



Vöktunarreitir GróLindar

Aðferðafræði

Útg. 1

Rit Landgræðslunnar

4

Vöktunarreitir GróLindar
Aðferðafræði

Frumútgáfa af handbók Landgræðslunnar fyrir
uppsetningu og mælingar í vöktunarreitum GróLindar

Höfundar

Rán Finnsdóttir, Bryndís Marteinsdóttir, Jóhann Helgi
Stefánsson, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Jóhann Þórsson, Kristín
Svavarsdóttir, Sigmundur Helgi Brink og Sigbrúður Jónsdóttir

Samstarfsaðilar

Bændasamtök Íslands,
Matvælaráðuneytið

Forsíðumynd

Rán Finnsdóttir

Útgefandi

Landgræðslan
Gunnarsholti
851 Hella
Sími: 4803000
Netfang: land@land.is
www.land.is

©Landgræðslan 2023

ISSN 2772-0888 (rafræn útgáfa)



Efnisyfirlit

Þakkir	1
Formáli	2
Inngangur	3
Val á mælibreytum	4
Vöktunarmælingar	6
Skilgreining vöktunarsvæðis.....	6
Slembival vöktunarreita.....	8
Höfnun vöktunarreita.....	8
Landeigendur.....	8
Vöktunaraðilar	8
Uppsetning vöktunarreita.....	8
Mælingar	9
Skráning mælinga.....	9
Leiðarlýsing og aðrar gagnlegar upplýsingar	12
Mælingar í vöktunarreitum	12
Mælingar á sniði	18
Myndataka	24
Gróðurþekja	24
Rofgerð og einkunn.....	24
Vistgerð	26
Lagskipting gróðurs	26
Hrjúfleiki yfirborðs	27
Jarðvegshola.....	27
Kornastærð og eiginleikar jarðvegs.....	27
Þykkt og staðsetning A-lags.....	28
Gjóskulög	28

Plöntutegundir í reit	28
Ríkjandi tegund(ir)	28
Vistfræðilega mikilvægar tegundir.....	28
Framandi og framandi ágengar tegundir	29
Tegundalisti.....	29
Sina (e. litter cover).....	30
Mosar, fléttur og jarðvegsskán	30
Bilamælingar	31
Þéttleiki trjáa	31
Gróðurhæð	31
Jarðvegisdýpt	31
Pinnamælingar á línu (LPI) – yfirborðspekja hópa.....	32
Heimildir	34

Þakkir

Fjölmargir aðilar komu að þróun aðferðafræði fyrir vöktunarreiti GróLindar og færum við þeim okkar bestu þakkir. Við þökkum starfsfólki Landgræðslunnar sem bæði kom að vali á og þróun mælinga og rýni á drögum aðferðafræðinnar. Sömuleiðis þökkum við öllum þeim sérfræðingum utan stofnunar sem aðstoðuðu á öllum stigum verkefnisins. Faghópur verkefnisins fær einnig þakkir fyrir sitt framlag, sem og samstarfsaðilar Landgræðslunnar í GróLindarverkefninu. Einnig þökkum við öllum öðrum sem með einum eða öðrum hætti komu að þróun og framkvæmd mælinga í vöktunarreitunum.

Formáli

Í mars 2017 gerðu atvinnuvega- og ný-sköpunarráðuneytið, Bændasamtök Íslands (BÍ), Landgræðslan (áður Landgræðsla ríkisins) og Landssamtök sauðfjárbænda (sem árið 2021 urðu að deild sauðfjárbænda innan BÍ) með sér samkomulag til 10 ára um mat og vöktun á gróður- og jarðvegsauðlindum landsins. Verkefnið fékk heitið GróLind og markmið þess eru að: (a) gera með reglubundnum hætti heildarmat á ástandi gróður- og jarðvegsauðlinda landsins og (b) þróa sjálfbærnivísa fyrir nýtingu gróður- og jarðvegsauðlinda landsins. Það verður gert með því að setja upp kerfisbundna vöktun á ástandi gróður- og jarðvegsauðlinda landsins og afla upplýsinga sem nauðsynlegar eru til að tryggja sjálfbæra nýtingu þeirra. Umsjón verkefnisins er í höndum Landgræðslunnar en verkefnið er unnið í samstarfi við hagsmunaaðila, aðrar stofnanir og faghóp verkefnisins sem atvinnuvega- og nýsköpunarráðherra skipaði vorið 2017. Formaður faghópsins er Oddný Steina Valsdóttir, sauðfjárþóndi. Aðrir í faghópnum eru Borgar Páll Bragason, fagstjóri í nytjaplöntum hjá Ráðgjafamiðstöð landbúnaðarins; Jóhannes Sveinbjörnsson, dósent hjá Landbúnaðarháskóla Íslands; Ingibjörg Svala Jónsdóttir, prófessor við Háskóla Íslands og Borgþór Magnússon, plöntuvistfræðingur, áður hjá Náttúrufræðistofnun Íslands. Árið 2022 tók Járngerður Grétarsdóttir við af Borgþóri í faghópnum. Verkefnið er fjármagnað í gegnum búvörusamningana, með eigin framlagi Landgræðslunnar og með styrkjum. Vinnuhópur innan Landgræðslunnar hefur unnið að þróun og skipulagningu verkefnisins. Eftirfarandi er fyrsta útgáfa aðferðafræði vöktunarmælinga GróLindar. Farið er yfir aðdraganda verkefnisins og val á mælibreytum, hvernig er staðið að mælingum á vettvangi og hvaða grundvöllur stendur að baki þeim.

Inngangur

Markmið GróLindar er að fá mat á ástandi gróður- og jarðvegsauðlindarinnar með því að meta virkni vistkerfa á hverjum tíma. Þær aðferðir sem líklega eru þekktastar og hvað mest notaðar við mat á ástandi lands erlendis eru aðferðir þróaðar til að meta ástand úthaga í Bandaríkjunum (J. E. Herrick o.fl., 2005; Pellant o.fl., 2018b) og Ástralíu (Craig og Thomas, 2008; Tongway, 1994). Nálgun í báðum tilfellum er nátengd. Þeim þáttum sem skipta mestu máli varðandi ástand lands er skipt í þrjá meginflokka:

- 1. Stöðugleiki jarðvegs og landsvæða (e. soil and site stability):** Geta vistkerfisins til að hindra fok og tap á jarðvegi vegna vinds, vatns og annars rasks og jafnframt geta þess til að jafna sig eftir rask. Þessi þáttur er tengdur þanþoli og viðnámi vistkerfisins.
- 2. Vatnshagur (e. hydrological functions/infiltration):** Geta vistkerfisins til að fanga, geyma og miðla vatni sem berst vegna úrkomu, hlánunar og afrennslis. Þessi þáttur endurspeglar vel virkni vatnshringrásarinnar.
- 3. Virkni náttúrulegra ferla (e. biotic integrity):** Geta vistkerfisins til að styðja við náttúrulega ferla, eins og hringrás næringarefna og orkuflæði (energy capture and cycling/nutrient cycling), og viðhalda þeim. Tengist einnig viðnámi og þanþoli vistkerfa.

Við mat GróLindar á ástandi lands verður litið til þessara þriggja þátta auk uppbyggingar vistkerfisins. Fjölbreyttum aðferðum er beitt við matið (tafla 1).

Tafla 1. Lýsing á einkennum ólíkra rofgerða

Heiti mælinga	Aðferð mælinga	Upphaf mælinga
Vöktunarmælingar	Mælingar sérfræðinga þar sem mældar eru mælibreytur sem endurspeglar ástand lands. Þetta eru einfaldar mælingar á sniði/í reit.	2019-2024: uppsetning mælireita og fyrstu mælingar. Síðan verður hver reitur mældur á fimm ára fresti.
Landvöktun – lykillinn að betra landi (vöktun almennings)	Fljótlegar mælingar þar sem landnotendur og aðrir gera einfalt mat á ástandi þess lands sem þeir nota.	Árið 2021 fór af stað prufuhópur en verkefnið hófst af alvöru 2022. Mælt árlega.
Nákvæmar mælingar	Nákvæmar mælingar í reitum til að tengja betur saman einfaldar mælingar og virkni vistkerfa.	Hófust árið 2021 í samstarfi við HÍ og LbHÍ.
Fjarkönnun	Vélanám (e. machine learning) og gervitauganet (e. neural networks) verður nýtt til að þróa reiknirit (e. algorithm) til að meta ástand lands út frá gervitunglamyndum byggt á þeim gögnum sem safnað er á jörðu niðri.	Hefst eftir 2022.

Val á mælibreytum

Mælibreytur eru notaðar til að vakta og meta ástand vistkerfa (Carignan og Villard, 2002; Dale og Beyeler, 2001). Mælibreyturnar geta verið þekja ákveðinnar tegundar eða tegunda, mælanleg einkenni eins og hæð, breidd eða dýpt, næringarefni í jarðvegi, raka- og sýrustig jarðvegs, vatnsbúskapur o.fl. (Carignan og Villard, 2002). Nauðsynlegt er að velja saman mælibreytur sem endurspeгла þá þætti eða þá virkni sem eru til skoðunar (Dale og Beyeler, 2001). Til að tryggja það er mikilvægt að hafa ákveðin skilyrði í huga, áður en mælibreytur eru valdar, svo þær séu raunhæfar og nái að fanga þær upplýsingar sem sóst er eftir (Dale og Beyeler, 2001).

Við val á endanlegum mælibreytum sem eru notaðar við vöktun gróður- og jarðvegsauðlinda Íslands í GróLind var stuðst við þau skilyrði sem sett voru upp af Conservation of Arctic flora and fauna (CAFF; Christensen o.fl., 2013) til að velja mælibreytur fyrir vöktun á líffræðilegri fjölbreytni, en einnig við samantektir Dale og Beyeler (2001) og Carignan og Villard (2002). Skilyrðin eru að mælibreyturnar:

- Séu mælanlegar með viðurkenndum vísindalegum aðferðum sem nema breytingar
- Sé auðvelt að skilja og þ.a.l. auðvelt að miðla til annarra
- Bregðist við breytingum á þeim þáttum sem hafa áhrif á auðlindirnar
- Tengist ástandi auðlindanna á fyrir fram skilgreindan hátt
- Henti fyrir:
 - Ísland
 - Önnur vöktunarverkefni (kostur en ekki skilyrði)
 - Landnotendur
 - Stjórnvöld
- Hafi vistfræðilega tengingu
- Hafi þröskulda og hægt sé að setja mörk, t.d. að skilja á milli æskilegs og óæskilegs ástands.
- Sé hægt að vakta til langs tíma

- Séu raunhæfar
 - Hvorki of kostnaðarsamt né tímafrekt að mæla
 - Gerlegt að mæla eða byggja á gögnum sem þegar hefur verið safnað
 - Endurspegli margar tegundir, vistkerfi og/ eða búsvæði

Að auki þurftu mælibreyturnar sem valdar voru að:

- Endurspeгла stöðuleika jarðvegs og svæða, vatnshag og virkni vistkerfa
- Svара þeim rannsóknaspurningum sem settar voru fram
- Vera á öllum mælikvörðum (fjarkönnun, drónar, nákvæmir mælireitir og einfaldar mælingar)
- Innihalda þáttökunálgun

Við val á mæliaðferðum var haft í huga að:

- Aðferðirnar yrðu að geta numið minniháttar breytingar í mælibreytum til að geta vaktað virkni og ferla vistkerfa (Havstad og Herrick, 2003).
- Taka mið af þeim kvörðum sem nota á og samhæfingu þeirra á milli. Oft hefur reynst erfitt að samhæfa mælingar í mælireitum með fjarkönnunarmælingum þar sem hönnun mælinga í mælireitum hentar ekki til að bera þau saman við fjarkönnunargögn (Reinke og Jones, 2006).

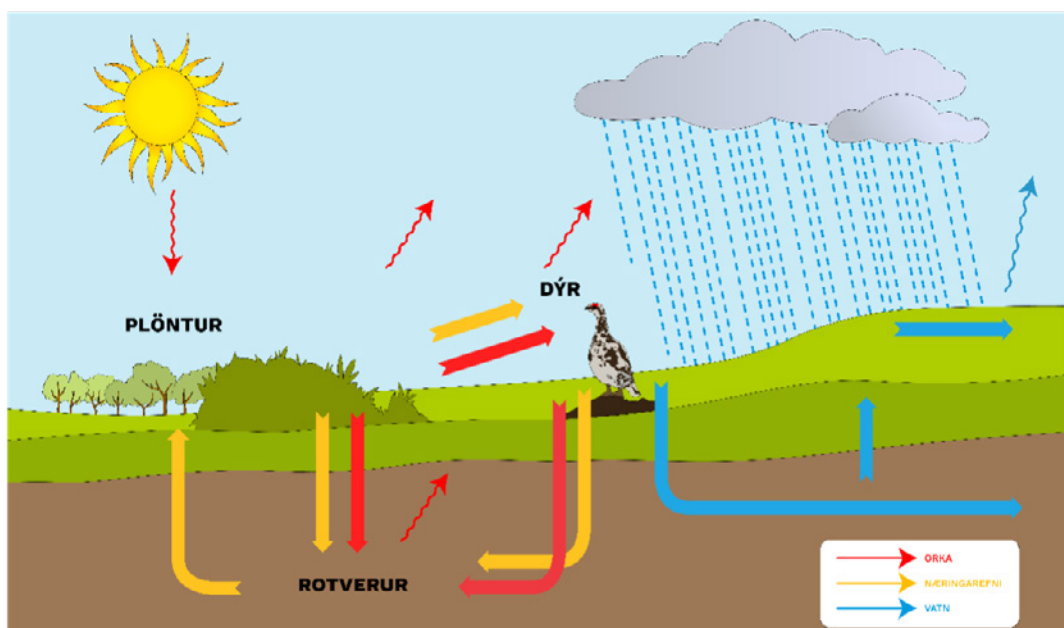
Aðferðarfræði GróLindar er og verður í stöðugri þróun og verður endurskoðuð reglulega með tilliti til nýrra gagna (e. adaptive monitoring, sjá t.d. Lindenmayer og Likens, 2009; Ringold o.fl., 1996), þannig að þrátt fyrir að búið sé að ákvarða mælibreytur og aðferðafræði munu þær þróast og breytast eftir því sem þekkingin eykst, framþróun verður í mæliaðferðum og áherslur breytast. Við breytingar er tryggt að hægt sé að bera saman eldri og nýrri mælingar þannig að óslitin tímalína fái á ákveðnum mælingum (Lindenmayer og Likens, 2009). Sveigjanleg vöktun sem þessi byggir sömuleiðis á samstarfi hagsmunaaðila, þ.e. vísindamanna, landnotenda og löggjafa, þar sem

markmiðið er að ákvarða hvaða spurningum skal svarað og hvers vegna (Lindenmayer og Likens, 2009). Við val á mælibreytum og aðferðum var hugmyndalíkanið (mynd 1) notað til að skilgreina þá þætti vistkerfisins sem þyrfti að vakta, auk þess sem markmið verkefnisins voru höfð að leiðarljósi. Í upphafi var listi yfir fjölmargar mælingar settur saman með því að skoða önnur vöktunarverkefni s.s. vöktun CAFF (Christensen o.fl., 2013), vöktun úthaga í Ástralíu (Craig og Thomas, 2008; Tongway,

1994) og í Bandaríkjunum (Herrick o.fl., 2017; Pellant o.fl., 2018a), vöktun skóglendis á Íslandi (Björn Traustason og Arnór Snorrason, 2008; ÍSÚ, óbirt gögn) og mælibreytur úr öðru landmati á Íslandi (tafla 2) og viðeigandi mælibreytur fyrir GróLind síðan teknar saman úr þeim lista. Vorið 2019 voru haldnir 17 fundir með hagsmunaaðilum og bændum og rannsóknaspurningar og mæliaðferðir þróaðar frekar eftir þá fundi.

Tafla 2. Yfirlit yfir íslensk verkefni þar sem ástand lands hefur verið metið út frá mismunandi forsendum. Í töflunni er gerð grein fyrir forsendum matsins og matskvarða.

Verkefni	Forsendur	Matskvarði	Heimild
Kortlagning á jarðvegsrofi á Íslandi	Rofgerð og virkni rofs	Rofeinkunn 0-5 (ekkert rof - mjög mikið rof)	Ólafur Arnalds o.fl., 1997)
Mat á ástandi lands m.t.t. sauðfjárbeitar	Gróðurþekja, rofabörð, stöðugleiki yfirborðs, magn sinu, magn uppskeru og beitarummerki	Beitarhæfni 0-5 (ágætt - óhæft til beitar)	Sigprúður Jónsdóttir, 2010)
Mat á ástandi lands m.t.t. hrossabeitar	Rofdílar, þúfur, beitarummerki, blómgun grasa, sina og uppskera	Beitarhæfni 0-5 (ágætt - óhæft til beitar)	(Borgþór Magnússon o.fl., 1997)
Lýsing á ástandsstigum vistkerfa	Gróðurþekja, jarðvegsrof og virkni vistkerfa	Ástand 1-6 (heilt – auðnir)	(Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015)
Mat á þanþoli lands gagnvart öskufalli	Vistgerðir, gróðurþekja og hrjúfleiði	Viðkvæmnisflokkar 1-5 (sterk – illa farin)	(Elín Fjóla Þórarinsdóttir o.fl., 2017)



Mynd 1. Hugmyndalíkan Gróllindar um virkni vistkerfa. Líkanið sýnir heilt vistkerfi og þá helstu þætti sem stýra virkni þess, þ.e. orkuflæðið, næringarefna- og vatnshringrásina. Orkuflæðið er sýnt með rauðum örvum, næringarefni með gulum og vatn með bláu

Vöktunarmælingar

Markmið vöktunarmælinganna er að safna saman einföldum upplýsingum sem endurspeglar ástand lands og að safna gögnum sem hægt er að nýta til að bæta greiningu á ástandi lands út frá gervitunglamyndum. Þetta eru einfaldar mælingar í reit sem byggja á aðferðafræði þróaðri í Bandaríkjunum (J. E. Herrick o.fl., 2005; Pellant o.fl., 2018a) og Ástralíu (Tongway, 1994) og notast við staðlaðar aðferðir til að meta ástand lands byggt á virkni vistkerfa og þanþoli og viðnámi þeirra. Stefnt er að því að setja út u.þ.b. 1000 vöktunarreiði víðsvegar um landið. Hver reitur verður mældur á 5 ára fresti og því þarf að vera hægt að mæla um 200 vöktunarreiði á ári. Til að það sé raunhæft mega mælingar innan hvers vöktunarreiðs taka að hámarki um 70 mín.

Við val á mælibreytum sem notaðar verða við vöktunarmælingar GróLindar voru valdar þær mælibreytur sem uppfylltu sett skilyrði (sjá kaflann val á mælibreytum bls. 9) og hentuðu tilgangi vöktunarmælinganna. Þær hugmyndir voru kynntar faghópi verkefnisins og svo voru mæliaðferðir í vöktunarreitum prófaðar og í kjölfarið var aðferðafræðin endurbætt og aðlöguð. Í maí 2020 voru tillögur að vöktunarmælingum GróLindar

sendar á faghóp og aðra sérfræðinga til umsagnar. Að umsögn lokinni voru mælibreyturnar aðlagðar og loka mælibreytur ákvarðaðar. Eftir sumrin 2020 og 2021 voru mælingar aðlagðar enn frekar.

Skilgreining vöktunarsvæðis

Það landsvæði sem GróLind er ætlað að vakta er skilgreint sem allt Ísland að frátöldum manngerðum svæðum, ræktarlandi, jöklum, vötnum, ám og fjörum (tafla 3). Skilgreining þessara svæða byggir á Vistgerðaflokkun Náttúrufræðistofnunar Íslands (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016) sem unnin er í mælikvarða 1:25.000 og minnstu kortlögðu svæðin eru 0,025 ha (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2018). GróLindarverkefnið nær því yfir um 74% landsins (76.248 km²).

Við val á staðsetningu fastra vöktunarreiða voru sömuleiðis ákveðin svæði og landgerðir undanskilin þrátt fyrir að uppfylla skilyrðin hér að ofan. Þetta voru ýmist svæði sem eru vöktuð í öðrum vöktunarverkefnum innan eða utan stofnunar sem og fágæt svæði sem hafa ekki mikla þekju á Íslandi (tafla 4). Leitað verður eftir samstarfi við aðra aðila sem stunda vöktun er tengist jarðvegs- og gróðurauðlindunum um samnýtingu gagna.

Tafla 3. Þau svæði sem undanskilin voru í skilgreiningu á því svæði sem GróLind nær yfir. Stærð og þekja svæða var fengin úr vistgerðarflokkun NÍ (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016). Stærð straumvatna var fengin úr CORINE landflokuninni (Kolbeinn Árnason og Ingvar Matthíasson, 2017).

Svæði	Upplýsingar fengnar úr	Stærð svæðis (km ²)
Þéttbýli og annað manggert land	Vistgerðaflokkun (L 14.1)	360
Tún og akurlendi	Vistgerðaflokkun (L 14.2)	1.800
Jöklar	Vistgerðaflokkun (L 13.1)	11.000
Stöðuvötn og tjarnir	Ferskvatnsvistgerðir (V1)	1.870
Straumvötn	Ferskvatnsvistgerðir (V2)	736
Fjörur	Fjöruvistgerðir (F)	1.008

Tafla 4. Þær landgerðir og þau svæði sem eru ekki vöktuð í Grólinnarverkefninu, upplýsingar um hvaðan þekja svæðanna kemur og stærð þeirra ásamt ástæðunni fyrir því að þetta er ekki vaktuð af Grólinn. Sum þessara svæða eru vöktuð af öðrum en Grólinn en önnur ekki. HÍ = Háskóli Íslands, Lgr. = Landgræðslan, NÍ = Náttúrufræðistofnun Íslands, Sr = Skógræktin.

Svæði	Upplýsingar um þekju	Ástæða	Vöktun	Stærð (km ²)
Skóglendi	Vistgerðaflokkun (L11)	Sr vaktar skóga á 5 ára fresti	Já	1.500
Skógrækt	Vistgerðaflokkun (L14.3)	Sr vaktar skóga á 5 ára fresti	Já	400
Landgræðslusvæði	Þekja Lgr	Lgr. vaktar sem hluta af loftslagsbókhaldi	Já	2755
Hverasvæði	Vistgerðaflokkun (L12)	Önnur verkefni (NÍ)	Já	60
Skeiðarársandur	HÍ/Lgr	Vöktunarverkefni á Skeiðarársandi (HÍ, Lgr.)	Já	1000
Brattar hlíðar (>10° halli)	Arctic DEM	Erfitt aðgengi	Nei	27.068
Landmelhólavist	Vistgerðaflokkun (L1.6)	Lítill þekja (150 km ²)	Nei	150
Alaskalúpína	Vistgerðaflokkun (L14.4)	Ní vaktar	Já	300
Moldir	Vistgerðaflokkun (L2)	Lítill þekja (50 km ²)	Nei	50
Eyravist	Vistgerðaflokkun (L4.1)	Mikið rask	Nei	800
Skriður og klettur	Vistgerðaflokkun (L3)	Í miklum halla og land í mótnun - miklar breytingar innan þeirra	Nei	6.300
Strandlendi	Vistgerðaflokkun (L7)	Strandsvæði	Nei	600
Dýjavist	Vistgerðaflokkun (L8.1)	Lítill þekja	Nei	30
Sandmýravist	Vistgerðaflokkun (L8.3)	Lítill þekja	Nei	40
Rímamýravist	Vistgerðaflokkun (L8.7)	Lítill þekja	Nei	50
Rústamýravist	Vistgerðaflokkun (L8.8)	Lítill þekja	Nei	70
Starungsflóavist	Vistgerðaflokkun (L8.12)	Lítill þekja	Nei	70

Slembival vöktunarreita

Staðsetning vöktunarreitanna var ákveðin með lagskiptu slembivali (e. stratified random). Rannsóknarsvæði (hér öllu Íslandi) er þá skipt niður í smærri einsleitar einingar (lög, e. strata) sem byggja á sameiginlegum einkennum, s.s. landshluta, vistgerð eða hæð yfir sjávarmáli, til að tryggja aukið jafnvægi í úrtakinu (Metzger o.fl., 2013). Vöktunarreitir eru svo valdir tilviljanakennt en í réttu hlutfalli úr hverri einingu (þ.e.a.s. fjöldi reita er í hlutfalli við stærð hversrar einingar) og eru líkurnar á því hvar reitirnir lenda þekkt eining (Stevens og Olsen, 2004; Theobald o.fl., 2007; Warrick og Myers, 1987). Með þessu næst mesta hagkvæmni m.t.t. gæða gagna og fjölda reita sem þarf m.a. til að svara rannsóknarspurningum.

