

Gróður og smádyr á sex háhitasvæðum

Ásrún Elmarsdóttir, María Ingimarsdóttir, Iris Hansen,
Jón S. Ólafsson og Sigurður H. Magnússon


Unnið fyrir Orkustofnun, Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjun

NÍ-03015

Reykjavík, desember 2003



NÁTTÚRUFRÆÐISTOFNUN ÍSLANDS OG
LÍFFRÆÐISTOFNUN HÁSKÓLANS

		Reykjavík <input checked="" type="checkbox"/> Akureyri <input type="checkbox"/>
Skýrsla nr. NÍ-03015	Dags, Mán, Ár Desember 2003	Dreifing X Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Gróður og smádýr á sex háhitasvæðum		Upplag 100
		Fjöldi síðna 73
Höfundar Ásrún Elmarsdóttir ¹ , María Ingimarsdóttir ¹ , Iris Hansen ² , Jón S. Ólafsson ² og Sigurður H. Magnússon ¹ <small>1: Náttúrufræðistofnun Íslands, 2: Líffræðistofnun Háskóla Íslands.</small>		Verknúmer R0111370
Unnið fyrir Orkustofnun, Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar Líffræðistofnun Háskólans		
Útdráttur Vorið 2001 hófst rannsókn á lífríki á háhitasvæðum á Íslandi og var hún unnin samkvæmt samningi um öflun gagna um náttúrufræðisvæðum vegna „Rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma“. Markmið rannsóknarinnar var að lýsa vistkerfum á háhitasvæðum og kanna tengsl umhverfisþátta við gróður og smádýralíf. <p>Sex svæði í mismunandi landshlutum og í mismunandi hæð yfir sjó voru rannsökuð. Á hverju svæði voru lagðir út nokkrir reitir út frá hveramiðju þannig að þeir spönnuðu sem mestan fallanda í hita og breytileika í gróðri. Gróður var kortlagður, greindur til tegunda og þekja metin. Smádýrum var safnað og þau greind til tegunda. Hiti í jarðvegi og jarðvegisdýpt voru mæld, jarðvegsgerð var metin og jarðvegssýni tekin til greininga á sýrustigi og kolefnisinnihaldi.</p> <p>Niðurstöður gefa til kynna að hitauppsprettur á yfirborði geti verið mjög staðbundnar og áhrif á lífverur því bundin við litla bletti. Magn lífrænna efna var um tífalt meira í köldum reitum en heitum og sýrustig lækkaði talsvert með hækkandi hita en hvort tveggja hefur áhrif á gróðurfar. Tegundum fækkaði yfirleitt umtalsvert og þekja gróðurs minnkaði með auknum hita en ekki voru skýr tengsl á milli hita og þekju mosa eða fjölda mosategunda. Tegundasamsetning, einkum mosa og smádýra, breyttist mikið með auknum hita þannig að heitir og kaldir reitir höfðu fáar tegundir sameiginlegar. Flestar tegundanna sem fundust í volgri eða heitri jörð geta líka þrífist utan jarðhita en á svæðunum fundust nokkrar tegundir háplantna og mosa sem bundnar eru jarðhita og tegundir smádýra sem eru algengari við jarðhita en utan hans. Fáeinir tegundir planta og dýra fundust sem teljast sjaldgæfar á Íslandi og voru þær allar bundnar við jarðhita. Rannsóknin sýnir jafnframt að verulegur munur er á lífríki svæðanna sex. Það er því erfitt að yfirfæra niðurstöður beint yfir á önnur háhitasvæði og því er nauðsynlegt að afla upplýsinga á fleiri svæðum til að fá betri mynd af lífríki háhitasvæða á landinu öllu en góðar upplýsingar um lífríki er grundvöllur þess að unnt sé að meta verndargildi svæða.</p>		
Lykilorð Hitafallandi, gróðurkort, háplöntur, mosar, fléttur, skordýr, áttfætlur, margfætlur, sýrustig, kolefni, Reykjanes, Ölkelduháls, Fremstidalur, Hvíthólar, Þeistareykir, Reykjadalir.		Yfirfarið KHS ÁI

ÁGRIP

Vorið 2001 óskaði Orkustofnun eftir því að Náttúrufræðistofnun Íslands og Líffræðistofnun Háskólans rannsökuðu lífríki á nokkrum háhitasvæðum og hófst rannsókn þá um sumarið. Landsvirkjun og Orkuveita Reykjavíkur styrktu einnig rannsóknina. Unnið var samkvæmt samningi um öflun gagna um náttúrfar vegna „Rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma“. Markmið rannsóknarinnar var að lýsa vistkerfum á háhitasvæðum og kanna tengsl mældra umhverfisþátta við gróður og smádýralíf.

Sex svæði í mismunandi landshlutum og í mismunandi hæð yfir sjó voru valin til rannsókna. Þau eru á Reykjanesi, tvö á háhitasvæði Hengilsins, þ.e. í Fremstadal og við Ölkelduháls, í Reykjadalum norðvestan Torfajökuls, við Hvíthóla í nágrenni Kröflu og á Þeistareykjum. Gagnasöfnun fór fram sumrin 2001 og 2002. Á hverju svæði voru lagðir út nokkrir 100 m² reitir út frá hveramiðju þannig að þeir spönnuðu sem mestan fallanda í hita og breytileika í gróðri. Gögnum var safnað innan reitanna. Gróður var kortlagður á öllum svæðunum, þekja metin og tegundir greindar. Smádýrum var einnig safnað og þau greind til tegunda af öllum svæðum nema Reykjadalum. Hiti í jarðvegi og jarðvegisdýpt var mæld, jarðvegsgerð var metin og jarðvegssýni tekin til greininga á sýrustigi og kolefnisinnihaldi. Við úrvinnslu gagna var m.a. beitt hnitun og flokkun.

Jarðvegshiti féll víðast hvar hratt út frá hveramiðju og breyttist lítið yfir sumarið. Í kaldari reitum var hiti tiltölulega jafn innan reits en gat verið mjög breytilegur í heitari reitum. Þetta gefur til kynna að hitauppsprettur á yfirborði geti verið mjög staðbundnar og áhrif á lífverur því bundin við litla bletti. Magn kolefnis minnkaði í jarðvegi með auknum jarðvegshita. Jarðvegur sem var kaldari en 15°C innihélt að meðaltali tífalt meira af kolefni (3,55% C) en jarðvegur sem var yfir 50°C (0,37% C). Sýrustig í jarðvegi var mjög breytilegt (pH 1,8 – 8,0) en lækkaði talsvert með hækkandi hita. Jarðvegur var yfirleitt mjög breytilegur bæði á hverasvæðunum og umhverfis þau. Í allra heitasta jarðveginum var hverajörð algeng en í kaldari jarðvegi komu fyrir aðrar jarðvegsgerðir, einkum blautjörð og brúnjörð.

Tiltölulega fáar tegundir þrífast við þær sérstöku aðstæður sem skapast næst hverum. Tegundum háplantna, fléttna og smádýra fækkaði yfirleitt umtalsvert með auknum jarðvegshita og þekja háplantna og fléttna minnkaði. Hins vegar voru ekki eins skýr tengsl á milli jarðvegshita og þekju mosa eða fjölda mosategunda. Tegundasamsetning, einkum mosa og smádýra, breyttist mikið með auknum hita þannig að heitir og kaldir reitir höfðu fáar tegundir sameiginlegar. Flestar tegundanna sem fundust í volgri eða heitri jörð geta líka þrífist utan jarðhitasvæða. Á rannsóknasvæðunum fundust þó einnig tegundir bæði háplantna og mosa sem bundnar eru við jarðhita. Má þar nefna háplönturnar naðurtungu og grámyglu en helstu jarðhitategundir mosa voru hveraburst, hæruburst og laugarandi. Af smádýrum fannst engin eiginleg jarðhitategund en nokkrar tegundir fundust sem eru þekktar af því að vera algengari við jarðhita en utan hans svo sem fiðrildið reyrmölur *Crambus pascuella* og bjöllurnar eðjusmiður *Bembidion grapei* og leirsmiður *Bembidion bipunctatum*.

Á svæðunum fundust fáeinir tegundir plantna og dýra sem teljast sjaldgæfar á Íslandi og voru þær allar bundnar við jarðhita. Þetta er háplantan naðurtunga, mosarnir laugarandi og hveraburst, jötunuxinn *Gyrophynus angustatus* og bjallan *Tachyporus nitidulus*.

Auk breytileika innan svæða var í mörgum tilvikum mikill munur á fjölda tegunda og tegundasamsetningu bæði plantna og dýra á milli rannsóknasvæða og fundust margar tegundir aðeins á einu eða tveimur svæðum. Rannsóknasvæðið í Reykjadalum, sem var eina rannsóknasvæðið á hálendinu, skar sig mest úr hvað gróðurfar varðar. Bæði var tegunda-

samsetning gróðurs þar mjög ólík hinum svæðunum og það var eina svæðið þar sem þekja háplantna og mosa jókst með hita og fjöldi tegunda í reit sýndi ekki skýr tengsl við jarðvegs-hita. Af hinum svæðunum fimm skar Reykjanes sig greinilega úr bæði hvað varðar tegunda-samsetningu plantna og smádýra. Tegundasamsetning var nokkuð svipuð á svæðunum tveimur við Hengilinn, þ.e. í Fremstadal og við Ölkelduháls en einnig á svæðunum tveimur á Norðurlandi, við Hvíthóla og á Þeistareykjum. Talsverður munur var á fjölda tegunda milli svæða. Við Hvíthóla voru flestar plöntutegundir skráðar og á Þeistareykjum fundust flestar tegundir smádýra. Á Reykjanesi voru hins vegar skráðar fæstar tegundir bæði plantna og smádýra.

Rannsóknin sýnir að verulegur munur er á lífríki háhitasvæðanna sex. Því er ljóst að erfitt er að yfirfæra niðurstöður beint yfir á önnur háhitasvæði. Af þessu leiðir að nauðsynlegt er að afla grunnupplýsinga á fleiri svæðum til að fá heilsteyptari mynd af lífríki háhitasvæða á landinu öllu en haldgóðar upplýsingar um lífríki er grundvöllur þess að unnt sé að meta verndargildi svæða. Í ljósi þessa er lögð fram tillaga að áfangaskiptum áframhaldandi rannsóknum á lífríki háhitasvæða á landinu.

