

Skýringar með beitarkafla reglugerðar um sjálfbæra landnýtingu

Formáli

Þann 24. september 2021 fóru drög að reglugerð um sjálfbæra landnýtingu inn í samráðsgátt stjórnvalda. Þau voru unnin af Landgræðslunni og samhliða var tekið saman upplýsingaskjal sem skýrir bakgrunn þeirrar nálgunar varðandi beit sem kynnt er í reglugerðinni, sem og nokkur ný hugtök. Reglugerðin var tekin til endurskoðunar eftir að fjölmargar ábendingar bárust. Í upphafi árs 2024 fór ný útgáfa af drögum að reglugerð um sjálfbæra landnýtingu inn í samráðsgátt stjórnvalda.

Í þessu skjali er í grófum dráttum gerð grein fyrir hvernig beitarafræði hefur þróast á Íslandi án þess þó að um sé að ræða tilraun til að gefa heildarmynd af þeim málaflokki, heldur einungis svo hægt sé að setja núverandi tillögur í samhengi við það sem áður hefur verið gert. Þannig er stuttlega farið yfir sögu beitarrannsókna og bakgrunn þeirra ásamt sögu beitastýringar. Þá eru þær breytingar í hugmyndafræði sem þessi reglugerð boðar skýrðar ásamt því að skilgreina helstu hugtök. Loks er gerð grein fyrir beitarviðaukanum.

Inngangur

Fyrstu tilraunir til að nota vísindalega þekkingu við stýringu beitar, þannig að afurðasemi búfjár væri háværkuð m.t.t. ástands beitarlands voru gerðar í Bandaríkjunum og byggðu á hugmyndum um gróðurframvindu, kenndum við Clements (Clements, 1916). Þær voru snemma gagnrýndar af ýmsum (sjá t.d. Gleason, 1926). Engu að síður urðu kenningar Clements grunnur að þeirri aðferðafræði sem einkenndi beitastjórnun úthaga á síðari hluta aldarinnar (Dyksterhuis, 1949). Það var ekki fyrr en undir lok 20. aldar sem fór að örla á breyttum viðhorfum í landnýtingu þar sem reynt var að taka tillit til breytileika sem stafar af samspili umhverfispáttá í stað þess að horfa einungis á beitina sjálfa annars vegar, og ástand gróðurs hins vegar, sem lykilþátt í ástandi lands (Westoby o.fl., 1989).

Á Íslandi nutu kenningar Dyksterhuis hylli upp úr 1960, enda viðurkenndar á sinni tíð (sjá t.d. Ingvi Þorsteinsson, 1980a). Útreikningar sem voru byggðir á þessum grunni voru meðal annars notaðir til að styðja fjölgun búfjár á sjöunda, áttunda og níunda áratugnum þó ný sjónarmið væru þá jafnframt að koma fram (sjá t.d. Anna Guðrún Þórhallsdóttir, 1993; Þorsteinn Guðmundsson, 1990). Á níunda og tíunda áratugnum fóru viðhorf og stefna varðandi landnýtingu hérlendis smám saman að breytast. Æ betur kom í ljós að beit áratuganna á undan hafði oft gengið nærri landinu og að ekki var tekið nægilegt tillit til síbreytilegra umhverfispáttá á borð við árferði þegar geta lands til beitar var metin (Andrés Arnalds, 1994). Rannsóknastofnun landbúnaðarins bar ábyrgð á útreikningum á beitarþoli, en dró alla fyrri útreikninga til baka haustið 1999. Það gerðist í kjölfar útgáfu skýrslunnar Jarðvegsrof á Íslandi (Ólafur Arnalds o.fl., 1997) þar sem sýnt var fram á að verulegur hluti þúrlendis landsins var í afar slæmu ástandi þegar litið var til jarðvegs og gróðurs. Í kjölfar skýrslunnar var haldin alþjóðleg ráðstefna sem dró enn frekar fram stöðu Íslands m.t.t. ástands lands (Ólafur Arnalds og Steven Archer, 2000).

Með gagnagrunninum Nytjalandi (<http://nytjaland.is>; Fanney Ósk Gísladóttir o.fl., 2014), sem farið var að þróa árið 2000, opnuðust möguleikar á að tengja ástand lands við nýtingu þess og var ritið „Landnýting og vistvæn nýting sauðfjárafurða“ (Ólafur Arnalds o.fl., 2003) meðal annars byggt á

gögnum Nytjalands. Í því riti voru í fyrsta sinn kynntar hugmyndir að því hvernig laga mætti landnýtingu sauðfjárræktar að vistvænum búskaparháttum (Ólafur Arnalds o.fl., 2003). Áður hafði verið gefið út ritið „Hrossahagar, Aðferð við að meta ástand lands“ (Borgþór Magnússon o.fl., 1997) og bæklingurinn „Að lesa landið“ (Ólafur Arnalds o.fl., 1997). Til viðbótar við að byggja á niðurstöðum úr rofkortlagningu RALA og Landgræðslunnar (Ólafur Arnalds o.fl., 1997), og að hluta á gagnagrunninum Nytjalandi (Björn Traustason o.fl., 2006), þá byggðu þessi rit einnig á aðferðum sem þá voru að ryðja sér til rúms erlendis sbr. aðferðafræði FAO (FAO, 1988) og þær aðferðir sem notaðar eru til að meta beitarlönd í Bandaríkjunum (Committee on Rangeland Classification, 1994) sem m.a. eru byggðar á hugmyndum Westoby o.fl. (Westoby, 1979; Westoby o.fl., 1989). Á sama tíma setti landbúnaðarráðuneytið reglugerð um „sértækt gæðastýrða landbúnaðarframleiðslu“ sem lagði fyrst og fremst áherslu á gæði afurða (sjá reglugerð nr. 98/1996).

Í núverandi reglugerð um gæðastýringu (nr. 511/2018) er að finna viðmiðunarreglur sem eru notaðar til að skilgreina sjálfbæra landnýtingu í sauðfjárrækt á Íslandi. Í þeim er stuðst við ástandsmat sem kynnt var í ritinu Sauðfjárhagar (Sigbrúður Jónsdóttir, 2010a) þar sem ástand gróðurs annars vegar og rof í landi hins vegar er lagt til grundvallar mati á ástandi lands. Á síðastliðnum 10 árum hefur skilningur aukist á því flókna samspili fjölmargra umhverfisþátta sem í raun stýra ástandinu á hverjum tíma, með sama hætti og Westoby o.fl. gerðu grein fyrir á sínum tíma.

Hliðstæð þróun hefur orðið í Noregi. Þar hefur verið þróað matskerfi sem byggir á hugmyndum Westoby o.fl., Committee of Rangeland Classification í Bandaríkjunum og FAO til að meta burðarþol lands, m.t.t. beitar. Notuð eru fjarkönnunargögn ásamt upplýsingum sem safnað er á jörðu niðri, þar á meðal GPS ferlar beitardýra, til að meta burðarþol lands og breytingar þar á, ásamt því að taka landnýtingu beitardýranna með í reikninginn (Mysterud o.fl., 2014). Nálgunin byggir á frumflokkun landsins í beitarhæft og óbeitarhæft land. Beitarhæfa landið er síðan metið með aðstoð reiknilíkans sem tekur sérstakt tillit til breytileika innan landgerða, þ.m.t. tegundasamsetningar, uppskeru og landslags, ásamt næringarþarfa búfjárins. Þessi aðferðafræði byggir þannig bæði á fjarkönnunargögnum og mæligögnum af jörðu niðri, tekur tillit til fjölbreytni lands og dreifingar búfjár og gefur kost á sívöktun lands. Að því leyti er þessi nálgun hliðstæð því sem beitt er í GróLind, verkefni sem miðar að því að meta ástand gróður- og jarðvegsauðlindarinnar, og breytingar á þeim. Þar verður kerfisbundið fylgst með ástandi gróðurs og jarðvegs með bæði fjarkönnunaraðferðum og mælingum á jörðu niðri, ásamt beitaratferli sauðfjár með GPS mælingum. Smám saman mun verða til gagnabanki sem mun gagnast við að meta ástand lands og í stýra landnýtingu út frá getu þess og ástandi hverju sinni.

Hugtök

Sjálfbær landnýting

Ýmsar alþjóðlegar skilgreiningar eru til á sjálfbærri landnýtingu. Matvæla- og landbúnaðarstofnun Sameinuðu Þjóðanna (FAO) skilgreinir sjálfbæra landnýtingu sem: Nýting auðlinda lands, þ.m.t. jarðvegs, vatns, dýra og plantna til framleiðslu hráefna til að mæta þörfum mannkyns, þar sem jafnframt er tryggð langtímageta auðlindanna sem og virkni þeirra (*e. The use of land resources, including soils, water, animals and plants, for the production of goods to meet changing human needs, while simultaneously ensuring the long-term productive potential of these resources and the maintenance of their environmental functions*) (United Nations Conference on Environment and Development, 1992).

Í reglugerð um gæðastýringu í sauðfjárrækt er sjálfbær landnýting skilgreind sem „Nýting sem ekki gengur á auðlindir lands, s.s. jarðveg, gróður og vatn og tryggir um leið viðgang og virkni vistkerfis til

fram tíðar.“ Í lögum um landgræðslu (nr. 511/2018) segir að “Nýting lands [skuli] vera sjálfbær þannig að ekki sé gengið á auðlindir þess og þær endurheimtar eins og unnt er, og jafnframt að viðgangur og virkni vistkerfa haldist”. Sú áhersla að viðgangur og virkni vistkerfis skuli tryggður endurspeglar skilgreiningu FAO og undirstrikar að landnýting getur ekki talist sjálfbær nema landið veiti þær vistkerfisþjónustur sem eðlilegt sé að það veiti, sbr. vistgetu þess (sjá neðar).