Í tilfalli GróLindar var því landi sem skilgreint er sem vöktunarsvæði skipt í einingar eftir vistlendi og hæð yfir sjávarmáli. Þetta er gert til að vöktunarreitirnir dreifist hlutfallslega jafnt á ólík vistlendi og hæðabil án þess þó að valið sé hlutdrægt. Landinu var skipt upp í vistlendi eftir vistgerðarkorti Náttúrufræðistofnunar Íslands (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016) og hverju vistlendi skipt upp í hæðarbil (0-200, 200-400, 400-600, 600-800, 800-1000, >1000 m.y.s.). Innan hvers hæðarbils var hlutfall flatarmáls hvers vistlendis reiknað út. Staðsetning vöktunarreitanna var síðan valin með slembivali þar sem flatarmál hvers vistlendis réð líkunum á því hvar reitur lenti innan hvers hæðarbils, en fjöldi reita var skipt hlutfallslega jafnt á milli hæðarbila. Vöktunarreitir voru því líklegri til að lenda á vistlendum með stærra flatarmál, í hlutfalli við stærð þeirra. Við útsetningu reita voru öll svæði innan 50 m frá vegum með bundnu slitlagi og 15 m frá óbundnu slitlagi undanskilin. Enn fremur voru svæði í meira en 1,5 km fjarlægð frá vegi undanskilin valið þar sem ekki þótti hagkvæmt að eyða of miklum tíma í að komast gangandi til og frá vöktunarreit.

Höfnun vöktunarreita

Tvær hugsanlegar útkomur eru fyrir hvern vöktunarreit sem valinn er með ofangreindri aðferð. Í fyrsta lagi að gögnum sé safnað í vöktunarreitnum og í öðru lagi að reit sé hafnað og gögnum því ekki safnað í reit. Hægt er að hafna vöktunarreitum á tveimur þrepum í ferlinu, þ.e. í forskoðun á skrifstofu eða á staðnum. Reitum er hafnað ef þeir uppfylla ekki allar kröfur eða ef eitthvað kemur í veg fyrir að hægt sé að safna gögnum, m.a. ef reitir reynast vera í vistgerð sem fellur ekki undir rannsókn GróLindar (t.d. skógrækt, árfarvegur eða ræktað tún), ef ófært er að reit (s.s. ef reitur er á fjallstindi, í hamrabeltum, vegur eða slóði er ófær eða annað slíkt) eða ef samþykki fæst ekki frá landeiganda. Við höfnun

reita er stuðst við höfnunareglur GróLindar (sjá fylgiskjal 4).

Þegar meirihluti reita hefur verið settur upp, verða þeir reitir skoðaðir sem hafa verið afskrifaðir og reitum bætt við til að tryggja að úrtakið endurspegli vel það land sem ætlunin er að vakta.

Landeigendur

Ef vöktunarreitur er á landi í einkaeigu er haft samband við landeiganda, sagt frá verkefninu og óskað eftir leyfi til að leggja vöktunarreitinn út. Leyfi frá landeiganda er skráð í yfirlitsskjal vöktunarreita. Ef land er í eigu sveitarfélags er haft samband við sveitarfélagið. Ef land er í eigu fyrirtækis er haft samband við eigendur og/eða stjórn fyrirtækisins og sama gildir um land í eigu stofnana. Þegar vöktunarreitur er innan þjóðgarða þarf að sækja formlega um rannsóknarleyfi á vef Umhverfisstofnunar og Vatnajökulsþjóðgarðs (leyfi til rannsókna á friðlýstum svæðum). Þjóðlendur og önnur landsvæði utan eignarlanda eru undanskilin leyfiskröfu þar sem verkefnið hefur leyfi frá ríkinu til rannsókna á þessum svæðum.

Vöktunaraðilar

Mælingar í vöktunarreitum eru framkvæmdar af sérfræðingum og aðstoðarfólki Lgr. Eftir fyrstu mælingar í öllum reitum er gert ráð fyrir að leitast eftir samstarfi við sérfræðinga innan t.d. náttúrustofa og þjóðgarða, sem hafa bakgrunn í gróðurgreiningu og vistkerfismælingum, um áframhaldandi mælingar í reitum á þeirra svæðum. Allir sem taka þátt í þessum mælingum (hér eftir kallaðir vöktunaraðilar) þurfa að hafa fengið ákveðna þjálfun m.a. í gróður- og jarðvegsgreiningum og landlæsi. Í upphafi hvers sumars æfir hópurinn allar mælingar í sameiningu til að samhæfa aðferðir og draga úr persónubundum breytileika (sjá viðhengin samhæfing felthóps og Gæðatrygging – heilindi gagna). Viðhengi # er tékklisti sem vöktunaraðilar geta haft til hliðsjónar til að ganga úr skugga um að allar mælingar hafi verið framkvæmdar og skráðar á réttan hátt og öruggt sé að ljúka mælingum og yfirgefa vöktunarreit.

Uppsetning vöktunarreita

Hver vöktunarreitur er 50 x 50 m á stærð en flestar mælingar fara fram á tveimur 50 m löngum sniðum sem eru hornrétt hvort á annað og mynda kross yfir reitinn frá suðri til norðurs og frá vestri til austurs (mynd 2). Upphafspunktur (núll-punktur) sniðanna eru í suðri og vestri. Við upphaf og enda hvers sniðs, og í miðjunni, er settur staur til að marka reitinn fyrir endurmælingar. Í suðurlpunkti er sett stika með reitarnúmeri (GLXXX, mynd 3) en ómerktir

viðarstaurar í aðra punkta. Staðsetning (GPS hnit) er skráð við hvern staur. Á sniðin eru strengd málbönd, annað frá suðurpunkti til norðurpunkts og hitt frá vestri til austurs. Með því að marka reitinn með staurum er tryggt að málböndin liggi svo gott sem á sama stað í hvert skipti sem reiturinn er endurmældur og mælingarnar séu því samanburðarhæfar. Tveir vöktunaraðilar leggja reitinn út með hjálp áttavita. Alltaf skal gætt að því að ganga hægra megin við málbandið miðað við núllpunkt, svo gróður vinstra megin við línuna sé ekki traðkaður niður fyrir mælingar (þ.e. austan og sunnan málbands).

Fyrst er suðurstika rekin í jörð og málbandið fest í jörðina við stikuna með járnhæl (upp við austurhlíð stikunnar). Því næst er gengið í hánorður (eillítið til hægri) með málbandsspóluna í útréttri (vinstri) hendi til að passa að traðka ekki á mælisniðinu. Eftir 25 metra er stansað og miðjuhæll rekinn niður (í hánorður frá suðurstiku) og málbandið fest með járnhæl. Gætt er að því að málbandið liggi beint og nógu strekkt og að miðjuhællinn beri við 25 metra. Síðan er haldið áfram, aðra 25 metra í norður, norðurhæll rekinn niður og málbandið skorðað fast (mynd 4). Til að leggja út vestur-austur snið er byrjað frá miðjuhæl. Einn vöktunaraðili heldur í málbandsspóluna við miðjuna á meðan hinn gengur í vestur með málbandið en gætir að því að halda sig örlítið vinstra megin (sunnan við) málbandið til að traðka ekki á gróðri á sniðinu.

Þegar málbandið er komið upp í 25 metra hjálpast báðir aðilar að við að stilla málbandið af svo það sé beint, vel strekkt, hornrétt á S-N sniðið og vísi í hávestur, og þar er rekinn niður tréhæll og málbandið fest í jörðu (mynd 5). Loks er gengið í austur með málbandið (skeikað eillítið til hægri (í suður) og tréhæll og málband rekin í jörð við 50 metra markið. Ef málbandið liggur skakkt vegna vinda eða gróðurs eru fleiri járnhælar notaðir til að skorða málbandið fast og eins beint og hægt er. Það er mikilvægt að málbandið sé lagt út eins beint og strekkt og hægt er og að hælarnir séu rétt staðsettir til leiðbeiningar svo endurteknar mælingar á fimm ára fresti lendi svo gott sem á sama stað í hvert skipti. Þannig má bera mælingar saman á milli ára. Við mælingar á sniði er notast við málböndin, bæði til að fylgja línunni og til að mæla fjarlægðir.

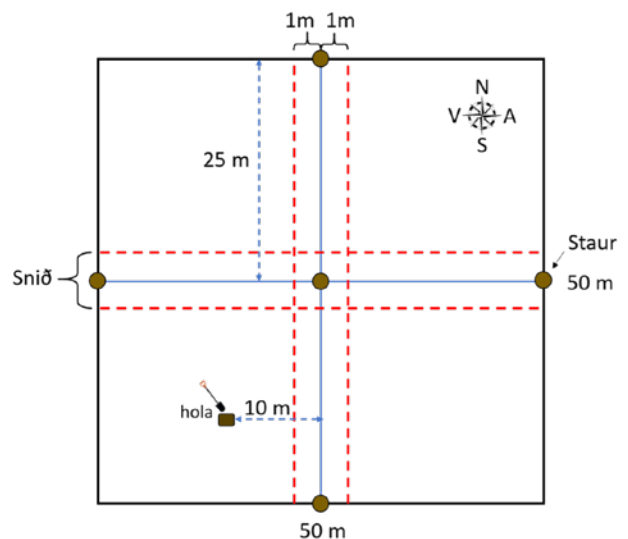
Mælingar

Gert er ráð fyrir að mælingarnar taki um 60-90 mín. Þar er hvorki tekinn með tíminn sem tekur að setja upp reitina né sá tími sem tekur að gera jarðvegsmælingar sem aðeins eru endurteknar á 20 ára fresti. Tíminn miðar við vel þjálfaðan þriggja manna felthóp (tafla 5). Mælingar fara ýmist fram innan 50 x 50 m reitsins í heild eða á sniðunum

tveimur. Nánar verður farið í aðferðafræði hvernar mælingar hér að neðan.

Skráning mælinga

Allar mælingar í vöktunarreitum eru skráðar á eyðublaði í spjalddölvum. Flestar mælingar eru skráðar á eyðublaði í snjallforritinu ArcGIS Survey123 frá landupplýsingafyrirtækinu ESRI. Eyðublaðið leiðir vöktunaraðila í gegnum ástandsmatið og ekki er hægt að loka skjalinu fyrr en allar mælingar hafa verið skráðar. Snjallforritið (Survey123) þarfnast ekki nettengingar við notkun og við lok mælinga er eyðublaðið vistað í svokallað Outbox. Í lok hvers vinnudags eru tækin tengd neti og öllum eyðublaðum í Outbox hlaðið upp á gagnageymslu í skýi (mynd 6). Tegundalisti og pinnamælingar á línu eru skráðar fyrir fram útbúin eyðublaði í Excel. Hvert eyðublað er vistað skv. ákveðnum reglum, með því að bæta reitarnúmeri aftan við nafn óútfyllta skjalsins. Tegundalisti (Tegundalisti_Grolind_20xx_GLXXX) og pinnamælingaskjalið (LPI_Grolind_20xx_GLXXX) fyrir reit GL199 árið 2020, skulu því heita Tegundalisti_Grolind_2020_GL199 og LPI_Grolind_2020_GL199. Skjölin eru vistuð í þar til gerða möppu á spjalddölvunni en einnig skal vista skjölin á gagnadrifi Landgræðslunnar í lok hvers vinnudags eða vinnuviku.



Mynd 2. Skýringarmynd af vöktunarreit, séð úr lofti.

Reiturinn er 50 x 50 m á stærð en flestar mælingar fara fram á 50 m löngum sniðum sem mynda kross yfir reitinn og er staðsetning þeirra merkt með viðarstaurum, en í suðurpunkti er stika merkt með reitarnúmeri. Bláu línurnar sýna staðsetningu málbanda sem gengið er eftir. Rauðu punktalínurnar marka það svæði sem horft er til við skráningu tegundalista (þ.e. í 1 m út frá málbandi í báðar áttir). Í 10 m norður og 10 skref vestur frá suðurpunkti er grafin jarðvegshola.



Mynd 3. Plaststika markar suðurpunkt í reit GL914.



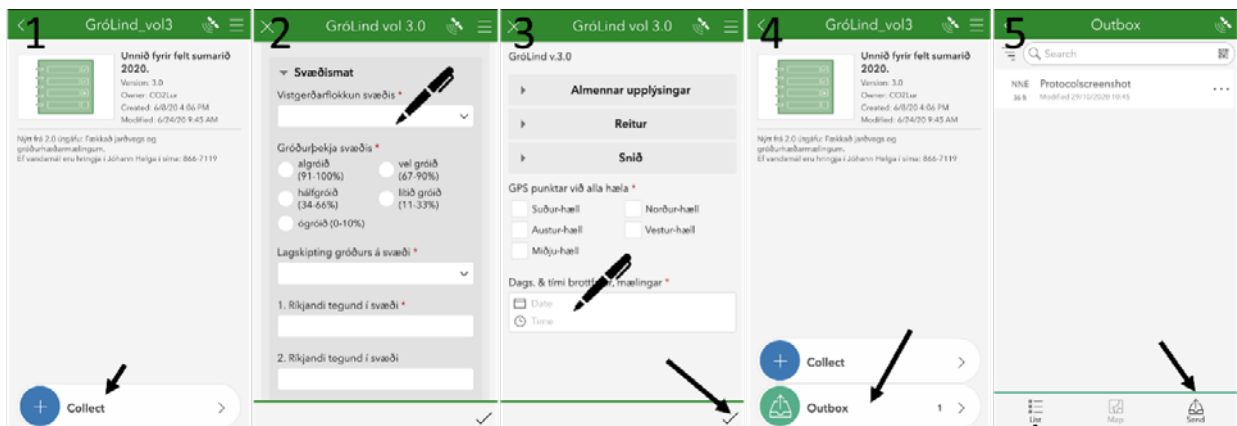
Mynd 4. Tréhæll í norðurpunkti rekin niður með sleggjuhamri við 50 metra markið á málbandinu.



Mynd 5. Það er mikilvægt að tryggja að sniðin séu hornrétt hvort á annað, snúi í höfuðáttir og að málböndin liggi bein og strekkt. Í miklum vindi getur þurft að skorða málböndin föst með járnhælum.

Tafla 5. Útlistun á því u.þ.b. hve langan tíma hver mæliaðferð tekur og hve langan tíma tekur að jafnaði að mæla einn reit. Hver mælibreyta – fyrir utan myndatöku – metur stöðugleika, vatnshag, hringrásir og orkuflæði í kerfinu. Mælibreytur eru ýmist mældar á sniði, þ.e. gengið eftir tveimur 50 m sniðum, eða í reitnum í heild (50x50 m). Mannfjöldi gefur til kynna hve marga mælendur þarf að jafnaði til að safna upplýsingum fyrir hverja mælibreytu, en það getur verið breytilegt eftir vistgerðum og ástandi hvert sinn.

Mælibreyta	Kvarði	Stöðugleiki jarðvegs og landsvæða	Vatnshagur	Virgni náttúrulegra ferla	Tími max. (mín)	Fjöldi mælenda	Samtals tími
Pinnamælingar á sniði (LPI)	Snið	x	x	x	60	2	120
Gróðurhæð	Snið	x	x	x	20	2	40
Jarðvegsdýpt	Snið	x	x	x	Mælt á 20 ára fresti		
Bilmælingar	Snið	x	x	x	40	1	40
Þéttleiki trjáa	Snið	x	x	x	10	1	10
Tegundalisti/fjölbreytni	Snið	x	x	x	20	1	20
Lagskipting gróðurs og gróðurþekja	Reitur	x	x	x	5	1	5
Rof og vistgerð	Reitur	x	x	x	5	1	5
Hrjúfleiði yfirborðs	Reitur	x	x	x	5	1	5
Jarðvegur	Reitur	x	x	x	Mælt á 20 ára fresti		
Myndataka	Snið og reitur				5	1	5
						Heildartími	71 mín



Mynd 6. Eyðublaðið í Survey123. Nýtt skráningareyðublað er opnað með því að velja collect (1), allar upplýsingar eru skráðar niður (2) og þegar gagnasöfnun er lokið er smellið á hakmerkið ✓ (3). Í lok vinnudags, eða þegar nettenging næst, er smellið á outbox (4) og send (5) til að senda gögnin í gagnaskýið, en sá möguleiki býðst eingöngu þegar tölvan er nettengd.

Hvert vöktunarteymi hefur tvær spjaldtölvur, önnur er notuð fyrir Survey123 en hin fyrir skráningar mælinga í Excel skjöl.

Leiðarlýsing og aðrar gagnlegar upplýsingar

Í Survey123 eyðublaðinu skal skrá leiðarlýsingu og allar upplýsingar sem gætu skipt máli til að finna vöktunareit aftur, og komast að honum á öruggan og réttan hátt. Þá er gott að lýsa t.d. hvar er farið út af þjóðvegi, lýsa hjálplegum kennileitum ef einhver eru, hversu langt þarf að ganga frá bíl o.s.frv. Einnig skal vista GPS hnit við upphaf og enda ógreinilegra slóða, þar sem bíl er lagt, þar sem ekið er út af þjóðvegi o.s.frv., svo auðveldara sé að finna staðina aftur. Þegar reitir eru staðsettir þar sem erfitt er að komast í þá er gott að hafa samband við landeigendur og óska eftir leiðbeiningum.

Mælingar í vöktunarreitum

Innan alls vöktunarreitsins (50 x 50 m) er eftirfarandi metið/skráð:

1. GPS hnit
2. Myndataka
3. Gróður í reit
 - Þekja alls gróðurs
 - Þekja mosa, fléttna og lífrænnar jarðvegsskánar
 - Þykkt mosa
4. Jarðvegsrof

5. Plöntutegundir í reit

- Ríkjandi æðplöntutegund(ir)
- Framandi tegundir
- Vistfræðilega mikilvægar tegundir

6. Vistgerð


7. Lagskipting gróðurs

8. Hrjúfleiki yfirborðs

9. Jarðvegseiginleikar

- Kornastærð jarðvegs
- Þykkt og staðsetning A-lags
- Gjóskulög og þykkt þeirra

1. GPS hnit

Í hverjum rannsóknareit eru tekin fimm GPS hnit, við hvern hornstaur og við miðjustaurinn. Hnitin eru vistuð í Survey123 en til að auka nákvæmni er stuðst við Garmin GPS tæki sem tengist spjaldtölvunni með Bluetooth tengingu. Til að vista hnitin skal standa kyrr við hvern staur og smella síðan á staðsetningarhappinn  á viðeigandi reit í eyðublaðinu og hinkra á meðan tölvan staðsetur sig á réttum stað (Mynd 7).

2. Myndataka

Í hverjum reit eru teknar ljósmyndir. Ljósmyndari

stendur við miðjustaurinn og tekur fjórar myndir, eina eftir hverju mælisniði. Í 5 m fjarlægð frá miðjustaurnum á hverri línu skal setja niður merkispjald. Merkispjöldin eru merkt N, S, A og V til að tilgreina um hvaða snið ræðir (Mynd 8). Sömuleiðis eru teknar tvær yfirlitsmyndir þar sem er reynt að ná öllum reitnum inn á mynd (Mynd 9). Önnur yfirlitsmyndin er tekin úr austri og hin úr suðri. Ljósmyndari stillir sér upp nokkrum metrum frá suður og austur staurum og reynir að ná öllu þversniðinu á mynd (þ.e. mynd tekin úr austri skal ná yfir allt S-N sniðið). Allar myndirnar skal taka í u.þ.b. 150 cm hæð (hér er notast við mælistiku sem er merkt í 150 cm hæð, sjá kafla um tegundalista hér að neðan) og sniðlínán skal vera á miðri myndinni. Um 2/3 myndarinnar eiga að sýna landslagið og u.þ.b. 1/3 himininn (fyrir ofan sjóndeildarhringinn, fjöll í fjarska teljast með hér, mynd 8). Hvorki skal nota aðdráttarlínu né leiftur við myndatökuna og myndin skal vera lárétt (Hall, 2001, 2002). Forðast skal eins og auðið er að sjáist í fólk, farartæki eða annan búnað á myndum.

Verki er lokið þegar allar myndir hafa verið teknar (fjórar í miðjunni, ein úr austri og ein úr suðri), myndirnar eru láréttar, í fókus og ekki sést í starfsfólk eða ökutæki (eftir bestu getu).

3. Gróðurþekja

Heildargróðurþekja (samanlögð þekja mosa, fléttna, jarðvegsskánar og æðplantna) í reit er metin í prósentum og sett í viðeigandi þekjuflokk. Þekjuflokkarnir eru: 0-10%, 11-33%, 34-66%, 67-90% og 91-100% þekja.

Sömuleiðis er lagt mat á heildarþekju mosa, fléttna og jarðvegsskánar. Þekjuflokkarnir eru: <1%, 1-10%, 10-50% og >50%.

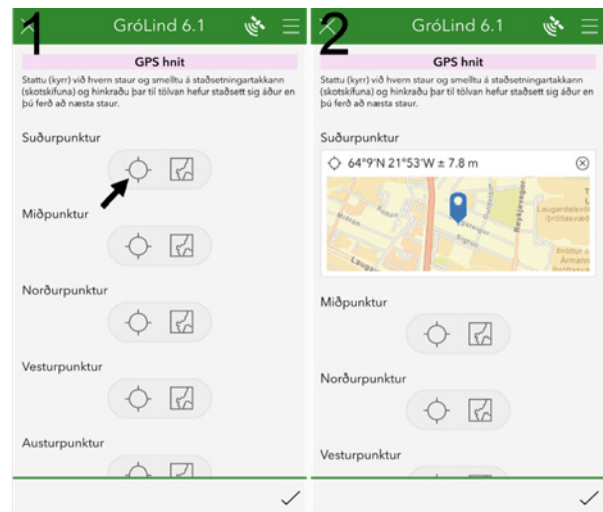
Ef þekja mosa er ≤50% skal meta meðalþykkt mosa; <3 cm, 3-12 cm eða >12 cm þykkt.

Verki er lokið þegar búið er að haka við viðeigandi þekjuflokk á eyðublaðinu.

4. Jarðvegsrof

Markmiðið með mati á rofi er að meta gerð (tafla 6) og einkunn (tafla 7) núverandi taps á jarðvegi. Rofgerð og rofeinkunn (0-5) innan hvers reitar er skráð samkvæmt þeirri aðferðafræði sem notuð var af Rannsóknastofnun landbúnaðarins (RALA) og Landgræðslunni til að kortleggja rof á Íslandi á 10. áratug síðustu aldar (Ólafur Arnalds o.fl., 1997)

Ef fleiri en ein rofgerð finnst í reit skal skrá þær allar, í algengisröð. Þar sem vöktunarreitir GróLindar



Mynd 7. GPS hnit eru vistuð í Survey123 með bluetooth tengingu við Garmin GPS tæki. Til að vista hnit skal standa (kyrr) við hvern staur, smella á staðsetningartakkann (1) og bíða á meðan tækið staðsetur sig. Þegar tækið hefur staðsett sig (2) er gengið að næsta staur og ferlið endurtekið.

eru eingöngu á flatlendi (í <math><10^\circ</math> halla) eru rofgerðir í hlíðum (s.s. jarðsil) ekki teknar með.

5. Plöntur í reit

Ríkjandi æðplöntutegund(ir)

Sú æðplöntutegund sem hefur mesta yfirborðsþekju í reitnum. Alls er hægt að skrá þrjár ríkjandi plöntutegundir, en aðeins skal skrá fleiri en eina tegund ef þær hafa svipaða þekju. Á auðnum getur komið fyrir að engin tegund teljist ríkjandi þar sem fáar eða engar plöntur finnast í reit.

Framandi og ágengar framandi tegundir

Sérstaklega er fylgst með framandi (e. alien) tegundum í rannsóknarreit. Finnst framandi tegund innan rannsóknarreits skal skrá það í viðeigandi athugasemdaglugga í Survey123, jafnvel þó plantan sé ekki inni á sniði (þar sem tegundalisti er skráður).

Tvær æðplöntutegundir eru skilgreindar sem ágengar framandi tegundir (e. invasive alien species, IAS) á Íslandi; alaskalúpína (*Lupinus nootkatensis*) og skógarkerfill (*Anthriscus sylvestris*) (Náttúrufræðistofnun Íslands og Landgræðsla ríkisins, 2010; Pawel Wasowicz o.fl., 2013). Aðrar tegundir sem GróLind mun fylgjast grannt með eru m.a. furur, greni, lerki, alaskaösp, alaskavíðir og viðja (Hörður Kristinsson og Þóra Ellen Þórhallsdóttir, 2018; Menja von Schmalensee, 2010; Pawel Wasowicz o.fl., 2013). Listinn hér að framan er þó ekki tæmandi og munu allar framandi tegundir og slæðingar skráðar ef þær finnast.



Mynd 8. Ljósmynd af austursniði, tekin við miðstaur, í 150 cm hæð og um 1/3 af myndinni sýnir sjóndeildarhringinn. Spjald merkt A er lagt á línu í 5 metra fjarlægð frá miðstaur. Línan er fyrir miðju á myndinni og hvorki er notað leiftur né aðráttur.



Mynd 9. Yfirlitsmynd tekin úr suðurpunkti vöktunarreits. Myntatökumaður reynir að ná eins stórum hluta reits inn á myndina og unnt er. Myndin er tekin í 150 cm hæð og um 1/3 af myndinni sýnir sjóndeildarhringinn.

Tafla 6. Rofgerðir sem fylgst er með í vöktunarreitum Gróllindar. Taflan byggir á upplýsingum úr rofskýrslu Ólafur Arnalds o.fl. (1997) og af vefsíðu RALA um rofmyndir (Ólafur Arnalds o.fl., 2002).

