerfi sem tapast vegna mannvirkjagerðar eða einfaldlega að endurheimta horfin vistkerfi.

Markmið vistheimtar snúa að þeim breytingum sem stefnt er að ná fram á viðkomandi vistkerfum. Markmiðin ná þannig yfirleitt til einhversra vistfræðilegra þátta, hvort sem það er tegundasamsetning eða virkni vistkerfisins. Þannig getur vistheimt miðað að endurheimt ákveðinna gróðurlenda, svo sem birkiskóga eða votlendis; eða ákveðinnar virkni, svo sem framleiðni, vatnsheldni og bindingu kolefnis í jarðvegi.



Vistheimtaraðgerðir eða inngrip þarf að velja með hliðsjón af markmiðum vistheimtarinnar og þeim takmörkunum sem umhverfi, auðlindir og tími setja.

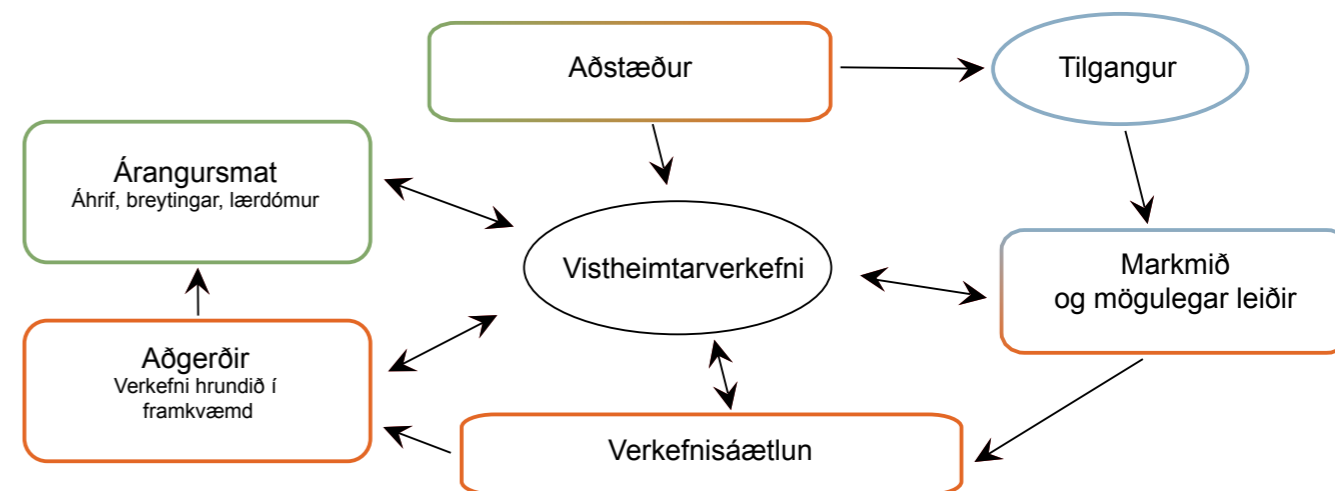
Undibúningur, skipulag og framkvæmd vistheimtar

Vistheimtaraðgerðir þurfa að byggja á staðgóðri þekkingu á ástandi viðkomandi svæðis og skilningi á því hvers vegna því hefur hnignað. Er raskið af mannavöldum, náttúrulegum orsökum eða sambland af hvoru tveggja? Er raskið upprunið innan viðkomandi svæðis eða utan þess? Hvað er mikið eftir af upprunalegu vistkerfunum og hver er vistfræðileg geta svæðisins? Hvert er þanþol vistkerfisins (getur það náð sér af raskinu án inngripa og hversu langan tíma tekur það)?

Áætlun um vistheimt lýsir ástandi vistkerfis eða landsvæðis á ákveðnum tímapunkti, hvaða aðstæður urðu til þess að skapa það ástand og setur fram mögulegar sviðsmyndir fyrir framtíðina (tilgang og markmið). Æskilegt er að sem flestir hagsmunaaðilar á viðkomandi svæði komi að setningu markmiða og öðrum undirbúningi vistheimtar; það eykur líkur á samstöðu um verkefnið til lengri tíma.

Þegar búið er að greina ástand svæðis og setja markmið þarf að gera aðgerðar- og tímaáætlun sem lýsir því hvað á að gera hvar og í hvaða tímaröð. Vistheimtaraðgerðir miða annaðhvort að því að líkja eftir vistfræðilegum ferlum sem geta ekki lengur gerst án hjálpar, eða breyta aðstæðum þannig að þessir ferlar geti á ný leitt til myndunar sjálfbærra vistkerfa.

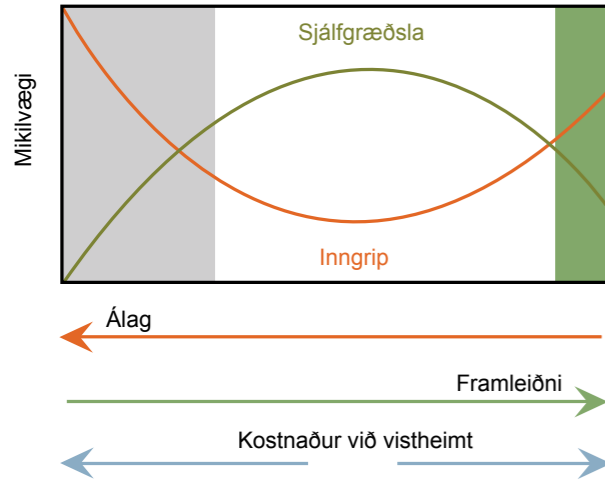
Æskilegt er að hafa reglubundið eftirlit þar sem fylgst er með þeim breytingum er verða á viðkomandi vistkerfum og til að meta hvernig gengur að ná markmiðum vistheimtarinnar. Á grundvelli árangursmats getur þurft að endurskoða aðgerðir, áætlanir og jafnvel markmið vistheimtarinnar. Einnig er hægt að draga af því lærdóm sem nýtist í öðrum vistheimtarverkefnum.