Sjálfbær landnýting er því landnýting þar sem *starfsemi og bygging vistkerfis viðhelst eða eflist og vistkerfið er jafnframt í ásættanlegu ástandi*. Þetta er mikilvægt, þar sem stór hluti landsvistkerfa landsins hafa þegar orðið fyrir verulegri hnignun og munu haldast í því ástandi nema breyting verði á nýtingu eða gripið til endurheimtaraðgerða.

Vistgeta

Vistgeta (*e. ecological capacity*) er skilgreind sem geta vistkerfa til að viðhalda náttúrulegu, upprunalegu eða núverandi ástandi og standa undir framleiðslu hráefna og þjónustu (*e. overall ability of an ecosystem to maintain its natural, original, or current condition to produce goods and services*) (Sustainable Development Indicator Group, 1996). Hugtakið er hliðstætt skilgreiningu á landgetu (*e. land potential*): Eðlislæg geta lands til að viðhalda vistþjónustum með sjálfbærum hætti sem eru nauðsynlegar til að mæta þörfum dagsins í dag án þess að ganga á getu þess til að standa undir þörfum fram tíðar (*e. the inherent potential of the land to sustainably generate ecosystem services required to meet today's needs without compromising our ability to meet the needs of the future*) (Jornada Experimental Range og Unit). Á Íslandi hafa þessar skilgreiningar verið notaðar jöfnum höndum og settar saman í hugtakið vistgeta lands. Vistgeta endurspeglar þannig hvert besta ástand lands gæti verið miðað við það loftslag sem ríkir á svæðinu, hvernig jarðvegur ætti að vera þar og hvernig landslagi er háttað (t.d. hvort um er að ræða flatlendi eða land hallar mót suðri eða norðri). Jafnframt endurspeglar hún hvaða langtímaárangurs væri að vænta af endurheimtaraðgerðum. Land í hnignuðu ástandi hefur alltaf skerta vistgetu. Nýtingargeta er svo annað hugtak sem miðast við núverandi ástand landsins og metur hversu vel það hentar til ákveðinnar landnýtingar (UNEP, 2016).

Mörg kerfi hafa verið hönnuð til að mæla vistgetu. Nefna má „Land Capability Classification“ (LCC) sem var þróað af bandaríska landbúnaðarráðuneytinu (USDA) árið 1930 til að leiðbeina um landnýtingu og hindra landhnignun og var meðal annars notað fyrir jarðir í Borgarfirði á áttunda áratugnum (Þorsteinn Guðmundsson, 1990). Kerfið endurspeglar í raun getu jarðvegs á hverjum stað til að standa undir framleiðslu ákveðinna tegunda nytjaplantna eða nýtingarmöguleika hans fyrir beitarrand. LCC flokkunin skiptir jarðvegi niður í átta flokka eftir ástandi þeirra og því fyrir hvaða landnýtingu þeir henta best (USDA, 1973). Matvæla- og landbúnaðarstofnun Sameinuðu þjóðanna (FAO) gaf út fyrstu leiðbeiningar um flokkun á getu lands árið 1976 (FAO, 1976) sem nefndist „Agro – Ecological Zoning“ (AEZ) og byggir á sömu nálgun. Flokkunin byggir á mati á getu landsvæða út frá veðurfari, jarðvegi og landfræðilegum þáttum til ræktunar á mismunandi nytjaplöntum. Árið 2000 var svo þessi flokkun færð yfir á hnattrænan skala með „Global Agro-Ecological Zones“ (GAEZ) sem er tæki til að meta mögulega getu til ræktunar á yfir 100 nytjaplöntum byggt á hnattrænum jarðvegs- og veðurfarsgagnabönkum (Fischer o.fl., 2002). GAEZ kerfið er landnýtingarkerfi sem byggir á vistgetu þess og hefur beint og óbeint leitt til ýmiskonar þróunar á aðferðum og tólum sem hjálpa landnotendum að meta vistgetu lands og þar með skipuleggja nýtingu þess. Vefurinn LandPotential.org (<https://landpotential.org/>) sem þróaður er af landbúnaðarstofnun bandaríska landbúnaðarráðuneytisins (USDA-ARS) er dæmi um slíkt. Hann er upplýsingagátt fyrir smáforritið LandPKS og hjálpar landnotendum að flokka land eftir vistgetu og þar með að nýta land með sjálfbærum hætti (Jeffrey E Herrick o.fl., 2016). Á Íslandi voru árið 2021 gefnar út leiðbeiningar um flokkun landbúnaðarlands með tilliti til hæfni til ræktunar sem byggir á sömu hugmyndafræði og lýst var hér að ofan (Guðni Þ. Þorvaldsson o.fl., 2021).

Viðmiðunarsvæði

Til að hægt sé að meta ástand svæða er nauðsynlegt að skilgreina viðmiðunarsvæði fyrir þau. Þau endurspeglu besta mögulega ástand svæðisins og sýna því í raun vistgetu hennar Erfitt getur verið að finna óröskuð viðmiðunarsvæði fyrir allar landgerðir, og eru því ýmsar aðferðir notaðar til að skilgreina þau (Karl og Herrick, 2010):

1. Skoða sambærilegt óraskað land á svæðinu (oft illfinnanlegar).
2. Skoða gamlar heimildir um ástand og breytingar á landgæðum.
3. Nota líkön og/eða kort sem meta vistgetu svæðisins.
4. Nota þekkingu sérfræðinga og heimafólks til að segja til um hvernig landsvæðið myndi líta út í besta ástandi.

Landgræðslan vinnur nú að vistgetukorti fyrir Ísland. Með því fást upplýsingar sem hægt er að styðjast við þegar á að skilgreina viðmiðunarsvæði.

Ákvörðun um sjálfbærni

Til að beit geti talist sjálfbær þarf að tryggja að nýtingin gangi ekki á auðlindir landsins og þær séu endurheimtar eins og unnt er, og jafnframt að viðgangur og virkni vistkerfa haldist (9. gr. laga nr.155/2018). Einnig skal nýting lands taka mið af ástandi þess og vernda líffræðilega fjölbreytni, orku- og næringarforða og nauðsynlega jarðvegseiginleika fyrir virkni vistkerfa (2. gr. laga nr.155/2018).

Við mat á því hvort landnýting teljist sjálfbær skal leggja til grundvallar þær meginreglur að nýtingin:

1. taki mið af ástandi lands.
2. stuðli að viðhaldi eða eflingu líffræðilegrar fjölbreytni vistkerfis.
3. stuðli að vernd, viðhaldi og uppbyggingu jarðvegs.
4. stuðli að vernd, viðhaldi og auknu kolefni í jarðvegi og gróðri og lágmarki losun gróðurhúsalofttegunda.
5. stuðli að vernd og viðhaldi vatnsmiðlunar og vatnsgæða.
6. stuðli að vernd, viðhaldi og auknum loftgæðum.

Sjálfbær nýting lands til beitar er best tryggð þegar beitarlandið:

1. hefur hátt hlutfall æðplantna.
2. hefur lítinn óvarinn jarðveg eða rof.
3. er í ásættanlegu ástandi miðað við viðmiðunarsvæði.
4. sýnir að nýting leiðir ekki til hnignunar, byggt á skilgreindum mælivísium

Framkvæmd mats á ástandi lands með tilliti til sjálfbærni beitar

Land sem nýtt er til búfjárbeitar skal almennt vera í góðu ástandi og ekki sýna merki hnignunar.

Mat á ástandi beitarlands skal uppfylla eftirfarandi skilyrði:

1. Byggja á vettvangsathugun þar sem greind eru frávik frá viðmiðunarástandi og áhrif nýtingar, sbr. töflu 2 í viðauka I. Vettvangsathugun skal framkvæmd í samráði við umsjónaraðila landsins sem um ræðir.
2. Byggja á viðurkenndum vísindalegum grunni og bestu fánlegu gögnum hverju sinni.

3. Vera heildstætt og ná til alls beitarlandsins, hvort sem um er að ræða heimalönd, upprekstrarheimalönd eða afrétti.
4. Það skal framkvæmt af Landi og skógi eða aðilum sem hafa hlotið til þess bæra þjálfun og í kjölfarið viðurkenningu Lands og skógar til að meta ástand lands.