Rofgerð	Lýsing
Rof tengt gróðurlendi	
Áfoksgeirar	Myndast þar sem sandur gengur yfir gróið land
Rofabörð	Stallar í landslagi þar sem gróður hylur jarðveg á yfirborði
Rofdílar	Opin jarðvegssár í annars heilli gróðurþekju
Rof tengt auðnum	
Melar	Gróðursnautt land, þakið mól eða smásteinum, moldar- eða leirkenndur jarðvegur
Sandmelar	Gróðursnautt land, þakið mól eða smásteinum en þar á milli er sandur (í stað moldar- eða leirkennds jarðvegs)
Sandar og vikrar	Yfirborð jarðvegs er þakið sandi og/eða vikri, gróðursnautt
Sandhraun	Hraun þakið sandi, gróðursnautt
Hraun	Hraun, ógróin og laus við sand
Moldir	Gróðurhula er rofin en undir eru leifar jarðvegs (moldar).

Tafla 7. Rofkvarðinn sem er notaður til að gefa hverri rofgerð einkunn. Aðlagð frá Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir (2015)

Rofeinkunn		Almenn lýsing
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
4	Mikið	Virkt rof eða laus sandur
5	Mjög mikið	Mjög mikil eyðing jarðvegs, mjög virk rofsár eða laus sandur

Vistfræðilega mikilvægar tegundir

Sumar plöntutegundir gegna einkar mikilvægu hlutverki í gróðursamfélögum m.a. vegna virkni þeirra, áhrifa á vatnsbúskap og skjólmyndunar. Ef slíkar tegundir finnast innan reits, þó það sé utan sniðsins þar sem tegundalistinn er skráður, skal skrá þær sérstaklega í Survey123.

Þær tegundir sem GróLind fylgist sérstaklega með eru llmbjörk (birki í daglegu tali, *Betula pubescens*), innlendar víðitegundir (aðrar en grasvíðir), melgresi (*Leymus arenarius*) og innlendar belgjurtir.

Verki er lokið þegar ríkjandi tegund(ir) hafa verið metnar og borin kennsl á allar ágengar tegundir og vistfræðilega mikilvægar tegundir í reit og skráð á viðeigandi staði á eyðublaðinu.

6. Vistgerð

Skráð verður hvaða vistgerð reiturinn fellur undir. Farið verður eftir vistgerðaflokkun NÍ (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016) og Vistgerðalykill Náttúrufræðistofnunar Íslands (Borgþór Magnússon, 2019) notaður til aðstoðar við að greina rétta vistgerð í felti.

7. Lagskipting gróðurs

Gróðri má skipta upp í hæðarlög sem hvert er skipað af hópi plantna með svipaða byggingu (e. structural group). Þegar einungis örfáir einstaklingar innan ákveðins hóps/gróðurlags finnast í reit telst sá hópur ekki til staðar með tilliti til virkni, þ.e. vistfræðileg virkni hans er hverfandi í gróðursamfélaginu og hefur ekki teljanleg áhrif (Pellant o.fl., 2020).

Lagskipting gróðurs í reitum er metin eftir því hvort eftirfarandi gróðurlög séu til staðar í þeim mæli að þau teljist vistfræðilega virki.

Svarðlag (mosar, fléttur og jarðvegsskán)

- Yfirborð gróna hluta svæðisins er að mestu þakið svarðlagi
- Jurtalag (blómplöntur, grös og aðrar jurtkenndar tegundir)
 - Gróni hluti svæðisins er þakinn jurtagi og/eða töluvert af jurtum stendur upp úr svarðlaginu og/eða á illa grónum svæðum er mikið af stökum jurtum.

- Smárunnalag (bæði sígrænir og sumargrænir smárunnar, sjá töflu 3 á blaðsíðu 6)
 - Gróni hluti svæðisins er þakinn smárunnum og/eða töluvert magn af smárunnum þekur svarðlagið og/eða illa gróin svæði eru með hlutfallslega mikið af smárunnum.
- Runnalag (runnar og ung tré sem eru < 0,5 m hæð, sjá töflu 3)
 - Runnar og/eða ung tré finnast á svæðinu, hér nægir einn einstaklingur.
- Trjálag (tré og hávaxnir runnar sem eru > 0,5 m á hæð)
 - Tré og hávaxnir runnar finnast á svæðinu, hér nægir að eitt tré sé á svæðinu.

Ef engan merkjanlegan gróður er að finna í reit, þ.e. ef ekki er hægt að merkja við neitt af áður nefndum gróðurlagaflokkum, skal haka við „ógróið – ekkert gróðurlag til staðar“. Ekki skal haka við þann flokk til að gefa til kynna óvarinn jarðveg ef önnur gróðurlög eru til staðar.

Verki er lokið þegar lagskipting gróðurs hefur verið fyllilega metin og hakað við alla viðeigandi flokka á eyðublaðinu.

8. Hrjúfleiði yfirborðs (e. soil microtopography)

Hrjúfleiði yfirborðs er eingöngu metinn á ógrónum hluta reitsins og einungis ef a.m.k. 20% reits er ógróinn. Hrjúfleiðin er metinn almennt yfir reitinn og hlutfall hvers hrjúfleiðaflokks á ógrónum blettum er metið að næstu 10%. Summa allra hrjúfleiðaflokka skal vera u.þ.b. 100%.

- Slétt yfirborð – <0,2 cm í þvermál
 - lítið er um örugg set og ekkert á yfirborðinu hefur áhrif á flæði vatns (t.d. sandur eða mold án steina og annarra hindrana)
- Smá hrjúfleiði – 0,2-5 cm í þvermál
 - sandar og moldir með smá hindrunum sem geta skapað örugg set fyrir fræ og haft áhrif á vatnsflæði (t.d. litlir steinar)
- Meðal hrjúfleiði – 5-10 cm í þvermál
 - hindrar vatnsflæði að einhverju leyti og eitthvað um örugg set fyrir plöntur

- Mikill hrjúfleiki – >10 cm í þvermál
 - mikið um örugg set og stórir steinar sem hafa áhrif á vatnsflæðið

Verki er lokið þegar allir yfirborðsflokkar hafa verið metnir og summa þeirra er u.þ.b. 100%.

9. Jarðvegseiginleikar

Á ákveðnum stað í reitnum (hnit 10 m í norður og svo 10 m (10 skref) í vestur, sjá mynd 2 á blaðsíðu 9) er grafin hola, a.m.k. 30 cm á dýpt, og í henni metin kornastærð jarðvegs (e. soil texture), gróf gjósku- og sandlög skráð, og þykkt og staðsetning A-lags metin. Þessar mælingar eru aðeins gerðar einu sinni í upphafi verkefnisins og síðan endurteknar á um 20 ára fresti þar sem ætla má að jarðvegur breytist lítið á 5 árum. Holan þarf að vera a.m.k. 30 cm á dýpt og nógu breið (u.þ.b. 30-50 cm þvermál) til að jarðvegssniðið sjáist vel. Ef hola er grafin á grónu svæði skal gæta að því að skera torfunu varlega ofan af fyrst, halda henni eins heilli og hægt er og leggja hana aftur yfir sárið. Þannig er stuðlað að auðveldari og hreinlegri frágangi, en markmiðið er að skilja eftir sem minnst ummerki. Á þeirri hlið holunnar sem á að skoða jarðvegssnið skal vanda vel við að skera beinan flöt með skóflunni og gæta að því að hruflla ekki við jarðvegslögum eða yfirborði, svo jarðvegssniðið sé heildstætt og haldi einkennum sínum. Sömu leiðis skal sú hlið holunnar sem er til skoðunar snúa á móti sólu svo ekki falli skuggi yfir jarðvegssniðið. Ef ekki næst að grafa niður á 30 cm dýpi skal það skráð og þeir jarðvegseiginleikar mældir sem hægt er að mæla miðað við aðstæður.

Ljósmynd

Tekin er ljósmynd af jarðvegssniðinu. Ljósmyndin þarf að sýna allt sniðið frá yfirborði að 30 cm dýpi. Á ljósmyndinni skal einnig vera tommustokkur (eða sambærileg mælistika) fyrir stærðarviðmið, tommustokkurinn er þá opnaður upp í 30 cm og tyllt á brún holunnar svo 30 cm línuna beri við yfirborðið og 0 cm við botn holunnar. Þessi mynd skal vera tekin lóðrétt (þ.e. portrett í stað landscape) ólíkt öðrum ljósmyndum í reit (sjá mynd 10). Gæta skal að því að það sjáist nægilega vel bæði í jarðvegslögin og tommustokk á myndinni, að myndavélin sé í fókus þegar myndin er tekin og að jarðlögum hafi ekki verið raskað við uppgröft holunnar.



Mynd 10. Dæmi um ljósmynd af jarðvegssniði. Myndin skal vera tekin lóðrétt, og gætt að því að vel sjáist í bæði jarðvegssniðið og tommustokkinn.

Kornastærð jarðvegs

Markmiðið með því að ákvarða kornastærð jarðvegs (e. soil texture) er að meta gegndræpi jarðvegsins (e. permeability). Tekin er handfylli úr efstu 5 cm jarðvegsins, jarðvegurinn mulinn með fingrunum, bleyttur og rúllað í kúlu í höndunum (mynd 12). Kornastærð jarðvegs er metin eftir neðangreindu flæðiriti (myndir 12 og 13, finguraðferð, aðlagð frá Herrick o.fl., 2017; Ólafur Arnalds o.fl., 2005; Tongway, 1994; Tongway og Hindley, 1995). Notast er við þessa greiningaraðferð, frekar en aðrar hefðbundnar aðferðir, þar sem hún þykir henta best fyrir íslenskan jarðveg (Ólafur Arnalds, 2015).



Mynd 11. Handfylli úr efstu 5 cm jarðvegs er mulin niður í höndunum og varlega bleytt upp í jarðveginum til að hnoða í kúlu.



Mynd 12. Flæðiritinu er fylgt til að meta kornastærð jarðvegs.

A – lag

A-lag er yfirborðslag jarðvegs þar sem rôtarkerfi plantna er að finna. Í laginu er virkni lífvera mest og hringrás næringarefna örust. A-lagið er oft dekkra en þau lög sem neðar eru (Ólafur Arnalds o.fl., 2005; Staff, 2017). A-lagið er lausara í sér en B-lagið þar fyrir neðan. Víða á Íslandi er A-lagið ekki til staðar vegna mikils jarðvegsrofs, eða það er til staðar en hefur færst neðar í jarðveginn s.s. vegna áfoks (utanaðkomandi jarðvegur flyst á svæðið með vindi og leggst ofan á jarðveginn á svæðinu) eða vegna mikils lífræns niðurbrots (þá myndast lífrænt lag, O-lagið, efst í jarðveginum).

Staðsetning A-lagsins verður metin í annan tveggja flokka: á yfirborði eða undir öðrum jarðvegslögum. Þar sem mikil jarðvegseyðing og/eða öskufall hefur átt sér stað má gera ráð fyrir að A-lagið sé ekki efsta lagið í jarðvegi þar sem að það hefur verið grafið undir fokjarðvegi eða ösku. Ef A-lagið er ekki efsta lag jarðvegs verður mælt (í cm) á hvaða dýpi það er. Þykkt A lagsins verður einnig mæld í cm. Það getur komið fyrir að ekkert A-lag sé til staðar, það sé horfið úr jarðveginum vegna jarðvegsrofs. Við þessu má t.d. búast á melum og söndum.

Gróf gjóskulög og sandlög

Merkt er við hvort gróf gjóskulög og/eða sandlög finnist í jarðvegssniðinu og þá mælt hve stóran hluta af efstu 30 cm jarðvegsins þau þekja og hve mörg þau eru. Gróf gjóskulög og sandlög geta haft áhrif á vatnsbúskap ef þau hleypa ekki vatni í gegnum sig og það getur einnig verið rofhætta af gjóskulögum

(Basile o.fl., 2003). Gjóskulög og sandlög þekkjast á því að þau eru dökk á lit eða þá ljós vikur. Þá er sérstaklega tekið fram ef vikur (ákveðin gerð gjósku) finnst í jarðveginum.

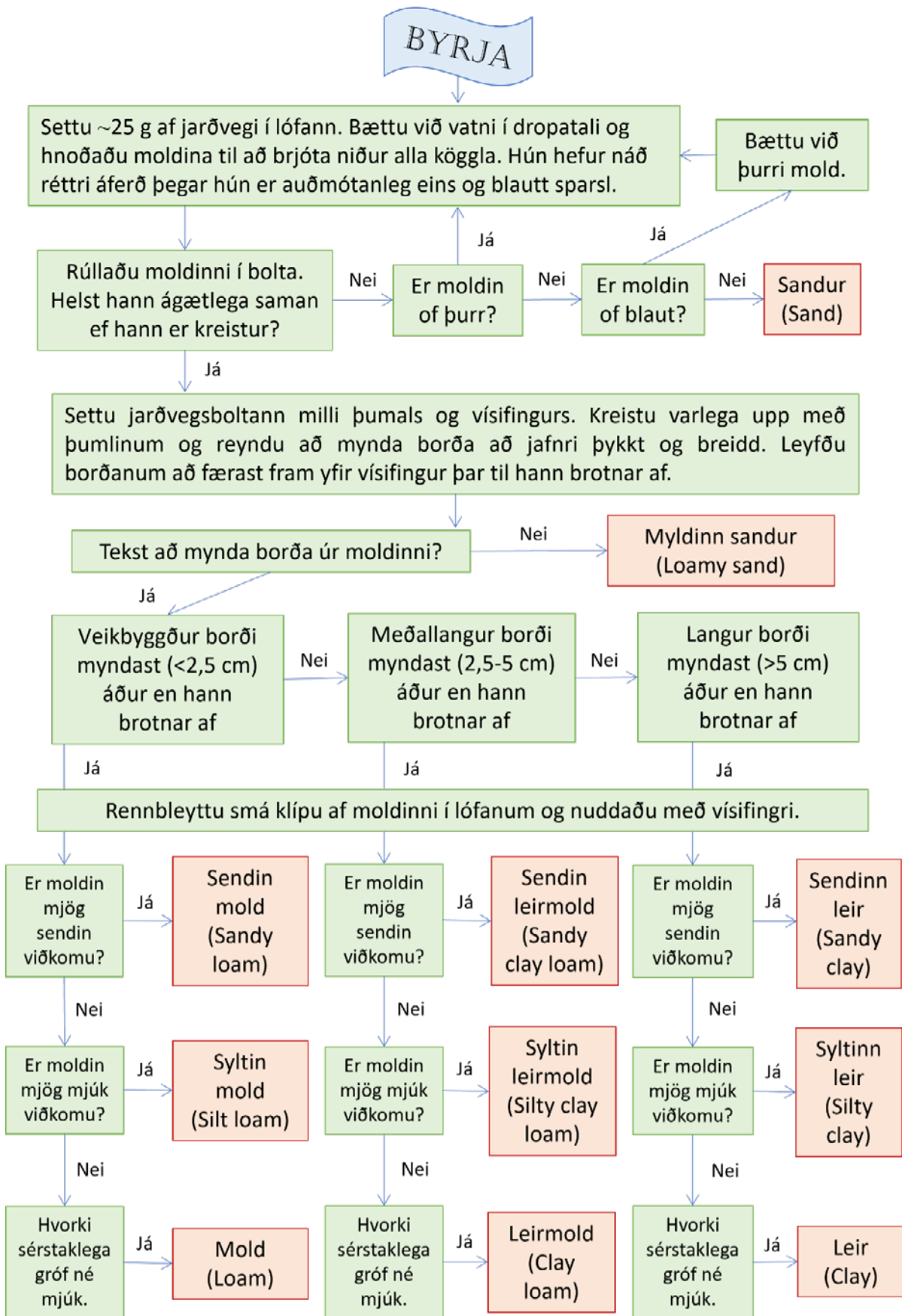
Jarðvegsgreiningu er lokið þegar hola hefur verið grafin (ef hægt er), ljósmynd tekin af sniðinu (30 cm), A-lag, sand- og öskulög metin og kornastærð metin. Ljósmyndin er lóðrétt, í fókus og ekki undir- eða yfirlýst. Á ljósmyndinni ber 30 cm mark tommustokks við yfirborðið og 0 cm við neðri mörk jarðvegssniðsins.

Mælingar á sniði

Þær mælingar sem gerðar eru eftir 50 x 50 m sniðunum (S-N snið og V-A snið) eru eftirfarandi:

1. Tegundalisti
2. Bilmælingar
3. Þekja trjáa
4. Gróðurhæð
5. Jarðvegisdýpt
6. Pinnamælingar á línu

Ákvörðun á fjölda mælipunkta á sniði fyrir gróðurhæð, jarðvegisdýpt og pinnamælingar byggir á sýnastærðaútreikningum (sjá fylgiskjal 1).



Mynd 13. Leiðarvísir til að meta kornastærð og jarðvegsáferð með svokallaðri finguraðferð íslenskaður frá Herrick o.fl., 2017; Tongway, 1994; Tongway og Hindley, 1995.

1. Tegundalisti

Allar æðplöntutegundir og valdir mosa- og fléttuhópar (tafla 8) á sniðinu eru skráðar (1 m í hvora átt frá hverri línu = ca. 100 m², sjá mynd 2, bls.9). Einnig er skráð hvort lífræn jarðvegsskán finnst á sniðinu. Við greiningu á æðplöntutegundum er farið eftir íslensku plöntuhandbókinni (Hörður Kristinsson, 2010) en tegundaheiti fylgja nýjasta íslenska plöntutali Náttúrufræðistofnunar Íslands (Paweł Wąsowicz, 2020). Til að marka tveggja metra breidd á sniði er notast við sérútbúna tveggja metra langa mælistöng (mynd 14).

Vöktunaraðili gengur eftir línunni, hægra megin hennar, og grandskoðar gróðurinn í einn metra í báðar áttir út frá línu og skráir allar tegundir sem finnst. Ef óþekkt tegund finnst skal styðjast við plöntuhandbók, og ef handbókin dugar ekki til er hægt að taka sýni og/eða taka ljósmynd til að bera undir aðra sérfræðinga. Ef þarf að taka sýni skal leita að eintaki utan þess svæðis sem tegundagreiningin fer fram á, til að hafa ekki áhrif á rannsóknarsvæðið og ekki skal taka sýni ef örfáir einstaklingar (≤ 10) finnst. Ef teknar eru ljósmyndir á síma/spjaldtölvu er gott að ná myndum af einkennum plöntunnar, s.s. laufblöðum, blómi, staðsetningu plöntuhluta, blaðslíðri o.fl. og gefa stærðarviðmið t.d. með því að hafa fingur með á mynd. Öll greinanleg einkenni hjálpa til við að greina plöntuna til réttar tegundar eftir á. Óþekktu plöntuna skal svo greina sem fyrst og gæta að því að bæta þeirri tegund við tegundalista reitsins.

Tafla 8. Þær fléttu- og mosategundir/ættkvíslir sem greindar verða í GróLindarverkefninu.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti
Gambrar	Racomitrium sp.
Svarðmosi (barnamosi)	Sphagnum sp.
Lágplöntuskán	Cryptogamic crust
Engjaskófir	Peltigera sp.
Breiskjufléttur	Stereocaulon sp.
Kræðufléttur	Cetraria isl., C. delisei
Hreindýramosi	Cladonia arbuscula

Hvað varðar mosa og fléttur skal aðeins skrá hvort ákveðnar tegundir eða tegundahópar finnst (tafla 8). Hvaða tegundir skyldi skrá var ákveðið í samráði við sérfræðinga Náttúrufræðistofnunar Íslands (Rannveig Anna Guicharnaud o.fl., 2021).

Verki er lokið ef tegundalisti er merktur með nafni skrásetjara, dagsetningu og reitarnúmeri. Skrásetjari hefur gengið eftir báðum sniðum og allar tegundir sem fundust hafa verið greindar og skráðar á tegundalistann. Tegundalistinn hefur verið vistaður á réttum stað í tölvunni og með réttu reitarnúmeri í nafni skjalsins.

2. Bilmælingar yfirborðs

Markmiðið með bilmælingum (e. gap intercept) er að fá upplýsingar um stöðuleika jarðvegsins, m.a. gagnvart frostlyftingu og flæði vatns, sem og upplýsingar um hvernig gróður og steinar dreifast yfir svæðið. Við vöktun beitarlanda víða um heim hefur verið þróuð stöðluð aðferðafræði sem mun vera notuð við þessar mælingar (sjá t.d. Herrick o.fl., 2017).

Gengið er eftir 50 m sniðinu, hægra megin málbandsins, og litið til þess yfirborðs sem liggur beint í línu undir málbandinu. Staðsetning (og þ.a.l. lengd) bila er gefin upp í cm, frá 0-5000 cm, eða sem samsvarar 0-50 m (mynd 15). Yfirborðið er flokkað í þrjár yfirborðsgerðir, og þarf hver yfirborðsgerð að ná a.m.k. 10 cm lengd til að teljast sem bil (myndir 16 og 17). Bil er yfirborðsgerð sem nær ≥ 10 cm lengd (mynd 17). Yfirborðsgerðirnar eru eftirfarandi:

- **Óvarinn jarðvegur og laus sina** – til þessa þekjuflokks telst allur jarðvegur (sandur, mold o.fl.), steinar undir 25 cm² sem og laus sina
- **Steinar/klappir** – Steinar og klappir yfir 25 cm²
- **Gróðurþekja** – allur lifandi gróður og föst sina

Vöktunaraðili byrjar athugun sína við upphaf línu (málbands) og skráir yfirborðsgerð við 0 cm og hve langt sú yfirborðsgerð nær, þ.e. hve langt bilið er, og skráir því næst hvaða yfirborðsgerð tekur við. Vöktunaraðili passar að standa beint yfir málbandinu og horfa beint niður, til að sjá sem réttast yfirvarp, þ.e. ekki horfa á línuna frá hlið þar sem það skekkir mælinguna. Fyrir sniðið á mynd 16 hljómar mælingin svo: Gróður 0-27 cm, óvarið yfirborð 27-55 cm, gróður 55-144 cm o.s.frv.

Verki er lokið ef skráðar mælingar ná frá 0-5000 cm og eru skráðar á rétt snið. Öll bil eru ≥ 10 cm á lengd.



Mynd 14. Við tegundaskráningu gengur einn (eða tveir) vöktunaraðili eftir sniðunum og skráir allar æðplöntutegundir, og valda fléttu- og mósahópa, sem finnast í 1 metra radíus frá línu. Til að auðvelda mælenda að mæla 1 metra frá línu er meðferðis sérútbúin 2 metra mælistika (sýnd á mynd). Almennt skal eingöngu ganga hægra megin (austan og sunnan) við línuna ef ekki hefur verið lokið við allar aðrar mælingar á sniði til að traðka ekki á rannsóknarsvæðinu.

▼ **Bilamælingar**

ATH að bil eru mæld í heilum **cm** ekki **m**!

Bil þarf að vera amk 10 cm til að teljast með. Mælingarnar eiga samtals að spanna frá **0-5000 cm** og lok síðustu mælingar er upphaf næstu mælingar, þ.e. ef eitt bil endar á 435 cm þá hefst næsta bil á 435 cm.

▼ **Bilamælingar með dropdown**

Þekjurgerð *

Gróður Veljið þekjuflokk bilsins og skráið upphaf þess og enda í heilum **cm**

upphaf (cm) * endir (cm) *

eru öll bil örugglega skráð með upphaf og endi í **cm** ??

☹️ og spanna bilin frá **0-5000 cm**? byrjar fyrsta skráða bil á 0? Endar síðasta bilið á 5000? Er ekki örugglega hver sentimetrí á sniðinu með en þó ekki oftar en einu sinni?

< 2 of 2

Mynd 15. Bilamælingar í Survey123. Gengið er eftir 50 m sniðinu og litið til þess yfirborðs sem liggur beint í línu undir málbandinu. Út frá staðsetningu á málbandi er staðsetning yfirborðsgerða (óvarinn jarðvegur, steinar/klappir, gróður) sem lenda undir línunni skráð. Skráð er hvar sá þekjuflokkur byrjar og hvar hann endar. Staðsetning (og þ.a.l. lengd) bila er gefin upp í cm, frá 0-5000. Fyrir hvert nýtt bil þarf að bæta við nýjum skráningarglugga með því að smella á plúsinn niðri í hægra horni. Tölurnar vinstra megin við plúsinn (hér 2 of 2) gefa til kynna fjölda skráninga.

Mælingar eru gerðar beint lárétt yfir málbandinu en ekki á ská við sniðið.

3. Þéttleiki trjáa

Þekja runna og trjáa er metin með því að telja allar trjáplöntur (0,5 m og hærrí) sem finnast innan eins metra frá miðpunkti hvernar línu (mynd 2, bls. 9), ef fjöldi trjáplantna er yfir 50 er nákvæmur fjöldi ekki skráður heldur einungis hakað við „> 50 plöntur“.

Verki er lokið þegar fjöldi trjáplantna á sniði hefur verið metinn og skráður á réttan stað á eyðublaðinu.