EFNISYFIRLIT

1 INNGANGUR	9
2 RANNSÓKNASVÆÐI	10
2.1 Reykjanes	10
2.2 Fremstidalur	11
2.3 Ölkelduháls	11
2.4 Reykjadalir	11
2.5 Hvíthólar	12
2.6 Þeistareykir	12
3 AÐFERÐIR	13
3.1 Gagnasöfnun	13
3.1.1 Gróðurkortagerð	13
3.1.2 Gróðurmælingar	13
3.1.3 Smádýr	14
3.1.4 Jarðvegur	14
3.1.5 Efnagreining jarðvegssýna	15
3.1.6 Önnur skráning	15
3.2 Úrvinnsla	15
3.2.1 Gróðurkortagerð	15
3.2.2 Gróður	15
3.2.3 Smádýr	16
3.2.4 Samband jarðvegshita, sýrustigs, gróðurs og smádýra	17
4 NIÐURSTÖÐUR	18
4.1 Gróðurfur og landgerðir	18
4.2 Umhverfisþættir	23
4.3 Gróður í reitum	25
4.3.1 Tegundafjöldi og þekja	25
4.3.2 Tengsl gróðurs og umhverfisþátta	26
4.4 Smádýr	31
4.4.1 Tegundafjöldi	31
4.4.2 Tengsl smádýra og umhverfisþátta	32
4.5 Áhrif jarðvegshita og sýrustigs á gróður og smádýr	35
5 UMRÆÐA	39
5.1 Einkenni háhitasvæða	39
5.2 Munur á milli rannsóknasvæða	39
5.3 Tengsl umhverfisþátta við gróður og smádýr	40
5.4 Tegundir á valista og sjaldgæfar tegundir	43
6 VERNDARVIÐMÍÐ OG FREKARI RANNSÓKNIR	44
7 ÞAKKIR	45
8 HEIMILDASKRÁ	47
9 ENGLISH SUMMARY	51
VIÐAUKAR	53
1. viðauki. Ljósmyndir	53
2. viðauki. Staðsetning rannsóknareita	57
3. viðauki. Gróðurfélög á rannsóknasvæðunum	58
4. viðauki. Háplöntutegundir á rannsóknasvæðunum	60
5. viðauki. Mosategundir á rannsóknasvæðunum	63
6. viðauki. Fléttutegundir á rannsóknasvæðunum	66
7. viðauki. Smádýr á rannsóknasvæðunum	67

MYNDIR

1. mynd. Rannsóknasvæði	10
2. mynd. Gróðurfar og staðsetning reita á Reykjanesi	19
3. mynd. Gróðurfar og staðsetning reita í Fremstadal	20
4. mynd. Gróðurfar og staðsetning reita við Ölkelduháls	20
5. mynd. Gróðurfar og staðsetning reita í Reykjadölum	21
6. mynd. Gróðurfar og staðsetning reita við Hvíthóla	21
7. mynd. Gróðurfar og staðsetning reita á sniði 1 á Þeistareykjum	22
8. mynd. Gróðurfar og staðsetning reita á sniði 2 á Þeistareykjum	22
9. mynd. Jarðvegshiti á 10 cm dýpi á rannsóknasvæðunum	23
10. mynd. Halli í reitum á rannsóknasvæðunum	25
11. mynd. Heildarfjöldi tegunda og heildarþekja gróðurs í reitum á rannsóknasvæðunum	26
12. mynd. Niðurstöður hnitunar gróðurs á öllum rannsóknasvæðunum	27
13. mynd. Niðurstöður hnitunar gróðurs á rannsóknasvæðunum á Suðvestur- og Norðausturlandi	28
14. mynd. Hnitamynd fyrir plöntutegundir á rannsóknasvæðum á Suðvestur- og Norðausturlandi	29
15. mynd. Niðurstöður hnitunar gróðurs á rannsóknasvæðinu í Reykjadölum	30
16. mynd. Hnitamynd fyrir plöntutegundir á rannsóknasvæðinu í Reykjadölum	31
17. mynd. Fjöldi smádýrategunda sem veiddust í gildrum í hverjum reit	32
18. mynd. Niðurstöður hnitunar smádýra á rannsóknasvæðunum	33
19. mynd. Hnitamynd fyrir algengustu smádýrategundirnar á rannsóknasvæðunum	34
20. mynd. Sýrustig og magn kolefnis í jarðvegi við misháan jarðvegshita	35
21. mynd. Heildarþekja gróðurs og þekja háplantna, mosa og fléttna við mismunandi jarðvegshita	36
22. mynd. Fjöldi plöntutegunda, háplantna, mosa og fléttna við mismunandi jarðvegshita	36
23. mynd. Fjöldi smádýrategunda, bjallna, köngulóa og tvívængja við mismunandi jarðvegshita	37
24. mynd. Þekja og fjöldi tegunda háplantna, mosa og fléttna við mismunandi sýrustig í jarðvegi	38
25. mynd. Tillaga að áframhaldandi rannsóknum á lífríki háhitasvæða	45

TÖFLUR

1. tafla. Hæð rannsóknasvæða yfir sjó, meðalhiti og meðalársúrkoma	12
2. tafla. Þekjuskali Braun-Blanquet	14
3. tafla. Jarðvegsgerð á rannsóknasvæðunum	24
4. tafla. Magn kolefnis og sýrustig jarðvegs í reitum á rannsóknasvæðunum	24
5. tafla. Fjöldi tegunda háplantna, mosa og fléttna innan reita á rannsóknasvæðunum	25
6. tafla. Fjöldi smádýrategunda eftir ættbálkum á rannsóknasvæðum og heildarfjöldi tegunda	31
7. tafla. Plöntutegundir sem fundust á rannsóknasvæðunum sex og eru á valista	43

1 INNGANGUR

Jarðhitasvæðum á Íslandi er skipt í lághita- og háhitasvæði og byggir flokkunin einkum á jarðfræði-, jarðefnafræði- og jarðeðlisfræðilegum einkennum, en einnig á nýtingarmöguleikum (Gunnar Böðvarsson 1961, Ingvar Birgir Friðleifsson 1979). Háhitasvæðin liggja á gosbeltunum og eru talin yfir 20 talsins (Guðmundur Pálmason o.fl. 1985). Berghiti á háhitasvæðum nær 200°C á innan við 1000 m dýpi og með borunum má vinna þar gufu til raforkuframleiðslu og til upphitunar (Ingvar Birgir Friðleifsson 1979). Hér á landi hafa háhitasvæðin fyrst og fremst verið rannsökuð út frá nýtingarmöguleikum (Gunnar Böðvarsson 1961, Ingvar Birgir Friðleifsson 1979, Kristján Sæmundsson og Ingvar Birgir Friðleifsson 1980, Guðmundur Pálmason o.fl. 1985, Axel Björnsson 1990). Háhitasvæðin eru einnig mikilvæg vegna útivistar og náttúruverndar, auk þess að hafa mikið fræðslugildi, en þrátt fyrir það hefur vistkerfi háhitasvæða lítt verið rannsakað. Rannsóknir hafa flestar verið lýsandi (Sigurður Pétursson 1958a og b, Steindór Steindórsson 1964, Jakob K. Kristjánsson og Guðni Á. Alfredsson 1986) en fáar hafa kannað tengsl lífríkis og umhverfisþátta (Tuxen 1944, María Ingimarsdóttir 2000, María Ingimarsdóttir o.fl. í handriti).

Á háhitasvæðum skapar hár jarðvegshiti við yfirborð aðstæður sem eru ólíkar umhverfinu í kring. Svæðin einkennast jafnan af lágu sýrustigi og styrkur steinefna og annarra frumefna er ólíkur því sem gerist í öðrum vistkerfum (Stefán Arnórsson o.fl. 1980, Burns 1997). Þessar sérstöku aðstæður ráða miklu um það hvaða lífverur þrífast þar og eru hér á landi þekktar nokkrar „jarðhitategundir“, þ.e. tegundir sem þrífast eingöngu eða nær eingöngu á jarðhitasvæðum (Tuxen 1944, Steindór Steindórsson 1964, Eva G. Þorvaldsdóttir 2000). Ennfremur skapar jarðhitinn hagstæð skilyrði fyrir tegundir sem annars finnast eingöngu á hlýrri svæðum landsins (Tuxen 1944, Hörður Kristinsson 1996, Erling Ólafsson 2000).

Mörg háhitasvæði hafa verið nefnd sem kostir til virkjunar jarðvarma (Iðnaðarráðuneytið 1994). Því er nauðsynlegt að afla grunnupplýsinga um lífríki háhitasvæða svo unnt sé með markvissum hætti að vega og meta verndargildi þeirra. Slíkar upplýsingar munu einnig nýtast við mat á umhverfisáhrifum framkvæmda.

Vorið 2001 óskaði Orkustofnun eftir því að Náttúrufræðistofnun Íslands og Líffræðistofnun Háskólans rannsökuðu lífríki á nokkrum háhitasvæðum og hófust rannsóknirnar þá um sumarið. Rannsóknir þessar eru unnar samkvæmt samningi um öflun gagna um náttúrufar vegna „Rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma“. Árið 2002 var leitað eftir samstarfi við Landsvirkjun og Orkuveitu Reykjavíkur sem styrkja rannsóknirnar. Náttúrufræðistofnun Íslands og Líffræðistofnun Háskólans hafa lagt nokkuð af mörkum til verkefnisins á grundvelli þess að hluti verkefnisins eru grunnrannsóknir og aðferðaþróun. Ábyrgðarmenn einstakra verkþátta voru Ásrún Elmarsdóttir vegna gróðurrannsókna og María Ingimarsdóttir vegna smádýrarannsókna. Tengiliðir verkefnisins hafa verið Jón S. Ólafsson fyrir hönd Líffræðistofnunar Háskólans og Hákon Aðalsteinsson fyrir hönd verkkaupa. Verkstjórn var í höndum Ásrúnar Elmarsdóttur.

Markmið rannsókna er að lýsa vistkerfum á háhitasvæðum og kanna tengsl mældra umhverfisþátta við gróður og smádýralíf. Út frá þeim niðurstöðum verða settar fram tillögur um frekari rannsóknir til að bera saman einstök svæði og meta með tilliti til verndargildis þeirra.

2 RANNSÓKNASVÆÐI

Valin voru sex háhitasvæði til rannsókna (1. mynd), fjögur á Suðvesturlandi og tvö á Norðausturlandi. Við valið var fyrst og fremst horft til svæða sem nefnd hafa verið sem hugsanleg til vinnslu háhita og var valið unnið í samvinnu við Orkustofnun. Svæðin voru enn fremur valin í mismunandi landshlutum og í mismunandi hæð yfir sjó til að fá upplýsingar um lífríki háhitasvæða við ólíkar aðstæður.



1. mynd. Rannsóknasvæði. Nánari staðsetningu er að finna í 2. viðauka.