Mat á beitarlandi m.t.t. sjálfbærrar landnýtingar er hægt að skipta í nokkur skref:

1. Skilgreiningu beitarsvæða
2. Skilgreiningu viðmiðunarsvæða
3. Mat á svæðum
4. Vöktun á ástandi beitarlands

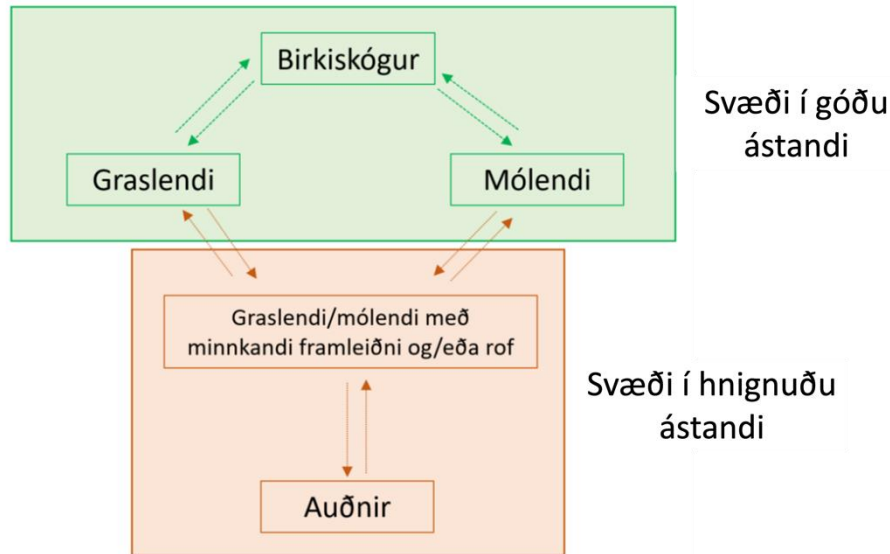
Skilgreining beitarsvæða

Land sem flokka skal m.t.t. sjálfbærrar landnýtingar eru svæði sem eru markvisst nýtt til beitar búfjár og tekur mat á sjálfbærni landnýtingar eingöngu til þess beitarlands sem viðkomandi landnotandi hefur heimild til að nýta.

Við skilgreiningu beitarlandsins verður stuðst við beitarlandapekju GróLindar og önnur landa- og jarðarmörk sem fáanleg eru hverju sinni. Landeigendur þekkja best afmörkun jarða sinna og mörk beitarlanda og friðaðra svæða og verður endanleg afmörkun/skilgreining beitarlanda unnin í samstarfi við þá.

Skilgreining viðmiðunarsvæðis

Fyrir hvert beitarland skal skilgreina viðmiðunarsvæði, en þar sem beitarlönd eru sjaldan einsleit má búast við að hvert beitarland samstandi af nokkrum gerðum viðmiðunarsvæða. Viðmiðunarsvæðið getur verið raunverulegt svæði sem ekki hefur raskast og endurspeglar því besta mögulega ástand svæðisins m.t.t. vistgetu. Ef slíkt svæði er ekki að finna, er notað huglægt svæði þar sem besta ástandi lands á viðkomandi svæði er lýst, byggt á bestu fáanlegum upplýsingum og þekkingu (sjá nánar hér að ofan í kafla um viðmiðunarsvæði). Skilgreiningu á viðmiðunarsvæðum tekur svo mið af landnýtingu innan svæða þ.e. á svæðum þar sem að beit hefur breytt birkiskógi í graslendi er viðmiðunarsvæðið ekki birkiskógur heldur graslendi í góðu ástandi. Þannig getur landnýting haft áhrif á skilgreiningu á áætluðu viðmiðunarsvæði. Ef svæðið er í verra ástandi en áætlað viðmiðunarsvæði, telst það í hnignuðu ástandi (mynd 1).



Mynd 1. Landnýting getur haft áhrif á tegundasamsetningu og t.d. valdið því að birkiskógar þróast yfir í graslendi eða mólendi. Slíkar breytingar geta talist til eðlilegs ástands svæðis og viðmiðunarsvæði ættu að endurspeglja það (grænn kassi). Hnignað land getur einkennst af hliðstæðum gróðursamfélögum, en þá t.d. í ástandi þar sem framleiðni hefur minnkað eða rof myndast.

Mat á svæðum

Til að hægt sé að nýta svæði á sjálfbæran hátt til beitara þarf það að A) þola beitina, þ.e. uppskera beitarpantna þarf að vera næg á svæðinu til að gróður þoli skerðingu og svæðið þarf að þola það rask sem beitardýrin valda (t.d. traðk) og B) það þarf að vera í ásættanlegu ástandi.

Hentugleiki

Þeir þættir sem almennt er horft til þegar meta skal hversu vel svæði henti til beitara eru hitastig yfir vaxtartímann (endurspeglað í h.y.s.), halli í landi og þekja æðplantna og óvarins jarðvegs. Við mat á því hversu vel land henti til beitara þarf að taka tillit til þessara þátta (FAO, 1988; Mysterud o.fl., 2014). Í reglugerðinni segir að „Landsvæði með minna en 20% æðplöntuþekju ætti ekki að nýta til beitara. Í ljósi óhagstæðra vaxtarskilyrða og viðkvæmra aðstæðna ætti jafnframt að takmarka eins og kostur er að nýta til beitara land ofan 600 m hæð yfir sjávarmáli eða í yfir 30° halla. Miða skal við að koma í veg fyrir eða takmarka eins og kostur er búfjárbreit á landi sem ekki uppfyllir ofangreint og skal gerð grein fyrir því í landbótaáætlun.“

Æðplöntur hafa áhrif á vatnsflæði og vatnsbúskap vistkerfa með upptöku vatns úr jarðvegi og útgufun. Þær draga úr yfirborðsrennsli og hafa einnig áhrif á jarðvegssuppbýggingu sem stýrir því hversu lengi vatnið er að síga niður í grunnvatnið (Gaberščik og Murlis, 2011; Ludwig, 1997). Magn æðplantna í vistkerfi hefur auk þess jákvæð áhrif á frumframleiðni (Carnioli o.fl., 2008), uppsöfnun sinu og almennt á umsetningu næringarefna, stöðuleika vistkerfa (Ólafur Arnalds o.fl., 2010) og þol þeirra gegn raski (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl., 2009; Ólafur Arnalds o.fl., 2010). Æðplöntur auka því viðnám vistkerfa umfram það sem aðrar plöntur gera. Svæði með litla æðplöntuþekju er einnig með litla þekju beitarpantna, sem hefur áhrif á þol þeirra gagnvart beit. Rannsóknir hérlandis sýna að á svæðum með litla þekju megi oft auka hana með friðun (Sigurður H. Magnússon og Kristín Svavarsdóttir, 2007).

Til að land henti til beitara þarf að vera næg uppskera beitargróðurs og svæðin þurfa að þola ágang beitardýra. Svæði þar sem æðplöntuþekja er minni en 20% henta því illa til beitara.

Hæð yfir sjávarmáli hefur áhrif á vaxtartíma plantna og uppskeru. Hiti virðist vera sá þáttur sem er helst takmarkandi fyrir vöxt gróðurs hérlendis (Páll Bergþórsson, 1996) en snjóalög, jarðklaki og svell hafa einnig áhrif á grænkun, og þar með vaxtartíma plantna. Rannsóknir á úthögum og túnnum hérlendis benda til þess að vetrar- og vorhiti hafi áhrif á bæði byrjun grænkunar og svo hversu lengi það tekur svæði að grænka. Lægri vetrar- og vorhiti leiðir til þess að jarðvegur er kaldari og öll starfsemi í honum að sama skapi hægari. Rannsóknir hafa einnig sýnt fram á að vetrarhitinn hefur töluverð áhrif á framleiðni sumarið eftir (Guðni Þorvaldsson og Hólmgeir Björnsson, 1990; Páll Bergþórsson, 1966). Staðbundnir þættir á borð við úrkomu, vindátt, halla lands og stefnu lands hafa áhrif á vöxt gróðurs og geta minnkað vægi hitans á vöxtinn (Hörður V. Haraldsson og Rannveig Ólafsdóttir, 2003). Almenn má þó segja að eftir því sem hærra er komið í landið því lægra er hitastig, samhliða því sem snjóalög aukast (www.vedur.is) og því er vaxtartímabil plantna almennt styttra og framleiðni minni eftir því sem ofar dregur (Ingvi Þorsteinsson, 1972). Afleiðingin af þessu er að hálend svæði eru viðkvæmari fyrir beitarálagi en láglandssvæði, þar er stutt vaxtartímabil og lítil uppskera (Ingvi Þorsteinsson, 1980b; Sigurður H. Magnússon og Kristín Svavarsdóttir, 2007). Rannsóknir hafa m.a. sýnt fram á að við beitarríðun eru svæði í yfir 270 m.h.y.s. mun lengur að gróa upp en svæði á láglandi (Sigurður H. Magnússon og Kristín Svavarsdóttir, 2007) og uppskera lands er meiri á láglandi (<400 m.h.y.s) en hálendi (Ingvi Þorsteinsson, 1980b).

Almenn vaxtarmörk gróðurs (þ.e. sá hiti sem þarf til að plöntufrumur fari að vaxa) á Íslandi eru talin vera um 4°C (Sturla Friðriksson og Flosi Hrafn Sigurðsson, 1983) á meðan vaxtarmörk birkis eru um 7°C (Christoph Wöll, 2008). Hins vegar hefst spretta grastegunda ekki að ráði fyrr en meðalsólarhringshiti fer yfir 6°C (Sturla Friðriksson og Flosi Hrafn Sigurðsson, 1983). Þetta samsvarar vel erlendum rannsóknum sem sýna að vöxtur plantna er óverulegur ef meðalhiti dags er undir 5°C og hefur það hitastig orðið viðmiðunargrunnhitastig þegar lengd vaxtartímabils gróðurs er reiknað út (Brinkmann, 1979; Carter, 1998; Skaugen og Tveito, 2004). Gróðurmörk Íslands hafa verið reiknuð út fyrir svæði utan eldvirka beltisins og eru þau á bilinu 300-850 m.h.y.s., hæst á Austfjörðum en lægri á Norðurlandi og Vestfjörðum (Björn Traustason o.fl., 2006). Ljóst er út frá þessum gögnum að gróðurmörk á Íslandi eru mjög breytileg, en hiti virðist vera sá þáttur sem er helst takmarkandi fyrir vöxt gróðurs hérlendis (Páll Bergþórsson, 1996). Einnig sýnir ástandsmat GróLindar að þegar komið er yfir 600 m.h.y.s. er land almennt með litla virkni og lítinn stöðuleika (Bryndís Marteinsdóttir o.fl., 2020).