Verkferlar við vistheimtarverkefni.

Verkfærataska vistheimtar

Vistheimtaraðgerðir eru nauðsynlegar þar sem hindranir takmarka gróðurframvindu eða þar sem þarf að styrkja eða endurheimta stofna mikilvægra tegunda. Ef vistkerfi hafa mikið þanþol og líklegt er að þau nái sér á fáum árum er hægt að spara sér inngrípin og nota frekar fjármuni og vinnu þar sem þeirra er meiri þörf.



Meiri þörf er á inngrípum eftir því sem vistkerfi eru meira hnignuð og meira álag er á þeim, t.d. vegna jarðvegseyðingar eða erfiðra vaxtarskilyrða. Þar sem álag er lítið eru meiri líkur á að framvinda verði án inngrípa (sjálfræðsla). Gera má ráð fyrir að stór hluti raskaðs lands á Íslandi falli undir það ástand sem skyggt er með gráu á myndinni hér að ofan. Á hinn bóginn getur þurft kostnaðarsöm inngríp þar sem framleiðni er mikil, t.d. þar sem ágengar framandi tegundir hafa náð fóttfestu eða vegna mengunar af völdum ofauðgunar (skyggt með grænu).

Áburðargjöf bætir næringarástand og eykur vöxt plantna. Þar sem einhver gróður er til staðar er áburðargjöf oft nægjanleg aðgerð til að örva vöxt, fræframleiðslu og landnám staðargróðurs. Yfirleitt þarf að bera á grassáningar og tré sem eru gróðursett í rýrt land.

Viðfangsefni, aðstæður og markmið vistheimtar eru afar fjölbreytt. Því eru ekki til uppskriftir eða töfralausnir sem eiga alls staðar við. Æskilegt er að geta valið úr inngrípum er gegna mismunandi tilgangi.

Stjórnun beitarálags er mikilvægur þáttur í vistheimt. Friðun fyrir búfjárbætur er oft nauðsynleg á fyrri stigum framvindu á erfiðum svæðum eða þar sem beitin hamlar landnámi eftirsótttra tegunda sem gegna hlutverki í framvindunni. Þar sem gróðurhula er lítil er friðun jafnframt mikilvæg til að byggja upp orku og næringarforða í kerfinu. En einnig er hægt að nota búfjárbætur markvisst til að viðhalda ákveðnu gróðurfari eða til að rjúfa mjög þéttan svörð og stuðla þannig að landnámi fleiri tegunda. Mikilvægt er að stýra beitarálagi þannig að það valdi hvorki skemmdum á vistkerfinu né tefji þá gróðurframvindu sem sóst er eftir.



Þakning með lífrænum efnum eykur stöðugleika jarðvegsyfirborðsins, leggur til lífræn efni og næringarefni og bætir frjósemi jarðvegs til lengri tíma lítið. Hey inniheldur einnig oft fræ sem getur örvað framvinduna.



Oft er blandað saman mismunandi inngrípum. Til að endurheimta birkiskóg á rofnu landi getur til dæmis verið nauðsynlegt að byrja á því að sá grasfræi og dreifa áburði til að draga úr frostlyftingu og rofi og auka framboð á öruggum setum fyrir landnám. Síðan er hægt að gróðursetja birki, víði, reyni og jafnvel belgjurtir í litlar þyrpingar þaðan sem þessar tegundir geta sáð sér út eða dreifst á annan hátt. Þessi aðferðafræði er notuð í Hekluskógaverkefninu, sem er stærsta vistheimtarverkefni landsins. Einnig er hægt að gróðursetja í stærri, samfelldari svæði en þá verða aðgerðirnar margfalt dýrari.



Við endurheimt votlendis felast inngríp einkum í því að endurheimta fyrri vatnsstöðu, til dæmis með því að moka ofan í skurði eða byggja stíflur.



Þar sem framandi, ágengar tegundir eru ríkjandi miða inngríp að því að halda þeim í skefjum eða útrýma, t.d. með slætti, eitrun eða heitu vatni.

Plöntur í verkfæratösku vistheimtar

Ekki eru allar plöntutegundir jafn þýðingarmiklar fyrir vistheimt. Sumar tegundir hafa mikil áhrif á framvindu, til dæmis skjóltegundir (tré og runnar) og fleiri tegundir sem búa í haginn fyrir annan gróður með því að mynda fljótt þekju og bæta vatnsheldni og aðra virkni vistkerfa. Aðrar tegundir henta til þess að hefta sandfok (melgresi), framleiða eftirsóttu fæðu (s.s. berjarunnar) eða veita aðra vistkerfisþjónustu. Slíkar tegundir eru stundum kallaðar „**bílstjórar**“ (**drivers**). Smávaxnar og þekjulitlar tegundir sem hafa lítil áhrif á virkni og framvindu vistkerfa má þá kalla „**farþega**“. Við vistheimtaraðgerðir er yfirleitt unnið með tegundir sem eru á einhvern hátt „bílstjórar“ en lítil áhersla lögð á „farþegana“ nema þar sem verið er að vernda eða sækjast eftir ákveðnum lífbreytileika.



Víðir sem veitir skjól og safnar snjó og smári sem bindur nitur úr andrúmslofti og bætir frjósemi eru dæmi um „bílstjóra“ sem geta örvað framvindu og aukið virkni vistkerfa.



Smávaxnar tegundir sem hafa lítil áhrif á framvindu eru dæmigerðir „farþegar“.