2.1 Reykjanes

Háhitasvæðið á Reykjanesi er á suðvesturhorni Reykjanesskaga. Norðan við það er móbergshryggurinn Rauðhólar en hveradyngjan Skálafell til suðurs. Reykjanes er á náttúru-minjaskrá, einkum vegna stórbrotinnar jarðfræði og allmikils hverasvæðis (Náttúruverndar-ráð 1996) og í drögum að Náttúruverndaráætlun 2004–2008 er lagt til að svæðið verði friðlýst (Umhverfisstofnun 2003). Á Reykjanesi eru basalthraun sem runnið hafa eftir ísöld (Kristján Sæmundsson og Sigmundur Einarsson 1980) en móbergs- og bólstrabergshryggir standa upp úr. Reykjanesskagi liggur á 50–60 km löngu gosbelti. Það tengir gosbeltið sem er undir Reykjaneshrygg við svokallað Langjökulsgosbelti (Freysteinn Sigurðsson 1985). Vegna nálægðar við ströndina á sjór greiðan aðgang inn í jarðhitakerfið. Jarðhitavökvinn er það saltur að talað er um „heitan jarðsjó“ á þessu svæði (Guðmundur Pálmason o.fl. 1985).

Rannsóknasvæðið (RN) (1. ljósmynd) er í 10–15 m h.y.s. um 1 km norðaustur af Reykjanes-vita og suður af Gráa lóninu svokallaða. Svæðið er tiltölulega flatt en umhverfis það er sand-orpið og misvel gróið hraun. Stærð jarðhitasvæðisins er um 2 km² (Guðmundur Pálmason o.fl. 1985). Þar er að finna leirhverir, gufuhverir og heita jörð. Sjóðandi hverir hafa verið þarna tímabundið en þeir liggja nú niðri og er Gunnuhver þeirra þekktastur. Að jafnaði leggur mikla gufu yfir svæðið. Ársmeðalhiti er um 4,7°C og meðalársúrkoma 1100–1200 mm (1. tafla).

2.2 Fremstidalur

Fremstidalur er í sunnanverðum Hengli en Hengill og næsta nágrenni er á náttúruminjaskrá, einkum vegna stórbrotins landslags, fjölbreyttrar jarðfræði og jarðhita (Náttúruverndarráð 1996). Svæðið er fjöllótt og liggur að mestu í 300–600 m h.y.s. en hæst rís Skeggi í 803 m. Við Hengil er kennt eitt af stærstu háhitasvæðum landsins, um 100 km² og er jarðhiti á yfirborði mikill (Gylfi Páll Hersir o.fl. 1990). Á stærstum hluta þess er að finna móberg og móbergssæt frá ísöld en einnig basalhraun sem runnu eftir að henni lauk (Kristján Sæmundsson 1995). Ein mesta jarðhitavirknin er við Ölkelduháls og í Hengladölum (Gylfi Páll Hersir o.fl. 1990).

Fremstidalur er austastur Hengladala. Dalurinn afmarkast af Litla-Skarðsmýrarfjalli í suðri, Hengli í norðri og grágrýtisdyngjunni Bitru í austri. Rannsóknasvæðið (FD) er í um 380 m h.y.s. og liggur innarlega í dalnum uppi í Svínahlíð (2. ljósmynd). Þar eru stórir sjóðandi leirhverir og heit jörð með rjúkandi gufuaugum. Miðja rannsóknasvæðisins var stór leirhver uppi í hlíðinni, en rannsóknin náði einnig yfir grónar brekkur þar fyrir ofan og neðan. Þar mátti sjá ummerki um breytta hveravirkni síðustu ára, sums staðar var gróður sviðinn sem sýnir að hiti á yfirborði er nýtilkominn. Ársmeðalhiti er um 1,9°C og meðalársúrkoma 2500–3000 mm (1. tafla).

2.3 Ölkelduháls

Háhitasvæðið á Ölkelduhálsi er líkt og Fremstidalur hluti af háhitasvæði Hengilsins (Gylfi Páll Hersir o.fl. 1990). Rannsóknasvæðið (ÖH) við Ölkelduháls er í um 380 m h.y.s. og milli Þverárdals og Reykjadal. Til vesturs eru Hengladalir og hraungígurinn Tjarnarhnúkur til norðausturs. Hveramiðjan sem rannsökuð var er í brekku (3. ljósmynd). Yfirborð hennar er tiltölulega þurr með rjúkandi gufuaugum. Fyrir ofan og neðan brekkuna er flatlendi þar sem mosagróður og graslendi er einkennandi. Ársmeðalhiti er um 1,6°C og meðalársúrkoma 2500–3000 mm (1. tafla).

2.4 Reykjadalir

Reykjadalir eru hluti af einu stærsta háhitasvæði landsins. Það er kennt við Torfajökul og er alls um 130 km² að flatarmáli (Guðmundur Pálmason o.fl. 1985). Torfajökull er hluti „Friðlands að Fjallabaki“ sem er friðað m.a. vegna fjölbreytts landslags og viðkvæms lífríkis (Náttúruverndarráð 1996). Fjallabálkurinn í kringum Torfajökul er í um og yfir 600 m h.y.s. Hæsti tindur er Háskerðingur (1278 m) í Kaldaklofsfjöllum. Umhverfi Torfajökuls er fjölbreytt og mjög giljótt. Líparít er þar einkennandi en móberg er talsvert útbreitt, einkum í kringum Reykjadali (Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson 2001). Háhitasvæði þetta er talið það aflmesta á Íslandi að Grímsvötnum undanskildum (Ragna Karlsdóttir o.fl. 2001).

Rannsóknasvæðið (RD) er í um 870 m h.y.s. í Vestur-Reykjadölum og er yfirborðsvirkni eða menjar slíks þar á um 4 km² svæði (Orkustofnun 2003). Vestur-Reykjadalir eru norðvestan Torfajökuls, milli Svartakambs í norðvestri og Hrafninnuhrauns í suðaustri. Rannsóknasvæðið er í og við dæld (4.–5. ljósmynd) sem kölluð hefur verið Fífuhvammur (Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson 2001). Hvammurinn er rétt austan við slóðina upp frá Markarfljóti. Í jöðrum hvammsins eru hvissandi gufuaugu og hveraskellur en neðst í dældinni var að finna grónar hitur og votlendisbletti. Vikrar og slitróttur mosagróður einkenna landið í kring. Ársmeðalhiti er -1,4°C og meðalársúrkoma er talin 2500–3500 mm (1. tafla).

2.5 Hvíthólar

Hvíthólar eru hluti af háhitasvæði Kröflu, sem nær til norðurs út í Leirhnjúkshraun og suður fyrir Hvíthóla (Kristján Sæmundsson 1991). Landslag, jarðmyndanir og lífríki Mývatns og Laxár voru friðuð með lögum á áttunda áratugnum og er háhitasvæðið innan þeirrar afmörkunar (Stjórnartíðindi 1974, Náttúruverndarráð 1996). Það er í 400–600 m hæð og er fremur mishæðótt. Jarðlög við Kröflu eru nokkuð fjölbreytt. Basísk hraunlög sem runnið hafa eftir ísöld eru víða en einnig finnst móberg og súrt gosberg (Knútur Árnason o.fl. 1984, Kristján Sæmundsson 1991). Krafla og nágrenni er hluti af virku eldstöðvarkerfi og eru skjálftar fátíðir nú eftir að Kröflueldum lauk 1984. Jarðhiti og ummyndun bergs nær yfir 30–35 km² svæði en virkur yfirborðshiti finnst á 16–18 km² (Knútur Árnason o.fl. 1984, Iðnaðarráðuneytið 1994).

Í Kröflueldum 1975–1984 lifnaði yfir jarðhita á yfirborði í Hvíthólum í hveraskellum sem voru þar fyrir, líkt og gerðist á fleiri stöðum á svæðinu (Knútur Árnason o.fl. 1984). Rannsóknasvæðið við Hvíthóla (HH) er í um 470 m h.y.s. Það er flatt með þurrum hveraskellum sem rýkur úr (6. ljósmynd). Utan við hveraskellurnar eru hraun og mólendi. Ársmeðalhiti er um 0,1°C og meðalársúrkoma 600–800 mm (1. tafla).

2.6 Þeistareykir

Þeistareykir eru á sunnanverðri Reykjaheiði norðan Hólasands. Þar fyrir vestan eru Lambafjöll en Þeistareykjabunga til austurs. Á svæðinu eru basísk hraun sem runnu eftir ísöld og móbergssfjöll standa upp úr láglandinu, t.d. Bæjarfjall (Gestur Gíslason o.fl. 1984). Þeistareykir eru á virku 4–5 km breiðu sprungukerfi sem liggur frá Mývatni í suðri og norður til sjávar í Kelduhverfi (Gestur Gíslason o.fl. 1984). Eldvirkni er lítil í sprungukerfinu en smáskjálftar fremur algengir. Á flatlandinu undir Bæjarfjalli eru ummerki jarðhitans einna mest en hitinn nær þó mun hærra á stöku stað (Gestur Gíslason o.fl. 1984). Þar finnast leirhverir, gufuaugu, brennisteinshraukar og ummyndun á yfirborði. Jarðhitaummerki eru á um 19 km² svæði en virkur jarðhiti finnst á um 11 km² (Gestur Gíslason o.fl. 1984, Guðmundur Pálmason o.fl. 1985).

Rannsóknasvæðið (ÞR) er á flatlandinu norðan og norðvestan undir Bæjarfjalli. Rannsóknin fór fram við tvo hverir, í um 360 m h.y.s. (7. ljósmynd) og um 330 m h.y.s. (8. ljósmynd). Graslandi og mólendi einkennir svæðið í næsta nágrenni við hverina. Ársmeðalhiti er um 0,6°C og meðalársúrkoma 600–800 mm (1. tafla).

1. tafla. Hæð rannsóknasvæða yfir sjó og meðalhiti¹ og meðalársúrkoma² á svæðunum.

Rannsóknasvæði	H.y.s. (m)	Ársmeðalhiti (°C)	Meðalhiti í janúar (°C)	Meðalhiti í júlí (°C)	Ársúrkoma (mm)
Reykjanes	10–15	4,7	0,3	9,8	1100–1200
Fremstidalur	380	1,9	-3,4	8,9	2500–3000
Ölkelduháls	380	1,6	-3,5	8,8	2500–3000
Reykjadalir	870	-1,4	-6,6	6,4	2500–3500
Hvíthólar	470	0,1	-6,0	8,7	600–800
Þeistareykir	330–360	0,6	-4,8	8,6	600–800

¹ Hitatölur eru reiknaðar út frá hitalíkani Veðurstofu Íslands (Veðurstofa Íslands 2003).

² Úrkomutölur byggjast á gögnum frá tímabilinu 1931–1960 (Markús Á. Einarsson 1976).

3 AÐFERÐIR

3.1 Gagnasöfnun

Gagnasöfnun á Reykjanesi, Ölkelduhálsi og Þeistareykjum fór fram sumarið 2001 en í Fremstadal, við Hvíthóla og í Reykjadölum sumarið 2002. Gróðurfélög á öllum svæðum voru kortlögð sumarið 2002. Gagnasöfnun var með sama hætti á öllum svæðum, nema hvað smádyr voru ekki rannsökuð í Reykjadölum.