Svæði yfir 600 m.h.y.s. liggur því annaðhvort yfir vaxtarmörkum gróðurs eða þar sem vaxtartímabil plantna er mjög stutt og framleiðni er takmörkuð. Þessi svæði hafa því litla uppskeru og þola því ekki beit. Ef þekja æðplanta er mikil (> 50%) er möguleiki á að nýta svæði í 600-700 m.h.y.s. sem beitarlönd, á þetta einkum við um svæði á landinu þar sem að vaxtarmörk gróðurs ná hátt yfir sjó t.d. á Austfjörðunum.

Halli hefur áhrif á þanþol (e. *resilience*) visteiningar gagnvart raski, s.s. beit og traðki (UNEP 2016) og er einn af þeim meginþáttum sem stýra því hversu viðkvæm svæði eru fyrir rofi, ásamt jarðvegsgerð og lögun og lengd hlíða (Renard o.fl., 1991). Yfirborðsrennsli vatns er oftast meira í bröttum hlíðum, sem leiðir til minna ísigs í jarðveg en á sléttum svæðum. Minna ísig þýðir að minna vatn er aðgengilegt plöntum sem leiðir til minni uppsöfnunar lífræns efnis í jarðvegi. Halli og hallaátt hefur líka áhrif á þanþol og snjósofnun (UNEP, 2016). Víða hafa verið gefnir út kvarðar fyrir það hversu vel land þolir

landnýtingu eftir halla (Quandt o.fl., 2020; State of New South Wales and Office of Environment and Heritage, 2012) og/eða hversu líkleg svæði eru til rofs, byggt m.a. á halla ásamt jarðvegsgerð og lögun og lengd hliða (Renard o.fl., 1991). Í aðferðafræði LandPKS er miðað við að land í yfir 31° halla (60%) þoli enga beitarnýtingu og land í 17°-31° (30-60%) halla þoli mjög takmarkaða nýtingu (Quandt o.fl., 2020). Í Ástralíu er talið að land í 18°-26° (33 – 50%) halla eigi ekki að nota til beitar nema við bestu mögulegu aðstæður og land í yfir 26° (50%) halla henti ekki til beitarnýtingar (State of New South Wales and Office of Environment and Heritage, 2012). Á Íslandi er jarðvegur mjög rofgjarn (Ólafur Arnalds, 2020; Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015) og lítið um trjágróður og því má áætla að hliðstæð mörk séu jafnvel lægri hérna sökum þess hvað samloðun jarðvegs er lítil, eins og skriðuföll undanfarinna missera gætu bent til. Þetta hefur þó lítið verið rannsakað fram til þessa, en með því að bera saman hallalíkan af landinu og rofkortlagningu er þó hægt að nálgast þessi mörk. Þær athuganir sýna að rof eykst almennt mjög þegar halli er orðinn í kringum 20° (Arnalds o.fl., 2023).

Ef halli lands er yfir 30° er svæðið mjög viðkvæmt og þolir því ekki viðvarandi traðk beitardýra. Svæði í 20-30° geta mögulega hentað til beitar hafi þau þetta æðplöntupekju. Hér skiptir einnig máli hvort um stórgripi eða sauðfé er að ræða, hallandi land er mun viðkvæmara fyrir stórgripum og þarf að taka tillit til þess.

Ástand

Til að meta ástand beitarlanda eru þau borin saman við viðmiðunarsvæði, og þeim raðað í flokka (A-D) eftir gerð viðmiðunarsvæða og því hversu mikil frávik svæðin sýni frá viðmiðunarsvæðunum. Mat á frávikum frá viðmiðunarsvæði fylgir töflu 2 og er gert í vettvangsskoðun.

A. Gróið land í góðu ástandi í samanburði við viðmiðunarsvæði

Land í góðu ástandi miðað við viðmiðunarsvæði er land þar sem frávik frá viðmiðunarsvæði er að hámarki lítið til miðlungsmikið. Þar sem land uppfyllir þessi viðmið er um sjálfbæra landnýtingu að ræða.

B. Land á leið í gott ástand miðað við viðmiðunarsvæði

Þetta eru svæði sem eru undir viðmiðunarástandi en með mjög hóflegu beitarálagi, og eru í framför miðað við mælivísa. Til þess að land geti lent í þessum flokki er miðað við að landið nái að uppfylla viðmið um sjálfbærni, sbr. A, innan 20-30 ára skv. landbótaáætlun sem hefur það að markmiði. Beitarnýtingin í þessum flokki telst á leið til sjálfbærni.

C. Land sem tekur langan tíma að koma í gott ástand miðað við viðmiðunarsvæði

Þetta eru svæði langt undir vistgetu og viðmiðunarástandi sem mun taka meira en 20 ár að ná viðmiðunarástandi skv. landbótaáætlun. Svæði sem falla í þennan flokk henta ekki til beitar í núverandi ástandi og beit á þeim telst ósjálfbær. Landbótaáætlun skal hafa að markmiði að koma í veg fyrir búfjárbætur á landi í flokki C.

D. Land sem er náttúrulega ógróið

Þetta eru svæði með litla vistgetu að eðlisfari t.d. áreyrar, nýtt land (t.d. hraun, svæði sem er nýkomið undan jökli) og náttúrulegar eyðimerkur, t.d. vegna hæðar yfir sjó, veðurfars eða annarra aðstæðna. Svæði sem falla í þennan flokk henta ekki til beitar enda gróðursnauð. Svæði á láglendi með litla áætlaða vistgetu en í mikilli og örri framvindu, getur færst úr flokki D yfir í aðra flokka við vettvangsskoðun. Þessi svæði eru þó viðkvæm og þarf að fylgjast sérstaklega með séu þau í nýtingu

Beitarland getur lent í fleiri en einum flokki ef landið er ekki einsleitt, þ.e. beitarlandið getur verið samansett af nokkrum gerðum viðmiðunarsvæða og frávik viðmiðunarsvæða geta verið mismikil. Tafla 1 sýnir hvernig skipting á milli flokka ákvarðar þörf fyrir landbótaáætlun.

Tafla 1. Viðmið um flokkun lands m.t.t. sjálfbærrar beitarnýtingar og hvenær þarf að vinna landbótaáætlun fyrir beitarland. Ávallt þarf að vinna landbótaáætlun sé flokkur C yfir 5% af beitarlandi.

	Flokkur A	Flokkur B+C	Flokkur C
Sjálfbær landnýting – mjög gott ástand	> 85%	< 15%	<5%
Sjálfbær landnýting – ásættanlegt ástand	> 67%	< 33%	< 5%
Land á leið í sjálfbærni - landbótaáætlun æskileg		> 33%	< 5%
Land bótaáætlun nauðsynleg		> 33%	> 5%

Sú aðferðafræði sem er notuð hér byggir á hugmyndum Westoby o.fl., CRC og FAO og er m.a. notuð í Noregi og BNA (Committee on Rangeland Classification, 1994; FAO, 1988; Mysterud o.fl., 2014; Pellant o.fl., 2020; Westoby o.fl., 1989).

Samkvæmt reglugerðinni skal Landgræðslan gefa út handbók um það hvernig meta skuli ástand á vettvangi en einnig nýta fyrirbyggjandi mælingar og gögn eða fjarkönnun. Þegar svæði eru metin í samburði við viðmiðunarsvæði er stuðst við vísibreyturnar í töflu 2.

Tafla 2. Ástand lands er metið með hliðsjón af viðmiðunarsvæði (dálkur lengst til hægri, ekkert til lítið). Viðmiðunarsvæði eru skilgreind í 3 gr. reglugerðarinnar. Viðmiðunarsvæði geta bæði verið raunveruleg svæði í nærumhverfi svæðis sem er til skoðunar, en ef slík svæði skortir er hægt að smíða svokallað tilgátuviðmiðunarsvæði. Vísibreyturnar eru útskýrðar hér á næstu blaðsíðum.