Einn hópur „bílstjóra“ í vistheimt eru **fóstrur** eða **þekjutegundir** sem greiða fyrir landnámi og vexti annarra tegunda. Hlutverk þeirra er meðal annars að draga úr frosthreyfingum og rofi, bæta nærveður, leggja til lífrænt efni í jarðveginn (orka og næring), fanga fræ eða draga að sér fræ- og frjóbera. Að öðru jöfnu eru fóstrutegundir mikilvægari eftir því sem umhverfisaðstæður eru verri. Þær mega hins vegar ekki vera of duglegar í samkeppni, því þá er hætt á að þær hindri fremur en að greiði fyrir staðargróðrinum. Æskilegt er að fóstrurnar hverfi tiltölulega fljótt úr vistkerfinu þegar þær hafa lokið hlutverki sínu; annars getur þurft kostnaðarsamar aðgerðir til að losna við þær. Því þarf að vanda val á fóstrutegundum með hliðsjón af langtímamarkmiðum en stjórnast ekki af skammtímasjónarmiðum um skjótan árangur fyrir sem minnstan kostnað.

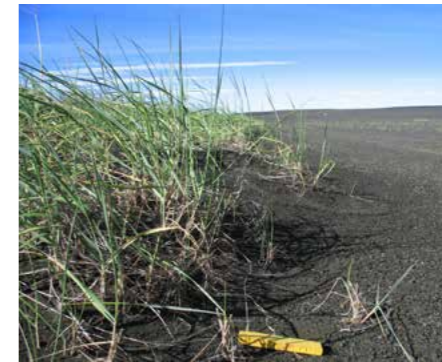


Alls konar tegundir geta verið fóstrur en hér á landi er algengast að ýmsar grastegundir sem notaðar eru til uppgræðslu gegni þessu hlutverki.

Innlendar eða innfluttar tegundir?

Val á tegundum til vistheimtar ræðst fyrst og fremst af markmiðum viðkomandi verkefnis og aðstæðum á hverjum stað. Aðrir þættir eins og framboð á efniviði hafa þó einnig áhrif. Vaxandi áhersla er á notkun innlendra tegunda og staðarefniviðs við vistheimt, hér á landi sem erlendis. Þessi þróun tengist meðal annars því að margar innfluttar plöntutegundir sem hafa verið notaðar til landbóta hafa reynst ágengar. Það þarf ekki að koma á óvart; margir eiginleikar sem sóst er eftir hjá landgræðslutegundum einkenna líka ágengar tegundir. Breyttar áherslur, þar sem æ meira er lagt upp úr verndun og viðhaldi staðbundins lífbreytileika og því að endurheimtu svæðin falli vel að landslagi og gróðurfari umhverfisins hafa einnig stuðlað að aukinni notkun innlendra tegunda í vistheimt.

Melgresi og birki eru þær innlendu tegundir sem hvað mest hafa verið notaðar við landbætur hér á landi, enda er til staðar góð þekking og reynsla af söfnun og notkun þeirra. Skortur á sambærilegri þekkingu varðandi notkun annarra tegunda íslensku flórunnar hefur hamlað notkun þeirra en úr því er smám saman að rætast.



Hvað með lúpínuna?

Lúpína er innflutt tegund sem var um tíma talsvert notuð til uppgræðslu hér á landi. Lúpínan er öflug og getur dreifst hratt út. Eins og aðrar belgjurtir myndar hún sambýli við niturbindandi örverur þannig að hún eykur frjósemi jarðvegs. Rannsóknir hafa sýnt að lúpína hindrar landnám margra innlendra tegunda og getur útrýmt lyngi og öðrum lágvaxnari gróðri. Aftur á móti býr hún í haginn fyrir áburðarkærar tegundir, þar á meðal rasktegundir eins og kerfil. Því stuðlar uppgræðsla með lúpínu almennt ekki að vistheimt og eru nú víða hafnar aðgerðir til að hefta útbreiðslu hennar.



Leiðir til að koma gróðri á legg

Það má nota margar aðferðir til að koma gróðri á legg á röskuðu landi. Hvaða aðferð er valin fer eftir aðstæðum, hvaða tegundum sóst er eftir, þeim efniviði sem er í boði, fjármagni, vinnuafli og tækjabúnaði; en síðast en ekki síst eftir tilgangi og markmiðum viðkomandi verkefnis.

Með **sáningu** má koma mörgum einstaklingum á legg með lítilli fyrirhöfn. Fræ er ódyrt í flutningi og með því má losna við dýr millistig við ræktun í gróðrarstöðvum. Árangur sáninga er þó mjög háður aðstæðum og mikil afföll geta orðið af fræinu. Því er mikilvægt að velja sáningarsvæði þar sem mikið framboð er á öruggum setum fyrir viðkomandi tegund.



Birkifræi er safnað á haustin. Best er að sá fræinu strax en einnig má þurrka það við herbergishita og sá snemma vors.

Hér á landi hefur ein algengasta uppgræðsluaðferðin verið að sá grasfræi, aðallega af innfluttum stofnum. Hins vegar er enn lítið gert af því að framleiða eða safna fræi af innlendum tegundum, fyrir utan melgresi, birki og íslenskan túnvingul. Nær ekkert framboð er á fræi annarra innlendra tegunda á markaði. Það er þó ekki flókið að safna fræi margra tegunda og fræsöfnun af staðargróðri gæti verið hluti af mun fleiri vistheimtarverkefnum en nú er raunin. Í mörgum löndum hefur sprottið upp smáiðnaður til framleiðslu innlands fræs og væntanlega gerist það einnig hér á landi.



Slægja af úthaga notuð til uppgræðslu. Ljósmynd: Járngerður Grétarsdóttir.

Ein leið til að ná í fræ af innlendum tegundum er að **slá úthaga síðla sumars og dreifa slægjunni** á raskað land. Þannig fæst ekki aðeins fræ af mörgum tegundum æðplantna heldur inniheldur slægjan líka brot af mosum og fléttum sem geta numið land á nýjum stað, auk lífrænna efna sem þekja yfirborðið og bæta vaxtarskilyrði.