4. Gróðurhæð

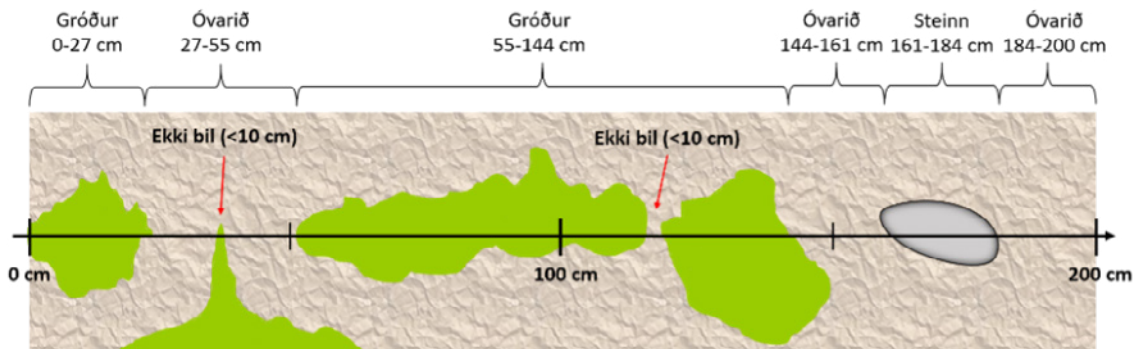
Gróðurhæðin er mæld á tveggja metra fresti á sniðinu við 2, 4, 6 metra o.s.frv. Tommustokk er stungið hornrétt niður, hægra megin línunnar, og lesið á hæsta punkt þar sem æðplanta snertir

tommustokkinn (skoða u.þ.b. 0,5 cm í allar áttir umhverfis reglustikuna, mynd 18). Gróðurhæð er námunduð að næsta heila cm. Mosi og aðrar lágplöntur eru ekki mældar til gróðurhæðar en föst sína er mæld. Til að viðhalda óhlutdrægni við mælingar skal vöktunaraðili setja reglustikuna niður án þess að miða, t.d. með því að loka augunum eða horfa frá. Þetta er gert svo að vöktunaraðili velji ekki, meðvitað eða ómeðvitað, ákjósanlegan punkt til að mæla.

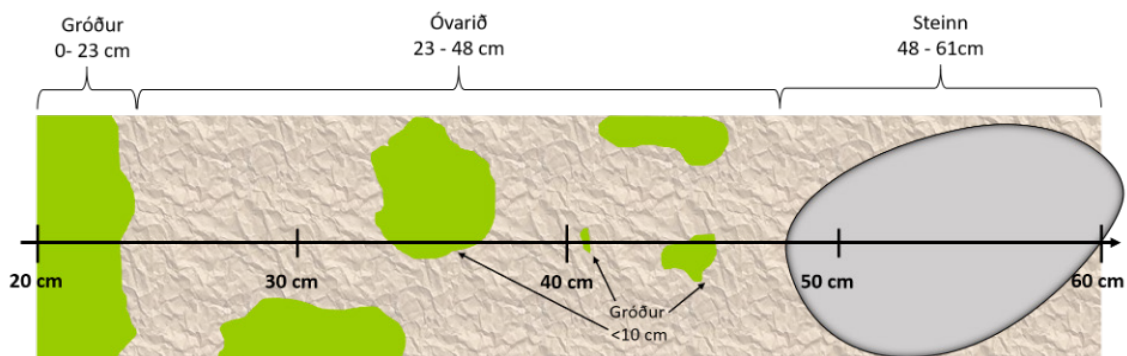
Verki er lokið þegar gróðurhæð hefur verið skráð fyrir hvern mælipunkt og skráningar eru færðar inn fyrir rétt snið.

5. Jarðvegsdýpt

Á sama stað og gróðurhæð er mæld (þ.e. með tveggja metra millibili) er jarðvegsdýpt metin með jarðvegsprjóni. Jarðvegsprjóninum er stungið niður,



Mynd 16. Skýringarmynd af bilamælingum, eins og séð úr lofti. Eingöngu það yfirborð sem liggur undir málbandinu er til skoðunar. Byrjað er að skrá þá yfirborðsgerð sem er undir málbandinu á 0 cm og skráð hvar það bil endar, hér Gróður 0-27 cm. Næst tekur við óvarinn jarðvegur, 27-55 cm o.s.frv. Yfirborðsgerðir undir 10 cm eru ekki taldar með. Til dæmis er örllitill gróður á bili 27-55 en ekki nógu breitt bil til að skipta um yfirborðsgerðarflokk. Þetta heldur áfram þar til síðasta bili lýkur á 5000 cm.



Mynd 17. Við skráningu í bilaflokka er miðað við þá yfirborðsgerð sem er ríkjandi á bilinu, yfirborðsgerð undir 10 cm á lengd telst ekki sem sér bil. Hér sjást litlir gróðurbútar á bilinu 23-48 en það telst þó til óvarins svæðis þar sem engin þeirra nær 10 cm í þvermál.



Mynd 18. Gróðurhæð mæld á sniði. Alla jafna er best að tveir vöktunaraðilar sameinist um gróðurhæðarmælingar, þar sem annar mælir á meðan hinn skráir. Sá sem mælir rekur stikuna blint niður u.þ.b. á réttum stað við málbandið og mælir efstu snerntingu rótfasts gróðurs við stikuna.



Mynd 19. Jarðvegsdýpt er mæld með svokölluðum jarðvegsprjóni sem er stungið niður í jarðveginn. Prjóninn er merktur með hökum á 10 cm bili til að einfalda mælingar.

hægra megin við línu, og mælt hversu langt hann fer niður í jörðina (mynd 19). Jarðvegsdýpt er námunduð að næstu fimm cm, en ef jarðvegsprjóninn fer lengra en 30 cm niður í jörðina er dýptin skráð sem ≥ 30 cm. Til að viðhalda óhlutdrægni við mælingar skal vöktunaraðili setja prjóninn niður án þess að miða, líkt og með mælinguna á gróðurhæð.

Verki er lokið þegar jarðvegsdýpt hefur verið skráð fyrir hvern mælipunkt. Skráningar eru færðar inn fyrir rétt snið.

Flokkarnir byggja á vaxtarformi (e. growth form) plantnanna en einnig sameiginlegum vistfræðilegum einkennum. Til að mynda er runnum skipt upp í runna (og tré) og smárunna og þar að auki eru sumar- og sígrænir smárunnar aðgreindir m.a. vegna ólíkrar svörunar þeirra við umhverfisbreytingum, ólíkra kjörbúsvæða o.fl. (sjá t.d. Elmendorf o.fl., 2012). Framandi tegundir eru teknar út fyrir þessa flokkun þar sem það skiptir miklu máli að fylgjast vel með útbreiðslu og dreifingu þeirra.

Pinnamælingar eru fljótleg leið til að meta gróður- og jarðvegsþekju og veita upplýsingar um rofferla, ísig og þanþol svæða.

Verki er lokið þegar skjalið er útfyllt, bæði fyrir S-N og V-A sniðið og það vantar enga mælingu, það er alltaf skráning fyrir a.m.k. neðstu snertingu (jörð). Allar aukaupplýsingar hafa verið skráðar í skjalið; dagsetning, reitarnúmer, nöfn vöktunaraðila og snið (S-N eða V-A).

Mælibreytur og ástand lands

Í köflunum hér á undan var fjallað um aðdraganda að verkefninu og þróun aðferðafræði við vöktun gróðurs og jarðvegs í vöktunareitum GróLindar. Þessi kafli fjallar ítarlegar um aðferðirnar, tengingu þeirra við mælibreyturnar og hlutverk þeirra og fræðilegan grunn fyrir notkun þeirra.

Myndataka

Vöktun með myndatöku frá föstum punkti (e. photo point monitoring) er einföld, ódýr og fljótleg aðferð til að skrásetja sjónrænar breytingar á landslagi og gróðri frá einum tíma til annars (Hall, 2002; Herrick o.fl., 2017; R. H. Webb o.fl., 2010). Hún felur í sér að taka ljósmyndir af sama svæðinu með reglulegu millibili. Það sem skiptir mestu máli við þess konar vöktun er að ljósmyndirnar séu sambærilegar. Ljósmyndirnar þurfa að vera teknar á sama svæði, í sömu stefnu og með sama aðdrætti á linsu. Sú aðferðafræði sem er notast við hér þykir góð

og hefur verið nýtt um allan heim í mismunandi vöktunarverkefnum (Hall, 2001, 2002). Endurteknar myndatökur í hvert skipti sem mælingar eru gerðar í reit veita sjónrænt mat á breytingum á gróðri og rofi í reit. Jafnframt er hægt að nota myndirnar til hliðsjónar við úrvinnslu gagna og til að hjálpa til við að finna reitinn að nýju til að endurtaka mælingar.

Gróðurþekja

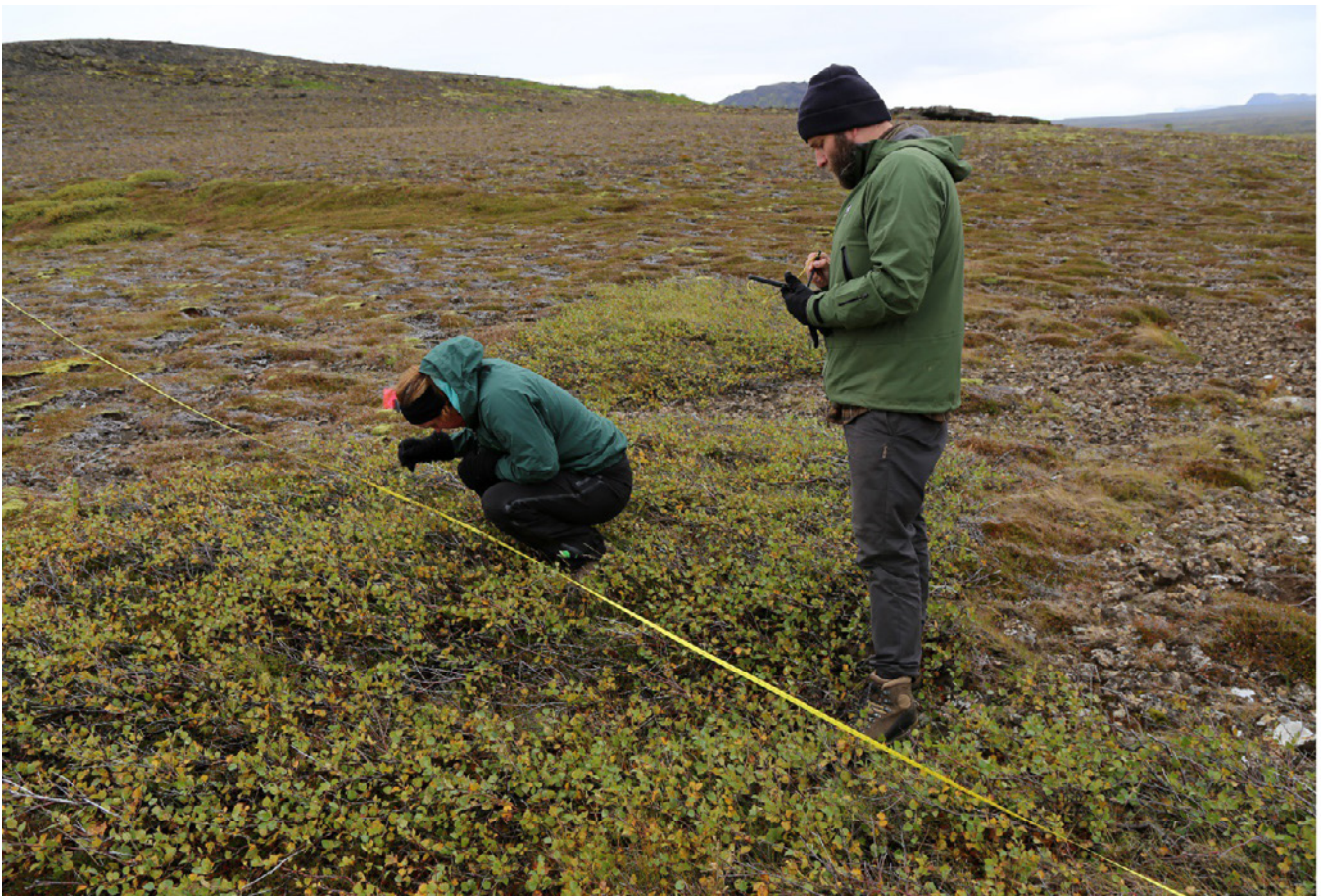
Gróðurþekja er einn þeirra þátta sem hefur áhrif á ísig vatns, en ísig er mælibreyta fyrir getu vistkerfis til að taka við vatni (Berglind Orradóttir o.fl., 2006). Gróðurþekja eykur m.a. ísig vatns með því að hafa áhrif á snjóþekju, en hávaxið og vel gróið gróðurlendi safnar í sig meiri snjó og dregur þannig úr myndun þétts jarðvegsklaka sem ella minnkar ísigshraða jarðvegs (Berglind Orradóttir o.fl., 2006; Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Gróðurþekjan sjálf einangrar líka jarðvegin og dregur þannig úr klaka- og ísnálamyndun í jarðveginum, en ísnálar geta lyft smáum plöntum og nýgræðlingum upp úr jarðveginum og þannig stuðlað að áframhaldandi rofi á opnum blettum, og jafnframt hindrað uppgræðslu þeirra (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Jafnframt eykur þéttur gróður ísig með því að draga úr afrennsli í kjölfar rigninga, svo rigningavatnið náí að seytle niður í jarðvegin (Foster o.fl., 1985). Yfirborðsþekja gróðurs, fastrar sinu, steina, hnullunga og klappa, sem hylja jarðvegin til frambúðar, er einnig mikilvæg til að minnka eða hamla rofmætti fallandi regndropa (Foster o.fl., 1985; Tongway og Hindley, 1995; Zuazo og Pleguezuelo, 2008). Með minnkandi gróðurþekju minnkar viðnámið á yfirborði sem leiðir af sér að högg regns á jarðveg er meira og jarðvegurinn hefur þá tilhneigingu til að flosna upp og rofferli byrja. Enn fremur eykur gróðurþekja stöðugleika og samloðun jarðvegsagna (e. soil aggregate stability and cohesion) (Zuazo og Pleguezuelo, 2008). Auk þess sem plöntur hindra rof með því að hylja jarðvegin eiga rætur plantna stóran þátt í að binda jarðvegin (Foster o.fl., 1985; Zuazo og Pleguezuelo, 2008).

Rofgerð og einkunn

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“ og rof birtist í ýmsum rofgerðum (Ólafur Arnalds o.fl., 1997), en rofgerðirnar sýna hvernig jarðvegurinn bregst við vind- og vatnsrofi (Tongway og Hindley, 1995). Orsakir jarðvegsrofs eru m.a. regn og vindar, sem grípa lausar jarðvegsagnir og bera á brott. Gróður, sina og grjót sem hylja jarðvegin og verja fyrir ágangi veðurs spila þ.a.l. lykilhlutverk í verndun gegn jarðvegsrofi (Foster o.fl., 1985; Pimentel og Kounang, 1998).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	GRÓÐURMÆLINGAR - LINE POINT INTERCEPT									
2	ATH! MUNIÐ AÐ VISTA SKJALIÐ Í RÉTTA MÖPPU, MEÐ RÉTTU REITARNÚMÉRI ÁÐUR EN MÆLINGAR HEFJAST!									
3	Nöfn skrásetjara:									
4										
5	Verkefni:	11393 Grólinn								
6	Reitur nr:		Snið:							
7	Dagsetning:									
8	Punktanr.	Kóði 1	Kóði 2	Kóði 3	Kóði 4	Kóði 5	Jörð			
9	0							Kóði	Heiti	
10	0.5							T	Tré og runnar	
11	1							SI	Sígrænir smárunnar	
12	1.5							SU	Sumargrænir smárunnar	
13	2							BJ	Blómjurtir	
14	2.5							A	Ágengar tegundir	
15	3							G	Grös og hálfgrös	
16	3.5							BR	Byrkningar	
17	4							SL	Laus sína	

Mynd 20. Skjáskot af útfylltu LPI eyðublaði. Efsta snerting gróðurs við pinna er skráð undir „kóða 1“ o.s.frv., en neðsta snerting er alltaf skráð undir „jörð“. Þannig geta kóði 1-5 verið tóm ef pinninn snertir ekkert nema við jörðu, en alltaf þarf að skrá eitthvað í síðasta dálkinn, „jörð“. Til hliðar við eyðublaðið er listi yfir kóða hvers flokks. Á annarri síðu (sheet) í skjalinu er að finna ítarlega útskýringu á hverjum flokki fyrir sig (Tafla 9).



Mynd 21. Tveir vöktunaraðilar framkvæma pinnamælingar á línu. Sá sem mælir stingur fánanum niður á 50 cm fresti, án þess að miða (gott að horfa frá, loka augunum) og tilkynnir svo ritara hvaða flokkar snerta pinnann, frá efstu snertingu og niður að jörð. Gott er að skiptast á verkum þar sem pinnamælingar geta verið erfiðar fyrir bakið.

Jarðvegsrof orsakast líka af frosti í jörð; ísnálar í auðum jarðvegi ýta jarðvegskornum upp á yfirborðið þar sem þau sitja laus þegar ísinn bráðnar og geta borist burt með vindum eða vatni (Ólafur Arnalds o.fl., 1997). Frostlyfting bæði á auðnum og á grónum svæðum er einkum algeng á Íslandi bæði vegna tíðra hitasveiflna í kringum frostmark og vegna þess að íslenskur jarðvegur (eldfjallajörð, e. andosol) hefur sérstaklega mikla vatnsrýmd (Ólafur Arnalds, 2008, 2010) svo það er jafnan mikið af vatni í jarðveginum sem getur frosið. Leirsteindirnar allófan og ferrihýdrít ljá eldfjallajörð þessa miklu vatnsrýmd, en vatnsmettun veldur jafnframt tapi á samloðunareinkennum þeirra, sem útskýrir kvikuhegðun (e. thixotrophy) í íslenskum jarðvegi (Ólafur Arnalds, 2010). Kvikuhegðun er þannig að jarðvegurinn getur innihaldið/bundið mikið vatn án þess að virðast gegnsósa, þar til utanaðkomandi rask (s.s. traðk dýra og manna, akstur ökutækja) veldur því að jarðvegurinn nær flæðimarki (e. liquid limit) og breytir snögglega um útlit og hegðun, eins og jarðvegurinn verði gegnsósa á augnabliki. Þetta getur svo drifið áfram jarðvegsrof og jafnvel skriðuföll (Ólafur Arnalds, 2010, 2015).

Jarðvegsrof er vísibreyta fyrir tap á getu lands (Davenport o.fl., 1998; Dormaar og Willms, 1998) enda dregur það almennt úr framleiðni (e. productivity) flóru og fínu á og í jarðvegi og skerðir líffræðilega fjölbreytni (Pimentel og Kounang, 1998). Gerð og virkni jarðvegsrofs segir til um stöðugleika jarðvegs, en því meira sem rofið er þeim mun minni er stöðuleiki jarðvegsins. Oftast hefur jarðvegur næst yfirborðinu mest magn lífrænna efna og næringarefna, sem m.a. stjórnar vatnsleiðni jarðvegsins og er nauðsynlegt fyrir lifun plantna, sérstaklega kímplantna. Því meira sem rofið er, þeim mun meira er hugsanlegt tap af lífrænum efnum, og þeim mun minni er virkni í jarðveginum (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015; Zuazo og Pleguezuelo, 2008).

Jarðvegur er mikilvægur fyrir geymslu kolefnis, en þar er bundið meira kolefni en samtals í andrúmslofti og gróðri (Ólafur Arnalds, 2015). Mest kolefni er að finna í efstu lögum jarðvegs, þar sem er lífrænt efni (Ólafur Arnalds og Jón Guðmundsson, 2020). Við jarðvegsrof losnar úr læðingi gífurlegt magn koltvísýrings og annarra kolefnissambanda. Jarðvegseyðing er því ein af orsökum loftslagsbreytinga, með því að auka losun koltvísýrings út í andrúmsloftið (Pimentel og Kounang, 1998).

Íslenskur jarðvegur, eða eldfjallajörð (e. andosol), er einkum frjósamur, og hefur mikla rýmd fyrir næringarefni. Eitt einkenna hans er t.d. allt að 25% kolefnisinnihald, og jafnvel >30% í votlendisjarðvegi (Ólafur Arnalds, 2015). En leirsteindirnar (allófan og

ferrihýdrít) sem ljá eldfjallajörðinni þessa eiginleika valda því jafnframt að hún hefur litla samloðun, og er þ.a.l. einkar viðkvæm fyrir rofi (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Ekki er nóg með að kolefni losni úr vistkerfum vegna jarðvegsrofs, heldur veldur jarðvegsrof sömuleiðis rýrnun á kolefnisbindingu úr andrúmsloftinu með því að minnka gróðurhuluna, en það er einmitt að miklu leyti gróðurinn sem bindur kolefni í jarðveginum (Ólafur Arnalds og Jón Guðmundsson, 2020). Samtímis dregur því úr getu vistkerfis til að binda kolefni og losun þess eykst. Enn ein afleiðing jarðvegseyðingar er grynnkun jarðvegs og minnkun þess svæðis sem rætur geta nýtt sér fyrir upptöku vatns og næringar, og til að festa sig (Foster o.fl., 1985).

Vistgerð

Vistgerð er „landeining sem býr yfir ákveðnum eiginleikum hvað varðar gróður, dýralíf, jarðveg og loftslag. Innan sömu vistgerðar eru aðstæður með þeim hætti að þar þrífast svipuð samfélög plantna og dýra (Náttúrufræðistofnun Íslands). Á Íslandi eru skilgreindar 64 vistgerðir á landi sem flokkast í 12 vistlendi. Hver vistgerð hefur fengið ákveðið verndargildi, byggt á fágæti, tegundaaudgi, grósku og kolefnisforða hennar (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016). Vistgerðir eru mikilvæg mælibreyta fyrir ástand lands þar sem þær fela í sér verndargildi svæðisins, auk upplýsinga um jarðvegseinkenni, algengar plöntutegundir, gróðurþekju, raka í jarðvegi og fleira (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016). Íslenska vistgerðaflokkunin byggir á Evrópska flokkunarkerfinu EUNIS (the European Nature Information System) og hver íslensk vistgerð hefur sína EUNIS flokkun samhliða þeirri íslensku.

Lagskipting gróðurs

Steindór Steindórsson (1964) skipti íslenskum gróðursamfélögum í fjögur hæðarlög: trjálag, runnalag, graslag og svarðlag/mosalag. Hér er graslag kallað jurtaglag (grös, hálfgrös, og jurtir) og smárunnar fá eigin flokk, en þeir flokkast undir graslag skv. flokkun Steindórs. Hvert lag hefur ákveðin áhrif á vistkerfið og þolir mismikið rask og álag, þ.e. þau hafa mismikið þanþol (e. resilience). Á hálendismelum/auðnum og á söndum vantar oft öll gróðurlög, eða þar er eingöngu svarðlag og/eða rýrt jurtaglag. Í mosapembum finnst jafnan bara svarðlag, en gróskumikil kjarrlendi geta samanstðið af öllum gróðurlögum (Steindór Steindórsson, 1964). Eins og kemur betur fram í kaflanum um yfirborðsgerð hér að neðan, skipta plöntur ólíkra gróðurlaga mismiklu máli fyrir þanþol og virkni vistkerfa. Öll lögin skipta máli á sinn hátt, og hvarf eins þeirra úr gróðurlendi eða jafnvel vistkerfi getur haft skaðleg áhrif á þau gróðurlög sem eftir sitja (Ágúst H. Bjarnason,

2018). Blómlendi, kjarllendi og skóglendi hafa oftast að geyma öll gróðurlögin. Þessi gróðurlendi njóta góðs af skjóli og snjósöfnun runna og trjáa, góðum vatnsbúskap og þétt og lagskipt gróðurhulan ver jarðveginn fyrir raski, t.d. af völdum eldgosa, beitardýra og mannaferða (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Rýrt mólendi hefur ekki jafn mikið þanþol, og samanstendur jafnan bara af tveimur gróðurlögum, svarðlagi og jurtalagi. Jurtalagið í rýru mólendi er þó oft hverfandi. Minnst þanþol hafa skert og illa gróin svæði, þar sem svarðlag er rofið eða ekki til staðar og önnur gróðurlög vantar (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015).

Hrjúfleiki yfirborðs

Hrjúfleiki yfirborðs er mat á því hversu vel yfirborðið heldur í vatn, en því hrjúfara sem yfirborðið er, þeim mun meira er viðnám þess og það heldur betur í vatn (Foster o.fl., 1985; Tongway, 1994; Tongway og Hindley, 1995) og auðveldar þannig ísig. Jafnframt minnkar rof í grónum svæðum með auknum hrjúfleika, þar sem stærri fyrirbæri eins og steinvöður og hnellingar skolast síður (eða ekki) burt með vatni og fjúka ekki í vindi, ólíkt fíngerðari efnum eins og leir og sandi (Pellant o.fl., 2020). Slíkar ójöfnur auka einnig viðnám yfirborðsins og draga þannig úr rofmætti vinda og regns. Sina safnast upp við ójöfnur í jarðvegi, s.s. upp við grjótt, svo hún helst í kerfinu og næringarefni skila sér til jarðvegsins við niðurbrot (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Sömuleiðis eykur hrjúft yfirborð jarðvegs framboð fræseta (Ásrún Elmarsdóttir o.fl.,

2003; Bryndís Marteinsdóttir o.fl., 2013); fræin, líkt og sina, safnast upp við t.d. grjótt, og haldast þannig í kerfinu í stað þess að fjúka eða skolast burt með vatni (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Hrjúfleiki yfirborðs er frekar stöðugur, og breytist lítið nema vegna mikillar frostlyftingar eða vatns- og vindrofs (fínustu efnin fjúka/renna í burtu og grófari efni sitja eftir) eða ef óvarið yfirborð verður þakið gróðurþekju.

