

Áhrif af hlýnun jarðvegs á gróðurfar í skóglendi og graslendi á Reykjum, Ölfusi

Útdráttur

Jarðvegur á víðfeðmum grónum svæðum á Reykjum í Ölfusi tók að hitna vegna breytinga í jarðhitakerfum í kjölfar Suðurlandsskjálftans sem varð 29. maí 2008. Þessar jarðhitabreytingar hrundu af stað rannsóknarklasanum FORHOT þar sem stundaðar eru rannsóknir á sviði jarðhitavistkerfa og loftslagsbreytinga. Hér verður stuttlega fjallað um einn þátt í þessari vinnu, þar sem áhrif jarðvegshita á gróðurfar sitkagreniskóglendis og nærliggjandi graslendis voru rannsökuð. Gróðurmælingar voru gerðar í reitum þar sem jarðvegshiti var mishár. Heildarþekja gróðurs var metin og tegundir greindar. Aðrir mældir þættir voru: hæð gróðurs, jarðvegisdýpt, jarðvegshiti og birta. Alls fannst 41 plöntutegund í skóglendi og 31 í graslendi. Í skóglendinu jókst birta í skógarbotninum þegar jarðvegshiti fór yfir þolmörk trjáanna og þau tóku að drepast. Fjöldi plöntutegunda jókst með auknum jarðvegshita og birtu í skóglendi en minnkaði með auknum hita í graslendi. Í skóginum voru lágplöntur nær allsráðandi þar sem birtan var sem minnst. Grös, blómplöntur og byrkningar náðu aukinni hlutfallslegri þekju þar sem skógurinn opnaðist vegna aukins jarðvegshita og birta náði niður á skógarbotninn. Í graslendi jókst hlutfall lágplantna með auknum jarðvegshita en byrkningar hurfu og eina dvergrunnategundin, blóðberg, tók við. Miklar breytingar hafa átt sér stað í báðum vistkerfunum. Jarðvegshiti í graslendi og samspil jarðvegshita og birtu í skóglendi eru greinilegir megináhrifavaldar gróðurbreytinga.

Inngangur

Meðallofthiti á jörðinni hefur aukist síðastliðna áratugi og er talið að hiti muni aukast

enn á næstu áratugum þar sem norðurheimskautssvæðin verða fyrir mestum áhrifum (Stocker o.fl., 2013). Lofthiti, og ekki síður jarðvegshiti, er ráðandi þáttur þegar kemur að samsetningu gróðurs og þeim tegundum er dafna á hverjum stað (Chapin o.fl., 1995; Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003; Elmendorf o.fl., 2012, Ingibjörg S. Jónsdóttir o.fl., 2005). Ýmsar rannsóknir á alþjóðlegum vettvangi hafa sýnt að hækkun lofthita um 1-5°C getur haft veruleg áhrif á tegundasamsetningu plantna (Chapin o.fl., 1995; Ingibjörg S. Jónsdóttir o.fl., 2005).

Jarðhitasvæði geta einnig boðið upp á góðar aðstæður til að rannsaka áhrif breytts jarðvegshita (O’Gorman o.fl., 2014). Hér á landi hefur gróður flestra háhitasvæða verið rannsakaður og honum lýst en samsetning hans ræðst af fjölmörgum þáttum (Ásrún Elmarsdóttir & Olga Kolbrún Vilmundardóttir 2009), ekki bara jarðvegshita. Minna er vitað um þær breytingar sem eiga sér stað þar sem jörð hitnar snögglega og hve hratt gróður svarar þeim breytingum. Það eru aðstæður sem líkjast því sem gerist með loftslagsbreytingunum.

Áhrif loftslagsbreytinga á plöntur á heimskautasvæðum hafa verið rannsökuð um árabíl innan alþjóðlega rannsóknarverkefnisins ITEX (International Tundra Experiment; Elmendorf o.fl., 2012), þar sem yfirborðs- og jarðvegshiti er aukinn í vermireitum. Niðurstöður þess verkefnis benda til að breytingar á loft- og jarðvegshita hafi ólík áhrif á heimskauta- og fjallagróður, en það fer eftir staðsetningu rannsóknarsvæða, jarðvegsraka og lengd tilraunaverkefnisins á hverjum stað fyrir sig. Rannsóknirnar hafa

þó almennt sýnt fram á neikvæð áhrif á þéttleika lágplantna en jákvæð áhrif á vöxt háplantna og þéttleika runna.