Hluti af tilraunareit þar sem svarðlagi með mosabrotum var dreift yfir.

Nýlegar rannsóknir sýna að hægt er að fjölga ýmsum mosategundum með því að dreifa heilum mosagreinum, mosabrotum og mosahræringi, sem er blanda af söxuðum mosagreinum og vatni eða súrmjólki.

Hægt er að **gróðursetja** forræktaðar plöntur og komast þannig hjá vandamálum vegna spírunar og landnáms. Gróðursetningu má nota við erfiðar aðstæður þar sem lítið er af öruggum setum, eða þar sem fræ er af skornum skammti. Plöntur sem gróðursettar eru í raskað land þurfa að hafa öflugt og hlutfallslega stórt rótarkerfi miðað við ofanjarðarluta, þannig að rótakerfið geti séð plöntunum fyrir nægjanlegu vatni og næringarefnum við erfiðar aðstæður.

Gróðursetning sprota eða græðlinga er önnur leið til að fjölga ýmsum tegundum. Auðvelt er að fjölga gulvíði, loðvíði, fjallavíði og jafnvel grasvíði á þennan hátt. Best er að safna greinum og klippa niður í græðlinga tiltölulega snemma vors, áður en vöxtur hefst, eða seint að hausti. Ekki er nauðsynlegt að ræta sprotana, heldur má stinga þeim beint niður í jörðina, helst sem fyrst eftir að þeir eru klipptir þó mögulegt sé að geyma þá í kæli í örfáar vikur.



Klipping og stunga víðisprota er auðveld og krefst ekki flókans tækjabúnaðar.

Fyrir plöntur sem mynda marga sprota er hægt að aðskilja sprotana og gróðursetja þá. Til dæmis hefur ljónslappa og smára verið fjölgað á þennan hátt með góðum árangri. Þessi aðferð ætti að ganga fyrir flestar tegundir sem dreifa sér með renglum, meðal annars er auðvelt að fjölga villtum jarðarberjum með þessum hætti. Tegundum sem dreifa sér með renglum eða mynda marga sprota er einnig hægt að fjölga með því að flytja heilar gróðurtorfur (sjá nánar á næstu síðu).



Mólendistorfa.



Graslendistorfur.



Uppgræðsla vegfláa með torfum.

Vistheimt og mannvirkjagerð



Mannvirkjagerð fylgir oft mikið rask á gróðri og jarðvegi. Við hönnun vega, virkjana og annarra mannvirkja þarf að bera saman mismunandi kosti og velja þann er veldur minnstu raski á náttúrunni.



Tvenns konar vistheimt tengist einkum mannvirkjagerð: annars vegar frágangur á röskuðum svæðum, svo sem vegfláum og malarnámum; hins vegar mótvægisáðgerðir þar sem endurheimt eru sambærileg vistkerfi í stað þeirra sem er raskað. Sem dæmi um hið síðarnefnda má nefna endurheimt votlendis til mótvægis við skerðingu á votlendi við vegagerð eða endurheimt til mótvægis við gróðurlendi sem fara undir uppistöðulón. Þar sem vistheimt tekur alla jafna langan tíma og ólíklegt er að hægt sé að endurheimta alveg sambærileg vistkerfi þarf þó yfirleitt endurheimt á stærra svæði en var raskað.

Frágangur á vegfláum, borpöllum, námusvæðum, snjóflóðavarnargörðum og annars staðar þar sem gróðri er raskað við mannvirkjagerð getur þjónað margvíslegum tilgangi: að draga úr rofi, fella mannvirkin betur að umhverfi sínu, viðhalda vistfræðilegri virkni og vernda líffræðilega fjölbreytni. Við slíkan frágang er í vaxandi mæli lögð áhersla á að endurheimta staðargróður með svipaðri tegundasamsetningu og yfirbragði og grenndargróðurinn hefur.



Vegflái, rúmu ári eftir uppgræðslu með stórum torfum úr vegstæðinu.

Mikilvægt er að líta á gróðursvörð og jarðveg er verður fyrir raski sem verðmæti sem halda skal til haga til að nota við frágang á umhverfi mannvirkjana. Best er að varðveita heilar gróðurtorfur, sem síðan eru gróðursettar í raskaða landið. Þetta er einkum mikilvægt í mólendi en mörgum tegundum má einnig koma á legg með torfubrotum og fræslægju af grenndargróðri. Þar sem um er að ræða rask á mosavöxnum hraunum er hægt að flýta landnámi gamburmosa með því að dreifa mosabrotum, en þá hjálpar að dreifa hraungjalli á yfirborðið fyrst.

Er þörf á vistheimt í þéttbýli?

Meirihluti mannkyns býr í þéttbýli og Íslendingar eru þar engin undantekning. Yfir 90% Íslendinga búa í þéttbýli með yfir 200 íbúum.



Malbik og grasflatar eru áberandi yfirborðsgerðir í þéttbýli.

Þéttbýlismyndun hefur mikil áhrif á umhverfi. Hluti yfirborðsins fer undir malbik, steypu og annað ógegndræpt efni og náttúrulegum gróðri er skipt út fyrir grasflatar, trjábeð og blómabeð. Samtímis skapast aðstæður fyrir fugla og smádýr sem eru aðlöguð að borgarumhverfi. Afleiðingar þéttbýlismyndunar eru því uppbot og eyðing búsvæða ásamt tapi á náttúrulegri líffræðilegri fjölbreytni. Sumum grænu svæðunum fylgir mikil viðhaldsþörf og kostnaður, ekki síst grasflötum sem þarf að slá reglulega. Þá getur notkun skordýraeiturs haft neikvæð áhrif á dýralíf; sumar eiturtegundir hafa áhrif bæði á skordýr og afræningja sem lifa á þeim og geta þannig aukið vandamálin í stað þess að leysa þau.