Frávik frá viðmiðunarsvæði							
	Vísibreyta	Mjög mikil til algjör	Miðlungs til mjög mikil	Miðlungs	Lítið til miðlungs	Ekkert til lítið	
Rof og hnignun jarðvegs	1	Rof í hlíðum	Öll þekja gróðurs er farin.	Umtalsvert rof. Margar rofrásir eru breiðar, djúpar og langar. Sumar rofrásir eru farnar að tengjast. Teygjast inná gróin og ógróin svæði.	Nokkuð rof. Getur verið langt langt á milli rofrása. Talsverður munur getur verið á breidd dýpt og lengd rofrása.	Lítið rof. Rofrásir eru grunnar og hlutfallslega mjóar, en geta verið mislangar. Rofrásir eru fáar og dreifðar.	Ekkert rof. Hliðstætt við viðmiðunarsvæðið.
	2	Rof á sléttlendi	Öll þekja gróðurs er farin.	Umtalsvert rof. Ríkjandi rofmyndir eru ráðandi og rofsvæði oft tengd.	Rofdílar áberandi og/eða aðrar rofmyndir farnar að sjást. Rofsvæði farin að stækka og tengjast.	Einstaka rofdílar til staðar. Þeir eru litlir og sjaldan tengdir.	Ekkert rof. Hliðstætt við viðmiðunarsvæðið.
	3	Frostlyfing	Frostlyfing umfangsmikil. Nánast allar ungar plöntur bera merki frostlyfingar, rætur sýnilegar og plöntur liggja oft á yfirborðinu. Mikið grjót getur verið á yfirborði.	Frostlyfing útbreidd og rætur sýnilegar. Grjót áberandi á yfirborði.	Frostlyfing algeng. Rætur oft sýnilegar. Lítið um grjót á yfirborðinu.	Lítill merki um frostlyfingu. Rætur geta verið sýnilegar. Tiltölulega lítið grjót á yfirborðinu.	Engin frostlyfing. Rætur ekki sýnilegar og grjót ber þess ekki merki að hafa orðið fyrir frostlyfingu. Hliðstætt við viðmiðunarsvæðið.
	4	Óvarinn jarðvegur	Óvarinn jarðvegur 50-100%	Óvarinn jarðvegur 30-50%	Óvarinn jarðvegur 15-30%	Óvarinn jarðvegur 5-15%	Óvarinn jarðvegur 0-5%. Hliðstætt við viðmiðunarsvæðið.
	5	Merki um jarðvegsflutning	Uppsöfnun jarðvegs við hindranir umtalsverð. Jarðvegur safnast í svörð á grónum svæðum.	Uppsöfnun jarðvegs við hindranir áberandi. Merki um jarðveg í sverði á grónum svæðum.	Uppsöfnun jarðvegs við hindranir sýnileg.	Lítið um uppsöfnun jarðvegs við gróður og steina eða aðrar hindranir.	Engin merki um flutning jarðvegs. Hliðstætt við viðmiðunarsvæðið.
	6	Skert yfirborðslag og jarðvegshnignun	Efsta lag jarðvegs vantar.	Efsta lag jarðvegs nánast horfið.	Áberandi rýrnun efsta jarðvegslags.	Efsta jarðvegslag til staðar en þynnra en ætla mætti.	Engin jarðvegshnignun eða skerðing. Hliðstætt við viðmiðunarsvæðið.

Gróður og sína	7	Sína	Mjög mikil breyting á magni sínu.	Töluverð breyting á magni sínu.	Meðal breyting á magni sínu.	Lítill breyting á magni sínu.	Eðlilegt magn af sínu. Hliðstætt við viðmiðunarsvæðið.
	8	Uppskeyra	Undir 20% af þeirri uppskeru sem búast má við.	21-40% af þeirri uppskeru sem búast má við.	41-60% af þeirri uppskeru sem búast má við.	61-80% af þeirri uppskeru sem búast má við.	80-100% af þeirri uppskeru sem búast má við. Hliðstætt við viðmiðunarsvæðið.
	9	Fjölgunarmáttur	Blómgun nánast engin, engin fræmyndun og lítil merki um kynlausa fjölgun.	Blómgun lítil og fræmyndun hverfandi, merki um kynlausa fjölgun geta verið til staðar.	Blómgun, fræframleiðsla og/eða kynlaus fjölgun skert.	Talsverð blómgun, fræframleiðsla og/eða kynlaus fjölgun.	Blómgun mikil, töluverð fræframleiðsla og mikil merki um kynlausa fjölgun. Hliðstætt við viðmiðunarsvæðið.
	10	Tegundahópar plantna	Mikil fækkun/breyting tegundahópa (>75%)	Talsverð fækkun/breyting tegundahópa (51-75%)	Miðlungs fækkun/breyting tegundahópa (25-50%)	Lítilsháttar fækkun/breyting tegundahópa (<25%)	Allir tegundahópar til staðar. Hliðstætt við viðmiðunarsvæðið.
Framvinda	11	Framvinda	Svæðið er í afturför þegar lítið er til undanfarinna ára	Svæðið stendur í stað þegar lítið er til undanfarinna ára	Svæðið er í framvindu þegar lítið er til undanfarinna ára	Svæðið er í mikilli framvindu stutt í að það nái viðmiðunarsvæði	Svæðið er í ásætlanlegu ástandi framvindu ekki þörf. Hliðstætt við viðmiðunarsvæðið.

Rof

Jarðvegsrof er „losun og flutningur yfirborðsefna sem spillir jarðvegi, hamlar eða gæti hamlað vexti gróðurs eða komið í veg fyrir að gróður nemi land í yfirborði jarðvegs“. Jarðvegsrof á sér margar birtingarmyndir og getur verið mismikið. Orsakir jarðvegsrofs skiptast í tvennt; annars vegar eru náttúruleg rofferli, s.s. vegna jarðhræringa, jökla, vatnsfalla og sanda, en hins vegar er hraðað rof sem orsakast af landnýtingu. Eitt af einkennum hnignunar, eða tapi á getu lands, er jarðvegsrof (Davenport o.fl., 1998; Dormaar og Willms, 1998). Jarðvegsrof dregur almennt úr framleiðni og skerðir líffræðilegan fjölbreytileika (Pimentel og Kounang, 1998). Íslenskur jarðvegur, eða eldfjallajörð (*e. Andosol*), hefur litla samloðun og er þar af leiðandi einkar rofgjörn/viðkvæm fyrir rofi (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Rof, jafnvel þó að það sé lítið er merki um hnignað ástand. Gerð og virkni jarðvegsrofs segir til um stöðugleika jarðvegs, en því meira sem rofið er því minni er stöðuleiki jarðvegsins. Oftast er hæst magn lífrænna efna og næringarefna í efstu lögum jarðvegs. Magn þeirra hefur bein áhrif á vatnsleiðni jarðvegsins og er nauðsynlegt fyrir lifun plantna, sérstaklega kímplantna. Því meira sem rofið er, því meira er tap á lífrænum efnum, og þeim mun minni virkni í jarðveginum (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015; Zuazo og Pleguezuelo, 2008). Jarðvegur er mikilvægur kolefnisgeymir og við jarðvegsrof losnar koltvísýringur úr læðingi. Jarðvegseyðing er því ein af orsökum loftslagsbreytinga (Pimentel og Kounang, 1998) á meðan vísbendingar eru um að beit á vel grónu landi geti leitt til kolefnisbindingar (Anna Guðrún Þórhallsdóttir, 2021). Rof er merki um rask á vistkerfi og því er að jafnaði ekkert rof að finna á grónum viðmiðunarsvæðum, nema þar sem náttúruleg rofferli eru til staðar, s.s. af völdum vatnsfalla, jökla og jarðhræringa. Því meira sem rofið

er, því meiri eru frávik skoðunarsvæðis frá grónu viðmiðunarsvæði (Aradóttir og Arnalds, 2015; Arnalds o.fl., 1997).

Frostlyfting

Þegar vatn frýs í jarðvegi geta myndast ísnálar sem ýta jarðvegsögnum, steinum og plöntum upp svo rætur geta slitnað og smærri plöntur jafnvel lyfst alveg upp úr jarðveginum. Þetta ferli gerist helst þar sem gróður er gisinn eða gróðurþekjan þunn eða engin og tefur þetta gróðurframvindu á þeim stöðum (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015; Ólafur Arnalds o.fl., 1997). Frostlyfting tengist hlutfalli óvarins jarðvegs á svæðinu. Nýting sem viðheldur háu hlutfalli óvarins jarðvegs eða þunnri gróðurþekju stuðlar að frostlyftingu. Viðmiðunarsvæði með heila gróðurþekju eru laus við alla frostlyftingu. Ummerki frostlyftingar eru m.a. laust grjót á yfirborðinu og plöntur sem eru að hluta eða að öllu leyti komnar upp úr jörðinni. Eftir því sem umfang ummerkjanna eykst færast skoðunarsvæðið lengra frá grónu viðmiðunarsvæði.

Óvarinn jarðvegur

Óvarinn jarðvegur er ekki hulinn gróðurlagi, sinu, grjóti eða jarðvegsskán, sem hindra að jarðvegurinn fjúki eða skolist í burtu (J.E. Herrick o.fl., 2017; Ólafur Arnalds o.fl., 1997; Weltz o.fl., 1998). Til óvarins jarðvegs telst allur jarðvegur (sandur, mold o.fl.) og steinar undir 25 cm² (5 cm breidd, Rán Finnsdóttir o.fl., 2023). Hlutfall óvarins jarðvegs og dreifing hans gefur vísbendingu um þol svæða gagnvart vind- eða vatnsrofi enda er óvarinn jarðvegur einn helsti matsþáttur fyrir stöðugleika svæða (Benkobi o.fl., 1993; Cerdà, 1999; Gutierrez og Hernandez, 1996; Morgan o.fl., 1997; Streeter og Cutler, 2020). Þegar jarðvegur er óvarinn geta regndropar og vindur auðveldlega rofið yfirborðið (Pellant o.fl., 2005; Zuazo og Pleguezuelo, 2008). Því meira af óvörðum jarðvegi því viðkvæmari er landnýtingareiningin fyrir beit og því líklegri er hún til að verða fyrir áhrifum rofkrafta. Óvarinn jarðvegur endurspeglar einnig rof ef það er til staðar innan svæðis. Ekki er ljóst hvar er hægt að draga mörk þar sem hlutfall óvarins jarðvegs fer að leiða til virks rofs, en íslenskar rannsóknir benda til þess að þegar að hlutfall óvarins jarðvegs er orðið meira en 35% þá fari, eða séu farin, í gang sjálfviðhaldandi ferli (*e. positive feedback loop*) hnignunar sem leiða til alvarlegs rofs (Jóhann Þórsson, 2008). Óvarinn jarðvegur er einnig vísibreyta fyrir tap á getu lands (Davenport o.fl., 1998; Dormaar og Willms, 1998) enda er samband á milli óvarins jarðvegs og framleiðni vistkerfa ásamt því að líffræðileg fjölbreytni kann að skerðast (Pimentel og Kounang, 1998). Gerð og virkni jarðvegsrofs segir til um stöðugleika jarðvegs; því alvarlegra sem rofið er því minni er stöðuleiki jarðvegsins. Oftast hefur yfirborðsjarðvegurinn mest af lífrænum efnum og næringarefnum. Tap efsta hluta jarðvegsins hefur því hlutfallslega mikil áhrif á virkni kerfisins (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015; Zuazo og Pleguezuelo, 2008). Jarðvegur er jafnframt mikilvægur kolefnisgeymir og við jarðvegsrof losnar það meðal annars sem koltvísýringur. Jarðvegseyðing er því ein orsaka loftslagsbreytinga (Pimentel og Kounang, 1998). Jarðvegshula rofnar vegna mikillar nýtingar, vegna skriðufalla, flóða eða þegar rennandi vatn kemst að moldinni og jarðvegur opnast. Hvort tveggja of mikil beit og traðk (bæði villt dýr, húsdýr og ferðamenn) opnar jarðvegshuluna. Óvarinn jarðveg er að jafnaði ekki að finna á grónum viðmiðunarsvæðum. Eftir því sem stærri hluti jarðvegs er óvarinn því fjær er skoðunarsvæðið gróna viðmiðunarsvæðinu.