Á hverju rannsóknasvæði var valin ein dæmigerð hveramiðja eða hveraþyrping og út frá henni lögð tvö snið (1 og 2). Sniðin voru lögð þannig að þau spönnuðu sem mestan fallanda í hita, þ.e. frá hveramiðju út í kalt land, og sem mestan breytileika í gróðri. Í fæstum tilvikum lágu sniðin í beinni línu út frá hveramiðju þar sem hitafallandi og breytileiki í gróðri var mjög mikill og breytilegur umhverfis hveraþyrpingar. Víðast hvar gengu sniðin nokkurn veginn í gagnstæðar áttir út frá sömu hveramiðju en á Þeistareykjum og í Reykjadölum höguðu aðstæður því þannig að leggja varð sniðin út frá tveimur aðskildum þyrpingum hvera. Á Þeistareykjum voru tæpir 1200 m á milli þyrpinganna en um 60 m í Reykjadölum. Sniðin voru mislögð því jarðhitans gætti mjög mislangt út frá hveramiðju. Lengsta sniðið var á Reykjanesi (um 430 m) en það stysta í Fremstadal (um 40 m).

Umhverfis hverja hveramiðju var land flokkað í helstu gróðurfélög og síðan lagður út einn 100 m² (10 x 10 m) reitur á tilviljanakenndan hátt innan hvers gróðurfélags, alls 54 reitir á svæðunum öllum. Leitast var við að staðsetja reiti í nokkurri fjarlægð frá jöðrum gróðurfélaga. Vegna smæðar gróðurfélaga var þetta sums staðar ekki hægt og var staðsetning reita þá sjálfgefin. Á Ölkelduhálsi voru sum gróðurfélög það lítil að gera varð einn reit (1–1) þríhyrningslaga til þess að ná 100 m² af sama gróðurfélaginu innan reits og skipta varð öðrum (1–2) upp í tvennt í sama tilgangi. Reitir voru númeraðir þannig að lægstu númer eru næst hveraþyrpingu en þau hæstu fjærst. Reitur sem merktur er 1–2 er því annar í röðinni á sniði eitt. Staðsetning reita var skráð með GPS-tæki (2. viðauki). Innan reits voru staðsettir 8 smáreitir (33 x 100 cm) á tilviljanakenndan hátt. Gróðurmælingar fóru fram í öllum smáreitum innan reits en söfnun smádyra í þremur.

3.1.1 Gróðurkortagerð

Við kortlagningu gróðurs á rannsóknasvæðunum voru notuð myndkort frá Ísgraf ehf. Mörk gróðurfélaga voru færð inn á myndkort og höfð hliðsjón af greiningarlykli sem notaður er í almennti gróðurkortagerð á Náttúrufræðistofnun Íslands þar sem flokkað er eftir ríkjandi tegundum (Steindór Steindórsson 1981, Landmælingar Íslands og LÍSA 2003). Þeim greiningarlykli er yfirleitt beitt í stærri kvarða en notaður var í þessu verkefni og hann náði ekki að lýsa öllum gróðurfélögum við hverina. Því var leitast við að lýsa hverju gróðurfélagi sem best út frá einkennandi tegundum en greiningarlykillinn nýttur þegar því var viðkomið (3. viðauki).

3.1.2 Gróðurmælingar

Gróðurmælingar fóru fram í öllum reitum í júlímánuði 2001 og 2002. Heildarþekja gróðurs var metin með sjónmati í hverjum smáreit svo og þekja háplantna, mosa og fléttna. Ennfremur var þekja einstakra háplöntutegunda metin. Heildarþekja gróðurs var metin í prósentum en við þekjumatið var annars notaður þekjuskali Braun-Blanquet eftir að gerðar höfðu verið á honum breytingar (2. tafla, Goldsmith og Harrisson 1976). Þær háplöntutegundir sem ekki komu fyrir innan smáreita en voru innan reita voru einnig skráðar. Ennfremur var safnað sýnum af mosum og fléttum í hverjum reit til greininga síðar.

2. tafla. Þekjuskali Braun-Blanquet, nokkuð breyttur, sem notaður var til að meta þekju háplantna, mosa og fléttna.

Flokkur	Þekjubil (%)	Miðgildi þekjubils (%)
•	0–0,5	0,3
+	0,5–1	0,8
1	1–5	3
2	5–25	15
3	25–50	38
4	50–75	63
5	75–100	88

Hæð gróðurs var flokkuð í eftirfarandi flokka: 0–5 cm; 6–10 cm; 11–20 cm og 21–30 cm og var meðaltal reiknað út frá miðgildi hvers flokks (2,5 cm; 7,5 cm; 15 cm og 25 cm). Við mat á gróðurhæð var ekki miðað við allra hæstu strá eða blaðenda heldur reynt að meta meðalhæð hávöxnustu sprota í hverjum smáreit.

3.1.3 Smádýr

Smádýrum var safnað í fallgildrum (Barbergildrum) frá júnímánuði til loka ágústmánaðar sumrin 2001 og 2002. Lengst var söfnunarátakið á Reykjanesi og við Ölkelduháls, 71 dagar, en styst á Þeistareykjum, 56 dagar. Smádýrum var ekki safnað í Reykjadalum og einum reit var sleppt á Ölkelduhálsi svo alls var smádýrum safnað í 44 reitum.

Þrjár fallgildrum voru í hverjum reit og voru þær staðsettar í miðju smáreita (9. ljósmynd). Fallgildrurnar voru af hefðbundinni gerð og veiða einkum dýr sem eru á ferli á yfirborði, s.s. bjöllur og köngulær, en ná síður til fljúgandi skordýra (Erlendur Jónsson og Erling Ólafsson 1989). Hver gildra er plastglas (7,5 cm í þvermál að ofanverðu), sem grafið var niður í jarðveginn, þannig að efri brún glassins nam við yfirborð. Gildran var fyllt að einum þriðja með frostlegi (*ethylene glycol*) til að varðveita aflann (meiri vökvi var settur í gildrum sem voru í heitum jarðvegi) og dropi af sápu settur út í til að minnka himnuspennu í vökvanum. Til að koma í veg fyrir að gildran fylltist af regnvatni var plastlok, 13 cm að þvermáli, fest með tveimur fimm tommu nöglum ofan við gildruna, um 2–3 cm frá jarðvegsyfirborði. Gildrum á Reykjanesi og við Ölkelduháls voru tæmdar á tveggja vikna fresti eða alls fimm sinnum en gildrurnar á Þeistareykjum, í Fremstadal og við Hvíthóla voru tæmdar tvisvar á rannsóknatímabilinu. Til að forðast að gildrum þornuðu upp í heitustu smáreitunum var vökva bætt í þær á milli tæminga, í Fremstadal á tæpra tveggja vikna fresti og við Hvíthóla að minnsta kosti einu sinni milli tæminga.

3.1.4 Jarðvegur

Jarðvegshiti var mældur með *Digital Stem Thermometer* (nákvæmni $\pm 1^\circ\text{C}$) á 10 cm dýpi í horni og miðju hvers smáreits um leið og gróðurmælingar fóru fram og við smádýragildrum þegar þær voru tæmdar. Ennfremur var jarðvegsdýpt mæld í miðju hvers smáreits með járnteini sem rekinn var niður uns komið var niður á þétt eða fast undirlag. Ekki var unnt að mæla meiri dýpt en 115 cm. Ákvörðun jarðvegsdýptar var erfiðleikum bundin í nokkrum smáreitum nálægt hverunum þar sem jarðvegur var svo leirblandinn og þéttur að erfitt var að reka teininn niður. Jarðvegssýni var tekið með jarðvegsbor (5,2 cm að þvermáli) í tveimur smáreitum innan hvers reits (10. ljósmynd). Gróðurlagið var fyrst hreinsað ofan af jarðveginum og sýni tekið úr efstu 10 cm jarðvegsins.

Jarðvegsgerð var metin og flokkuð í hverjum reit samkvæmt flokkunarkerfi fyrir íslenskan jarðveg (Rannsóknastofnun landbúnaðarins 2003, Ólafur Arnalds munnlegar upplýsingar). Á rannsóknasvæðunum komu fram jarðvegsgerðirnar brúnjörð, hverajörð og blautjörð.

- Brúnjörð er þurrlendisjarðvegur og er hún algeng í mólendi og vallendi. Öskulög geta verið áberandi, magn lífrænna efna getur verið mikið og brúnjörð getur haldið miklu vatni.
- Hverajörð er ummyndaður jarðvegur af völdum jarðhita. Hverajörð einkennist af lagslíkötum á borð við smektít og kaolínít, en einnig ýmsum járnsteindum. Það fer eftir ummyndunarstigi hvaða steind er ráðandi í jarðveginum.
- Blautjörð er votlendisjarðvegur þar sem jarðvegurinn er illa ræstur og lífræn efni ráða eiginleikum hans.

3.1.5 Efnagreining jarðvegssýna

Jarðvegssýni voru þurrkuð við herbergishita, sýni úr sama reit sameinuð og hrist gegnum 2 mm sigti áður en efnamælingar fóru fram. Sýni voru greind hjá Efnagreiningum, Keldnaholti. Sýrustig var mælt með glerelektroðu í vatnsmettuðum sýnum (McLean 1982) og kolefnismagn var mælt við bruna í kolefnismælitæki (Leco-CR 12 Carbon Analyzer) (Nelson og Sommers 1982). Til að ákvarða magn þurrefnis í sýnunum voru valin af handahófi sýni af hverri jarðvegsgerð, þ.e. fjögur sýni af brúnjörð og hverajörð og eitt af blautjörð. Hluti af hverju sýni var þurrkaður við 105°C í sólarhring, veginn og magn þurrefnis ákvarðað. Reiknað var út meðalþurrefnisinnihald fyrir hvern jarðvegsklokk og þær tölur notaðar til að leiðrétta mælt kolefnisinnihald í sýnum í hverjum flokki. Mæld sýni voru leiðrétt samkvæmt mældu þurrefnismagni.

3.1.6 Önnur skráning

Halli reits var mældur með einföldum hallamæli. Við gróðurmælingar voru teknar yfirlitsmyndir af tveimur smáreitum í hverjum reit og einnig var tekin nærmynd af umhverfi hverrar fallgildru. Helstu einkennum reita og landsins í kring var einnig lýst.

3.2 Úrvinnsla

3.2.1 Gróðurkortagerð

Gróðurkortin voru unnin stafrænt í forritunum MICROSTATION og í ARC-GIS landupplýsingakerfum. Í kortagerðinni var notuð Lambert keiluvörpun og isnet93 hnattstöðu-ákvörðun.