Jarðvegur á víðfeðmum grónum svæðum á Reykjum í Ölfusi tók að hitna vegna breytinga í jarðhitakerfum í kjölfar Suðurlandsskjálftans 29. maí árið 2008 (Thoen o.fl., 2014). Þessar jarðhitabreytingar veita einstök tækifæri til rannsókna á sviði jarðhitavistkerfa og loftslagsbreytinga. Til að rannsaka áhrif þessara jarðvegshitabreytinga á mismunandi þætti vistkerfa skóglendis og graslendis var stofnað til verkefnisins FORHOT (Natural soil warming in natural grasslands and a Sitka spruce forest in Iceland) (FORHOT, 2012).

Hér verður fjallað um einn þátt M.Sc.-lokaverkefnis í náttúru- og umhverfisfræði við LbhÍ þar sem áhrif mishás jarðvegshita á gróðurfar skóglendis og graslendis voru rannsökuð. Markmið verkefnisins var að rannsaka hvernig breytingar á jarðvegshita hafa áhrif á gróðurfar tveggja ólíkra vistkerfa; skóglendis og graslendis.

Efni og aðferðir

Rannsóknin fór fram á landi Landbúnaðarháskóla Íslands að Reykjum í Ölfusi. Vistkerfin sem voru rannsökuð voru graslendi og skóglendi við rætur Reykjafjalls. Rannsóknin í skóglendinu var gerð í um 47 ára gömlum ógrisjuðum sitkagreniskógi (Thoen o.fl., 2014). Umhverfis skóginn er blómlendi áberandi þar sem brennisóley (*Ranunculus acris*) og blágresi (*Geranium sylvaticum*) eru einkennandi. Þá eru língresi (*Agrostis* spp.) algengastu grösín. Skjólsegt er í graslendinu sem er umlukið sitkagreni-, furu- og birkilundum. Helstu tegundir í gras-

lendinu eru língresi, vinglar (*Festuca* spp.), sveifgrös (*Poa* spp.), vellefting (*Equisetum pratense*) og brennisóley. Bæði vistkerfin snúa á móti vestri.