Merki um jarðvegsflutning

Við jarðvegsrof verður flutningur á jarðvegi; vatn og vindar fjarlægja jarðveginn frá upphafsstað, bera burt og skilja eftir annarsstaðar, oft við einhverskonar hindranir (trjáboli, runna, grjót o.s.frv.). Slík tilfærsla er einnig nefnd áfok (á lendingarstað jarðvegsefnanna). Gróðurhæð og tegundasamsetning hefur mikil áhrif á getu vistkerfa til þess að bregðast við jarðvegsflutningi. Eftir því sem gróður er hærri og inniheldur tegundir s.s. víði og birki, er þol svæðisins meira. Of mikil nýting veldur lækkun á gróðurhæð og breytingu á tegundasamsetningu (Ólafur Arnalds o.fl., 2010). Sýnileg ummerki jarðvegsflutnings eru uppsöfnun jarðvegsefna (sandhólar, moldarskaflar), hlémegin við gróður eða grjóthnullunga eða aðrar hindranir. Eftir því sem uppsöfnunin er meiri, þeim mun fjær er skoðunarsvæðið frá gróna viðmiðunarsvæðinu.

Skert yfirborðslag og jarðvegshnignun

Efsta lag jarðvegsins, yfirborðslagið, er frjósamasti hluti þess. Í yfirborðslaginu eru plönturæturnar, mest virkni lífvera, örust hringrás næringarefna og mest af lífrænum efnum (Ólafur Arnalds, 2023). Skerðist yfirborðslagið hnignar jarðvegi (tap á kolefni og nitri, hægari umsetning næringarefna) og er það oft fyrsta stig rofs og jarðvegseyðingar. Ofnýting hefur margvísleg áhrif á jarðvegshnignun. Til dæmis veldur gróðurtap gjarnan samdrætti á ljóstillífun og þ.a.l. umsetningu kolefnis og næringarefna í yfirborðslagið. Við jarðvegsrof tapast sömuleiðis kolefni og næringarefni úr kerfinu og geta jarðvegs til að halda í vatn tapast. Afleiðingarnar eru þurrari og næringarsnauðari jarðvegur við yfirborðið sem þ.a.l. dregur enn frekar úr framleiðni plantna og jarðvegslífvera og þannig heldur vítahringurinn áfram (Ólafur Arnalds, 2023). Jarðvegur viðmiðunarsvæða er mis næringarríkur og vatnsheldinn, enda eru jarðvegsgerðir Íslands margar og fjölbreyttar. Gróðursæl og virk svæði ættu að hafa þykkar jarðveg, ósnortið heilbriggt yfirborðslag. Náttúrulegir sandar, þ.e. sem hafa ekki orðið til vegna athafna mannsins, hafa ekki þykkt og frjósamt yfirborðslag en viðmiðunarsvæðin endurspeglja það. Þar sem ætla mætti að jarðvegurinn væri þykkur og næringarríkur, en ljós merki eru um tap á yfirborðslagi að einhverju eða öllu leiti, s.s. ef efsta lag er sandur eða grjót, efsta lag jarðvegs er þurr, þunnt, ljóst að lit og/eða laust í sér eða samþjappað og hart, hefur jarðvegi hnignað, yfirborðslagið er ekki eins og vera ber og ástandið samsamar sig ekki við viðmiðunarsvæði.

Sina

Sina er allar plöntuleyfar frá fyrra ári, s.s. fallin lauf, stönglar, minni greinar, aldin o.fl., sem hylja og vernda landið yfir veturinn og eru jarðvegsmyndandi (Sigprúður Jónsdóttir, 2010b; Tongway og Hindley, 1995). Sina gefur vísbendingar um gróðurnýtingu. Sinulaust land getur bent til of mikillar nýtingar þar sem allur gróður er étinn af beitardýrum og ekkert skilið eftir til að rotna og verða að jarðvegi. Hringrás næringarefna er þar með rofin og magn næringarefna minnkar (Sigprúður Jónsdóttir, 2010b). Viðmiðunarsvæði hafa náttúrulega ólíkt magn af sinu. Hóflega beittar vistgerðir sem henta til beitar hafa minni sinu en óbeittar slíkar vistgerðir. Þar sem sina verður af mjög skorum skammti vegna landnýtingar byrjar vistkerfið að missa eftirsóttu eiginleika og hnignunarferli fara af stað.

Uppskera

Uppskera merkir þann ofanjarðar lífmassa sem verður til við ljóstillífun. Lífmassi er lauf, stönglar og blóm. Uppskera gefur vísbendingar um heilbrigði vistkerfa, þar sem hún segir til um hringrás næringarefna, gefur beitardýrum færi á að framfleyta sér og er búsvæði margra dýrategunda. (Sigprúður Jónsdóttir, 2010b). Of mikið beitarálag m.v. magn uppskeru á hverjum tíma getur valdið því að uppskera minnki með því að koma í veg fyrir endurvöxt plantna sem eru bitnar og hindra nýliðun. Þar með getur heildarmagn uppskeru minnkað með árunum. Ferðamennska getur sömuleiðis haft neikvæð áhrif á uppskeru með traðki (Pellant o.fl., 2020). Ef nýting svæða er of mikil, skerðir það uppskeru svæða sem er merki um hnignun vistkerfisins. Viðmiðunarsvæði eru svæði þar sem uppskera er eðlileg miðað við sjálfbæra landnýtingu, ef uppskera skoðunarsvæða er minni en það bendir það til hnignunar.

Fjölgunarmáttur

Fjölunarmáttur er geta plantna til að fjölga sér s.s. með því að þroska fræ, mynda rótarskot eða gró. Auðveldast er að meta blómgun og fræmyndun blómstrandi plantna (grös og blómjurtir) þar sem þessir plöntuhlutar eru alla jafna vel sýnilegir og áberandi. Erfiðara er að meta fjölgunarmátt þeirra sem fjölga sér með t.d. rótarskotum þar sem þau líffæri eru neðanjarðar. Þó eru undantekningar eins og fyrir skriðular plöntur á borð við skriðsóley og hrútaberjalyng, þar sem vöxtur þeirra sést ofanjarðar. Blómgun blómjurtu og grasa er metin til þess að gefa mynd af virkni og krafti vistkerfisins og sem mælikvarði á beitarálag. Blómgun gefur til kynna möguleika plantna til æxlunar og þar með fjölgunar. Það er lykilatriði að plöntur hafi góðan þrótt (e. vigour) fyrir æxlun þeirra og þar með dreifingu. Það sem getur dregið úr þrótti plantna er t.d. mikil beit, sjúkdómar eða annað álag (Pellant o.fl., 2020). Traðk frá mönnum og dýrum getur haft áhrif á fjölgunarmáttur planta s.s. blóm og fræ, sem geta skemmst og þar með minnkað fjölgunarmátt plantna á svæðinu. Sömuleiðis getur jarðvegur þjappast það mikið saman að fræ fá ekki þrifist og plöntur geta ekki dreift sér með rótarskotum. Beit getur einnig haft áhrif á fjölgunarmátt plantna, þar sem beitardýr sækja gjarnan í blóm plantna. Minni fjölgunarmáttur plantna innan svæða miðað við viðmiðunarsvæði er merki um hnignun vistkerfa. Því skertari sem fjölgunarmátturinn er á skoðunarsvæðinu því fjær er það viðmiðunarsvæðinu.