3.2.2 Gróður

Heildarþekja gróðurs í hverjum reit var fundin sem meðaltal þekju smáreita. Þekja þeirra þátta, sem metnir voru samkvæmt þekjuskala, var fundin út frá miðgildi þekjubils (2. tafla) fyrir hvern smáreit og síðan reiknuð meðaltöl fyrir hvern reit. Staðalskekkja var byggð á smáreitum ($n=8$). Hæð gróðurs í reit var fundin út frá miðgildi hæðarflokkanna og tekið meðaltal fyrir hvern reit. Fjöldi háplöntu-, mosa- og fléttutegunda í reit á við allar tegundir sem skráðar voru í reit, bæði í smáreitum og utan þeirra. Lágplöntur voru greindar á Náttúrufræðistofnun Íslands. Bergþór Jóhannsson greindi mosa og Hörður Kristinsson greindi fléttur. Í 4.–6. viðauka er listi yfir íslensk heiti og fræðiheiti tegunda en í texta eru notuð íslensk heiti þar sem þau eru fyrir hendi.

Til að bera saman gróður einstakra reita var notuð flokkun (*e: classification*) og hnitun (*e: ordination*). Við flokkun var notað forritið TWINSpan (Two-way indicator species analysis) (Hill 1979) sem er hluti af PC-ORD forritasafninu (McCune og Mefford 1999). TWINSpan skiptir reitum eftir skyldleika stöðugt niður í smærri einingar og gefur jafnframt

upp einkennistegundir fyrir hverja einingu. Til að greina mun á svæðum sem rekja má til áhrifa jarðvegshita var unnið sérstaklega með 38 reiti þar sem hiti mældist að meðaltali 15°C og hærri. Við flokkunina var byggt á tegundalista háplantna, mosa og fléttna í þessum 38 reitum.

Í hnitun var notuð DCA–aðferð (*Detrended Correspondence Analysis*) í forritinu PC–ORD (McCune og Mefford 1999). Þessi aðferð gefur möguleika á að sýna gróðurfarslegan skyldleika reita og jafnframt gefur hún vísbendingu um hvaða þættir í umhverfinu geti skýrt þann breytileika sem í ljós kemur (ter Braak og Šmilauer 1998). Hnitun gróðurs var byggð á háplöntu-, mosa- og fléttutegundum sem fundust innan allra reita, alls 54 (*e: presence/absence data*). Dregið var úr vægi sjaldgæfra tegunda (*e: downweight of rare species*) en að öðru leyti voru notaðar sjálfgefna stillingar forritsins. Samband hnitunar og eftirfarandi þátta var kannað: jarðvegshiti, háplöntuþekja, mosapekja, fléttuþekja, þekja ógróins yfirborðs, sýrustig, kolefni og jarðvegisdýpt. Öllum þáttum nema háplöntuþekju, mosapekju og sýrustigi var umbreytt með náttúrulegum lógaritma og 1 bætt við hvert gildi ($\ln x+1$) vegna núll-gilda, til að jafna skekka dreifingu.

Í hnitun skýra fyrstu 2–3 ásarnir megnið af þeim breytileika sem er í gögnunum og hver fær sitt eigingildi (*e: eigenvalue*). Eigingildi er tala milli 0 og 1 og því hærra sem það er, þeim mun stærri hluta breytileikans skýrir viðkomandi ás. Líta má á einingarnar á ásunum sem staðalfrávik (hundraðfalt) á gildum tegunda. Staðsetning einstakra reita á hnitamynd ræðst af tegundasamsetningu og sýnir því mun á milli reita. Þannig raðast reitir með líka tegundasamsetningu nálægt hverjum öðrum en lengra er á milli þeirra sem eru ólíkir. Reitir sem lengra er á milli en nemur fjórum staðalfrávikum (sbr. 400 á hnitamyndum) hafa því fáeinar eða engar sameiginlegar tegundir. Ásarnir endurspeglar að einhverju leyti ráðandi umhverfisþætti og á hnitamynd eru mældir umhverfisþættir sýndir sem örvar. Stefna örva út frá miðju sýnir að viðkomandi þáttur eykst í þá átt og lengd örva gefur til kynna hversu sterk fylgni er á milli umhverfisþáttarins og tegundasamsetningar reitanna.

3.2.3 Smádýr

Smádýr voru greind á Náttúrufræðistofnun Íslands og Líffræðistofnun Háskólans. Ekki reyndist unnt að greina öll smádýr til tegunda. Í flestum ættbálkum voru öll fullorðin dýr tegundagreind og má því ætla að uppgefin tala um fjölda tegunda sé nærri lagi. Nokkrar æðvængjur og tvívængjur voru þó ekki greindar til tegunda og er því gefinn upp lágmarksfjöldi tegunda. Að auki vantar nokkuð upp á tegundafjölda skortítina þar sem blaðlús voru ekki greindar. Ljóst er að þarna eru þó nokkrar tegundir blaðlúsa en í úrvinnslu er aðeins gert ráð fyrir að um eina tegund sé að ræða. Fjöldi smádýrategunda í reit er því lágmarksfjöldi tegunda og er hann byggður á samanlögðum fjölda smádýrategunda úr þremur gildrum í hverjum reit.

Hnitun var beitt á smádýragögn, til að bera saman smádýralíf einstakra reita á sambærilegan hátt og gert var við gróðurgögn. Hnitun smádýra var byggð á öllum greindum tegundum í hverjum reit en öðrum flokkunareiningum sleppt. Dregið var úr vægi sjaldgæfra tegunda í hnituninni en að öðru leyti voru notaðar sjálfgefna stillingar forritsins. Samband hnitunar og eftirfarandi þátta var kannað: jarðvegshiti, háplöntuþekja, mosapekja, fléttuþekja, þekja ógróins yfirborðs, sýrustig og kolefni. Öllum þáttum nema háplöntuþekju, mosapekju og sýrustigi var umbreytt með náttúrulegum lógaritma og 1 bætt við hvert gildi ($\ln x+1$) vegna núll-gilda til að jafna skekka dreifingu.

Í 7. viðauka er listi yfir allar tegundir og aðrar flokkunareiningar smádýra sem fundust á svæðunum. Þar er að finna fræðiheiti sem og íslenskt heiti tegundar, sé það til. Í mörgum

tilvikum eru ekki til íslensk heiti fyrir tegundir smádýra og oft eru íslensku heitin ný af nálinni. Því eru notuð fræðiheiti í texta en íslensku heitin fylgja með séu þau fyrir hendi.

3.2.4 Samband jarðvegshita, sýrustigs, gróðurs og smádýra

Áhersla var lögð á að skoða sérstaklega samband jarðvegshita og sýrustigs við lífverur en einnig var samband jarðvegshita við sýrustig og magn kolefnis í jarðvegi skoðað. Þekja gróðurs og tegundafjöldi plantna og smádýra var lagður til grundvallar. Í fyrstu voru prófaðar tilgátur sem gerðu ráð fyrir línulegu sambandi en í ljós kom að um slíkt samband var einungis að ræða í einu tilviki (jarðhiti á móti fjölda smádýrategunda). Í því ljósi var því einkum stuðst við „óparametrískar“ aðhvarfsgreiningar sem byggja ekki á línulegum forsendum og eru frekar notaðar til að sýna leitnina í gögnunum fremur en að prófa hversu vel gögnin falla að fyrirfram gefnum líkönum (Legendre og Legendre 1998, Quinn og Keough 2002). Notast var við LOESS síun (*e: Locally weighed scatter plot smooth*) í forritinu SigmaPlot 8.0. Það er aðhvarfsgreining sem byggir á því að besta lína er teiknuð þannig að á línunni er hver punktur reiknaður út frá ákveðnu hlutfalli gilda innan skilgreinds svæðis á grafinu. Hér var tekið tillit til 50% gildanna hverju sinni ($\alpha = 0,5$). Aðferðin er fremur ónæm á útgildi, sem vege þá minna en nálæg gildi.

4 NIÐURSTÖÐUR

4.1 Gróðurfur og landgerðir

Á öllum rannsóknasvæðunum var mikill breytileiki í gróðurfari og landgerðum og á jarðhitinn þar stóran hlut að máli.

Á Reykjanesi var gróður mjög greinilega beltaskiptur út frá hveramiðju (2. mynd). Í hveraleirnum næst hverunum voru jarðhitamosarnir hæruburst og laugaslyðra ásamt skriðlíngresi áberandi tegundir og mynduðu mosarnir á köflum nokkuð samfellda þekju. Utan við leirinn tók við betur gróið belti með mosum, blóðbergi og grösom. Þar var mosinn laugafaxi mest áberandi en með honum uxu m.a. hveraburst og laugaslyðra. Af háplöntum var skriðlíngresi algengast. Þegar fjær dró hveramiðju og jörð kólnaði varð graslendi ríkjandi, ýmist gróðurfélögin grös (H1) eða grös og smárunnar (H3) en einnig voru allstór svæði með gamburmosa, ýmist með smárunnum (A4) eða grösom og smárunnum (A8). Að auki var nokkuð af mólendisgróðri þar sem krækilyng og beitilyng voru ráðandi tegundir.

Í Fremstadal var jarðhitinn í hlíð (3. mynd). Umhverfis hverina var lítt gróinn hveraleir þar sem þó uxu allmargar mosategundir. Þeirra helstar voru melagambri, fjaðurgambri, hraungambri, slæðumosi og laugaslyðra en af háplöntum voru það grastegundirnar blávingull, túnvingull og skriðlíngresi. Í hlíðinni ofan við leirinn tók við ílöng mosaspilda þar sem m.a. uxu hraungambri, melagambri, tildurmosi og jarðhitamosinn laugaslyðra en af háplöntum voru skriðlíngresi og blóðberg helstu tegundirnar. Þar ofan við kólnaði landið og við tóku lítt grónar moldir og gróðurfélög þar sem gamburmosar voru ráðandi í gróðri, ýmist með stinnastör og smárunnum (A3) eða með grösom og smárunnum (A8). Neðan við hverina var land betur gróið og gróður grasleitur á köflum. Helstu gróðurfélög voru þar grös (H1), grös og blóðberg og mosi með smárunnum (A4).