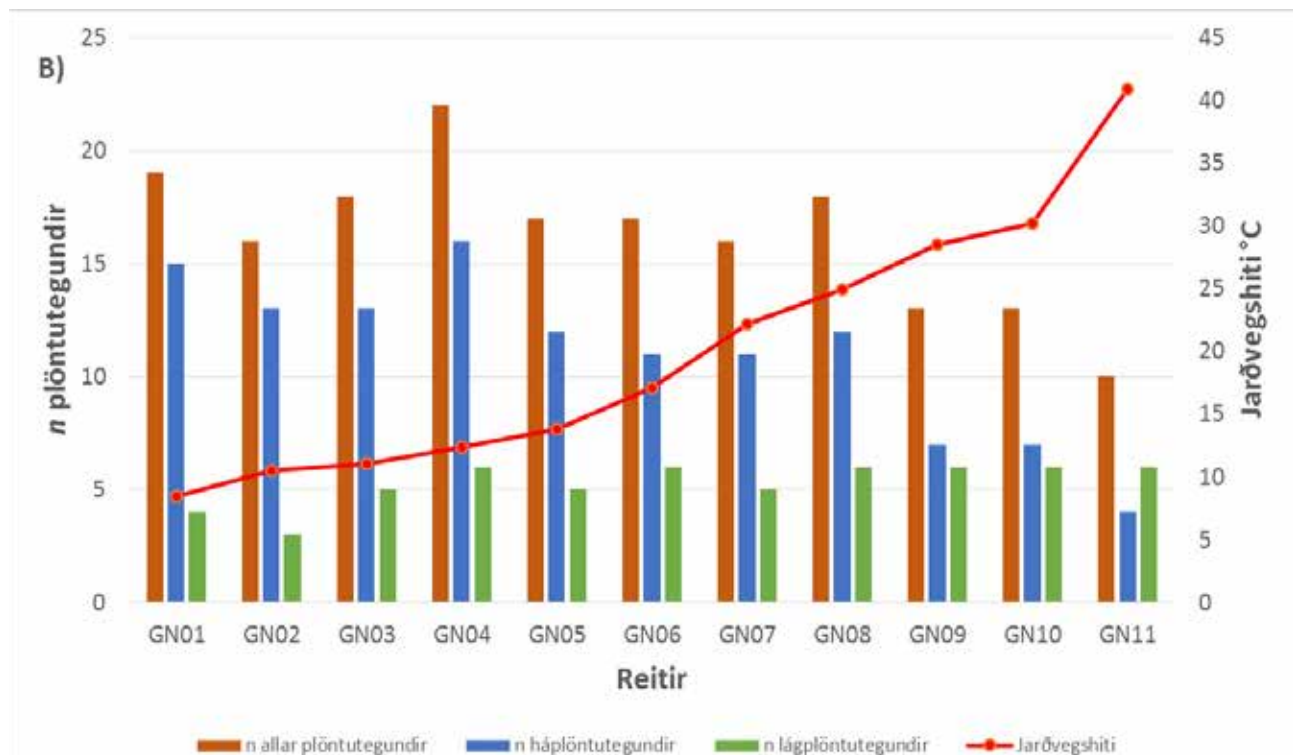
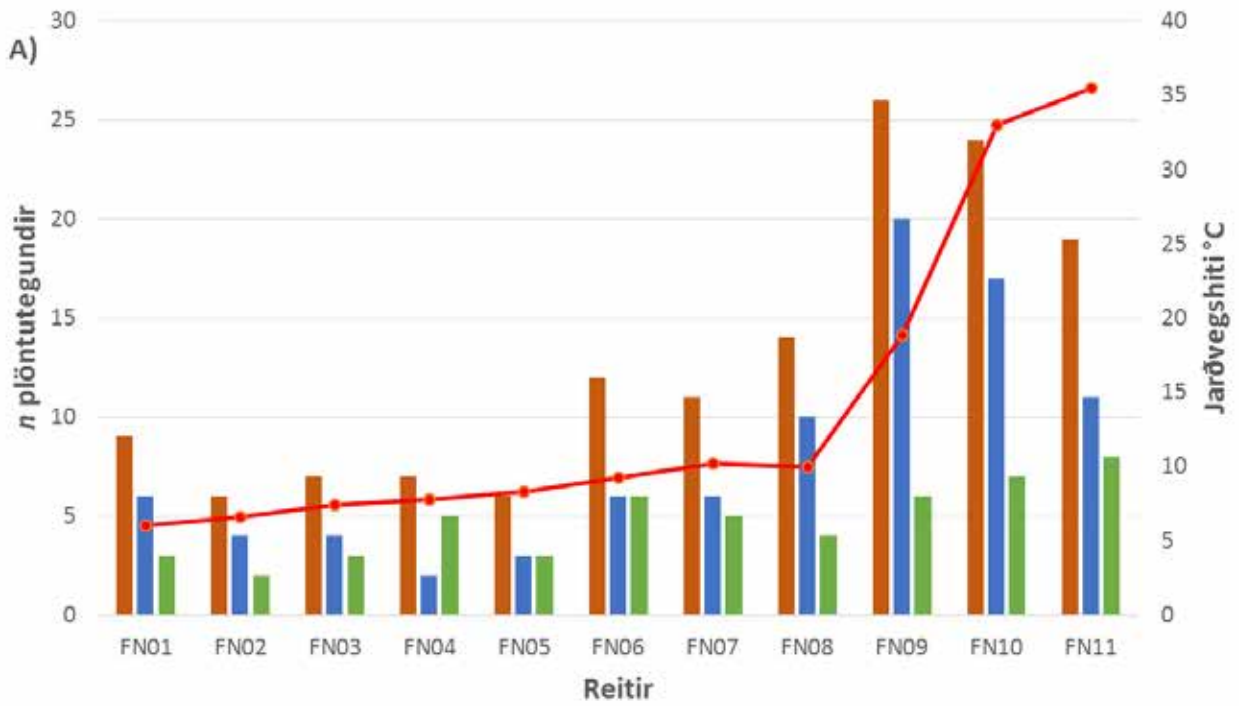
Næsta og sambærilegasta veðurathugunarstöð Veðurstofu Íslands (2014) er á Eyrarbakka, 9 km suðaustan við Reykjafjall. Meðalárshiti á Eyrarbakka árin 1961 til 2012 var 4,4°C (5,3°C árið 2012) og meðalársúrkoma 1.419 mm (1.405 mm árið 2012) (Veðurstofa Íslands, 2014).