Flestar tegundir sem eru notaðar í garðrækt eru innfluttar og eru mikið til þær sömu og eru notaðar annars staðar á sambærilegum breiddargráðum. Þetta leiðir til aukinnar einsleitni í líffræðilegri fjölbreytni á heimsvísu, auk þess sem ásynd gróðurs í þéttbýlinu verður um margt keimlík því sem er í nágrannalöndunum. Hægt er að snúa þessari þróun við með því að draga eins og kostur er úr raski á náttúrulegum gróðri við byggingu nýrra hverfa og nota innlenda gróður í vaxandi mæli á opnum svæðum, t.d. við umferðarmannvirki. Því getur fylgt hagræði vegna minni umhirðu. Með því að auka hlutfall breiðblaða blómjurta má einnig draga úr grasfrjó, sem er ofnæmisvaldandi fyrir marga. Þá er fýsilegt að endurheimta ákveðin vistkerfi innan þéttbýlisins, eins og nú er til dæmis verið að gera með endurheimt votlendis í Vatnsmýrinni. Slíkar áðgerðir draga úr uppboti vistkerfa og skapa skilyrði fyrir fjölbreytt fuglalíf og gróður.



Dæmi um svæði með fjölbreyttum mólendisgróðri nálægt miðbæ Kópavogs.



Tjarnir og votlendisgróður við hús Íslenskrar erfðagreiningar og mosaveggur við Ráðhús Reykjavíkur eru dæmi um hvernig hægt er að nýta náttúrulega þætti í borgarlandslaginu.

10. Vistheimt á Íslandi

Vistheimtarstarf á Íslandi spannar meira en öld, þó hugtakið vistheimt sé aðeins um aldarfjórðungs gamalt. Eyðing vistkerfa var gríðarleg og augljós á 19. öldinni og í byrjun 20. aldar þegar skipulagt starf við að stöðva eyðinguna og vernda skógarleifar hófst. Um miðja öldina varð hins vegar aukin áhersla á að skapa beitarlönd fyrir sauðfé, sem fjölgaði gríðarlega á árunum 1950-1965.

Upp úr 1970 jókst aftur skilningur á að vernda og endurheimta vistkerfi, m.a. fyrir tilstuðlan náttúruverndarsamtakanna „Landverndar“, sem stofnuð voru árið 1969; tímabært þótti að „greiða skuldina við landið“. Þessi vakning skilaði auknu fjármagni til uppgræðslu, skógræktar og rannsókna, m.a. með sérstökum lögum sem sett voru á hátiðarfundi Alþingis á Þingvöllum í tilefni af 11 alda búsetu í landinu.

Undir lok 20. aldar jókst áhersla á vistheimt, m.a. með aukinni menntun fagfólks og skilningi á virkni vistkerfa. Í nýlegri samantekt um vistheimt á Íslandi er áætlað að fram til 2010 hafi verið unnið að vistheimt á um 2300 km² landsins. Langstærstur hluti þess tengist uppgræðslu á lítt grónu og rofnu landi, en einnig er um að ræða endurheimt birkiskóglendis og votlendis.



Mörg verkefni sem unnið var að með sáningu, áburðargjöf og friðun lands fyrir tilstilli „Þjóðargjafarinnar“ hafa leitt til gróðurframvindu í átt að mólendi eða kjarrlendi.



Í Sagnará Landgræðslunnar í Gunnarsholti er saga landgræðslustarfs á Íslandi rakin með afar upplýsandi hætti.



Mikinn fróðleik er að finna í Árbókum Landgræðslunnar, sem komu út á árunum 1988-1998 undir heitinu „Græðum Ísland“.

Stærsta vistheimtarverkefni landsins er Heklu-skógaverkefnið sem miðar að endurheimt birkiskóga í nágrenni Heklu, m.a. til að auka þanþol vistkerfa gegn öskufalli úr fjallinu. Samstarfsverkefni Landgræðslu ríkisins og bænda, „Bændur græða landið“, er einnig á meðal stærstu verkefnanna sem leiða til vistheimtar.

Endurheimt mólendis, graslendis og kjarrlendis er markmið margra vistheimtarverkefna. Jafnframt hafa augun beinst að endurheimt votlendis, sem nú er hafin, þó í litlum mæli sé. Mörg vistheimtarverkefni miða jafnframt að bindingu kolefnis úr andrúmsloftinu til að vega á móti losun gróðurhúsalofttegunda.

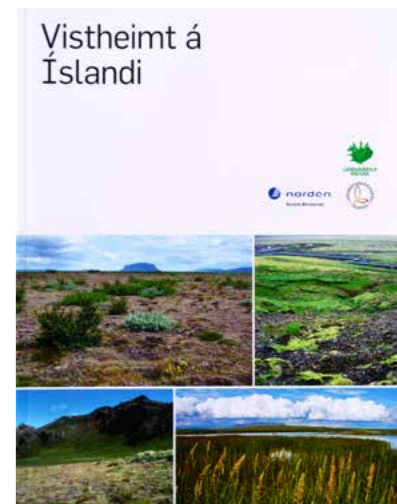
Margir koma að vistheimt á Íslandi, svo sem Landgræðsla ríkisins, Skógrækt ríkisins, Vegagerðin, Landsvirkjun, Orkuveita Reykjavíkur, bændur og ýmis félagasamtök. Ekki má gleyma hinum fjölmörgu einstaklingum sem hafa tekið land í fóstur, en á slíkum svæðum hefur víða orðið gróðurframvinda sem stuðlar að vistheimt.



Endurheimt mýrar í Borgarfirði. Framræst votlendi losa gríðarlega mikið af gróðurhúsalofttegundum og endurheimt þeirra er mikilvæg fyrir kolefnisbúskap landsins. Ljósmynd: Ásrún Elmarsdóttir.