Tegundahópar plantna

Tegundahópar eða stakar tegundir plantna geta sagt mikið til um ástand svæðis, þar sem ólíkar plöntur og plöntuhópar vaxa við ólíkar aðstæður. Til að mynda getur tegundasamsetning gefið vísbendingar um beitarálag, þar sem lostætar plöntur hverfa jafnan á ofbeittum svæðum og „ólostætar“ (e. unpalatable) taka yfir (Ross o.fl., 2016; Sigprúður Jónsdóttir, 2010b). Hefur áhrif á tegundasamsetningu svæða, þar sem beitardýr velja ákveðnar plöntur fram yfir aðrar. Plöntur geta horfið úr landinu við beit og aðrar plöntur sem ekki eru jafn eftirsóttar orðið ríkjandi. Plöntur eru einnig mishæfar til að þola traðk, við mikið traðk hverfa ákveðnar plöntutegundar en aðrar koma í staðinn sem þola það betur. Sama gegnir um beit, en plöntur þola beit misvel og þrífast sumar vel undir hóflegri beit. Enn fremur geta þær tegundir sem fé sneiðir hjá grætt á beitinni þegar lostætum plöntum fækkar, minnkar samkeppni (Borgþór Magnússon o.fl., 2018; Hulme o.fl., 1999; Ingibjörg Svala Jónsdóttir, 1984; Ross o.fl., 2016). Hvert viðmiðunarsvæði hefur ákveðna tegundasamsetningu þar sem ákveðnir tegundahópar (t.d. grös, runnar, smárunnar, mosar o.s.frv.) eru algengari en aðrir. Ef viðmiðunarsvæðið er frjósamt birkikjarr mætti búast við að birki væri ríkjandi, en botngróður myndi samanstanda af grösum og blómjurtum. Segjum sem svo að rofið mólendi hafi þetta sem

viðmiðunarsvæði; í mólendinu eru mosar, fléttur og sígrænir smárunnar (s.s. krækilyng og holtasóley) ríkjandi. Tré eru fá eða engin og blómjurtir hverfandi eða engar. Grös sem hópur gæti verið með svipaða þekju en samsettur úr allt öðrum grastegundum en í kjarrinu. Með því að bera saman viðmiðunarsvæðið og skoðunarsvæðið á þennan hátt er hægt að meta hversu mikill munur er á milli svæðanna.

Framvinda

Er margbrotið ferli sem leiðir til stefnubundinna breytinga á tegundasamsetningu og byggingu vistkerfa. Um er að ræða landnám lífvera og þróun gróðurs, jarðvegs og dýralífs. Sjálfbær nýting hefur ekki áhrif á framvindu svæðisins og í sumum tilvikum getur hófleg nýting haft jákvæð áhrif á framvindun svæðisins. Ósjálfbær landnýting leiðir til þess að vistkerfið er í afturför m.v. viðmunaðar vistkerfið, þ.e.a.s. verður ólíkara eftir því sem tímanum líður. Hér er litið á framvindu með tilliti til viðmiðunarvistkerfis, þ.e. hvort breytingar stefni í átt að eða frá viðmiðunarvistkerfinu. Framvindu þarf að skoða yfir tímabil, því er ekki nóg að horfa á svæði í eitt skipti heldur skiptir máli að hafa fyrra ástand til samanburðar. Afturför væri t.d. brotthvarf mikilvægra tegunda sem einkenna viðmiðunarvistkerfið, minni uppskera, eyður sem myndast í sverði, rofdílar myndast og gróðurþekja minnkar. Skepnur fara að bíta lélegri beitarpöntur (Sigbrúður Jónsdóttir, 2010b).

Vöktun á ástandi beitarlands

Ástand svæða og breytingar á ástandi skv. Viðauka I skal vera metin eins og oft og þurfa þykir að mati eftirlitsaðila og heimafólks en að minnsta kosti á 5 ára fresti. Við frummat og vöktun á breytingum verður stuðst við bestu fánleg gögn á hverjum tíma (sjá t.d. töflu 2) en einnig er gert ráð fyrir mati á vettvangi. Landgræðslan gefur út handbók um það hvernig meta skuli ástand á vettvangi.

Tafla 3. Þættir sem hægt er að nota til að meta ástand svæða.

Þáttur	Hvernig metið	Gagnaþekja	Óvissa
Hæð yfir sjó	ArcticDEM	Lgr.	Lítill
Halli	ArcticDEM	Lgr.	Lítill
Óvarin jarðvegur	Vistgerðir meðaltöl	Vistgerðakort NÍ	Til staðar
Æðplöntuþekja	Vistgerðir meðaltöl	Vistgerðakort NÍ	Til staðar
Hnignun	Vistgetukort (tilgátukort)	Lgr.	Til staðar

Heimildir

- Andrés Arnalds. (1994). Beitarálag og ástand lands. *Freyr*, 90(11), 421-424.
- Anna Guðrún Þórhallsdóttir. (1993). Mat á ástandi beitolands. *Freyr*, 89(21), 776-778.
- Anna Guðrún Þórhallsdóttir. (2021). *Graslendi, kolefni og loftslag - eru tengsl þar á milli? Bændablaðið*, 8, bls. 58.
- Aradóttir, Á. L. og Arnalds, Ó. (2015). *Að lesa og lækna landið*: Landvernd; Landgræðsla ríkisins; Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Arnalds, Ó., Marteinsdóttir, B., Brink, S. H. og Þórsson, J. (2023). A framework model for current land condition in Iceland. *PLOS ONE*, 18(7), e0287764. doi:10.1371/journal.pone.0287764
- Arnalds, Ó., Þórarinsdóttir, E. F., Metúsalemsson, S., Jónsson, Á., Grétarsson, E. og Árnason, A. (1997). *Jarðvegsrof á Íslandi*: Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun Landbúnaðarins.
- Benkobi, L., Trlica, M. J. og Smith, J. L. (1993). Soil Loss as Affected by Different Combinations of Surface Litter and Rock. *Journal of Environmental Quality*, 22(4), 657-661. doi:10.2134/jeq1993.00472425002200040003x
- Björn Traustason, Sigmar Metúsalemsson, Einar Grétarsson, Fanney Ósk Gísladóttir og Ólafur Arnalds. (2006). *Gróðurmörk á Íslandi utan eldvirka beltisins. Fræðaping landbúnaðarins 3*, bls. 295-298.
- Borgþór Magnússon, Ásrún Elmarsdóttir og Björn H. Barkarsson. (1997). *Hrossahagar. Aðferðir til að meta ástand lands*. Rannsóknastofnun Landbúnaðarins og Landgræðsla ríkisins.
- Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon og Bjarni Diðrik Sigurðsson. (2018). *Langtímaáhrif alaskalúpínu á gróður og jarðveg á Íslandi*. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Brinkmann, W. (1979). Growing season length as an indicator of climatic variations? *Climatic Change*, 2(2), 127-138.
- Bryndís Marteinsdóttir, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Jóhann Þórsson, Kristín Svavarsdóttir, Jóhann Helgi Stefánsson, Sigprúður Jónsdóttir, Guðmundur Halldórsson og Magnús Þór Einarsson. (2020). *Stöðumat GróLindar á ástandi gróður- og jarðvegsauðlinda Íslands. Aðferðafræði og faglegur bakgrunnur*.: Landgræðslan.
- Carter, T. R. (1998). Changes in the thermal growing season in Nordic countries during the past century and prospects for the future. *Agricultural and Food Science*, 7(2), 161-179.
- Cerdà, A. (1999). Parent Material and Vegetation Affect Soil Erosion in Eastern Spain. *Soil Science Society of America Journal*, 63(2), 362-368. doi:doi:10.2136/sssaj1999.03615995006300020014x
- Christoph Wöll. (2008). *Treeline of mountain birch (Betula pubescens Ehrh.) in Iceland and its relationship to temperature*. Technical University Dresden, Department of Forestry.
- Clements, F. E. (1916). *Plant succession: an analysis of the development of vegetation*: Carnegie Institution of Washington.
- Committee on Rangeland Classification. (1994). *Rangeland Health: New Methods to Classify, Inventory and Monitor Rangelands*. Washington, D.C.: Board of Agriculture, National Research Council.
- Davenport, T. H., Long, D. W. D. og Beers, M. C. (1998). Successful Knowledge Management Projects. *Sloan management review*, 2(2), 43-57.
- Dormaar, J. F. og Willms, W. D. (1998). Effect of Forty-Four Years of Grazing on Fescue Grassland Soils. *Journal of Range Management*, 51(1), 122-126. doi:10.2307/4003574
- Dyksterhuis, E. J. (1949). Condition and management of range land based on quantitative ecology. *Journal of Range Management*, 2(3), 104-115.
- Fanney Ósk Gísladóttir, Sigmundur Helgi Brink og Ólafur Arnalds. (2014). *Nytjaland*: Landbúnaðarháskóli Íslands.
- FAO. (1976). *A framework for land evaluation*. Rome.