Jarðvegshola

Kornastærð og eiginleikar jarðvegs

Ólíkar kornastærðir jarðvegs búa yfir ólíkum eiginleikum. Til að mynda hefur kornastærð yfirborðsjarðvegs mikil áhrif á gegndræpi og ísig jarðvegs (sjá töflu 10, Berglind Orradóttir o.fl., 2006; Foster o.fl., 1985; Tongway og Hindley, 1995), en hægt ísig og yfirborðsafrennsli vatns eru dæmigerð einkenni hnignaðs jarðvegs (Dexter, 2004). Sömuleiðis ræðst rofgirni (e. erodability) jarðvegs að einhverju leyti af kornastærð og samloðun (e. cohesiveness) yfirborðsjarðvegs, og grófur, sandmikill jarðvegur er sérlega viðkvæmur fyrir rofi en einnig önnur fíngerð jarðvegskorn (Pellant o.fl., 2020; Pimentel og Kounang, 1998). Samloðun jarðvegskornanna má rekja til þyngdar- og núningskrafta, og jarðvegur með mikla samloðun krefst meiri rofkrafta en t.d. sandur. Leirinnihald í jarðvegi eykur samloðun, en sandkorn hafa enga samloðun og eru þ.a.l. næmari fyrir rofi, og siltinn jarðvegur er almennt talinn vera viðkvæmastur

Tafla 10. Jarðvegsáferðarflokkar og gegndræpi þeirra (aðlagð frá Tongway og Hindley, 1995).

Kornastærð jarðvegs	Gegndræpi	Flokkur
Siltinn leir og leir (Silty clay to heavy clay)	Mjög hægt ísig vatns	1
Sendinn leirmold og sendinn leir (sandy clay loam to sandy clay)	Hægt ísig vatns	2
Sendin mold og siltin mold (sandy loam to silty loam)	Meðal ísig vatns	3
Sandur, myldinn sandur og leirkenndur sandur (sandy to clayey sand)	Hratt ísig vatns	4

fyrir rofi (Foster o.fl., 1985; Pellant o.fl., 2020). Leir í íslenskum eldfjallajarðvegi (algengasta jarðvegsgerðin) er hins vegar að mestu leyti allófansteindir, en þær skera sig úr frá öðrum leirsteindum, eru hringlaga og hafa mjög litla samloðun. Leirinnihald í íslenskum jarðvegi hefur því aðra þýðingu en víða erlendis, og gerir jarðveginn óstöðugan gagnvart rofi (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Jafnframt safnast íslensku leirsteindirnar gjarnan saman og mynda samheldnar þyrpingar á stærð við silt, og hafa rofgjarna eiginleika siltkorna. Vegna þessara einkenna er ekki hægt að notast við hefðbundnar greiningaraðferðir til að meta kornastærðir, heldur er notast við áðurnefnda finguraðferð (Ólafur Arnalds, 2015). Kornastærð skiptir líka máli fyrir þanþol vistkerfa, þ.e. hversu fljótt og vel þau jafna sig eftir rask. Til að mynda veldur sandur í jarðvegi því að þanþol er almennt minna en í jarðvegi án sands (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Kornastærð er metin út frá hlutfallslegri samsetningu sands, moldar og leirs (Dexter, 2004; Ólafur Arnalds o.fl., 2005). Tongway og Hindley (1995) skiptu kornastærð í fjóra flokka eftir gegndræpi þeirra (tafla 10).

Þykkt og staðsetning A-lags

A-lag er yfirborðslag jarðvegs þar sem rötarkerfi plantna er. Í laginu er virkni lífvera mest og hringrás næringarefna örúst. A-lagið er oft dekkra en þau lög sem neðar eru, vegna meira magns lífrænna efna (Ólafur Arnalds o.fl., 2005; Staff, 2017). Þar sem mikil jarðvegseyðing og/eða öskufall hefur átt sér stað má gera ráð fyrir að A-lagið sé ekki efsta lagið í jarðvegi eða að það sé jafnvel alveg horfið. Með A-laginu hverfur lífræna virkni og næringarhringrásin sem því fylgir.

Gjóskulög

Gjóskulög er safnheiti yfir ösku- og vikurlög í jarðvegi, en gjóska er allt loftborið gosefni. Gjóskulög geta haft áhrif á vatnsbúskap svæða með því að hamla eða hindra alla hreyfingu vatns upp á við úr neðri jarðvegslögum í þau efri, sem og ísig niður í neðri jarðlög. Við þessar aðstæður getur verið erfitt fyrir plöntur með stuttar rætur að ná í vatn úr jarðvegi, en plöntur með lengri rötarkerfi, t.d. birki, þola það betur þar sem ræturnar ná niður fyrir hindrandi gjóskulög og komast í snertingu við vatn í neðri jarðvegslögum (Ólafur Arnalds, 2015).

Plöntutegundir í reit

Ríkjandi tegund(ir)

Í hverjum reit er skráð ríkjandi æðplöntutegund. Þetta er sú tegund sem er mest áberandi á svæðinu,

hefur mesta þekju og er oft með hlutfallslega mikinn lífmassa. Gróður skiptist í fjölda gróðurfélag og það eru ríkjandi tegundirnar sem einkenna hvert gróðurfélag (Steindór Steindórsson, 1980). Rannsóknir á gróðursamfélögum benda til þess að ríkjandi plöntutegundir eigi meiri þátt í að mynda og viðhalda þanþoli og viðnámi gróðursamfélaga sem og framleiðni þeirra og að breytingar á þekju þeirra skipti meira máli en breyting á tegundasamsetningu annarra tegunda í samfélaginu (Grime, 1998). Upplýsingar um ríkjandi plöntutegund geta líka veitt innsýn í stöðu gróðursamfélagsins s.s. vegna beitar á svæðinu, framvindustig o.fl.

Vistfræðilega mikilvægar tegundir

Hugtökin vistmeitill (e. ecosystem engineer) og lykiltegund (e. keystone species) eru notuð yfir tegundir sem gegna einkar mikilvægu hlutverki í viðhaldi og virkni vistkerfa. Vistmeitill er tegund sem mótar aðgengi annarra tegunda að auðlindum með því að breyta eðlisástandi lífrænna og/eða ólífrænna efna og breyta þannig aðstæðum í búsvæði sínu (Jones o.fl., 1994). Lykiltegundir eru þær tegundir sem hafa hlutfallslega meiri áhrif á umhverfi sitt (s.s. samsetningu, dreifingu og þéttleika tegunda í vistkerfi) en ætla mætti miðað við stærð þeirra eða fjölda (Paine, 1995). Áhrifin birtast m.a. í því að vistmeitill getur veitt skjól, aukið framboð ákveðinna næringarefna eða gert jarðveg stöðugri (Totland og Esaete, 2002). Birki og víðir eru líka á meðal tegunda sem sjá fyrir svokallaðri fyrirgreiðslu (e. facilitation), en það er þegar tegund eða tegundir í frumframvindu breyta svæðum á þann hátt að fleiri tegundir geti fylgt á eftir í gróðurframvindu á svæðinu (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir, 2006b; Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015).

Erlendis hafa rannsóknir sýnt fram á mikilvægi víðitegunda (*Salix* spp.) í vistkerfum sínum, en víðieinstaklingar hafa jákvæð áhrif á fjölda plöntutegunda sem vaxa undir laufþaki þeirra eða í nálægð við þá t.d. með aukningu á lífmassa og auknu aðgengi að vatni (t.d. Totland og Esaete, 2002). Víðirunnar veita öðrum plöntum skjól frá umhverfisáreiti, virka sem frægildrur og geta einnig aukið raka- og næringarframboð í umhverfi sínu (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir, 2006b; Vigdís Freyja Helmutsdóttir, 2022).

Birki (ilmbjörk, *Betula pubescens*) gegnir líka mikilvægu hlutverki í vistkerfum, m.a. með því að auka niðurbrot lífræns efnis, auka framboð aðgengilegs köfnunarefnis (þ.e. á því formi sem nýtist plöntum, e. mineralised nitrogen) og fosfórs í jarðvegi (Ruth J. Mitchell o.fl., 2010; R.J. Mitchell o.fl., 2007). Birki á sömuleiðis stóran þátt í að vernda íslenskan jarðveg fyrir rofi vatns og vinda (Kesara

Anamthawat-Jónsson og Ægir Þór Þórsson, 2004).

Loðvíðir (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir, 2006b) og birki (Ása L. Aradóttir og Þröstur Eysteinnsson, 2005) þola áfok og gjóskufall vel. Það má því leiða líkum að því að svæði þar sem þessar plöntur vaxa í einhverjum mæli hafi meira þanþol en önnur. Birki og víðitegundir eru svokallaðir frumherjar; nema auðveldlega land á erfiðum svæðum, hvort sem um ræðir graslendi eða örfoka land og greiða leiðina fyrir aðrar tegundir. Þær veita smærri plöntum skjól frá vindi, bæta vatnshag og safna snjó (Andrés Arnalds, 1989; Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015; Vigdís Freyja Helmutsdóttir, 2022). Þær eru því mjög mikilvægar bæði fyrir frumframvindu og fyrir uppvöxt smærri og viðkvæmari tegunda hvar sem þær vaxa.

Melgresi (*Leymus arenarius*) bindur sand og annan jarðveg með löngum rótum sínum og dregur úr rofvirgni vinda og regns. Plönturnar eru harðgerðar, hafa þykk blöð og sterkt rôtarkerfi sem gerir það að verkum að þær þola vel sandfok og aðra rofkrafta. Á Íslandi er melgresi ekki bundið við sjávarstrendur líkt og erlendis heldur vex það víða um land og allt frá fjörum upp á hálandið. (Sveinn Runólfsson, 1988). Auk þess að skipta lykilmáli fyrir bindingu sanda greiðir melgresið leiðina fyrir landnámi annarra plöntutegunda á erfiðum svæðum, er frumherjategund líkt og birkið (Sigurður H. Magnússon og Kristín Svavarsdóttir, 2007; Sveinn Runólfsson, 1988).

Nitur skiptir meginmáli fyrir vöxt plantna (og raun allra lífvera) en það er oft af skörnum skammti í íslenskum vistkerfum (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015; Sveinn Runólfsson, 1988). Belgjurtir (s.s. baunagras, umfeðmingur og hvítsmári) eru sérstakar að því leyti að þær taka nitur úr andrúmsloftinu og binda, með hjálp baktería í rótarhnyðum sínum, í jarðveginn á því formi sem er aðgengilegt öðrum plöntum (Jón Guðmundsson, 1989; Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015; Sveinn Runólfsson, 1988).

Framandi og framandi ágengar tegundir

Rétt eins og ákveðnar tegundir í frumframvindu geta haft jákvæð áhrif á gróðurframvindu með því að auðvelda öðrum tegundum að nema land og vaxa, eru aðrar sem þvert á móti geta hamlað vexti. Þetta eru gjarnan ágengar framandi tegundir og er mikilvægt að fylgjast sérstaklega með þeim (Ólafur Arnalds, 2020; Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Ágengar framandi tegundir vaxa gjarnan hratt og dreifa sér auðveldlega. Þær eru mjög hæfar í samkeppni við innlendar plöntur og geta haft neikvæð áhrif á gróðurframvindu, sérstaklega á röskuðum svæðum þar sem staðargróður er

viðkvæmur, enda voru sumar þeirra fluttar inn vegna þessara eiginleika, til að græða upp land (Ólafur Arnalds, 2020). Framandi tegundir eru tegundir sem hafa borist til landsins fyrir tilstilli mannsins, en eiga ekki rætur að rekja til Íslands. Aðeins lítt hluti framandi tegunda teljast ágengar, en það þýðir að þær hafi neikvæð áhrif á líffræðilega fjölbreytni í þeim vistkerfum sem þær eru fluttar til eða berast í (NOBANIS) auk neikvæðra áhrifa á efnahag og heilsu manna (Menja von Schmalensee, 2010). Á Íslandi eru tvær framandi æðplöntur skilgreindar sem ágengar: alaskalúpína (*Lupinus nootkatensis*) og skógarkerfill (*Anthriscus sylvestris*) (Náttúrufræðistofnun Íslands og Landgræðsla ríkisins, 2010; Pawel Wasowicz o.fl., 2013). Aðrar framandi tegundir gætu hugsanlega orðið ágengar en svokallaður taffasi (e. lag-phase) þegar framandi tegund er til staðar en áður en hún fer í veldisvöxt getur varið í mörg ár, jafnvel áratugi. Vegna þessa er mikilvægt að skrá fleiri tegundir en þær sem nú eru taldar ágengar. Meðal tegunda sem teknar til skoðunar eru furur (*Pinus* spp.), greni (*Picea* spp.), lerki (*Larix* spp.), alaskaösp (*Populus trichocarpa*), bjarnarkló (*Heracleum mantegazzianum*), dúnmelur (*Leymus mollis*), ígulrós (*Rosa rugosa*), sandfax (*Bromus inermis*) og víðja (*Salix myrsinifolia*) (Hörður Kristinsson og Þóra Ellen Þórhallsdóttir, 2018; Menja von Schmalensee, 2010; NOBANIS; Pawel Wasowicz o.fl., 2013). Listinn hér að framan er þó ekki tæmandi og munu allar framandi tegundir og slæðingar skráðar ef þær finnast.

Tegundalisti

Listi yfir allar plöntutegundir (æðplöntutegundir og valda mosa- og fléttuhópa) í reit er mat á tegundaauðgi (e. species richness, heildarfjöldi tegunda), en það er ein af mælibreytum líffræðilegrar fjölbreytni (Herrick o.fl., 2017). Rannsóknir hafa sýnt að aukin líffræðileg fjölbreytni og gróðurþekja þýðir almennt að vistkerfið hefur meiri framleiðni, meira streymi kolefnis og þar með koltvísýrings, og söfnun köfnunarefnis og fosfórs verður meiri. Þetta leiðir af sér að vistkerfisferlarnir eru öflugri og virkni vistkerfisins máttugri (Naeem o.fl., 1995).

Tegundasamsetning á þátt í að móta þanþol vistkerfa. Rannsóknir á graslendum í Bandaríkjunum benda til þess að tegundaauðgi skipti miklu máli fyrir viðnám og þanþol graslenda gegn þurrki, en einnig öðru raski, s.s. beitardýrum og frosti. Því færri sem tegundir eru, þeim mun viðkvæmari eru graslendi fyrir þurrki. Þetta útskýrist m.a. af því að eftir því sem tegundum fjölga í vistkerfi aukast líkurnar á að ein eða fleiri þoli tiltekið umhverfisrask (Tilman og Downing, 1994). Bæði tegundafjöldi og fjöldi virkniþópa (e. functional diversity) hefur jákvæð áhrif á framleiðni plantna í graslendum, þ.e. með auknum fjölda tegunda eykst lífmassi (g/m²) (Tilman

o.fl., 1997). Samsetning virkniþópa, þ.e. hvaða virkniþópar eru til staðar, skiptir einnig miklu máli fyrir framleiðni í vistkerfi, en virkniþópar hafa ólíka virkni og gegna þ.a.l. ólíkum hlutverkum í vistkerfum og þola ýmsar breytingar misvel (Tilman o.fl., 1997). Utanaðkomandi þættir (s.s. breytingar á framboði næringar, þurrkar, jarðvegsrof eða landnám framandi tegundar) sem breyta samsetningu plöntusamfélags, t.d. með því að fækka eða fjölga tegundum og/eða virkniþópum eru því líklegir til að valda breytingum á virkni (lífmassa) og öðrum ferlum í kerfinu (Tilman o.fl., 1997).

Tegundasamsetning getur líka verið vísbending um beitarálag á svæði, þar sem ákveðnar plöntur eiga það til að hverfa við þunga beit á meðan aðrar dafna (Ása L. Aradóttir o.fl., 1992; Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Mismikill beitarpungi sauðfjár kemur fram á ólíkan hátt, en alla jafna eru beitarpólnar og/eða ekki lostætar (e. unpalatable) tegundir ríkjandi (t.d. smárunnar, sef og starir). Á léttbeittum svæðum eru grös ríkjandi en á svæðum með meðal beitarpunga eru blómjurtir og víðirunnar algengari. Illa farin og þungbeitt svæði einkennast af mosa og fléttum (Ólafur Arnalds og Björn H. Barkarson, 2003).

Tegundasamsetning (ásamt dreifingu, metið með pinnamælingum á línu LPI) veitir upplýsingar um ísig vatns í reit, bæði af yfirborði niður í jarðveginn sem og flutning vatns niður jarðlögin. Margir eiginleikar plöntusamfélaga hafa áhrif á vatnsbúskap svæðis, s.s. rótakerfi, plöntuhæð, niðurbrotsferli og dreifing, svo plöntur með ólík einkenni hafa ólík áhrif m.a. á ísig (Pellant o.fl., 2020).

Sina (e. litter cover)

Sina er samheiti yfir smáa dauða plöntuhluta, s.s. fallin lauf, stilk, minni greinar, aldin o.fl. á jörðinni (Facelli og Pickett, 1991; Tongway og Hindley, 1995). Hér er sinu skipt í fasta og lausa sinu, þar sem vöxtur síðasta árs er oft enn rótfastur t.d. hjá fjölærum grösnum og harðgerðum/trefjaríkum jurtum. Sina sem brotnar niður í vistkerfi er hlekkur í hringrás næringarefna, þar sem næringarefnin losna úr læðingi og verða aðgengileg plöntum í vistkerfinu (Tongway og Hindley, 1995). Mat á þekju sinu í reit dregur því upp mynd af framboði næringar- og byggingarefna í vistkerfinu. Magn sinu í reit er því mælibreyta fyrir ástand og virkni kerfisins, þar sem lítil eða engin sina bendir til minni virkni og/eða ofnýtingar á gróðrinum. Þar sem ástand lands er ágætt er mikil sina í sverði, en í slæmu ástandi er sina lítil eða engin (Sigbrúður Jónsdóttir, 2010). Alla jafna dregur beit úr sinumyndun vegna þess að beitardýrin draga úr lífmassamagni (svo minni lífmassi er tiltækur til að verða að sinu). Beit getur þó líka haft

þveröfug áhrif, þar sem beitardýrin auka magn sinu með traðki og þegar þau éta ekki allt sem þau bíta og traðka (Facelli og Pickett, 1991). Uppsöfnun sinu getur líka haft óbein áhrif á tegundasamsetningu með því að auka uppsöfnun vatns (bæði með því að safna snjó og auka ísig regnvatns), jafna hitastig í jörðinni og hafa áhrif á frost og þýðu með einangrun sinni. Enn fremur veldur uppsöfnun sinu aukningu í meðalplöntuhæð, hugsanlega vegna aukinnar framleiðnigetú plantnanna (Hou o.fl., 2019). Í þétu graslendi getur sina haft heftandi áhrif á nýliðun með því að hindra að fræ, sérstaklega stærri fræ, komist niður að jarðvegi til að spíra, sem þ.a.l. getur stjórnað tegundasamsetningu í gróðursamfélaginu (Hou o.fl., 2019).

Mosar, fléttur og jarðvegsskán

Jarðvegsskán (e. biological soil crust) er samlífi smárra mosa, fléttna, baktería, sveppa og þörunga sem myndar skán á yfirborði jarðvegs (Bowker, 2007). Örvurnar í jarðvegsskán framleiða klístraðar fjölsykrur sem stuðla að samloðunaráhrifum sem m.a. hjálpa til við að binda jarðveginn sem þær þekja, en einnig laust ryk og smáar jarðvegssagnir úr andrúmsloftinu (Belnap, 2003). Jarðvegsskán, sem og mosar og fléttur, eru gjarnan fyrst til að nema autt land (Tongway og Hindley, 1995) og eiga þátt í að gera jarðvegsyfirborðið stöðugra, og þ.a.l. vernda fyrir rofi (Belnap, 2003; Bowker, 2007; Ólafur Arnalds, 2015). Jarðvegsskán er góð mælibreyta fyrir stöðugleika jarðvegs (Tongway og Hindley, 1995) t.d. vegna þess að hún ver undirliggjandi jarðveg fyrir sverfandi afli regndropa og vinda (Belnap, 2003; Evans o.fl., 2017). Víða erlendis hefur jarðvegsskán neikvæð áhrif á vatnsbúskap með því að ýta undir yfirborðsafrennsli vatns, en það er þó breytilegt eftir yfirborðsafreð, þar sem gróf/hrjúf yfirborðsskán getur þvert á móti ýtt undir uppsöfnun og ísig vatns (Belnap, 2006; Ólafur Arnalds o.fl., 1997). Hérlandis er skánin nauðsynleg til að vernda jarðveginn fyrir ísnálamyndun og frostlyftingu, eykur ísig og samloðun jarðvegskorna (e. aggregation) sem jafnframt gerir jarðveginn stöðugri (Ólafur Arnalds, 2015) og er mikilvæg forsenda fyrir landnámi plantna á auðum svæðum t.d. á hálendinu (Ólafur Arnalds o.fl., 1997). Fræ ná festu innan um fellingar í skáninni og ná að spíra og vaxa í stað þess að fjúka eða vera borin burt með afrennsli á auðu landi (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003; Belnap, 2006; Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir, 2006a). Jarðvegsskán getur einnig aukið frjósemi jarðvegs, en sumar af lífverunum sem mynda hana binda köfnunarefni úr andrúmsloftinu og auðga þannig jarðveginn (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir, 2006a; Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Aukið aðgengi að næringu í kjölfarið stuðlar síðan að góðum skilyrðum fyrir

spírun og áframhaldandi vexti nýgræðlinga (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015).

Fléttur, rétt eins og skán og mosar, eru mikilvægar fyrir landnám gróðurs á auðum og/eða röskuðum svæðum á Íslandi. Ef nægur raki er til staðar nema fléttur auðveldlega land á jarðvegi, hylja hann og vernda fyrir veðurraski. Þar að auki eru margar fléttutegundir í sambýli við bláþörunga (e. cyanobacteria) og geta því bundið köfnunarefni í jarðveginn og þannig greitt veginn fyrir landnámi mosa og æðplöntutegunda (Hörður Kristinsson, 2016). Jafnframt getur hrjúft yfirborð fléttna virkað sem fræ- og sinugildra. Fléttur mynda þó sjaldan víðfeðma gróðurþekju ólíkt mosa og æðplöntum, dreifing þeirra er strjálí og dreifðari.

Mosar eru mikilvægir fyrir vatnsbúskap vistkerfa, þeir hafa mikla vatnsrýmd og geta því bundið vatn í miklu úrhelli og miðlað vatni til jarðvegsins í þurrkatíð. Mosinn getur þannig skammtað jarðveginum vatn eftir aðstæðum og þörfum (Ágúst H. Bjarnason, 2018). Eins og hefur komið fram hér að ofan verndar mosabemba (rétt eins og önnur gróðurþekja) jarðveginn líka fyrir jarðvegsrofi, með því að draga úr eða hindra sverfandi áhrif fallandi regndropa og yfirborðsafrennslis. En þykkt mosa skiptir miklu máli, þar sem þunnur mosi hefur önnur áhrif á umhverfi sitt en þykkur mosi. Undir þykkum mosa (12 cm á dýpt) eru hitasveiflur minni, bæði yfir árið og hvað varðar dægursveiflur, og frost helst töluvert lengur í jörðu eftir vetur en í þunnum mosa (3 cm). Af þessu leiðir að á svæðum með þykkar mosabembur styttest vaxtartími æðplantna vegna frosts í efsta hluta jarðvegs þar sem flestar rætur vaxa (Gornall o.fl., 2007). Sömuleiðis hefur mosabýkkt áhrif á aðgengi að köfnunarefni í jarðveginum; þykkari mosabembu fylgir minna aðgengi að köfnunarefni (Gornall o.fl., 2007). Áhrif mosa á æðplöntur, bæði jákvæð og neikvæð, eru ólík milli virkniþópa. Blómjurtum (e. forbs) og trjáplöntum sem vaxa í þunnum mosabreiðum (3 cm) farnast betur en þeim sem vaxa í þykkum mosabreiðum eða án mosa, en áhrifin birtast í vexti forðalíffæra (hvort sem um ræðir stöngla, jarðstöngla eða rætur). Þunn mosabreiða hefur hins vegar ekki jákvæð áhrif á grös og hálfgrös (e. graminoids, hálfgrös eru sef og starir) sem hafa minni vöxt og virkni eftir því sem mosabreiðan þykknar, og græða ekki á þunnu mosalagi (Gornall o.fl., 2011). Mosinn hefur líka áhrif á landnám æðplantna, en kímplöntur þeirra lifa síður í þykkum mosa og njóta góðs af raski t.d. af völdum áfoksefna (Jóna Björk Jónsdóttir, 2009).