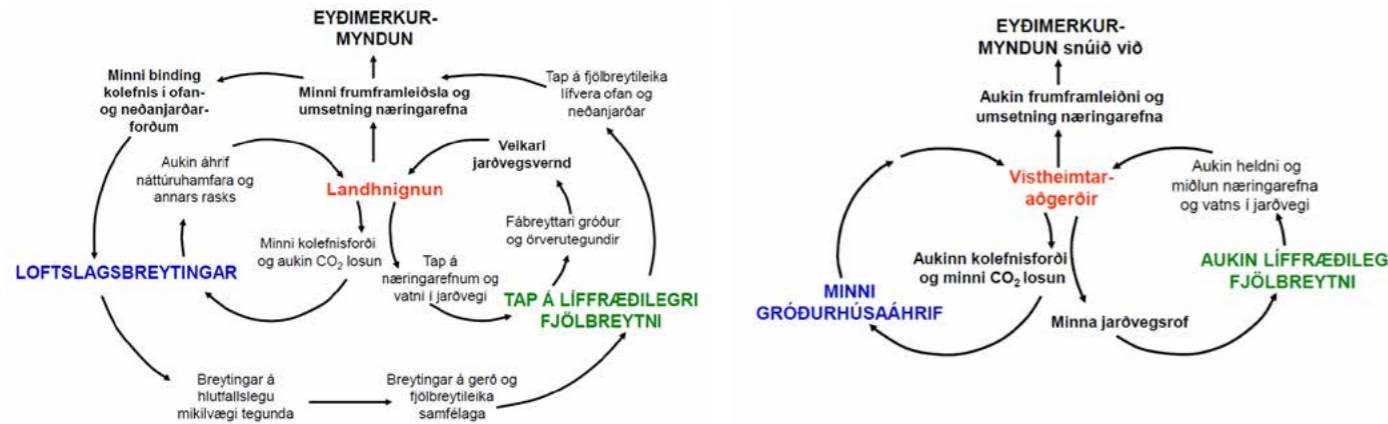
Á Þórsmerkursvæðinu vex nú upp birkiskógur og annar gróður í kjölfar friðunar og uppgræðslu. Landið var áður í tötrum.



Ritið „Vistheimt á Íslandi“ greinir frá hinu fjölbreytta vistheimtarstarfi sem unnið er hér á landi (<http://www.land.is/baekur>).

11. Við erum ekki ein

Í viðamikilli úttekt — *Millenium Ecosystem Assessment* — sem gerð var á vegum Sameinuðu þjóðanna í tengslum við síðustu árpúsundaskipti, kemur fram að síðustu hálfu öld hafi maðurinn valdið hraðari og víðtækari breytingum á vistkerfum Jarðar en nokkru sinni fyrr í sögunni. Jarðvegseyðing og tap á líffræðilegri fjölbreytni eru, ásamt loftslagsbreytingum, á meðal stærstu umhverfismála sem mannkynið þarf að glíma við næstu áratugi. Þessi viðfangsefni tengjast öll hnignun og endurheimt vistkerfa á einn eða annan hátt.



Landhnignun leiðir til eyðimerkurmyndunar, taps á líffræðilegri fjölbreytni og losunar gróðurhúsalofttegunda og hefur þar af leiðandi áhrif á loftslagsbreytingar.

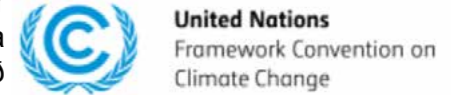
Endurheimt vistkerfa dregur úr jarðvegseyðingu, eykur frumframleiðni og stuðlar að aukinni líffræðilegri fjölbreytni. Einnig stuðlar vistheimt að uppsöfnun lífræns kolefnis í jarðvegi og gróðri og dregur þannig úr gróðurhúsaáhrifum.

Aðgerðir til að draga úr landhnignun og endurheimta skemmd vistkerfi geta stuðlað að lausn á þeim umhverfisvanda sem fjallað er um í þremur alþjóðlegum sáttmálum eða samningum á vegum Sameinuðu þjóðanna:

Markmið **Samnings Sameinuðu þjóðanna um líffræðilega fjölbreytni** (CBD) er að vernda líffræðilega fjölbreytni og stuðla að sjálfbærri nýtingu lífandi náttúruauðlinda. Framkvæmd samningsins byggir á vistkerfisnálgun, m.a. þekkingu á gerð vistkerfa, samspili á milli lífvera og samspili lífvera við umhverfi sitt. Í aðgerðaráætlun samningsins til 2020 (Aichi Targets) er meðal annars gert ráð fyrir vistheimt á 15% hnignaðra svæða sem jafnframt stuðli að auknum líffjölbreytileika og kolefnisbindingu. Þetta sýnir að vistheimt er sífellt mikilvægari liður í alþjóðlegri umhverfisvernd.



Samningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar, eða **Loftslagssamningurinn** (UN-FCCC), miðar að því að draga úr áhrifum gróðurhúsalofttegunda á jörðinni. Gróðurhúsaáhrifin geta raskað loftslagskerfum jarðar, vatnsbúskap og matvælaframleiðslu með ófyrirsjáanlegum afleiðingum. Vert er að minna á að talsverður hluti aukningar koltvísýrings (CO₂) í andrúmslofti á rætur að rekja til minnkaðs kolefnisforða í vistkerfum vegna ofnýtingar. Vistheimt á illa fögnu landi breytir koltvísýringi andrúmsloftsins í orku- og næringarforða vistkerfa. Til þess þarf öflugt gróðurfar, því umbreytingin á sér stað með ljóstillífum plantna. Rannsóknir sýna að uppsöfnun kolefnis er tiltölulega ör í vistheimtarverkefnum á Íslandi og margt bendir til þess að stórlega megi draga úr heildarlosun landsins með markvissum vistheimtaraðgerðum, m.a. skógrækt og landgræðslu. Ennfremur má draga úr losun með endurheimt votlendis en framræstar mýrar eru á meðal virkustu uppspretta gróðurhúsalofttegunda frá Íslandi (sjá bls. 25).