Rannsóknin var gerð í ágúst 2012. Gögnum var safnað á fjórum stórsniðum og ellefu hitabilum í hvoru vistkerfi fyrir sig. Ýmsar mælingar hafa farið fram á þessum sömu sniðum innan FORHOT-verkefnisins. Einu hitabili var bætt við í skóglendi fyrir þennan verkþátt þar sem engar aðrar mælingar hafa verið gerðar, þ.e. á allra heitasta svæðinu í skóglendinu (F11). Átta smáreitir (100x33 cm) voru mældir á hverju hitabili, tveir við hvert stórsnið. Notast var við Braun-Blanquet þekjukvarða, lítt breyttan (Braun-Blanquet, 1965). Heildarþekja gróðurs, lágplantna og háplantna var metin með sjónmati og tegundir háplantna og mosa greindar. Aðrir mældir þættir voru hæð gróðurs, jarðvegsdýpt, jarðvegshiti og hlutfallsleg birta (PAR) innan skógar í samanburði við birtu utan skógar.

Niðurstöður

Alls fannst 41 plöntutegund í skóglendinu, þar af 31 háplanta og 10 lágplöntur. Í graslendinu fundust 32 plöntutegundir, þar af 26 háplöntur og 6 lágplöntur. Fjöldi plöntutegunda jókst með auknum jarðvegshita og birtu í skóglendi en minnkaði með auknum

1. mynd. Fjöldi plöntutegunda í skóglendi (A) og graslendi (B). Jarðvegshiti (rauð lína, hægri ás) var mældur á 10 cm dýpi.



hita í graslendi (1. og 2. mynd). Í skóglendinu jókst birta í skógarbotninum þegar jarðvegshiti fór yfir þolmörk trjána og þau tóku að drepast.

Inni í skóglendi fundust flestar háplöntu- tegundimar í reitum þar sem jarðvegshiti var að jafnaði milli 18 og 33°C, sem svaraði til +13-27°C hlýnunar og skógurinn var tekinn að gisna.

Grös, blómplöntur og byrkningar juku þekju sína þar sem skógurinn hafði opnast og jarðvegshitinn var jafnframt hærri (2. mynd). Eina háplöntu- tegundin sem þar náði að meðaltali yfir 10% þekju í reit var skriðlíngresi (*A. stolonifera*). Rífsberjaplöntur (*Ribes spp.*) og alaskayllir (*Sambucus racemosa*) höfðu borist inn á skóglendið þar sem jarðvegshiti var 18 til 35,5°C og birta var 20 til 43%. Tegundir sem ekki fundust í reitum fyrr en jarðvegshiti í skóglendinu fór yfir 18°C og hlutfallsleg birta fór yfir 20% voru tófugras (*Cystopteris fragilis*), vætuduñurt (*Epilobium ciliatum*) og njóli (*Rumex longifolius*).

Í graslendi fundust flestar háplöntu- tegundir þar sem væg jarðvegshitaaukning (+4°C) átti sér stað og voru fæstar þar sem jarðvegshitinn var hæstur (1. mynd). Algengasta grastegundin var skriðlíngresi, en það fannst í nokkru magni í öllum reitum. Þekja þess jókst með vægri jarðvegshitaaukningu en hnignaði örlítið aftur þegar jarðvegshiti fór yfir 17°C. Þó náði skriðlíngresið nærri 14% meðalþekju í heitasta reitnum þar sem meðaljarðvegshiti var 41°C.

Í skóginum var klóelfting (*E. arvense*) algengasta háplöntu- tegundin en lágplöntur voru

nær allsráðandi þar sem birtan var minnst. Algengustu mosategundirnar í skóglendinu voru tildurmosi (*Hylocomium splendens*) og engjaskraut (*Rhytidiadelphus squarrosus*) og jókst þekja þeirra með auknum jarðvegshita og birtu. Móasigð (*Sanonina uncinata*) fannst á svæðum þar sem hlutfallsleg birta náði yfir 20% og jarðvegshiti fór yfir 18°C.