Bilamælingar

Bilamælingar veita upplýsingar um möguleika á rofi í reit, með því að meta hlutfall og dreifingu óvarins

jarðvegs og gróðurþekju. Þessar mælingar gefa því svipaðar upplýsingar og mat á rofi og gróðurþekju (sjá hér að ofan). Með bilamælingum er hins vegar hægt að meta hvernig rofið er þ.e. hvort það séu margir litir rofdílar eða eitt stórt rofsvæði. Stór bil af óvörðum jarðvegi eru viðkvæm fyrir vind- og vatnsrofi, en gróður- og steinaþekja ver jarðveginn fyrir rofi, s.s. með því að hægja á vindi og hamla frárennsli vatns, en einnig einfaldlega með því að hylja jarðveginn fyrir roföflunum (Herrick o.fl., 2017).

Þéttleiki trjáa

Þéttleiki trjáa getur haft áhrif á gróðursamfélag t.d. með því að veita skjól fyrir náttúruöflunum, s.s. hlífa fyrir eða draga úr vindi og draga úr fallþunga regndropa. Tré geta einnig veitt dýralífi svæðisins skjól (J. Herrick o.fl., 2005). Skóglendi hafa tiltölulega mikið þanþol gagnvart umhverfisraski, s.s. eldgosum og aurskriðum, og eiga einnig stóran þátt í að draga úr áhrifum rasks á umhverfi sitt. Íslensk skóglendi (birki og víðitegundir) þola vel mikil öskuföll og draga úr áhrifum ösku og annara gosefna á umhverfi sitt með því að binda gjóskuefnin auk þess að draga úr áhrifum vinda sem ella gætu haldið gjóskuefnum á ferð (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2001). Sömuleiðis dregur skóg- og kjarrlendi úr hættum á aurskriðum með því að auka ísig jarðvegs, með því að stöðga jarðveginn með rótum sínum og með því að draga úr áhrifum jarðvegsfrosts.

Gróðurhæð

Gróðurhæð hefur áhrif á viðnám gróðurs (Ólafur Arnalds o.fl., 2010) og svæða (N. P. Webb o.fl., 2014) gegn rofi. Gróður safnar meiri snjó eftir því sem hann er hærri, en það minnkar hættu á rofi, verndar yfirborðið fyrir myndun holklaka og ísnála í jarðvegi og eykur vatnsforða jarðvegsins yfir vaxtartíma plantna. Ísnálar í jarðvegi eru meðal þess sem hefur mest áhrif á lifun ungra plantna á Íslandi, en snjóalög minnka hitasveiflur sem stuðla að myndun þeirra (Berglind Orradóttir og Ólafur Arnalds, 2006; Zhang, 2005). Gróðurhæð hefur áhrif á vindrof, þar sem hærri gróður (auk meiri gróðurþekju) þolir vind betur en lægri og strjálí gróður, með því að draga úr vindhraða og veita aukið skjól undan vindi (Herrick o.fl., 2017; Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). Gróðurhæð hefur einnig áhrif á viðnám og þanþol gróðurs gegn áfoki og öskufalli (Anna María Ágústsdóttir, 2015). Gróðurhæð endurspeglar vistfræðilega virkni vistgerða, t.d. er meiri sinu að finna í gróskumiklum graslendum en rýrari mómum sem hefur bein áhrif á næringarefnahringrás og lífþyngd (e. biomass), og þar með framleiðni (Berner o.fl., 2018).

Jarðvegsdýpt

Dýpt jarðvegs segir til um möguleika plantna til að vaxa og rótfesta sig í vistkerfi, þar sem jarðvegurinn er uppspretta næringar og vatns fyrir plöntur og plöntur festa sig með rótum í jarðveginum. Með jarðvegsrofi getur jarðvegur grynkað töluvert (sjá kafla um rof hér að ofan) og með því skert vaxtarmöguleika plantna (Foster o.fl., 1985; Pimentel og Kounang, 1998). Þar sem rætur fárra plantna vaxa dýpra en 30 cm, er það viðmið haft sem mörk í athugunum GróLindar. Eins og kom fram í kaflanum um jarðveg hér að ofan skiptir jarðvegur líka gífurlegu máli fyrir kolefnisbindingu og næringarhringrásina. Þar skiptir dýpt máli, þar sem hún gefur til kynna magn jarðvegs á staðnum, þ.e., 5 cm jarðvegur hefur ekki jafna virknimöguleika og >30 cm djúpur jarðvegur.

Pinnamælingar á línu (LPI) – yfirborðspekja hópa

Pinnamælingar veita upplýsingar fyrir mat á rofmöguleikum, með því að meta hversu vel jarðvegurinn er hulinn, og þ.a.l. varinn, fyrir rofi. Lagskipting skiptir einnig máli fyrir ísig vatns (Herrick o.fl., 2017). Meiri þekja gróðurs þýðir minni líkur á rofi, bæði vegna vinda og vatns. Neðsta snerting við pinnann (e. basal cover) skiptir hvað mestu máli, en

mikill þéttleiki í gróðri (margar snertingar við pinna, mjög lagskiptur gróður) eykur frekar varnir gegn rofi (Herrick o.fl., 2017). Skógur og kjarr þola yfirleitt hlutfallslega betur áfok en lágvaxnar jurtir og mosar (Elmendorf o.fl., 2012; Hotes o.fl., 2004; Maun, 1998; Zobel og Antos, 1997). Rannsóknir við Blöndulón sýndu að mosar og fléttur hurfu úr þekju við 2,5–5,0 cm þykkann foksand, en flestar blómjurtir, smárunnar og hálfgrös hurfu úr þekju við 5–10 cm áfok (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl., 2009). Áfokstilraunir við Háslón gáfu sambærilegar niðurstöður þar sem mosar og fléttur voru viðkvæmastar fyrir áfoki á meðan grös og runnar þoldu meira áfok (Ólafur Arnalds o.fl., 2010). Birki og hávaxnir víðirunnar geta ráðið úrslitum um hvort vistkerfi nái sér eftir gjóskufall vegna eldgosa (Anna María Ágústsdóttir, 2015; Ása L. Aradóttir og Þróstur Eysteinnsson, 2005; Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir, 2006b), en það getur drepið lágvaxnari gróður sem geymir vaxtarbrodda sína í jarðvegi eða rétt ofan yfirborðs (Anna María Ágústsdóttir, 2013; Ólafur Arnalds, 2013).

Þekja hvers flokks er reiknuð út sem hlutfall þeirra pinna sem snerta þann flokk. Pinnamælingar eru því mæling á þekju en ekki mat og eru þær mæliaðferðir almennt taldar nákvæmari en sjónmat á þekju (Friedmann o.fl., 2009; Kercher o.fl., 2003; Mamet o.fl., 2016).

Heimildir

- Andrés Arnalds. (1989). Endurheimt birkiskóga. Í Andrés Arnalds og Anna Guðrún Þórhallsdóttir (ritstj.), *Græðum Ísland*, árbók II (bls. 89-96): Landgræðsla Íslands.
- Anna María Ágústsdóttir. (2013). Gróður og eldgosavá. Forvarnagildi gróðurs gegn hamförum af völdum eldgosa og eldfjallagjóska. Skýrsla til nefndar um gerð hættumats vegna eldvirkni. Gunnarsholt, Hella: Landgræðslan.
- Anna María Ágústsdóttir. (2015). Ecosystem approach for natural hazard mitigation of volcanic tephra in Iceland: building resilience and sustainability. *Natural Hazards*, 78(3), 1669-1691. doi:10.1007/s11069-015-1795-6
- Ágúst H. Bjarnason. (2018). Mosar á Íslandi: Ágúst H. Bjarnason.
- Ása L. Aradóttir, Ólafur Arnalds og Archer, S. (1992). Hningun gróðurs og jarðvegs. Í Andrés Arnalds (ritstj.), *Græðum Ísland*. Landgræðslan 1991-1992. Árbók IV: Landgræðsla ríkisins.
- Ása L. Aradóttir og Pröstur Eysteinnsson. (2005). Restoration of birch woodlands in Iceland. Í J. A. Stanturf og P. Madsen (ritstj.), *Restoration of Boreal and Temperate Forests* (bls. 195-209). Danvers, MA: CRC Press. doi:10.1201/9780203497784.pt5
- Ásrún Elmarsdóttir, Ása L. Aradóttir og Trlica, M. (2003). Microsite availability and establishment of native species on degraded and reclaimed sites in Iceland. *Journal of Applied Ecology*, 40, 815-823. doi:10.1046/j.1365-2664.2003.00848.x
- Basile, A., Mele, G. og Terribile, F. (2003). Soil hydraulic behaviour of a selected benchmark soil involved in the landslide of Sarno 1998. *Geoderma*, 117(3), 331-346. doi:https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00132-0
- Belnap, J. (2003). The world at your feet: desert biological soil crusts. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(4), 181-189. doi:10.1890/1540-9295(2003)001[0181:Twayfd]2.0.Co;2
- Belnap, J. (2006). The potential roles of biological soil crusts in dryland hydrologic cycles. *Hydrological Processes*, 20(15), 3159-3178. doi:https://doi.org/10.1002/hyp.6325
- Berglind Orradóttir og Ólafur Arnalds. (2006). Áhrif gróðurs á yfirborðsstöðugleika. á Fræðaping landbúnaðarins, Reykjavík.
- Berglind Orradóttir, Ólafur Arnalds og Jóhann Þórsson. (2006). Ísig vatns í jarðveg: Áhrif gróðurs og frosts. á Fræðaping landbúnaðarins 2006.
- Berner, L. T., Jantz, P., Tape, K. D. og Goetz, S. J. (2018). Tundra plant above-ground biomass and shrub dominance mapped across the North Slope of Alaska. *Environmental Research Letters*, 13(3), 035002.
- Björn Traustason og Arnór Snorrason. (2008). Spatial distribution of forests and woodlands in Iceland in accordance with the CORINE landcover classification. *Icelandic Agricultural Sciences*, 21, 39-49.
- Borgþór Magnússon. (2019). Vistgerðarlykill Náttúrufræðistofnunar Íslands - I. Vistgerðir á landi.
- Borgþór Magnússon, Ásrún Elmarsdóttir og Björn H. Barkarson. (1997). Hrossahagar. Aðferð til að meta ástand lands. Rannsóknarstofnun landbúnaðarins og Landgræðsla ríkisins: Rannsóknarstofnun landbúnaðarins og Landgræðsla ríkisins. doi:ISBN9979-60-289-9
- Bowker, M. A. (2007). Biological Soil Crust Rehabilitation in Theory and Practice: An Underexploited Opportunity. *Restoration Ecology*, 15(1), 13-23. doi:10.1111/j.1526-100X.2006.00185.x
- Bryndís Marteinsdóttir, Thóra Ellen Thórhallsdóttir og Kristín Svavarsdóttir. (2013). An experimental test of the relationship between small scale topography and seedling establishment in primary succession. *Plant Ecology*, 214(8), 1007-1015. doi:10.1007/s11258-013-0226-6
- Carignan, V. og Villard, M.-A. (2002). Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 78(1), 45-61.
- Christensen, T., J. Payne, M. Doyle, G. Ibarguchi, J. Taylor, N.M. Schmidt, M. G., M. Svoboda, M. Aronsson, C. Behe, C. Buddle, C. Cuyler, A.M. Fosaa, A.D Fox, S. H., P. Henning Krogh, J. Madsen, D. McLennan, J. Nyman, C. Rosa, J. og Salmela, R. S., M. Soloviev, and M. Wedege. (2013). The Arctic Terrestrial Biodiversity Monitoring Plan. CAFF Monitoring Series Report Nr. 7. CAFF International Secretariat. Akureyri, Iceland.,

- Craig, A. og Thomas, P. (2008). Western Australian rangeland monitoring system for grasslands: field manual. Western Australia, Perth: Department of Primary Industries and Regional Development.
- Dale, V. H. og Beyeler, S. C. (2001). Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological indicators*, 1(1), 3-10.
- Davenport, D. W., Breshears, D. D., Wilcox, B. P. og Allen, C. D. (1998). Viewpoint: Sustainability of pinon-juniper ecosystems - a unifying perspective of soil erosion thresholds. *Journal of Range Management*, 51(2), 231-240.
- Dexter, A. R. (2004). Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, 120(3), 201-214. doi:<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2003.09.004>
- 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.
- Elín Fjöla Þórarinsdóttir, Fanney Ósk Gísladóttir, Arna Björk Þorsteinsdóttir, Sigmundur Helgi Brink og Guðmundur Halldórsson. (2017). Kortlagning á áfallaboli vistkerfa í nágrenni Heklu með tilliti til öskufalls. Skýrsla til Ofanflóðasjóðs. Landgræðsla ríkisins og Landbúnaðarháskóli Íslands: Landgræðsla ríkisins og Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Elmendorf, S. C., Henry, G. H. R., Hollister, R. D., Björk, R. G., Bjorkman, A. D., Callaghan, T. V., Collier, L. S., Cooper, E. J., Cornelissen, J. H. C., Day, T. A., Fosaa, A. M., Gould, W. A., Grétarsdóttir, J., Harte, J., Hermanutz, L., Hik, D. S., Hofgaard, A., Jarrad, F., Jónsdóttir, I. S., Kuiper, F., Klanderud, K., Klein, J. A., Koh, S., Kudo, G., Lang, S. I., Loewen, V., May, J. L., Mercado, J., Michelsen, A., Molau, U., Myers-Smith, I. H., Oberbauer, S. F., Pieper, S., Post, E., Rixen, C., Robinson, C. H., Schmidt, N. M., Shaver, G. R., Stenström, A., Tolvanen, A., Totland, Ø., Troxler, T., Wahren, C.-H., Webber, P. J., Welker, J. M. og Wookey, P. A. (2012). Global assessment of experimental climate warming on tundra vegetation: heterogeneity over space and time. *Ecology Letters*, 15(2), 164-175. doi:[10.1111/j.1461-0248.2011.01716.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01716.x)
- European Nature Information System. EUNIS database. Sótt 13.11.2020 af <https://eunis.eea.europa.eu/>
- Evans, R. D., Gill, R. A., Eviner, V. T. og Bailey, V. (2017). Soil and Belowground Processes. Í D. D. Briske (ritstj.), *Rangeland Systems. Processes, Management and Challenges*: Springer. doi:[DOI 10.1007/978-3-319-46709-2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-46709-2)
- Facelli, J. M. og Pickett, S. T. A. (1991). Plant litter: Its dynamics and effects on plant community structure. *The Botanical Review*, 57(1), 1-32. doi:[10.1007/BF02858763](https://doi.org/10.1007/BF02858763)
- Foster, G. R., Young, G. A., Römkens, M. J. M. og Onstad, C. A. (1985). Processes of Soil Erosion by Water. Í R. F. Follett og B. A. Stewart (ritstj.), *Soil Erosion and Crop Productivity* (bls. 137-162). doi:<https://doi.org/10.2134/1985.soilerosionandcrop.c9>
- Friedmann, B., Pauli, H., Gottfried, M. og Grabherr, G. (2009). Suitability of three methods for long-term monitoring of alpine vegetation. Effects of climate change on alpine vegetation: species richness, age of individual plants, transplantation experiment and observation methods, 64.
- Gornall, J., Jónsdóttir, I., Woodin, S. og van der Wal, R. (2007). Artic mosses govern belowground environment and ecosystem processes. *Oecologia*, 153, 931-941. doi:[10.1007/s00442-007-0785-0](https://doi.org/10.1007/s00442-007-0785-0)
- Gornall, J., Woodin, S., Jónsdóttir, I. og van der Wal, R. (2011). Balancing positive and negative plant interactions: How mosses structure vascular plant communities. *Oecologia*, 166, 769-782. doi:[10.1007/s00442-011-1911-6](https://doi.org/10.1007/s00442-011-1911-6)
- Grime, J. (1998). Benefits of Plant Diversity to Ecosystems: Immediate, Filter and Founder Effects. *Journal of Ecology*, 86, 902-910. doi:[10.1046/j.1365-2745.1998.00306.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1998.00306.x)
- Hall, F. C. (2001). Ground-based photographic monitoring. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-503. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 340 p, 503.
- Hall, F. C. (2002). Photo point monitoring handbook: Part A-Field procedures. USDA Forest Service. Pacific Northwest Research Station, PNW-GTR-526. Portland, OR 48pp.
- Havstad, K. M. og Herrick, J. E. (2003). Long-term ecological monitoring. *Arid Land Research and Management*, 17, 389-400.
- Herrick, J., VanZee, J. W. og Havstad, K. (2005). Monitoring manual for grassland, shrubland and savanna ecosystems. Vol. I: Quick start.
- 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.

- Herrick, J. E., Van Zee, J. W., Havstad, K. M., Burkett, L. M. og Whitford, W. G. (2005). Monitoring manual for grassland, shrubland and savanna ecosystems. Volume I: Quick Start. Volume II: Design, supplementary methods and interpretation. Monitoring manual for grassland, shrubland and savanna ecosystems. Volume I: Quick Start. Volume II: Design, supplementary methods and interpretation.,
- Hotes, S., Poschlod, P., Takahashi, H., Grootjans, A. P. og Adema, E. (2004). Effects of tephra deposition on mire vegetation: a field experiment in Hokkaido, Japan. *Journal of Ecology*, 92(4), 624-634. doi: <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00901.x>
- Hou, D., He, W., Liu, C., Qiao, X. og Guo, K. (2019). Litter accumulation alters the abiotic environment and drives community successional changes in two fenced grasslands in Inner Mongolia. *Ecology and Evolution*, 9(16), 9214-9224. doi:<https://doi.org/10.1002/ece3.5469>
- Hörður Kristinsson. (2010). Íslenska plöntuhandbókin. Blómplöntur og byrkningar. Mál og menning, Reykjavík, 364.
- Hörður Kristinsson. (2016). Íslenskar fléttur. Reykjavík: Hið íslenska bókmenntafélag.
- Hörður Kristinsson og Þóra Ellen Þórhallsdóttir. (2018). Flóra Íslands - Blómplöntur og byrkningar. Reykjavík: Vaka-Helgafell.
- Jones, C. G., Lawton, J. H. og Shachak, M. (1994). Organisms as Ecosystem Engineers. *Oikos*, 69(3), 373-386. doi:10.2307/3545850
- Jón Guðmundsson. (1989). Belgjurtir til landgræðslu. Í Andrés Arnalds og Anna Guðrún Þórhallsdóttir (ritstj.), *Græðum Ísland, árbók II* (bls. 109-112): Landgræðsla Íslands.
- Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir ritstj. (2016). Vistgerðir á Íslandi. *Fjölrit Náttúrufræðistofnunar*, 54, 1-299.
- Jóna Björk Jónsdóttir. (2009). Gróðurframvinda í Skaftáreldahrauni og áhrif hraungambra (*Racomyrium lanuginosum*) á landnám háplantna. Háskóli Íslands.
- Kercher, S. M., Frieswyk, C. B. og Zedler, J. B. (2003). Effects of sampling teams and estimation methods on the assessment of plant cover. *Journal of Vegetation Science*, 14(6), 899-906.
- Kesara Anamthawat-Jónsson og Ægir Þór Þórsson. (2004). Tegundablöndun birkis og fjalldrapa í náttúrunni. á Fræðaping Landbúnaðarins.
- Kolbeinn Árnason og Ingvar Matthíasson. (2017). Corine-landflokkun 2012. Landgerðabreytingar á Íslandi 2006-2012. Landmælingar Íslands.
- Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir. (2006a). Gulvíðir og loðvíðir - eiga víða við - Leiðbeiningar um ræktun.
- Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir. (2006b). Innlendar víðitegundir og notkun þeirra í landgræðslu. Í K. Svavarsdóttir (ritstj.), *Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu* (bls. 9-20). Gunnarsholt, Hella: Landgræðslan.
- Lindenmayer, D. B. og Likens, G. E. (2009). Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(9), 482-486. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.005>
- Mamet, S. D., Young, N., Chun, K. P. og Johnstone, J. F. (2016). What is the most efficient and effective method for long-term monitoring of alpine tundra vegetation? *Arctic Science*, 2(3), 127-141.
- Maun, M. A. (1998). Adaptations of plants to burial in coastal sand dunes. *Canadian Journal of Botany*, 76(5), 713-738. doi:10.1139/cjb-76-5-713
- Menja von Schmalensee. (2010). Vágestir í vistkerfum - Fyrri hluti. Stiklað á stóru um framandi ágengar tegundir. *Náttúrufræðingurinn*, 80(1-2), 15-26.
- Metzger, M. J., Brus, D. J., Bunce, R. G. H., Carey, P. D., Gonçalves, J., Honrado, J. P., Jongman, R. H. G., Trabucco, A. og Zomer, R. (2013). Environmental stratifications as the basis for national, European and global ecological monitoring. *Ecological Indicators*, 33, 26-35. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.11.009>
- Mitchell, R. J., Campbell, C. D., Chapman, S. J. og Cameron, C. M. (2010). The ecological engineering impact of a single tree species on the soil microbial community. *Journal of Ecology*, 98(1), 50-61. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01601.x>
- Mitchell, R. J., Campbell, C. D., Chapman, S. J., Osler, G. H. R., Vanbergen, A. J., Ross, L. C., Cameron, C. M. og Cole, L. (2007). The cascading effects of birch on heather moorland: a test for the top-down control of an ecosystem engineer. *Journal of Ecology*, 95(3), 540-554. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01227.x>