Samningur Sameinuðu þjóðanna um aðgerðir gegn eyðimerkurmyndun, sem einnig er kallaður **Eyðimerkursamningurinn** (UNCCD), er helgaður alvarlegri landeyðingu á þurrlendisvæðum jarðar. Á Íslandi starfar elsta jarðvegsvorndarstofnun veraldar (Landgræðsla ríkisins), en aðstæður hérlendis eru um margt svipaðar því og eru í þeim löndum sem glíma við erfiðustu vandamálin. Stutt er síðan þjóðin var á meðal þeirra fátækustu á jarðarkringlunni, með öra fólksfjölgun og ofnýtingu vistkerfa, þ.e. í sömu stöðu og fátækustu ríki jarðarinnar eru í nú. Ísland á því mikið erindi á vettvangi þessa samnings.



Landgræðsluskóli Háskóla Sameinuðu þjóðanna

Á Íslandi er starfræktur Landgræðsluskóli Háskóla Sameinuðu þjóðanna (UNU-LRT). Í skólanum eru kenndar undirstöðugreinar vistheimtar og landnýtingar, mat á ástandi lands og vistheimt, auk aðferða til að örva þátttöku og ábyrgð landnotenda, og ýmissa annarra greina sem koma nemendum að notum. Eyðingarferli, afleiðingar og leiðir til vistheimtar eru í eðli sínu svipaðar á milli heimshluta og því gagnast nemendum Landgræðsluskólans það vel að læra af reynslu og þekkingu Íslendinga.



Nemendur Landgræðsluskólans (UNU-LRT) ásamt héraðsfulltrúa Landgræðslunnar í skoðunarferð á Eyvindarstaðaheiði og við mælingar á gróðri. Myndir: „UNU-LRT“.

12. Vistheimt og vistheimtarfræðsla

Vistheimtarfræði (Restoration Ecology) er ung og ört vaxandi fræðigrein, sem hér á landi hefur stundum verið kölluð landgræðslufræði. Hún miðar að skilningi á eiginleikum og ástandi vistkerfa og þeim hindrunum sem eru í vegi endurheimtar, sem bæði geta verið náttúrulegar og þjóðhagslegar. Vistheimtarfræðin varpar ljósi á eðli mismunandi inngripa og líkleg áhrif þeirra við hinar mismunandi aðstæður. Hún leggur þannig fræðilegan grunn fyrir þróun og skipulagningu vistheimtaraðgerða fyrir mismunandi aðstæður og markmið. Þessi nálgun er öruggari en aðferðir sem nota „uppskriftir“ sem duga kannski stundum en geta verið gagnslausar eða jafnvel valdið skaða annars staðar. Þá eru viðfangsefnið afar fjölbreytt og snúa ekki aðeins að villtri náttúru og landbúnaðarsvæðum, heldur er í vaxandi mæli farið að nýta aðferðir vistheimtar í þéttbýli og við frágang á svæðum sem hefur verið raskað við gerð mannvirkja, t.d. vega og virkjana.

Vistheimtarfræðin tengir saman fjölmargar fræðigreinar, m.a. grunngreinar náttúrufræða (vistfræði, líffræði, jarðvegsfræði), landslagsfræði og landmótun, hagnýtar greinar landbúnaðarfræða (jarðrækt, beitarfræði), allt til félags- og hagfræðigreina. Þetta gerir fræðigreininna mjög áhugaverða, auk þess sem viðfangsefnið er einstaklega gefandi: að lækna landið.

Alþjóðlega vistheimtarfélagið, Society for Ecological Restoration International (<http://www.ser.org>), er afar öflugt og er m.a. vettvangur fyrir faglega umræðu um vistheimt, gefur út fræðsluefni og stuðlar að aukinni vistheimt. Evrópudeild félagsins er einnig mjög virk (sjá <http://chapter.ser.org/europe/>). Félagið og deildir þess halda alþjóðlegar ráðstefnur sem tengja saman framkvæmda- og fræðafólk á sviði vistheimtar alls staðar að úr heiminum og eru vettvangur til að fylgjast með og miðla því sem er að gerast í faginu.

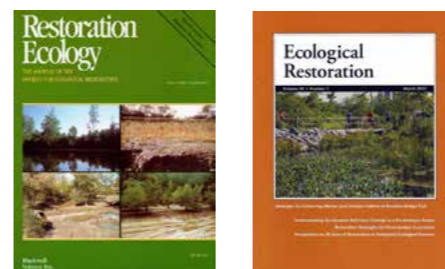


Skoðunarferðir í tengslum við ráðstefnur SER gefa innsýn í vistheimt heimamanna: (A) endurheimt mýra eftir mótekju í Finnlandi, (B) fræðst um endurheimt námusvæða í Tékklandi og (C) endurheimt gresju í Wisconsin, BNA.

Á síðustu árum hafa æ fleiri fræðibækur komið út á sviði vistheimtarfræða, sérhæfð fræðirit um vistheimt hafa komið fram á sjónarsviðið og mikið er birt af fræðigreinum um vistheimt og vistheimtarrannsóknir.



Nokkrar af þeim fjölmörgu fræðibókum um vistheimt sem komið hafa út á síðustu árum.



Dæmi um sérhæfð fræðirit á sviði vistheimtar.



Vettvangsferðir eru mikilvægur hluti náms í vistheimt. Hér sjást nemendur í námskeiðinu Vistheimt og sjálfbær landnýting við Lbhí skoða uppgræðslu með dreifingu fræslægu á Hellisheiði.



Nemendur kynna sér vinnubrögð við árangursmat; landgræðsluskógur í Borgarfirði.