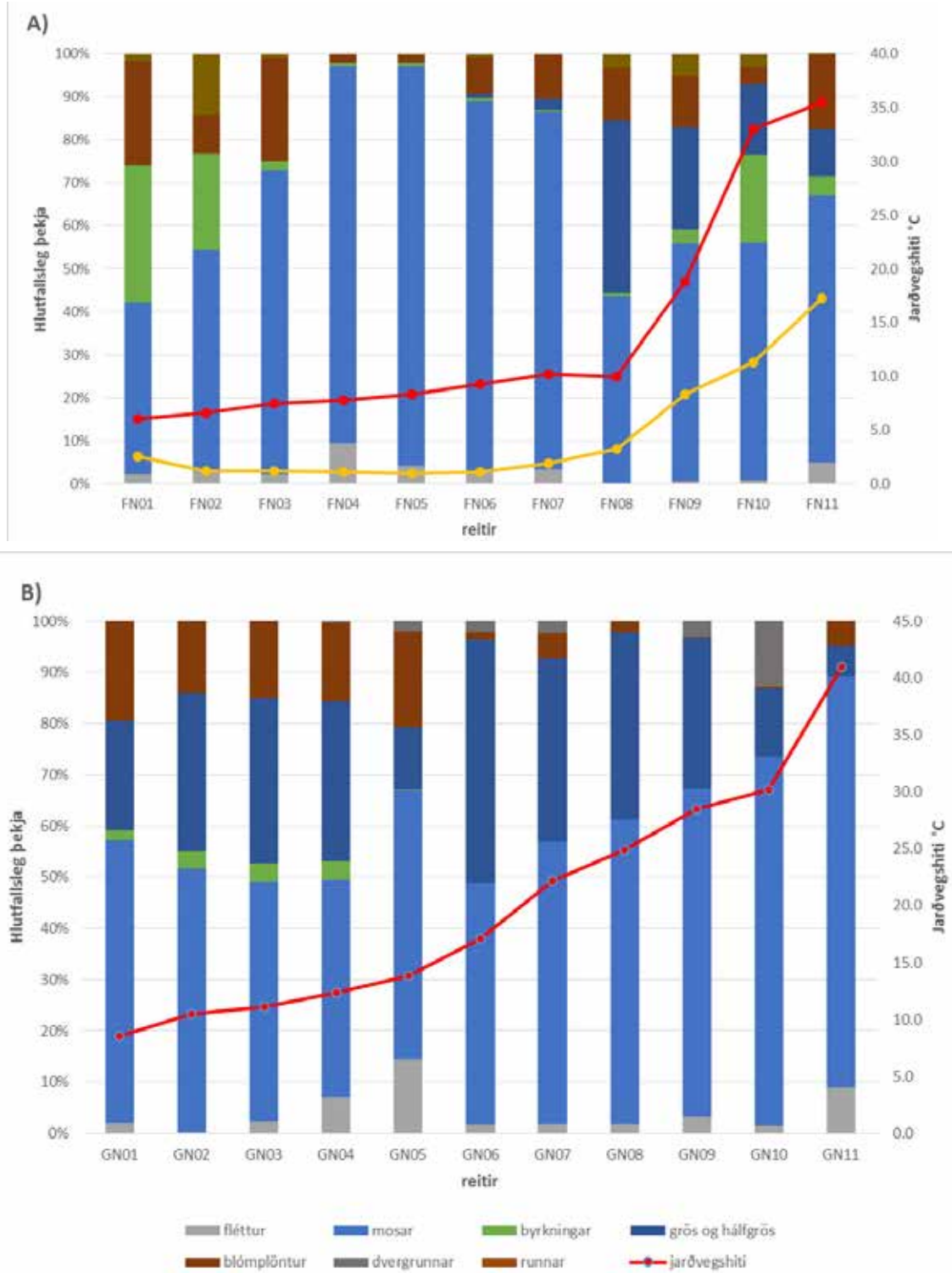
Í graslendi jókst þekjuhlutfall lágplantna með auknum jarðvegshita (flokkarnir „fléttur“ og „mosar“ á 2. mynd). Byrkningar og blómplöntur hurfu og eina dvergrunnategundin, blóðberg (*Thymus praecox*), tók við (2. mynd). Algengustu mosategundirnar í graslendinu voru tildurmosi, engjaskraut og móasigð. Meðalþekja tildurmosa var töluverð (>35%) við væga aukningu á jarðvegshita en þekjunni hnignaði lítilliga aftur við jarðvegshita yfir 17°C. Engjaskraut náði jafnframt nokkurri þekju á sömu reitum.