- Naeem, S., Thompson, L. J., Lawler, S. P., Lawton, J. H. og Woodfin, R. M. (1995). Empirical evidence that declining species diversity may alter the performance of terrestrial ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 347(1321), 249-262. doi:doi:10.1098/rstb.1995.0025
- Náttúrufræðistofnun Íslands. Vistgerðir. Sótt 23.10.2020 af <https://www.ni.is/grodur/vistgerdir>
- Náttúrufræðistofnun Íslands. (2018). NI_VG25r 2. útgáfa 2018. Sótt 25.11.2019 af http://utgafa.ni.is/kort/lysigogn/vg25r_2utg_breytingar.pdf
- Náttúrufræðistofnun Íslands og Landgræðsla ríkisins. (2010). Alaskalúpína og skógarkerfill á Íslandi. Útbreiðsla, varnir og nýting. Skýrsla til umhverfisráðherra. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands og Landgræðsla ríkisins.
- NOBANIS. Definitions used by NOBANIS. Sótt 10.12.2020 af <https://www.nobanis.org/about-nobanis/definitions-used-by-nobanis/>
- NOBANIS. European Network on Invasive Alien Species.
- Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgþór Magnússon, Gísladóttir, G. og Sigurður H. Magnússon. (2009). Áhrif sandfoks á mólendisgróður við Blöndulón. *Náttúrufræðingurinn*, 78(3-4), 125-137.
- Ólafur Arnalds. (2008). Soils of Iceland. *Jökull*, 58, 409-421.
- Ólafur Arnalds. (2010). Kulferli, frost og mold: Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Ólafur Arnalds. (2013). Chapter Six - The Influence of Volcanic Tephra (Ash) on Ecosystems. Í D. L. Sparks (ritstj.), *Advances in Agronomy* (bls. 331-380): Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407685-3.00006-2>
- Ólafur Arnalds. (2015). *Soils of Iceland*: Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-017-9621-7
- Ólafur Arnalds. (2020). Ástand lands og hrun íslenskra vistkerfa: Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir. (2001). Ecosystem degradation and restoration of birch woodlands in Iceland. Í (bls. 295-308).
- Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir. (2015). Að lesa og lækna landið. Landvernd, Landgræðsla ríkisins og Landbúnaðarháskóli Íslands: Landvernd, Landgræðsla ríkisins og Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir og Kristín Svavarsdóttir. (2010). Gróðurrannsóknir vegna hættu á áfoki frá Hálslóni. *Rit Lbhí*, 27(LV-2010/088).
- Ólafur Arnalds, Bergrún Arna Óladóttir og Rannveig Guicharnaud. (2005). Aðferðir við að lýsa jarðvegssniðum: Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Ólafur Arnalds og Björn H. Barkarson. (2003). Soil erosion and land use policy in Iceland in relation to sheep grazing and government subsidies. *Environmental Science & Policy*, 6(1), 105-113. doi:[https://doi.org/10.1016/S1462-9011\(02\)00115-6](https://doi.org/10.1016/S1462-9011(02)00115-6)
- 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 og Jón Guðmundsson. (2020). Loftslag, kolefni og mold.
- Ólafur Arnalds, Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Landgræðsla ríkisins. (2002, 13.05.2002). Rofmyndir. af <http://rala.is/kvasir/adferdir/rofmyndi.htm>
- Paine, R. T. (1995). A Conversation on Refining the Concept of Keystone Species. *Conservation Biology*, 9(4), 962-964. Sótt af <http://www.jstor.org/stable/2387008>
- Paweł Wasowicz. (2020). Annotated checklist of vascular plants of Iceland: Náttúrufræðistofnun Íslands. Sótt af http://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit_57.pdf
- Paweł Wasowicz, Przedpelska-Wasowicz, E. M. og Hörður Kristinsson. (2013). Alien vascular plants in Iceland: Diversity, spatial patterns, temporal trends, and the impact of climate change. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 208(10), 648-673. doi:<https://doi.org/10.1016/j.flora.2013.09.009>
- Pellant, M., Shaver, P., Pyke, D., Herrick, J., Busby, F. E., Riegel, G., LEpak, N., Kachergis, E., NEwingham, B. A. og Toledo, D. (2018a). Interpreting indicators of rangeland health, version 5. Tech Ref 1734-6. U.S.. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Operations Center, Denver, CO.,
- Pellant, M., Shaver, P., Pyke, D. A., Herrick, J. E., Busby, F. E., Riegel, G., Lepak, N., Kachergis, E., Newingham, B. A. og Toledo, D. (2018b). Interpreting indicators of rangeland health, version 5. 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
- Rannveig Anna Guicharnaud, Sigbrúður Stella Jóhannsdóttir, Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Ingvar Atli Sigurðsson, Róbert A. Stefánsson, Ester Unnsteinsdóttir, Aðalsteinn Örn Snæþórsson og Guðrún Óskarsdóttir. (2021). Aðferðir við vöktun náttúruverndarsvæða - Handbók: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Reinke, K. og Jones, S. (2006). Integrating vegetation field surveys with remotely sensed data. *Ecological Management and Restoration*, 7(s1), S18-S23.
- Ringold, P. L., Alegria, J., Czaplewski, R. L., Mulder, B. S., Tolle, T. og Burnett, K. (1996). Adaptive Monitoring Design for Ecosystem Management. *Ecological Applications*, 6(3), 745-747. doi:https://doi.org/10.2307/2269479
- Sigurður H. Magnússon og Kristín Svavarsdóttir. (2007). Áhrif beitarfriðunar á framvindu gróðurs og jarðvegs á lítt grónu landi: Náttúrufræðistofa Íslands.
- Sigbrúður Jónsdóttir. (2010). Sauðfjárhagar. Leiðbeiningar við mat á ástandi beutilanda. Landgræðslan: Landgræðslan. doi:ISBN 978-9979-9295-4-3
- Staff, S. S. d. (2017). Soil survey manual: United States Department of Agriculture. Handbook No. 18.
- Steindór Steindórsson. (1964). Gróður á Íslandi: Almenna bókafélagið.
- Steindór Steindórsson. (1980). Flokkun gróðurs í gróðurfélög. *Íslenzkar landbúnaðarrannsóknir*, 12(2), 11-52.
- Stevens, D. og Olsen, A. (2004). Spatially Balanced Sampling of Natural Resources. *Journal of the American Statistical Association*, 99, 262-278. doi:10.1198/016214504000000250
- Sveinn Runólfsson. (1988). Íslenska melgresið. Í Andrés Arnalds (ritstj.), Græðum Ísland, Landgræðslan 80 ára. (bls. 131-138). Reykjavík: Landgræðsla ríkisins.
- Theobald, D. M., Stevens, D. L., White, D., Urquhart, N. S., Olsen, A. R. og Norman, J. B. (2007). Using GIS to Generate Spatially Balanced Random Survey Designs for Natural Resource Applications. *Environmental Management*, 40(1), 134-146. doi:10.1007/s00267-005-0199-x
- Tilman, D. og Downing, J. A. (1994). Biodiversity and stability in grasslands. *Nature*, 367(6461), 363-365. doi:10.1038/367363a0
- Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, M. og Siemann, E. (1997). The Influence of Functional Diversity and Composition on Ecosystem Processes. *Science*, 277, 1300-1302. doi:10.1126/science.277.5330.1300
- Tongway, D. (1994). Rangeland Soil Condition Assessment Manual. Canberra: CSIRO Division of Wildlife and Ecology.
- Tongway, D. og Hindley, N. (1995). Manual for assessment of soil condition of tropical grasslands. Canberra, Australia: CSIRO.
- Totland, O. og Esaete, J. (2002). Effects of willow canopies on species performance in a low-alpine community. *Plant Ecology*, 161, 157-166. doi:10.1023/A:1020345632498
- Vigdís Freyja Helmutsdóttir. (2022). Woolly willow (*Salix lanata* L.): an engineer of subarctic ecosystems? Háskóli Íslands, Reykjavík, Ísland.
- Warrick, A. og Myers, D. (1987). Optimization of sampling locations for variogram calculations. *Water Resources Research*, 23, 496-500. doi:10.1029/WR023i003p00496
- Webb, N. P., Okin, G. S. og Brown, S. (2014). The effect of roughness elements on wind erosion: The importance of surface shear stress distribution. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119(10), 6066-6084.
- Webb, R. H., Boyer, D. E. og Turner, R. M. (2010). Repeat photography: methods and applications in the natural sciences: Island Press.
- Zhang, T. J. (2005). Influence of the seasonal snow cover on the ground thermal regimes: An overview. *Reviews of Geophysics*, 43(RG4002), 23.
- Zobel, D. B. og Antos, J. A. (1997). A decade of recovery of understory vegetation buried by volcanic tephra from Mount St. Helens. *Ecological monographs*, 67(3), 317-344.
- 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.

Fylgiskjal 1 - sýnastærðaútreikningar

Ákvörðun um fjölda mælipunkta á línu

Ákvörðun á sýnastærð byggir á málamiðlun á milli fjölda mælinga og tímans sem tekur að mæla. Aukin sýnastærð eykur tíma og kostnað við mælingar en of lítil sýnastærð nær ekki að nema þær breytingar sem eru til skoðunar. Æskileg sýnastærð er því minnsta stærð sem þarf til að geta numið viðeigandi breytingar (Legg og Nagy, 2006). Fyrsta feltsumar GróLindar 2019 var gögnum safnað úr 76 vöktunarreitum. Þessi gögn voru notuð til að reikna út æskilegan fjölda mælipunkta á línu fyrir mælingar á a) jarðvegsdýpt, b) gróðurhæð og c) yfirborðsþekju (pinnamælingar á línu, LPI).

Þær tilgátur sem verkefninu er ætlað að meta út frá þessum mælingum eru:

$$H_0 = \text{Svæðið hefur ekki breyst á milli ára} \\ H_1 = \text{Svæðið hefur breyst á milli ára}$$

Fjöldi mælipunkta (sýnastærð) innan svæða ræður því hversu miklar breytingarnar á milli ára þurfa að vera til að hægt sé að nema þær á marktækan hátt. Fjöldi mælipunkta ákvarðar einnig hversu langan tíma mælingarnar taka og verður að taka tillit til þess við ákvörðun á sýnastærð. Því skemmri tíma sem mælingarnar taka því fleiri vöktunarreiti er hægt að mæla, en að sama skapi minnkar nákvæmni mælinga innan hvers vöktunarreits.

Við útreikninga á sýnastærðum var notast við eftirfarandi reiknilíkan fyrir sýnastærð þegar unnið er með endurteknar mælingar á samfelldum (e. continuous) gögnum (Elzinga o.fl., 1998):

$$n = \frac{(Z_\alpha + Z_{1-\beta})^2 \times \sigma^2}{\Delta^2}$$

Þar sem:

n = fjöldi sýna í reit

Δ = lágmarks breytileiki sem við viljum nema (nákvæmni)

α = marktæktarkrafa (t.d. 0,05)

β = styrkur, líkur á að fá marktæka niðurstöðu (jafnan 80% eða 90%)

σ = staðalfrávik gagna

Z_p = Gildi í normaldreifingu fyrir gefið alfa og beta

Jarðvegsdýpt

Sumarið 2019 var jarðvegsdýpt mæld á eins metra fresti á sniði eða samtals í 100 mælipunktum. Reiknað var meðaltal og staðalfrávik fyrir hvern af 76 vöktunarreitum og síðan reiknað út hver sýnastærðin þyrfti að vera í hverjum reit til að meta meðal jarðvegsdýpt innan reits með 5 cm nákvæmni (Δ). Miðað var við 5 cm þar sem jarðvegsdýpt er aðeins mæld með 5 cm nákvæmni.

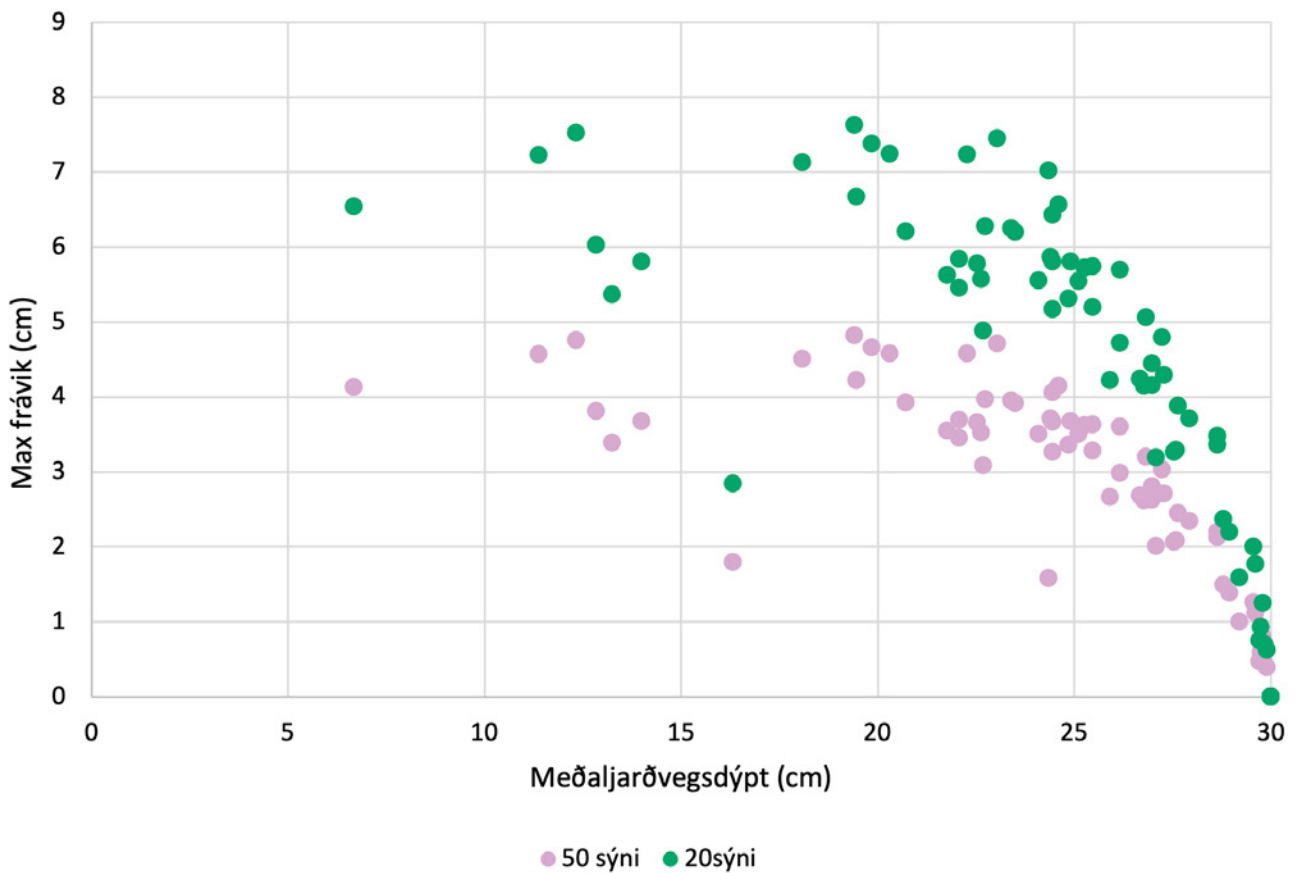
Alls þurfti fjöldi mælinga að hámarki að vera 47 en miðgildi mælinga var 19, breytilegt eftir reitum. Í ljósi þessa var ákveðið að fækka jarðvegsdýptarmælingum um helming þannig að jarðvegsdýpt verður aðeins mæld á 2 m fresti eftir línunum, þ.e. 50 mælingar í heild. Með þeim sýnafjölda þurfa breytingar á meðaljarðvegsdýpt aðeins að vera um 5 cm til að hægt sé að nema þær á milli mælinga.

Gróðurhæð

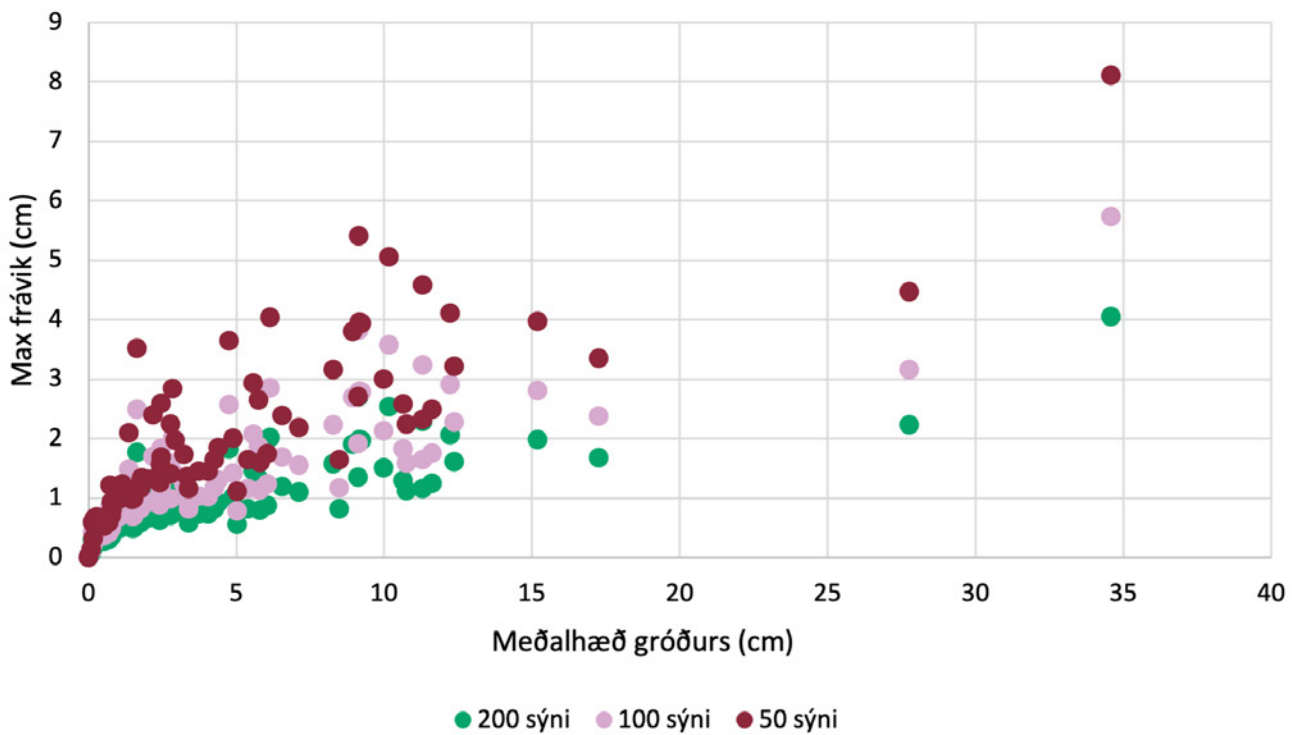
Sumarið 2019 var gróðurhæð mæld á 1 m fresti eða samtals í 100 mælipunktum. Líkt og fyrir jarðvegsdýpt voru upplýsingarnar nýttar til að skoða hver sýnastærðin þyrfti að vera til að meta 5 cm breytingar á gróðurhæð. Niðurstöðurnar sýndu að hámarks fjöldi mælinga sem þurfti í reit var 131 en miðgildi mælinga í reit var 6. Þar sem að breytileikinn var mikill var ákveðið að skoða gögnin betur og sjá hve miklar breytingar væri hægt að nema háð meðal gróðurhæð. Niðurstöðurnar sýna að með 50 mælingum er miðgildi nákvæmninnar 1,6 cm og lágmarksnákvæmni 8 cm. Nákvæmni meðaltalsins er einnig háð meðal gróðurhæð og minnkar hún eftir því sem gróðurhæð eykst, enda eykst þá breytileiki í gögnunum þar sem svæði með háa meðalgróðurhæð voru oftast með einstaka runna eða tré sem drógu meðalgróðurhæðina upp (mynd i).

Út frá þessu var ákveðið að gróðurhæð yrði aðeins metin á 2 m fresti líkt og jarðvegsdýpt.

Ekki reyndist marktækur munur á niðurstöðum meðaltalsmælinga á gróðurhæð eftir því hvort að mælingar voru gerðar á 1 eða 2 m fresti (t-próf, tafla i).



Mynd i. Ekki reyndist marktækur munur á niðurstöðum meðaltalsmælinga á jarðvegisdýpt eftir því hvort að mælingar voru gerðar á 1 eða 2 m fresti (t-próf, Tafla 1).



Mynd ii. Nákvæmni meðalhæðar hvers reits eftir fjölda mælinga innan reits (95% skekkjumörk).

Tafla i. Meðaltal, staðalfrávik og staðalsekkja (e. standard error) fyrir gróðurhæð (GH) og jarðvegisdýpt (JD) miðað við mælingar á 1 m og 2 m fresti.

	Jarðvegisdýpt		Gróðurhæð	
	1 metri	2 metrar	1 metri	2 metrar
Meðaltal	24,83	24,89	5,23	5,26
Staðalfrávik	5,23	5,16	5,86	5,97
Staðalskekkja	0,60	0,59	0,67	0,68
p-gildi	0,495		0,655	

Pinnamælingar

Þar sem pinnamælingar gefa upplýsingar um hlutfall (fjöldi pinna sem snertir af heild) var ekki hægt að nota sömu sýnastærðaútreikninga og að ofan. Í staðin var skoðað hvernig nákvæmni meðaltalsins breyttist eftir því hvort að gerðar væru 100 eða 200 (þ.e. með 1 eða 0,5 m millibili) pinnamælingar fyrir tíðni gróðurflokka. Notast var við neðangreinda formúlu, sem er afleiða af formúlu Cochran fyrir sýnastærð (Israel, 1992):

$$E = Z \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}$$

Þar sem:

E = Skekkjumörk (e. margin of error, þ.e. hversu langt frá raunverulegu gildi mæling getur verið)

n = fjöldi sýna í reit

\hat{p} = hlutfall í sýni (e. sample proportion, þ.e. hlutfall pinnasnertinga)

Z = Gildi í normaldreifingu fyrir ákveðið öryggisstig (e. confidence level)

Miðað við að gerðar séu pinnamælingar á 1 m ($n=100$) fresti eru 95% ($Z = 1.96$) líkur á að við séum 0-10% frá rétttri meðaltíðni (lægsta gildið á við hópa með mjög litla eða mjög mikla þekju en hæsta gildið með hópa í kringum 50% þekju). Miðað við að pinnamælingar séu teknar á 0.5 m fresti ($n = 200$) eru 95% líkur á að við séum 0-7% frá rétttri meðaltíðni. Ákveðið var að pinnamælingarnar skyldu áfram gerðar á 0,5 m fresti til að draga ekki enn frekar úr nákvæmni mælinga. Ef mælingarnar færu upp í 400 (á 25 cm fresti) yrði nákvæmnin 0-5%, hins vegar myndi tíminn aukast um helming og því ekki raunhæft að gera það.

Heimildir

Elzinga, C. L., Salzer, D. W. og Willoughby, J. W. (1998). Measuring & Monitoring Plant Populations. U.S. Bureau of Land Management Papers, 17. Sótt af <https://digitalcommons.unl.edu/usblmpub/17>

Israel, G. D. (1992). Determining sample size. PEOD, 6, 1-7. Sótt af <https://www.tarleton.edu/academicassessment/documents/Samplesize.pdf>

Legg, C. J. og Nagy, L. (2006). Why most conservation monitoring is, but need not be, a waste of time. Journal of Environmental Management, 78(2), 194-199. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.04.016>

Fylgiskjal 2 - Samhæfing felthóps

Áður en haldið er í felt er mikilvægt að felthópurinn sé samhæfður til að tryggja að mælingar séu sem réttastar og allir framkvæmi mælingar á sama hátt (skekkan er þá minni á milli einstaklinga sem taka þátt í mælingunum).

Það er mikilvægt að samhæfa hópinn við upphaf felttímabils, þegar nýtt starfsfólk gengur til liðs við hópinn, þegar hópurinn tekst á við nýtt og/eða öðruvísi svæði (sem hefur ekki verið unnið með áður eða nýlega og gæti krafist nýrra mælinga og aðferða, og ef vafamál um einhverja mælingu koma upp innan hópsins). Verkefnisstjóri og/eða aðrir ábyrgðaraðilar verkefnisins sjá um þjálfun og samhæfingu.

Aðferð

Æfingavöktunarreitur er lagður út eins og venja er í felti, á náttúrulegu svæði í nánd við vinnustað. Allar mælingar eru gerðar líkt og um alvöru reit sé að ræða en lögd áhersla á að öll viðstödd prufi allar aðferðir og beri sig saman og ræði málin. Fylgja skal aðferðalýsingum til hins ýtrasta og skrá allar mælingar. Þannig er hægt að ganga úr skugga um að skráningareyðublöð séu í lagi, greina þarfar breytingar og/eða bætur á þeim svo þau séu tilbúin fyrir feltvinnu.

Það er mikilvægt að muna að ganga alltaf bara hægra megin (sunnan, austan) við málband þar sem allar mælingar fara fram vinstra megin.

Það er mikilvægt að leggja sérstaka áherslu á að læra og rifja upp algengustu plöntutegundir og aðferðir til að greina plöntutegundir í felti, jafnvel með sérstöku plöntugreiningarnámskeiði þyki það þurfa. Verkefnisstjóri eða aðrir ábyrgðaraðilar meta getu starfshópsins og þörf á slíkri kennslu. Sömuleiðis skal hópurinn sérstaklega æfa sig í að grafa jarðvegsholu og framkvæma þær mælingar sem tengjast henni (s.s. A-lag og jarðvegsáferð). Verkefnisstjóri og aðrir þjálfarar ganga á milli alls starfsfólks og ganga úr skugga um að æfingin fari rétt fram, að enginn misskilji aðferðirnar og að öll nái að æfa allar aðferðir vel og að öllum spurningum sé svarað. Þegar upp koma spurningar er mikilvægt að miðla upplýsingum til alls hópsins svo öll hafi sömu vitneskju og þekkingu.

Ganga skal úr skugga um að öll átti sig á aðferðafræðinni og framkvæmi mælingar á sama hátt. Hér er gott að taka nokkur saman í einu og sjá hvað hvert og eitt mælir og ræða ástæður og mögulegar leiðir til að leiðrétta ef starfsfólk á erfitt með að koma sér saman um niðurstöður.

Í lok æfingarinnar á feltteymið að vera eins og vel smurð vél og ekki skipta máli hvaða þrír einstaklingar skipa hóp.

Fylgiskjal 3 - Gæðatrygging (e. Quality assurance)^{1,2}

44

Það er mikilvægt að fylgja ákveðnum ferlum og aðferðum við störf í feldi til að tryggja heilindi gagna og draga úr villum við mælingar og skráningu mælinga.

Með því að nota Survey123 til að skrá flestar mælingar, í stað þess að handskrifa á blað eða í tölvu, er dregið verulega úr líkum á röngum skráningum, að það vanti skráningar eða að þær uppfylli ekki þær kröfur sem þeim eru settar. Í Survey123 er hægt að passa að ekki sé hægt að skila eyðublaði fyrr en allar nauðsynlegar mælingar hafa verið skráðar. Þar að auki er hægt að breyta stillingum fyrir svör svo þau uppfylli réttar kröfur um uppsetningu, s.s. með því að krefjast þess að tölur fylgi ákveðnum reglum um aukastafi og spönn. Eyðublað í excel geta að einhverju leyti verið stillt til að fylgja svipuðum reglum um skráningu, s.s. með því að innleiða flettilista (e. drop-down list) og skorða svör þannig við fyrir fram ákveðinn lista og með því að setja reglur með data validation um að ákveðnir gluggar skuli bara innihalda tölur eða verði að innihalda ákveðin orð. Sem dæmi er þess krafist í tegundalista og LPI eyðublaðunum að númer vöktunarreita innihaldi GL og sé því ekki fylgt birtist viðvörðun og áminning.

Annar stór þáttur í að tryggja heilindi gagna er þjálfun og samhæfing felthóps (sjá fylgiskjal 2). Vel samhæfður felthópur sem vinnur eftir sama verklagi og notar sömu aðferðir við mælingar dregur verulega úr mannlegri skekkju í mælingum. Þar er markmiðið að allt starfsfólk hópsins geti framkvæmt sömu mælingar á sömu stöðum og fengið eins líkar niðurstöður og mögulegt er (innan ákveðinna leyfilegra skekkjumarka). Hér skiptir líka máli að öll séu vel að sér við plöntugreiningar til að draga úr en helst koma algjörlega í veg fyrir ranga tegundagreiningu, kunni að lesa rétt af málböndum og öðrum mælitækjum og hafi nægjanlega þekkingu og skilning á jarðvegi sem og almennt landlæsi og kunni að nota spjaldtölvurnar og forritin sem eru notuð við gagnasöfnun. Við þjálfun og samhæfingu hópsins skulu sérfræðingar sjá um kennslu/tilsögn. Ef upp koma vafamál á miðju felttímabili er mikilvægt að verkefnisstjóri skeri úr um vafann og skerpi á efninu hjá öllum hópnum.

Enn fremur er nauðsynlegt að ganga úr skugga um að öllum mælingum og skráningum gagna hafi verið lokið áður en vöktunarreit er yfirgefinn. Með því að passa að öllum gögnum hafi verið safnað er hægt að forðast tap á mikilvægum upplýsingum.