Heimildaskrá

(Bls. aftan við hverja heimild vísar til blaðsíðna í þessari bók)

Sandgræðslan. Minnzt 50 ára starfs Sandgræðslu Íslands. Búnaðarfélag Íslands og Sandgræðsla ríkisins. Arnór Sigurjónsson (ritstj.) 1958 (bls. 70-71).

Grazing management: An Ecological Perspective. Timber Press. Rodney K. Heitschmidt og Jerry W. Stuth (ritstj.) 1991 (bls. 5, 6 og 14).

Hnignun gróðurs og jarðvegs. Græðum Ísland IV, bls. 73–82. Landgræðsla ríkisins. Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds og Steve Archer 1992 (bls. 40-45 og 72).

Jarðvegsrof á Íslandi. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Ólafur Arnalds, Elín Fjöla Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson og Arnór Árnason 1997 (bls. 26-39 og 52-57).

Landscape Ecology. Function and Management. CSIRO Publishing. John A. Ludwig, David J. Tongway og o.fl. (ritstj.) 1997 (bls. 74-75).

Ástand og uppbygging vistkerfa. Græðum Ísland. Landgræðslan 1995-1997. Árbók VI, bls. 83-94. Landgræðsla ríkisins. Ása L. Aradóttir 1998 (bls. 5, 6 og 89).

Repairing Damaged Wildlands. A Process Oriented, Landscape-Scale Approach. Cambridge University Press. Steven G. Whisenant 1999 (bls. 72, 75, 82-83, 86-88, 90 og 94).

Soil quality: an indicator of sustainable land management? Applied Soil Ecology 15:75-83. Jeffrey E. Herrick 2000 (bls. 16-17).

The world at your feet: desert biological soil crusts. Frontiers in Ecology and the Environment 1:181-189. Jayne Belnap 2003 (bls. 61).

The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration Science & Policy Working Group 2004 (bls. 68).

Innlendar víðitegundir: líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu. Landgræðsla ríkisins. Kristín Svavarsdóttir (ritstj.) 2006 (bls. 97).

Linking Restoration and Ecological Succession. Springer. Lawrens R. Walker, Joe Walker og Richard J. Hobbs (ritstj.) 2007 (bls. 72 og 86-87).

Sáðmenn sandanna. Saga landgræðslu á Íslandi 1907-2007. Landgræðsla ríkisins. Friðrik G. Olgeirsson 2007 (bls. 70-71).

Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. Frontiers in Ecology and the Environment 6:329-336. J. M. Rey Benayas, James M. Bullock og Adrian C. Newton 2008 (bls. 89).

Spontaneous succession versus technical reclamation in the restoration of disturbed sites. Restoration Ecology 16:363-366. Karel Prach og Richard J. Hobbs 2008 (bls. 92).

The Nature and Properties of Soils. Pearson-Prentice Hall. Nyle C. Brady og Rey R. Weil 2008 (bls. 7-9).

Restoration of ecosystem services for environmental markets. Science 325:575-576. Margaret A. Palmer og Solange Filoso 2009 (bls. 73).

Kulferli, frost og mold. Rit Lbhí nr. 49 Ólafur Arnalds 2010 (bls. 58-59).

Endurheimt staðargróðurs á röskuðum hálandissvæðum. Rit Lbhí nr. 29 Landbúnaðarháskóli Íslands. Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir 2011 (bls. 96-98).

Leiðir til að fjölga hraungambra og öðrum mosategundum. Náttúrufræðingurinn 81:155-122. Magnea Magnúsdóttir og Ása L. Aradóttir 2011 (bls. 96-98).

Vistheimt á Íslandi. Landbúnaðarháskóli Íslands og Landgræðsla ríkisins. Ása L. Aradóttir og Guðmundur Halldórsson (ritstj.) 2011 (bls. 70-7 og 100-101).

Nytjaland. Rit Lbhí nr. 49 Fanney Ósk Gísladóttir, Ólafur Arnalds og Sigmundur Helgi Brink 2014 (bls. 18-25).

The Soils of Iceland. World Soils Book Series, Springer. Ólafur Arnalds 2015 (bls. 10, 28-39 og 46-48).

Ítarefni

Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society Special Publication 49. John W. Doran og Alice J. Jones (ritstj.) 1996.

Hrossahagar. Aðferð til að meta ástand lands. Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Landgræðsla ríkisins. Borgþór Magnússon, Ásrún Elmarsdóttir og Björn H. Barkarson 1997

Sauðfjárhagar. Leiðbeiningar við mat á ástandi beutilanda. Landgræðsla ríkisins. Sigprúður Jónsdóttir 2010 Ecological Restoration. Sinauer Associates, Inc. Susan M. Galatowitsch 2012.

Desertification, Land Degradation and Sustainability. Paradigms, Processes, Principles and Policies. Wiley-Blackwell. Anton Imeson 2012.

Lífríki Íslands. Vistkerfi lands og sjávar. Forlagið / Opna, Reykjavík. Snorri Baldursson 2014.

Ritið veitir lesandanum öflugt tæki til landlesturs – til að meta ástand þess lands sem fyrir augu ber. Afleiðingar hnignunar lands eru skýrðar og veitt er innsýn í starfsemi vistkerfa. Í bókinni eru einnig fjallað um undirstöðuatriði vistheimtar – endurheimt vistkerfa – og sýndar fjölbreyttar aðferðir við landlækningar.

Bókin á erindi til allra þeirra sem láta sig varða velferð vistkerfa, almenning, kennara og annað fagfólk. Hún hentar einkar vel til kennslu í framhaldsskólum, en er jafnframt gott stoðefni fyrir kennara og aðra sem vinna við fræðslu um náttúru landsins.



Höfundar eru Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, prófessorar við Landbúnaðarháskóla Íslands. Þau hafa áralanga reynslu af rannsóknum á náttúru landsins, mati á ástandi lands, landgræðslu og vistheimt.