Umræður

Jarðhiti í graslendi og samspil jarðhita og birtu í skóglendi eru greinilegir megin áhrifavaldar gróðurbreytinga. Fleiri plöntu- tegundir er að finna í skóglendi þar sem jarðhita gættir en í graslendi sem er sambærilega heitt.

Birta sem nær til skógarbotnsins er einn helsti þátturinn sem hefur áhrif á botngróður skóga en rannsóknir hér á landi hafa sýnt að aldur og þéttleiki skóga, og þar af leiðandi birta, skiptir miklu máli um gróðurfar þeirra (Ásrún Elmarsdóttir & Borgþór Magnússon, 2006). Aukinn jarðvegshiti hafði bein áhrif á skóginn sjálfan á Reykjum þar sem hitinn drap fínrætur trjána þannig að þau misstu rótfestu, féllu um koll og drápust (Thoen o.fl., 2013). Þannig hefur skógurinn opnast, aukin

2. mynd. Hlutfallsleg þekja gróðurflokka í skóglendi (A) og graslendi (B). Birtan (gul lína) er sýnd sem hlutfall af birtu við yfirborð innan og utan skógar. Jarðvegshiti (rauð lína, hæгри ás) var mældur á 10 cm dýpi.



birta berst á skógarbotninn og breytingar hafa orðið á samsetningu (2. mynd). Þar sem birtan var sem mest var hitinn jafnframt mestur. Með auknum jarðhita og birtu fjölgaði bæði háplöntu- og lágplöntutegundum en hlutfallsleg aukning háplöntutegunda var meiri.

Í graslendinu, þar sem ekki gætti sömu breytinga á birtuskilyrðum, fylgdi breyting á hlutföllum tegundahópa betur jarðvegshitanum. Mosar, grös, fléttur, byrkningar og blómplöntur voru í köldu reitunum, en með lítilli jarðhitaaukningu (+2 til +4°C) hurfu byrkningar og blóðberg bættist við tegundaflórana. Algengasta blómtegundin í reitum þar sem jarðvegshitaaukning er +2 til +22°C var brennisóley og algengasta grastegundin var skriðlingresi. Báðar þessar tegundir finnast gjarnan á jarðhitasvæðum, án þess að vera sérstakar „jarðhitategundir“, þ.e. tegundir bundnar jarðhita (Steindórsson, 1964; Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003). Í graslendinu voru fleiri mosategundir en háplöntur í allra heitasta reitnum og hlutfallsleg þekja lágplantna yfirgnæfandi meiri.

Hitapol plöntuhópa eða einstakra tegunda er misjafnt. Þar sem mosar hafa einungis rætlinga geta þeir þolað mikinn jarðvegshita. Mosi er algengur á jarðhitasvæðum og eru margar tegundir hitakærar eða þola mikinn hita (Evert & Eichhorn, 2013). Tildurmosi og engjaskraut virðast vera nokkuð hitapolnar tegundir en þær fundust í nokkru magni á heitustu reitunum, bæði í skóglendi og graslendi.

Hér á landi eru skilgreindar nokkrar tegundir háplantna sem jarðhitategundir (Steindór

Steindórsson, 1964), en engin slík tegund fannst á rannsóknarsvæðinu. Jafnframt eru þekktar tegundir sem finnast í fleiri gróðurlendum, en sem þola jarðvegshitann vel og dafna þar sem hans gætir. Má þar nefna skriðlingresi sem hefur töluvert hitapol (Ásrún Elmarsdóttir o.fl., 2003) og lifði það til að mynda í reitum þar sem jarðvegshiti var allt að 35,5°C í skóglendinu.

Ólík þróun gróðurs þar sem jarðvegshitinn var mestur í skóglendinu og graslendinu gæti stafað af mismiklum jarðvegsraka. Heitasta svæðið í graslendinu náði að þorna upp er leið á sumarið og vætudúnurt t.d. skrælnaði. Meiri jarðvegsraki í skóglendinu og hugsanlega vægur skuggi og skjól af föllnum trjám gæti hafa stuðlað að hagstæðari skilyrðum fyrir burkna og ýmsar runnategundir. Fuglar, sem leita skjóls í skógum, bera einnig með sér fræ nýrra tegunda inn á svæðið (Howe & Smallwood, 1982) og eru rifsberjaplöntur og yllir dæmi um tegundir sem hafa borist inn í skóginn, þar sem meðaljarðvegshiti var yfir 18 °C og birta yfir 20%, en ekki inn á graslendið.