- FAO. (1988). *Guidelines: land evaluation for extensive grazing*. Rome: Soil Resources, Management and Conservation Service: FAO, Rome. file:///C:/Users/bryndis/Downloads/www.fao.org/docrep/018/t0412e/t0412e.pdf&usg=AOvVaw0EdR_QZ-WtullLu4c8zoOd www.fao.org/2fdocrep/2f018/2ft0412e/2ft0412e.pdf&usg=AOvVaw0EdR_QZ-WtullLu4c8zoOd
- Fischer, G., Van Velthuisen, H., Shah, M. og Nachtergaele, F. O. (2002). Global agro-ecological assessment for agriculture in the 21st century: methodology and results.
- Gleason, H. A. (1926). The individualistic concept of the plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 53, 7-26.
- Guðni Þ. Þorvaldsson, Guðrún Lára Sveinsdóttir og Salvör Jónsdóttir. (2021). *Leiðbeiningar um flokkun landbúnaðarlands með tilliti til hæfni til ræktunar* Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið.
- Guðni Þorvaldsson og Hólmgeir Björnsson. (1990). The effects of weather on growth, crude protein and digestibility of some grass species in Iceland. *Búvísindi*(4), 19-36.
- Gutierrez, J. og Hernandez, I. I. (1996). Runoff and interrill erosion as affected by grass cover in a semi-arid rangeland of northern Mexico. *Journal of Arid Environments*, 34(3), 287-295. doi:<https://doi.org/10.1006/jare.1996.0110>
- Herrick, J. E., Beh, A., Barrios, E., Bouvier, I., Coetzee, M., Dent, D., Elias, E., Hengl, T., Karl, J. W. og Liniger, H. (2016). The Land-Potential Knowledge System (LandPKS): mobile apps and collaboration for optimizing climate change investments. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(3), e01209.
- Herrick, J. E., J.W., V. Z., S.E., M., E.M., C., J.W., K. og L.M., B. (2017). *Monitoring Manual for Grasslands, Shrubland, and Savanna Ecosystems. Volume 1: Core methods* (2 ed.). Las Cruces, New Mexico: USDA -ARS Jordan Experimental Range.
- Hulme, P. D., Pakeman, R. J., Torvell, L., Fisher, J. M. og Gordon, I. J. (1999). The effects of controlled sheep grazing on the dynamics of upland *Agrostis-Festuca* grassland. *Journal of Applied Ecology*, 36(6), 886-900. doi:<https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1999.00452.x>
- Hörður V. Haraldsson og Rannveig Ólafsdóttir. (2003). Simulating vegetation cover dynamics with regards to long-term climatic variations in sub-arctic landscapes. *Global and Planetary Change*, 38(3-4), 313-325.
- Ingibjörg Svala Jónsdóttir. (1984). Áhrif beitar á gróður Auðkúluheiðar. *Náttúrufræðingurinn*, 53, 19-40.
- Ingvi Þorsteinsson. (1972). *Gróðurvernd*. Reykjavík: Landvernd.
- Ingvi Þorsteinsson. (1980a). Beitaráhrif gróðurlenda. *Journal of Agricultural Research in Iceland (Íslenskar landbúnaðarrannsóknir)*, 12(2), 123-125.
- Ingvi Þorsteinsson. (1980b). Gróðurskilyrði, gróðurfur, uppskera gróðurlenda og plöntuval búfjár. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir*, 12, 85-99.
- Jornada Experimental Range og Unit, R. M. R. What is land potential? Sótt 1. júní af <https://landpotential.org/knowledge/what-is-land-potential/>,
- Jóhann Þórsson. (2008). *Desertification of high latitude ecosystems: Conceptual models, time-series analyses and experiments*. Texas A&M University.
- Karl, J. W. og Herrick, J. E. (2010). Monitoring and Assessment Based on Ecological Sites. *Rangelands*, 32(6), 60-64. doi:<https://doi.org/10.2111/Rangelands-D-10-00082.1>
- Morgan, R. P. C., McIntyre, K., Vickers, A. W., Quinton, J. N. og Rickson, R. J. (1997). A rainfall simulation study of soil erosion on rangeland in Swaziland. *Soil Technology*, 11(3), 291-299. doi:[https://doi.org/10.1016/S0933-3630\(97\)00013-5](https://doi.org/10.1016/S0933-3630(97)00013-5)
- Mysterud, A., Rekdal, Y., Loe, L. E., Angeloff, M., Moberg, R., Holand, Ø. og Strand, G.-H. (2014). Evaluation of landscape-level grazing capacity for domestic sheep in alpine rangelands. *Rangeland Ecology & Management*, 67(2), 132-144.
- Ólafur Arnalds. (2020). *Ástand lands og hrun íslenskra vistkerfa*: Landbúnaðarháskóli Íslands.

- Ólafur Arnalds. (2023). *Mold ert þú - Jarðvegur og íslensk náttúra*. Reykjavík: IÐNÚ útgáfa.
- Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir. (2015). *Að lesa og lækna landið*: Landvernd; Landgræðsla ríkisins; Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir og Kristín Svavarsdóttir. (2010). Gróðurrannsóknir vegna hættu á áfoki frá Háslóni. *Rit Lbhí*, 27(LV-2010/088).
- Ólafur Arnalds, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson og Arnór Árnason. (1997). *Jarðvegsrof á Íslandi*: Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun Landbúnaðarins.
- Ólafur Arnalds, Jóhann Þórsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir. (2003). *Landnýting og vistvæn framleiðsla sauðfjárafurða* (nr. 211). Reykjavík: Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Ólafur Arnalds og Steven Archer. (2000). *Rangeland Desertification*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Páll Bergþórsson. (1966). Hitafar og búsæld á Íslandi. *Veðrið*, 1(11), 15-20.
- Páll Bergþórsson. (1996). Hitafar og gróður. *Icelandic Agricultural Sciences*, 10, 141-164.
- Pellant, M., Shaver, P., Pyke, D. og Herrick, J. (2005). *Interpreting indicators of rangeland health, version 4. Tech Ref 1734-6*. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Operations Center, Denver, CO.,
- Pellant, M., Shaver, P. L., Pyke, D. A., Herrick, J. E., Lepak, N., Riegel, G., Kachergis, E., Newingham, B. A., Toledo, D. og Busby, F. E. (2020). *Interpreting Indicators of Rangeland Health, Version 5. Tech Ref 1734-6*. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Operations Centre, Denver, CO.,
- Pimentel, D. og Kounang, N. (1998). Ecology of Soil Erosion in Ecosystems. *Ecosystems*, 1(5), 416-426. doi:10.1007/s100219900035
- Quandt, A., Herrick, J., Peacock, G., Salley, S., Buni, A., Mkalawa, C. og Neff, J. (2020). A standardized land capability classification system for land evaluation using mobile phone technology. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(5), 579-589.
- Rán Finnsdóttir, Bryndís Marteinsdóttir, Jóhann Helgi Stefánsson, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Jóhann Þórsson, Kristín Svavarsdóttir, Sigmundur Helgi Brink og Sigþrúður Jónsdóttir. (2023). *Vöktunarreitir GróLindar - Aðferðafræði*: Landgræðslan.
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A. og Porter, J. P. (1991). RUSLE: Revised universal soil loss equation. *Journal of soil and Water Conservation*, 46(1), 30-33.
- Ross, L. C., Austrheim, G., Asheim, L.-J., Bjarnason, G., Feilberg, J., Fosaa, A.-M., Hester, A. J., Holand, Ø., Jónsdóttir, I. S., Mortensen, L., Mysterud, A., Olsen, E., Skonhøft, A., Speed, J. D. M., Steinheim, G., Thompson, D. B. A. og Thorhallsdóttir, A. G. (2016). Sheep grazing in the North Atlantic region: A long-term perspective on environmental sustainability. *Ambio*, 45(5), 551-566.
- Sigurður H. Magnússon og Kristín Svavarsdóttir. (2007). *Áhrif beitarfriðunar á framvindu gróðurs og jarðvegs á lítt grónu landi*: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Sigþrúður Jónsdóttir. (2010a). Sauðfjárhagar: Landgræðsla ríkisins.
- Sigþrúður Jónsdóttir. (2010b). *Sauðfjárhagar. Leiðbeiningar við mat á ástandi beutilanda*. Landgræðsan: Landgræðslan. doi:ISBN 978-9979-9295-4-3
- Skaugen, T. E. og Tveito, O. E. (2004). Growing-season and degree-day scenario in Norway for 2021-2050. *Climate research*, 26(3), 221-232.
- State of New South Wales and Office of Environment and Heritage. (2012). *The land and soil capability assessment scheme, second approximation. A general rural land evaluation system for New South Wales* Sótt af <https://www.environment.nsw.gov.au/-/media/OEH/Corporate-Site/Documents/Land-and-soil/land-soil-capability-assessment-scheme-120394.pdf>.
- Streeter, R. og Cutler, N. (2020). Assessing spatial patterns of soil erosion in a high-latitude rangeland. *Land Degradation & Development*, 2003-2018.

- Sturla Friðriksson og Flosi Hrafn Sigurðsson. (1983). Áhrif lofthita á grassprettu. *Íslenskar landbúnaðarannsóknir*, 15(1-2), 41-54.
- Sustainable Development Indicator Group. (1996). 1.2.1 Ecological Capacity af https://www.hq.nasa.gov/iwgsdi/Ecological_Capacity.html
- Tongway, D. og Hindley, N. (1995). Manual for assessment of soil condition of tropical grasslands. *Canberra, Australia: CSIRO*.
- UNEP. (2016). *Unlocking the Sustainable Potential of Land Resources: Evaluation Systems, Strategies and Tools. A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel*: United Nations Publications.
- United Nations Conference on Environment and Development. (1992). The Earth Summit London.
- USDA, S. (1973). *Land capability classification*.
- Weltz, M. A., Kidwell, M. R. og Fox, H. D. (1998). Influence of abiotic and biotic factors in measuring and modeling soil erosion on rangelands: State of knowledge. *Journal of Range Management*, 51(5), 482-495.
- Westoby, M. (1979). Elements of a theory of vegetation dynamics in arid rangelands. *Israel Journal of Plant Sciences*, 28(3-4), 169-194.
- Westoby, M., Walker, B. og Noy-Meir, I. (1989). Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management*, 42(4), 266-274.
- Zuazo, V. H. D. og Pleguezuelo, C. R. R. (2008). Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28(1), 65-86.
- Þorsteinn Guðmundsson. (1990). Flokkun lands eftir framleiðslugetu. *Icelandic Agricultural Sciences*(3), 13-20.