Í hverju feltteymi er einn hópstjóri sem ber ábyrgð á að stöðlum sé fylgt, gagnasöfnun sé lokið á réttan hátt og engum mælingum sé sleppt í reit. Þegar verkefnisstjóri er með í för stýrir hán hópnum, annars skal velja eitt úr hópi annars starfsfólks í hlutverkið.

Áður en rannsóknarreit er yfirgefinn:

- Skal hópstjóri ganga úr skugga um að öllum gögnum hafi verið safnað, GPS hnit vistuð fyrir alla fimm punkta reits, Excel eyðublað hafi verið rétt merkt og vistuð á réttan stað og eyðublað í survey123 sé rétt merkt og hafi verið skilað á réttan hátt.
- Ef eitthvað er eftir skal klára þær mælingar og skráningar áður en haldið er á brott.

Þegar komið er í hús skal hópstjóri:

- Tengja felttölvurnar við net og senda öll Survey123 eyðublað í gagnagrunninn.
- Vista afrit af öllum útfylltum Excel eyðublaðum (tegundalista og LPI fyrir hvern mældan reit) í viðeigandi möppu á verkefnadrifi Lgr. (V:)
 - V:\9599_Vöktun gróðurauðlinda\Felt\202X\Útfyllt excel eyðublað
- Ef VERKEFNADRIFIÐ er óaðgengilegt skal viðkomandi til bráðabirgða vista gögnin á annan öruggan stað, s.s. vinnutölvu eða einkatölvu viðkomandi þar til hægt er að færa skjölin á réttan stað. Þetta er gert til að hafa afrit af öllum gögnum ef eitthvað kemur fyrir.
- Hlaða tölvurnar fyrir næsta dag.

Hlutverk hópstjóra er að:

- Hafa yfirsýn í vöktunarreit
- Taka ákvörðun um höfnun eða færslu reita þegar þess þarf
- Tryggja að stikan í suðurpunkti sé rétt merkt
- Skipta verkum á milli stafsmanna ef þess þarf
- Tryggja að öll skjöl séu rétt merkt með réttu reitarnúmeri og vistuð á réttan stað
- Tryggja að öll fimm GPS hnit hafi verið vistuð í tækið og rétt merkt reitarnúmeri
- Senda Survey123 gögn og vista excel skjöl á Lgr. gagnagrunn
- Hlaða felttölvur fyrir næsta dag
- Þegar fleiri en eitt teymi ferðast saman sér einn hópstjóri um allar tölvur

¹ <https://aim.landscapetoolbox.org/quality-assurance-quality-control/quality-assurance/>

² Quality assurance (QA) and quality control (QC) are the processes of ensuring data integrity and minimizing measurement errors throughout the entire monitoring process (Herrick et al. 2015 – tekið úr 2020 Data management protocol)

Fylgiskjal 4 - Höfnun vöktunarreita – Verklýsing

Vöktunarreitir GróLindar voru valdir með lagskiptu slembivali sem byggir á vistgerðum og hæðarbilum, en einnig fjarlægð frá næsta vegi eða slóða og halla lands. Fyrir útsetningu reita er mikilvægt að yfirfara þá og ganga úr skugga um að hver reitur uppfylli öll skilyrði sem GróLind setur fyrir vöktunarreiti sína og að hægt sé að komast að þeim og framkvæma mælingar.

Höfnun reita byggir á ýmsum forsendum. Með því að fylgja fyrir fram ákveðnum höfnunarsendum má halda tölfraðilegri tryggð við gögnin án þess að fórnari öryggi og afkastagetu starfsmanna en jafnframt draga úr persónubundnum áhrifum og viðhalda þannig nauðsynlegri óhlutdrægni. Hafa verður í huga að ef reit er hafnað á ákveðnum forsendum þýðir það að gögnin geta ekki verið notuð til að draga ályktun um svæði sem fylgja sömu forsendum (t.d. þar sem öllum reitum í >10° halla er hafnað, munu gögnin ekki nýtast til að meta slík svæði).

Fyrir hvern vöktunarreit eru tvær mögulegar útkomur; í fyrsta lagi að reiturinn uppfylli skilyrðin og gögnum sé safnað í reit, og í öðru lagi að reiturinn uppfylli ekki öll skilyrðin, reit sé hafnað og gögnum ekki safnað. Skoðun vöktunarreita fer fram í tveimur skrefum, í forskoðun á skrifstofu áður en er haldið í felt og síðan þegar er komið í felt. Flestum reitum (sem uppfylla ekki öll skilyrði) er hægt að hafna í forskoðun á skrifstofunni áður en er haldið í felt. Eftirfarandi verklag um höfnun reita byggir á verklagi AIM (Assessment, Inventory and Monitoring) verkefnisskrifstofu landnýtingar innan Bandaríska innanríkisráðuneytisins (BLM, Bureau of Land Management) (BLM National Operations Center og ARS-USDA Jornada Experimental Range, 2021).

Þegar reit er hafnað er mikilvægt að skrásetja ástæðu(r) höfnunar; þessar upplýsingar gætu nýst við gagnauðrvinnslu seinna meir.

Áður en reit er hafnað skal allra leiða leitað til að komast hjá því. Einungis skal hafna reit ef reiturinn uppfyllir einhverja af eftirfarandi forsendum og ekki er hægt að færa reitinn innan svæðisins til að komast hjá áðurnefndum forsendum (sjá nánar í tilfærsla vöktunarreita hér fyrir neðan).

Á skrifstofu

Við forskoðun í tölvu skal nýta allar mögulegar upplýsingar, s.s. landakort, gervitunglagögn, hæðakort, skurðakort o.fl. sem veita upplýsingar um legu landsins, hæð þess og mögulegar hömlur (s.s. stöðuvötn, skurði og ár/læki).

Ef reit er hafnað á fyrsta stigi skal skrá ástæðurnar í yfirlitsskjal vöktunarreita GróLindar á Teams (GróLind_reitir_yfirlit).

Forsendur höfnunar á skrifstofu:

- Vöktunarreit er á svæði sem verkefnið nær ekki til
 - CO2Lur (loftslagsverkefni Lgr.)
 - Uppgræðslur Lgr.
 - Manngerð svæði (s.s. skógrækt, ræktuð tún, bílastæði, golfvellir)
 - Jöklar, ár og vötn
 - Annað
- Ekki fæst leyfi frá landeiganda
 - Landeigandi veitir ekki leyfi til að setja út reit.
 - Landeigandi veitir ekki leyfi til að keyra í reit.
- Vöktunarreit er <50 m frá slóða/vegi og ekki hægt að færa hann fjær
- Vöktunarreit er >1500 m frá næsta færa slóða/vegi
- Vöktunarreit er óaðgengilegur og ekki hægt að færa hann
 - Vöktunarreit er á fjalli sem ekki er hægt að keyra upp á
 - Vöktunarreit er hinu megin við straumvatn
 - Vöktunarreit er í eða handan hamrabeltis
 - Annað

- Vöktunarreitir er á hættusvæði
- Óstöðugur jarðvegur, klettur, sprengjussvæði o.s.frv.

Í feldi

Ef reit er ekki hafnað á skrifstofunni skal vöktunarteymið fara í gegnum sama skoðunarferli þegar komið er á staðinn. Áður en reit er hafnað skal leita leiða til að færa hann skv. vinnureglu hér fyrir neðan, eingöngu ef tilfærsla er ógerleg skal hafna reit. Sé reit hafnað í feldi skal skrá það í survey123 eyðublað og ígrunda ástæður fyrir höfnun. Eftir felt er þessum upplýsingum safnað saman og þær skráðar í yfirlitsskjal vöktunareita líkt og þegar um ræðir höfnun á skrifstofu.

Forsendur höfnunar á staðnum:

- Það er ekki öruggt að leggja vöktunarreitinn út (óstöðugur jarðvegur, klettur, hættulegt dýralíf, sprengjussvæði o.s.frv.)
- Vöktunarreitir er >1500 m frá næsta færa vegi/ slóða (bíll kemst ekki nær)
- Vöktunarreitir er á svæði sem verkefnið nær ekki til
 - CO2Lur (loftslagsverkefni Lgr.)
 - Uppgræðslur Lgr.
 - Manngerð svæði (s.s. skógrækt, ræktuð tún, bílastæði, golfvellir)
 - Annað
- Vöktunarreitir er í >10° halla. Halla er auðvelt að meta á staðnum með því að nota hallamæli í áttavita eða snjallsíma.
- Vöktunarreitir nær yfir skurð, læk, tjörn, stöðuvatn, gönguleið fólks eða svæði sem má búast við að verði fyrir reglulegu raski (svo sem vegna leysinga).
- Ef vöktunarreitir liggur í fleiri en einu vistlendi (þ.e. mjög ólíkar landgerðir).
- Reitir er á framræstu landi.

- Reitir er óaðgengilegur þrátt fyrir að vera nær vegi en 1500 m. Á milli reitar og vegar eru klettabelti, ár, grýtt hraun, mannyg naut, drekar o.s.frv.
- Ekki er hægt að réttlæta útlagningu reitar vegna hættu gagnvart plöntu- eða dýralífi (t.d. mjög viðkvæmt vistkerfi eins og mosi, fuglavarp o.s.frv.). (Ath. Hér þarf að vera vel rökstudd ástæða til höfnunar).

Ef ekki er hægt að leggja vöktunarreit út nema hann sé færður til skal fylgja eftirfarandi vinnureglu:

Tilfærsla vöktunareita:

Stundum kemur fyrir að vöktunarreitir er óaðgengilegur eða á óhentugum stað en hægt er að laga það með því að færa hann örlítið til án þess að hafa veruleg áhrif á vistgerð, hæð yfir sjávarmáli o.fl. Slík tilfærsla er ákjósanlegri en höfnun, til að draga sem mest úr tapi á vöktunareitum. Þegar færa þarf reit skal taka eins fá skref og hægt er til að komast út fyrir þær aðstæður sem valda tilfærslu. Til að draga úr hlutdrægni skal byrja á að taka 25 skref og ef það nægir ekki, bæta við 25 skrefum til viðbótar eins oft (eða sjaldan) og þess þarf. Síðan skal taka tréhæl (einn þeirra sem eru notaðir við uppsetningu reita), loka augunum og kasta kröftuglega í suðurátt. Sá staður sem tréhællinn lendir á er nýr upphafspunktur (suðurlendi) vöktunareits. Dæmi: vöktunarreitir lendir rétt handan við á, en beggja vegna árinna er gróðurlendi áþekkt. Hér er best að færa reitinn réttu megin við ána miðað við veg, passa að vera ekki svo nálægt ána að reiturinn lendi að hluta til ofan í henni, og ákvarða svo nýjan upphafspunkt með blindu kasti.

Ef reitur er færður skal skrá ástæðu þess og lýsingu á tilfærslu hans í athugasemdir á survey123 eyðublað.

Heimildir

BLM National Operations Center og ARS-USDA Jornada Experimental Range. (2021). 2021 Field Season - Field Crew Data Management Protocol.

Bureau of Land Management. Point evaluation and rejection. Sótt 04.02.2021 af <https://aim.landscapetoolbox.org/office-sample-point-evaluation/>

Fylgiskjal 5 - Tékklisti í felti

Þessi tékklisti er hugsaður til aðstoðar við vettvangsvinnu til að ganga úr skugga um að allar mælingar hafi verið framkvæmdar og skráðar á réttan hátt og öruggt sé að ljúka mælingum og yfirgefa vöktunarreit.

Uppsetning vöktunarreits

- Reitur hefur verið lagður út á réttum stað (eða hann færður eftir settum reglum og ný staðsetning samþykkt, sjá höfnun reita) og allir staurar (4 í hornum og einn í miðjum reit) settir niður á réttum stöðum, þ.e. með 25 m millibili í hánorður (suður, vestur og austur).
- Suðurstíkan hefur verið merkt með réttu reitarnúmeri
- Staðsetning allra fimm staura hefur verið vistuð í GPS tækið
- Eyðublaðið í survey123 er merkt með réttu reitarnúmeri, dagsetningu og staðsetningu og númeri sýnatöku (þ.e. hvort um ræðir fyrstu sýnatöku, aðra, þriðju o.s.frv.)
- Búið er að merkja við hvaða starfsfólk tekur þátt í mælingunum, hvaða bifreið og tæki voru notuð.
- Leiðarlýsing er skiljanleg og greinargóð

Myndataka

- Búið er að mynda sniðin (fjórar myndir frá miðjustaur) og reitinn í heild (yfirlitsmyndir úr suðri og austri)
- myndirnar eru láréttar, hvorki notast við flass né aðdrátt, efsti þriðjungur myndarinnar er yfir sjóndeildarhring
- ekki sést í fólk eða bíla (nema það sé óumflýjanlegt) og enginn fingur fyrir linsunni
- Myndirnar eru eins skýrar og veður og birtuskilyrði leyfa

Mælingar á sniði

- Pinnamælingum er lokið, allar skráningar eru komnar í rétt excel skjal, mælingar eru skráðar á rétt snið, með réttum skammstöfunum og skjalið er merkt með réttu reitarnúmeri.

- Tegundalisti er fullgerður og merktur með réttu reitarnúmeri.
- Bilamælingum er lokið, mælingarnar ná frá 0-5000 cm fyrir hvort snið og eru skráðar á rétt snið.
- Gróðurhæð og jarðvegisdýpt hafa verið mæld og skráð fyrir hvert bil og allar mælingar skráðar á rétt snið. Gróðurhæð er námunduð að næsta heila cm en jarðvegisdýpt að næstu 5 cm

Mælingar í reit

- Svæðismati er lokið
 - Vistgerð hefur verið ákvörðuð og skráð
 - Gróðurþekja svæðis hefur verið metin og skráð
 - Lagskipting gróðurs hefur verið skráð
 - Ríkjandi æðplöntutegund hefur verið ákvörðuð og skráð
 - Allar ágengar tegundir (ef einhverjar) í reit hafa verið skráðar
 - Allar lykiltegundir (ef einhverjar) í reit hafa verið skráðar
- Borin hafa verið kennsl á allar rofgerðir í reit og þeim gefin einkunn eftir alvarleika/stærðargráðu
- Hola hefur verið grafin (þar sem það er hægt)
 - Holan grafin varfærnislega, gróðurtorfan varðveitt eins vel og hægt er, passað upp á að hrófla sem minnst við jarðvegslögum í sniðinu
 - Kornastærð jarðvegs hefur verið metin og skráð
 - Ljósmynd tekin af jarðvegssniðinu, lóðrétt, sýnir allt sniðið og mismunandi jarðlög þess (án þess þó að nota flass)

Fylgiskjal 6 - Vistun excel skjala, LPI og tegundagreiningu í spjalddölvum

Á forsíðu (home screen) hverrar tölvu er að finna flýtleið í bæði grunnskjölnum: LPI_GróLind_202x og Tegundalisti_GróLind_202x

Önnur leið að skjölunum er að opna documents/skjöl (gula mappan neðst í flýttíkunni) og opna þar möppuna Felt 202X. Þetta leiðbeiningaskjal á líka heima þar.

Inni í Felt 202X möppunni eru tvær möppur, önnur fyrir LPI (pinnamælingar) og hin fyrir tegundalista. Þegar komið er í reit skjal byrja á að opna bæði grunnskjölin og vista afrit með reitarnúmeri í viðeigandi möppu. Það er gert með því að velja save as/vista sem. Allir tegundalistar eiga að vistast í tegundalistamöppuna og allar pinnamælingar í LPI möppuna.

Mikilvægt er að muna að ganga kirfilega úr skugga um að það sé búið að vista nýtt skjal með reitarnúmeri áður en vinnan hefst og einnig að vera alveg viss um að pinnamælingaskjalið sé opið á réttri síðu (Sheet). Það eru tvær síður (Sheet), ein fyrir S-N snið og önnur fyrir V-A sniðið.

Í lok vinnuviku (eða oftast eftir því sem hentar) sér hópstjóri um að hlaða öllum söfnuðum gögnum niður og vista inn á verkefnadrifið (V:), svo gögnin séu ekki bara vistuð á felldölvunum.

Fylgiskjal 7 - Hugtakaskrá

Ágeng tegund: framandi tegund sem hefur mikil áhrif á umhverfi sitt í nýjum heimkynnum, s.s. með því að breyta tegundasamsetningu og þannig breyta líffræðilegum fjölbreytileika.

Ástand lands: Eiginleikar og samsetning gróðurs og jarðvegs í vistkerfi viðkomandi landsvæðis, samanborið við það ástand sem telja má eðlilegt miðað við náttúrulegar aðstæður.

Ástandsmat: Ferlið við að meta ástand lands. (er í reglugerðadrögum)

Byrkningar: Tilheyra lágplöntum. Mynda hvorki fræ né blóm. Fjölga sér með gróum. Til byrkninga teljast burknar, jafnar og elftingar.

Einær planta: Planta sem líkur lífsskeiði sínu, frá spírun úr fræi til framleiðslu fræja og deyr á einu vaxtartímabili (á Íslandi nær vaxtartímabilið yfir sumarmánuðina).

Fjölær planta: planta sem lifir í fleiri en eitt vaxtartímabil (í fleiri en eitt ár). Á haustin/veturna deyr ofanjarðarhluti plöntunnar en rótarkerfið lifir og ný planta vex upp af því að vori.

Framandi tegund: Allar þær tegundir sem eru ekki upprunnar/innlendar (e. native) á því svæði sem er til umræðu. Framandi tegundir geta talist ágengar.

Gjóska: Samheiti yfir öll loftborin gosefni, s.s. ösku og vikur.

Gróðurframvinda: þróun gróðursamfélags á tímaás, s.s. breytingar á tegundasamsetningu, viðbót nýrra tegunda og brotthvarf annarra eftir því sem tími líður.

Hálfgrös: Sef og starir. Líkjast grösom í útliti en falla ekki undir sama hóp.

Æðplöntur/háplöntur: Plöntur með æðakerfi. Til æðplantna teljast allar fræplöntur (blómplöntur og barrtré) og byrkningar. Mosar og fléttur eru ekki æðplöntur.

Hnignun (lands): ferli sem leiðir til t.d. minnkandi framleiðni og virkni lands eða minnkandi líffræðilegs fjölbreytileika og stafar af breytingum á hringrásum næringarefna, vatns og orku vistkerfis. Rof er hluti hnignunarferlis en jarðvegseyðing er lokastig.

Ísig: hreyfing vatns af yfirborði jarðvegs niður í jarðveginn

Jarðvegsrof: losun og flutningur yfirborðsefna sem spillir vistkerfum, m.a. hamlar eða gæti hamlað frjósemi akurlendis og vistkerfa, þróun vistkerfa, og gæti komið í veg fyrir að vistkerfi getið þróast á ný á yfirborði jarðvegs. Jarðvegsrof er eitt ferla landhnignunar.

Jarðvegssnið: sneiðmynd af jarðvegslögum. Jarðvegssnið fæst t.d. með því að grafa holu í jörðina og mynda sléttan lóðréttan skurð í jarðveginn svo vel sjáist í uppröðun jarðvegslaga frá yfirborði jarðar og niður.

Jarðvegur: Laus náttúruleg yfirborðsefni með kornastærð <2 mm, sem plöntur geta þrífist í. Sá hluti lífheimsins á og undir yfirborði jarðar, þar sem efnabreytingar mynda moldarefni (jarðvegsmýndun). Jarðvegurinn er jafnframt hluti vistkerfa og veitir þeim margs kyns þjónustu, m.a. sem hlekkur í námi og hringrásum orku, næringarefna og vatns.

Kvikuhegðun (e. thixotrophy): eiginleiki sem veldur því að efni (hér jarðvegur) hafa mikla vökvarýmd sem snöggminkar við álag, svo efni á föstu formi breytist snögglega í blauta leðju vegna álags af einhverju tagi. Dæmi um slíkt er íslenskur jarðvegur sem hefur mikla vökvarýmd og heldur föstu formi þar til t.d. manneskja stígur niður eða ökutæki keyrir yfir. Þá snögglega breytist það sem virtist vera þurr mold í gegnsósa þykka leðju.

Lágplöntur: Mosar og þörungar. Plöntur án æðakerfis. Þróuðust fyrr en æðplöntur.

Líffræðilegur fjölbreytileiki: vísar til breytileika vistkerfa og er metinn með t.d. fjölda tegunda, því hversu jafnt einstaklingar í vistkerfi skiptast í ólíkar tegundir, hversu mikill erfðafjölbreytileiki er til staðar innan tegunda o.s.frv.

Lykiltegund: er tegund sem spilar mikilvægt hlutverk í vistkerfinu, stærra hlutverk en hlutfallsleg þekja hennar gefur til kynna.

Mælibreyta: er mælanlegur eiginleiki eða einkenni sem er notaður sem vísir fyrir ómælanlega eiginleika/einkenni eins og t.d. þanþol vistkerfa.

Mælikvarði: Hlutfall milli rétttrar og breyttrar stærðar, t.d. á landakorti

Rask: Tímabundin (neikvæð/óæskileg) breyting á umhverfisaðstæðum sem leiðir til langtíma breytinga á vistkerfi.

Sina: Dauðir plöntuhlutur, s.s. leifar frá síðasta sumri.

Sígræn planta: Planta sem fellir ekki lauf sín á haustin, s.s. barrtré.

Slembival: val af handahófi/tilviljun

Stöðugleiki: Mælikvarði á mótstöðu gagnvart raski, t.d. geta vistkerfisins til að hindra jarðvegsrof, jafnframt geta þess til að jafna sig eftir rask. Stöðugleiki tengist þanþoli og viðnámi vistkerfisins.

Sumargræn planta: planta sem fellir lauf sín á haustin og ný lauf vaxa í þeirra stað að vori.

Sveigjanleg vöktun: er aðferðafræði sem þróast, breytist og aðlagast eftir því sem nýjar spurningar vakna, meiri vitneskja safnast og aðstæður breytast, án þess þó að hafa áhrif á heilindi safnaðra gagna.

Tegundaauðgi/Tegundafjölbreytileiki: er mat á fjölda tegunda á ákveðnu svæði, s.s. í ákveðnu vistkerfi eða gróðursamfélagi (e. species richness).

Vatnshagur/vatnsbúskapur: Geta vistkerfisins til að fanga, geyma og miðla vatni. Þessi þáttur endurspeglar virkni vatnshringrásarinnar.

Vaxtarform: flokkar plöntur í hópa eftir sameiginlegum útlitslegum og lífeðlisfræðilegum einkennum. Vaxtarform getur byggt á ýmsum skilyrðum, en hvað algengast er að flokka plöntur í: tré, runna, blómjurtir, grös og graskenndar tegundir, mosa og fléttur. Þá er runnum gjarnan skipt frekar í runna og smárunna (lyng) og stundum eru blómjurtir, grös og graskenndar tegundir tekin saman í jurtir. Raunkíær skipti plöntum í hópa eftir því hvar og hvernig þær geymdu brum sín yfir vetrartímann. Einnig hefur plöntum verið skipt upp eftir kjörbúsvæðum, mjúkum og trénuðum plöntuhlutum o.s.frv.

Viðmiðunarvistkerfi: Ástand sem endurspeglar mögulegt besta ástand svæðisins m.t.t. veðurfars, landslags, gróðurs, jarðvegs og virkni vistkerfisins. Getur verið raunverulegt svæði eða huglægt og er þá skilgreint út frá besta mögulega ástandi með tilliti til sambærilegra svæða.

Virkni náttúrulegra ferla: Geta vistkerfisins til að styðja við náttúrulega ferla eins og hringrás næringarefna, orkuflæði og viðhalda þeim. Tengist einnig viðnámi og þanþoli vistkerfa.

Virknihópur: hópur lífvera/tegunda sem deila svipuðum eða eins eiginleikum svo þau hafa álíka virkni í vistkerfinu. Dæmi um virknihópa plantna (e. plant functional groups, PFTs) eru plöntur með svipaða byggingu, s.s. runnar, smárunnar tré, grös, jurtir og mosar. Einnig er hægt að skipta plöntum upp í hópa eftir vaxtarformi plantna, hvernig þær ljóstillífa, hvort þær séu ein- eða fjölærar, hvernig þær nálgast næringu o.fl. Auk Líffræðilegs fjölbreytileika er talað um virknifjölbreytileika (e. functional diversity) en hann byggir á fjölda ólíkra virknihópa í gróðursamfélagi.

Vistgerð: Staðir eða svæði sem búa yfir ákveðnum eiginleikum hvað varðar gróður, dýralíf, jarðveg og loftslag. Innan sömu vistgerðar eru aðstæður með þeim hætti að þar þrífast svipuð samfélög plantna og dýra. Samheiti vistgerðar er búsvæði (e. habitat).

Vistkerfi: Lífverur og umhverfisþættir á ákveðnu afmörkuðu svæði og samspil þeirra á milli.

Vistlendi: Meginflokkar skyldra vistgerða s.s. mólendi eða votlendi.

Vistmeitill: tegund sem mótar aðgengi annarra tegunda að auðlindum með því að breyta eðlisástandi lífrænna og/eða ólífrænna efna og breyta þannig aðstæðum í búsvæði sínu.

Vöktun: Kerfisbundin, síendurtekin mæling eða skráning einstakra breytilegra þátta í umhverfinu.

Þanþol/viðnám: Segir til um hversu mikið rask vistkerfi þolir og hvort og þá hversu hratt starfsemi og eiginleikar vistkerfa ná fyrra ástandi eftir rask.