Ljóst er að miklar breytingar hafa átt sér stað í báðum vistkerfunum síðan jarðvegur tók að hlýna í maí 2008. Rannsóknir sem fara fram á FORHOT-svæðinu á Reykjum geta gefið góða hugmynd um þær breytingar sem eiga sér stað og áhrifaþætti þeirra snemma eftir myndun jarðhitasvæða. Jafnframt munu svæði þar sem væg jarðhitaaukning hefur orðið geta gefið mynd af því hvaða áhrif væntanlegar loftslagsbreytingar muni hafa á þau vistkerfi sem hér eru rannsökuð.

Heimildir

Ásrún Elmarsdóttir & Borgþór Magnússon (2006). ICEWOODS; Changes in ground vegetation following afforestation. Proceedings of the AFFORNORD conference. Effects of afforestation on ecosystem, landscape and rural development. Reykholt, Iceland.

Ásrún Elmarsdóttir & Olga Kolbrún Vilmundardóttir (2009). Flokkun gróðurs og landgerða á háhitasvæðum Íslands. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.

Ásrún Elmarsdóttir, María Ingimarsdóttir, Íris Hansen, Jón S. Ólafsson & Erling Ólafsson (2003). Vegetation and invertebrates in three geothermal areas in Iceland. International Geothermal Conference. Reykjavík.

Braun-Blanquet, J. (1965). *Plant Sociology: the study of plant communities*. London: Hafner

Chapin, F.S., Shaver, G.R., Giblin, A.E., Nadelhoffer, K.J., Laundre, J.A. (1995). Responses of arctic tundra to experimental and observed changes in climate. *Ecology*, 76(3) 694-711.

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., Keuper, 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.

Evert, R.F., & Eichhorn, S.E. (2013). *Biology of plants*. New York: Peter Marshall.

FORHOT (2012). FORHOT (Natural soil warming in natural grasslands and a Sitka spruce forest in Iceland). Sótt 14. apríl 2014 á www.forhot.is

Howe, H.F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of Seed Dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13 (1982), 201–228.

Ingibjörg S. Jónsdóttir, Borgþór Magnússon, Jón Guðmundsson, Ásrún Elmarsdóttir, og Hreinn Hjartarson (2005). Variable sensitivity of plant communities in Iceland to experimental warming. *Global Change Biology*, 11(4), 553-563.

O’Gorman, E., J. P. Benstead, W. F. Cross, N. Friberg, J. M. Hood, P. W. Johnson, Bjarni D. Sigurdsson & G. Woodward. (2014). Climate change and geothermal ecosystems: natural laboratories, sentinel systems, and future refugia. *Global Change Biology*, Samþykkt grein. doi: DOI:10.1111/gcb.12602

Steindór Steindórsson (1964). *Gróður á Íslandi*. Reykjavík: Almenna bókafélagið.

Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, L.V. Alexander, S.K. Allen, N.L. Bindoff, F.-M. Bréon, J.A. Church, U. Cubasch, S. Emori, P. Forster, P. Friedlingstein, N. Gillett, J.M. Gregory, D.L. Hartmann, E. Jansen, B. Kirtman, R. Knutti,

K. Krishna Kumar, P. Lemke, J. Marotzke, V. Masson-Delmotte, G.A. Meehl, I.I. Mokhov, S. Piao, V. Ramaswamy, D. Randall, M. Rhein, M. Rojas, C. Sabine, D. Shindell, L.D. Talley, D.G. Vaughan og S.-P. Xie, 2013: Technical Summary. Í: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Thoen, E., Anamthawat-Jónsson, K., Bjarni D. Sigurðsson, Lenz, A. & Edda Oddsdóttir (Í handriti). The effects of increasing soil temperature on ectomycorrhizal fungi on Sitka spruce in Iceland.

Veðurstofa Íslands (2014). Mánaðargildi fyrir valdar stöðvar. Gögn frá veðurstöð á Eyrarbakka. Sótt 15. febrúar 2014 á <http://www.vedur.is/vedur/vedurfar/-medaltalstoflur/>