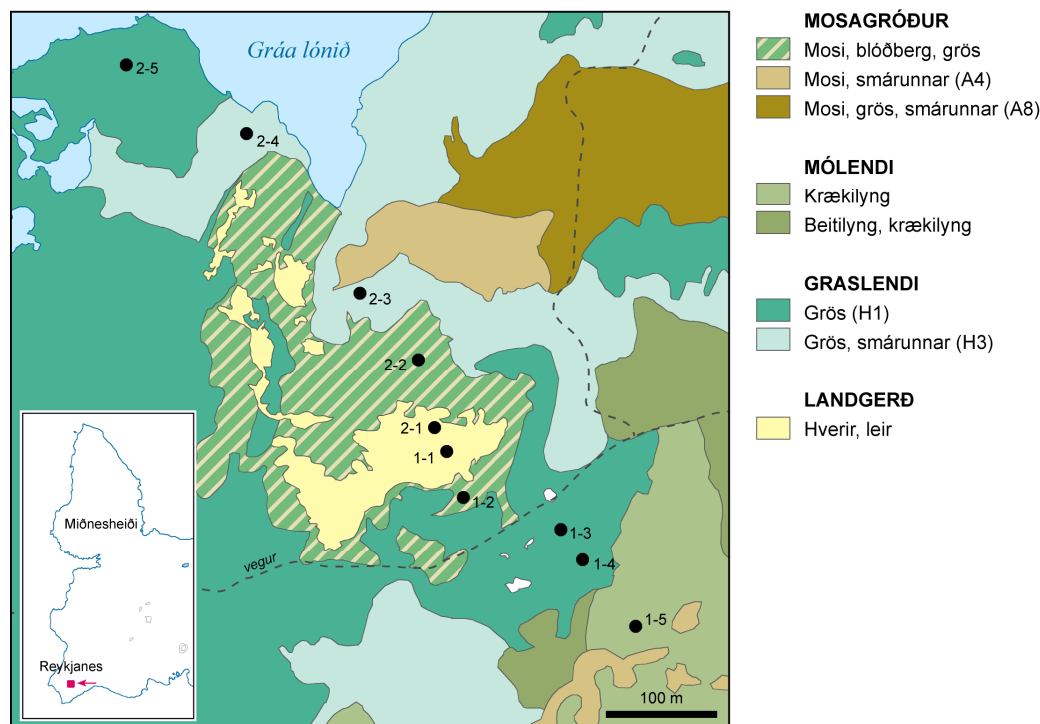
Við Ölkelduháls var jarðhitinn í brekku og í leirnum næst hverunum voru mosar mest einkennandi (4. mynd). Einna algengastir voru mosarnir melagambri og hraungambri og háplönturnar skriðlíngresi, blávingull og blóðberg. Á hjallanum ofan við hveraleirinn var mosaspilda sem dró keim af gróðurlendinu í kring en bar þó merki jarðhitans. Þar voru mosarnir melagambri og hraungambri áberandi ásamt skriðlíngresi og blóðbergi, en einnig uxu þar jarðhitategundirnar laugarandi og naðurtunga. Í brekkunni neðan við hverina voru gróðurblettir þar sem mosar, blóðberg og grös voru ríkjandi og af mosunum voru tildurmosi, móasigð, engjaskraut og melagambri mest áberandi. Í brekkurótunum tók við allstór graslendisspilda með grösom og störum (H2). Þegar fjær dró hveramiðju og jarðvegshitinn lækkaði varð mosapemba ríkjandi, en mest bar á gamburmosum með smárunnum (A4) eða grösom og smárunnum (A8).

Í Reykjadölum voru tvær hveramiðjur. Sú sem lá vestar var í brekkum Fífuhvamms en hin við grunna dæld þar skammt frá (5. mynd). Talsverður raki var tengdur hverum á þessum slóðum og réð hann miklu um gróðurfur næst þeim. Í brekkum Fífuhvamms voru mosar (t.d. skurðvendill, laugavendill, laugableðla og mýrhaddur) ríkjandi ásamt mýradúnurt en gróðurfélag þetta var algengt víða í giljum þar sem raki var. Í brekkunum þar sem raki og hiti var lægri í jarðvegi var gróðurfélagið mosi með smárunnum (A4) ríkjandi og var grasvíðir einna mest áberandi af háplöntum. Í botni hvammsins var votlendi með stinnastör, klóffu og hrafnafifu. Í leirnum næst hvernium við grunnu dældina (snið 2) voru algengastar háplönturnar stinnastör, mýrfjóra og grasvíðir og þar uxu m.a. mosarnir laugaslyðra, tildurmosi og engjaskraut. Þá tók við graslendisspilda með grösom og störum (H2). Þar sem áhrifa jarðhitans gætti ekki var mosapemba áberandi. Einna algengast var gróðurfélagið mosi

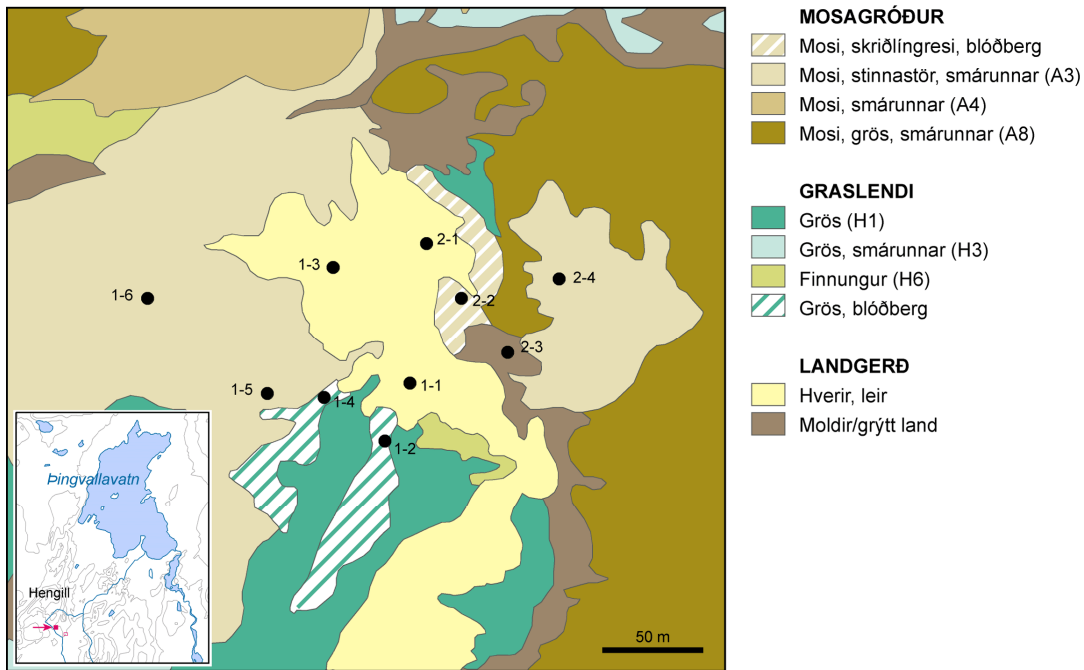
með smárunnum (A4) eða mosi með smárunnum og hélumosa (A4/A9). Melar og vikrar voru einnig mjög einkennandi fyrir svæðið.

Við Hvíthóla var hveramiðjan á flatlendi (6. mynd). Leirinn næst hverunum var talsvert grýttur og þar uxu plöntur á stangli, einkum krækilyng, blóðberg, fjalldrapi, ljónslappi og skriðlíngresi ásamt mosunum laugaslyðru og hraungambra og fléttunni vikurbreyskju. Þá tók við gróið belti mólendis sem umlukti nær allan leirinn og einkenndist af krækilyngi, fjalldrapa og blóðbergi. Í heild sinni einkenndist gróðurfar svæðisins af mólendi, og var gróðurfélagið fjalldrapi, bláberjalyng og krækilyng (C1) einna algengast. Graslandi var einnig áberandi, einkum gróðurfélagið grös (H1) og víða meðfram vegum og slóðum hafði land verið grætt upp með grösunum.

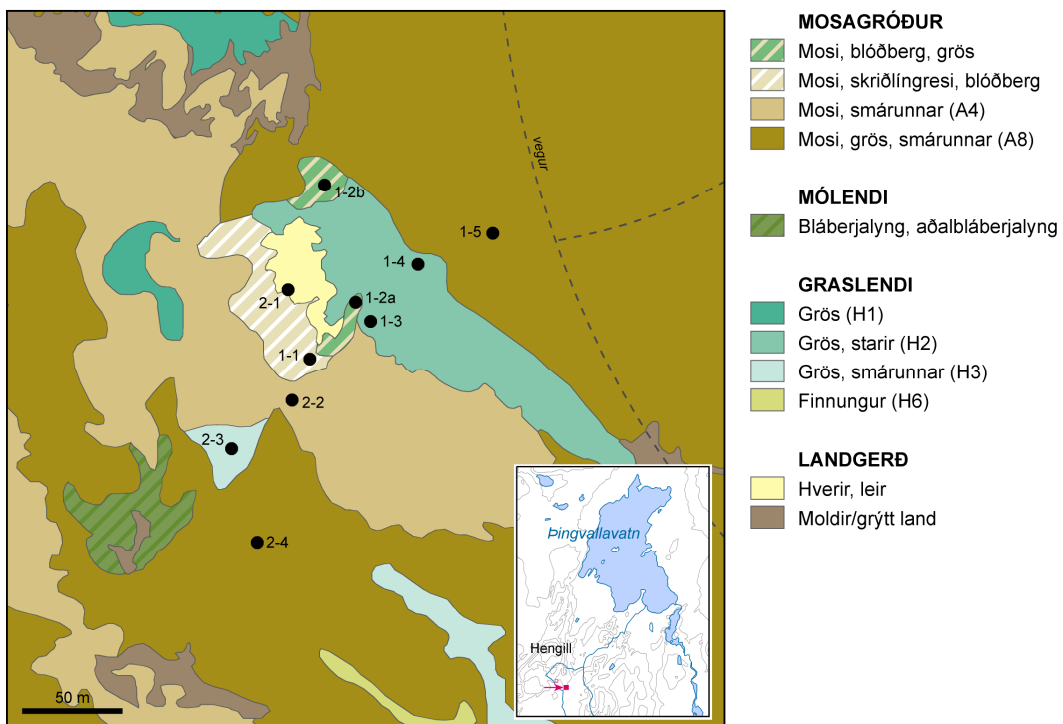
Á Þeistareykjum var um að ræða tvær hveramiðjur sem báðar stóðu eilítið upp úr landslaginu í kring og var gróðurfar næst þeim báðum keimlíkt (7. og 8. mynd). Næst hverunum voru stór lítt gróin leirsvæði þar sem hálíngresi og bugðupunktur uxu á stangli. Þegar komið var út fyrir leirinn var víða að finna graslendisbreiður þar sem bugðupunktur og ljónslappi voru mest áberandi. Graslandi var mjög einkennandi fyrir svæðið í heild sinni, þá helst gróðurfélagið grös (H1) en einnig grös og smárunnar (H3). Mólendi var einnig algengt þar sem annars vegar var gróðurfélagið krækilyng, bláberjalyng og sauðamergur (B2) og hins vegar fjalldrapi, bláberjalyng og krækilyng (C1).



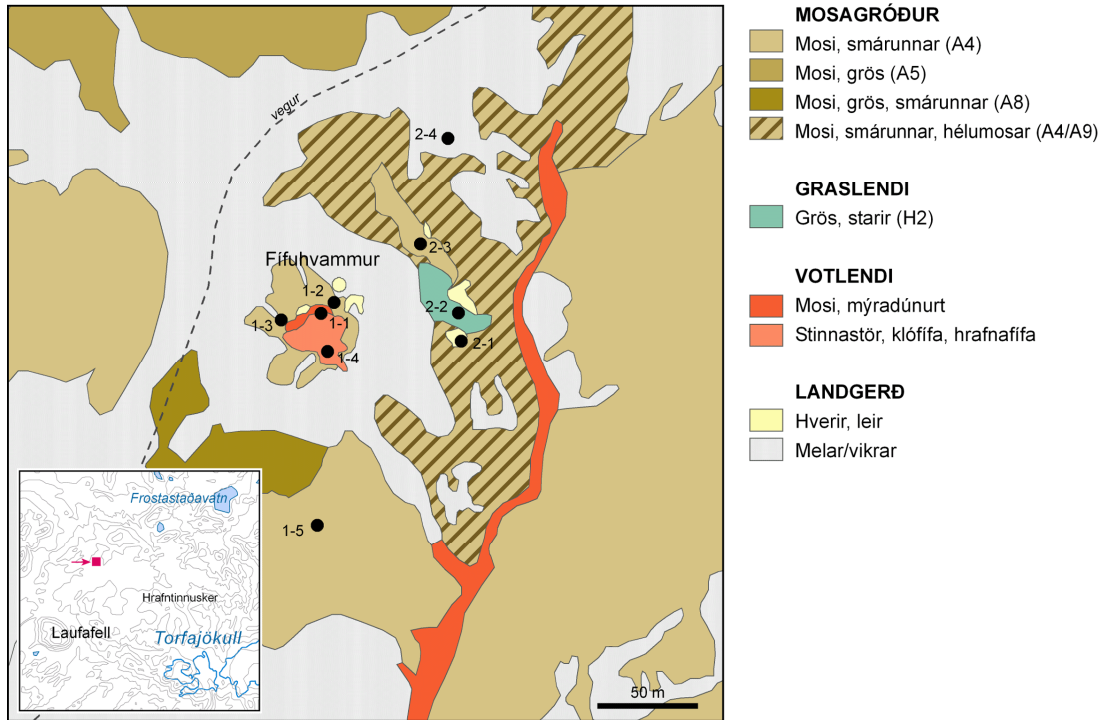
2. mynd. Gróðurfar umhverfis hverri á Reykjanesi og staðsetning reita. Frekari lýsing er í 3. viðauka.



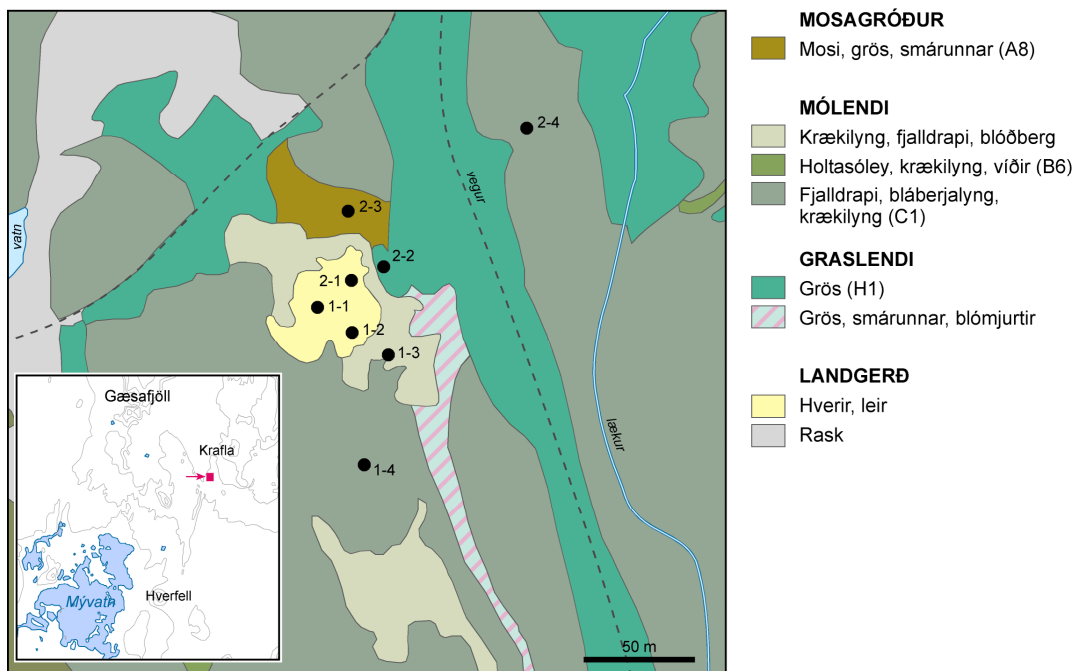
3. mynd. Gróðurfar umhverfis hverri í Fremstadal og staðsetning reita. Frekari lýsing er í 3. viðauka.



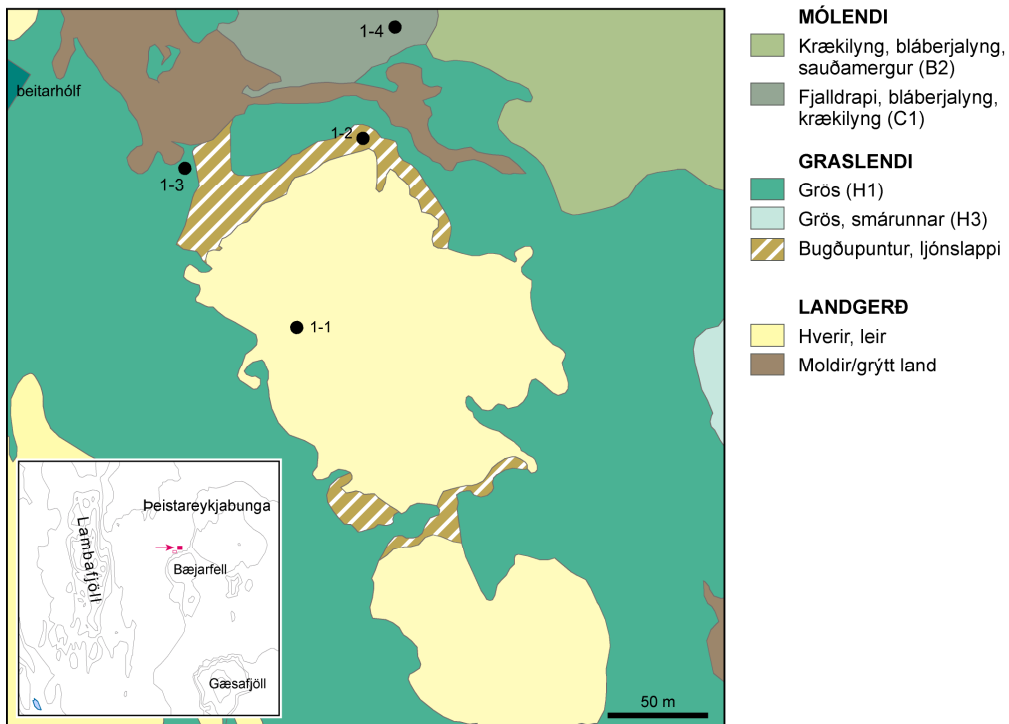
4. mynd. Gróðurfar umhverfis hverri við Ölkelduháls og staðsetning reita. Frekari lýsing er í 3. viðauka.



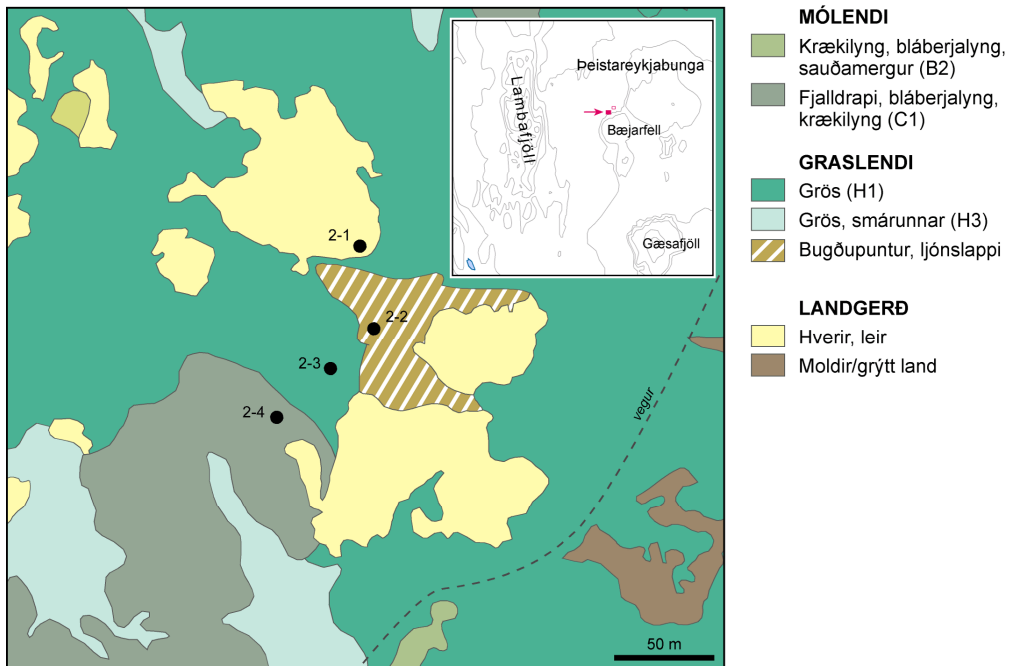
5. mynd. Gróðurfar umhverfis hverfi í Reykjadölum og staðsetning reita. Frekari lýsing er í 3. viðauka.



6. mynd. Gróðurfar umhverfis hverfi við Hvíthóla og staðsetning reita. Frekari lýsing er í 3. viðauka.



7. mynd. Gróðurfar umhverfis hverri á Þeistareykjum, snið 1, og staðsetning reita. Frekari lýsing er í 3. viðauka.

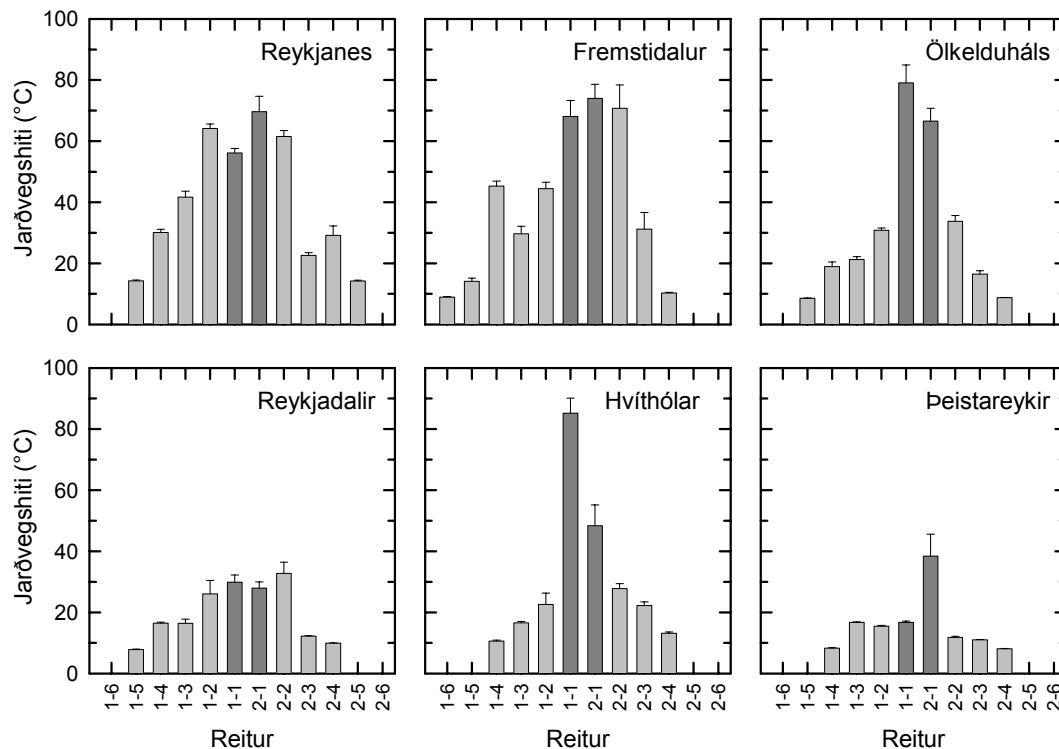


8. mynd. Gróðurfar umhverfis hverri á Þeistareykjum, snið 2, og staðsetning reita. Frekari lýsing er í 3. viðauka.

4.2 Umhverfispættir

Innan reita var yfirleitt lítill munur á jarðvegshita milli smáreita (9. mynd). Þessi munur var mestur næst hverunum þar sem hiti var hæstur en minni þar sem var kaldara. Ennfremur reyndist lítill munur á jarðvegshita milli mælinga á rannsóknatímanum, frá júní til loka ágúst.

Jarðvegshiti var á flestum sniðum hæstur í reitum næst hveramiðju (reitir 1–1 og 2–1) og féll er fjær dró henni (9. mynd). Að jafnaði mældist jarðvegshiti hærrí á rannsóknasvæðum á suðvesturhorni landsins, þ.e. á Reykjanesi, við Ölkelduháls og í Fremstidal, en á hinum svæðunum þremur og var nokkur munur á hámarkshita á milli svæða. Í reitum næst hverunum mældist hitinn þó hæstur við Hvíthóla eða 85°C en á Þeistareykjum og í Reykjadalum var hitinn næst hveramiðjunum fremur lágur eða hæstur 38°C á Þeistareykjum og ekki nema 30°C í Reykjadalum. Hitinn hélst hár á stærra svæði út frá hveramiðju á Reykjanesi, í Fremstadal og við Ölkelduháls en á hinum svæðunum þremur þar sem hitinn var mun staðbundnari og féll mjög snögg skammt frá hveramiðju.



9. mynd. Jarðvegshiti (meðaltal \pm staðalskekkja) á 10 cm dýpi, mældur í átta smáreitum í júlí 2001 og 2002 á rannsóknasvæðunum. Dekkstu súlurnar sýna þá reiti sem næstir voru hveraþyrpingu hvers svæðis. Eftir því sem númer reita hækka liggja þeir fjær hveraþyrpingunni eða miðju svæðis.

Jarðvegur sem ummyndaður er vegna hita, svokölluð hverajörð, var í allra heitustu reitunum á hverju svæði (3. tafla). Í kaldari reitum var brúnjörð, sem er þurrlandisjarðvegur, algengust en votlandisjarðvegur, svokölluð blautjörð, kom fyrir í einum reit í Reykjadalum.

Hlutfall kolefnis, sem er notað sem mælikvarði á magn lífrænna efna í jarðvegi, var að jafnaði lægra í heitum reitum en köldum (4. tafla). Hlutfall kolefnis var hæst á Ölkelduhálsi eða að meðaltali 4,0% en lægst á Reykjanesi. Þar mældist mjög lítið magn kolefnis eða að meðaltali aðeins 0,8%.

3. tafla. Jarðvegsgerð á rannsóknasvæðunum. Fjöldi og númer reita innan hverrar jarðvegsgerðar.

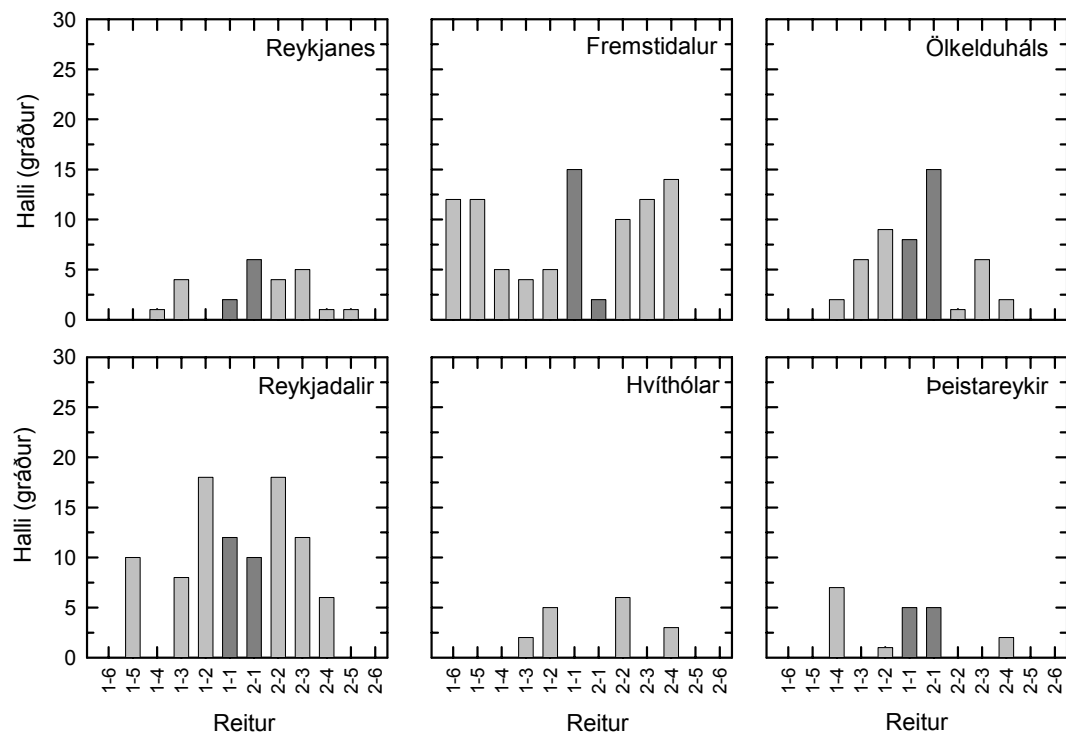
Svæði	Blautjörð		Hverajörð		Brúnjörð	
	fjöldi	nr. reits	fjöldi	nr. reits	fjöldi	nr. reits
Reykjanes			3	1-1, 2-1, 2-2	7	aðrir reitir
Fremstidalur			3	1-1, 1-3, 2-1	7	aðrir reitir
Ölkelduháls			2	1-1, 2-1	7	aðrir reitir
Reykjadalir	1	1-4	2	1-2, 2-2	3	aðrir reitir
Hvíthólar			3	1-1, 1-2, 2-1	5	aðrir reitir
Þeistareykir			3	1-1, 1-2, 2-1	5	aðrir reitir

4. tafla. Magn kolefnis (%) og sýrustig (pH) jarðvegs í reitum á rannsóknasvæðunum. Skyggðu gildin sýna þá reiti sem næstir voru hveraþyrpingu eða miðju hvers svæðis.

Reitur	Kolefni (%)	pH	Reitur	Kolefni (%)	pH	Reitur	Kolefni (%)	pH
<i>Reykjanes</i>			<i>Fremstidalur</i>			<i>Ölkelduháls</i>		
1-6			1-6	5,7	5,5	1-6		
1-5	0,6	6,6	1-5	0,6	7,0	1-5	8,1	5,8
1-4	3,3	7,0	1-4	1,0	5,2	1-4	2,7	5,4
1-3	1,5	7,3	1-3	0,2	5,2	1-3	2,3	5,1
1-2	0,4	8,0	1-2	1,0	5,4	1-2	2,2	5,2
1-1	0,4	5,6	1-1	0,3	4,0	1-1	0,3	4,6
2-1	0,3	6,2	2-1	0,1	4,2	2-1	0,3	4,9
2-2	0,4	5,6	2-2	0,9	5,1	2-2	3,0	6,0
2-3	0,5	7,2	2-3	0,2	6,0	2-3	8,3	5,6
2-4	0,3	6,0	2-4	9,1	5,3	2-4	8,5	5,9
2-5	0,3	6,9	2-5			2-5		
<i>Reykjadalir</i>			<i>Hvíthólar</i>			<i>Þeistareykir</i>		
1-6			1-6			1-6		
1-5	1,9	6,7	1-5			1-5		
1-4	5,9	3,6	1-4	2,3	6,5	1-4	3,7	6,1
1-3	1,7	5,3	1-3	2,2	6,8	1-3	4,1	5,4
1-2	1,4	4,4	1-2	0,8	4,4	1-2	0,4	3,4
1-1	3,2	4,9	1-1	0,2	1,8	1-1	0,1	4,1
2-1	1,1	5,9	2-1	0,7	4,6	2-1	0,2	1,9
2-2	1,7	5,6	2-2	1,3	6,7	2-2	0,5	5,6
2-3	1,2	5,8	2-3	1,5	6,3	2-3	2,2	5,5
2-4	0,7	6,2	2-4	5,5	5,4	2-4	5,9	5,5
2-5			2-5			2-5		

Sýrustig jarðvegs var nokkuð mismunandi milli reita en að jafnaði mældist sýrustig lægra nær hveramiðju en fjær (4. tafla). Að jafnaði var sýrustig hæst í jarðvegi á Reykjanesi en lægst á Þeistareykjum. Hæsta sýrustig í reit mældist pH 8,0 í reit 1-2 á Reykjanesi en lægst næst hveramiðju á Þeistareykjum og við Hvíthóla. Þar var jarðvegurinn mjög súr eða aðeins pH 1,8 í reit 1-1 við Hvíthóla og pH 1,9 í reit 2-1 á Þeistareykjum.

Tiltölulega sléttlent var á rannsóknasvæðunum á Reykjanesi, við Hvíthóla og á Þeistareykjum en hin voru í mjög mishæðóttu landi (10. mynd). Hallinn var að jafnaði mestur í rannsóknareitum í Reykjadalum og mældist þar mestur halli 18°.



10. mynd. Halli (gráður) í reitum á rannsóknasvæðunum. Dekkstu súlurnar sýna þá reiti sem næstir voru hverþyrpingu eða miðju hvers svæðis.

4.3 Gróður í reitum

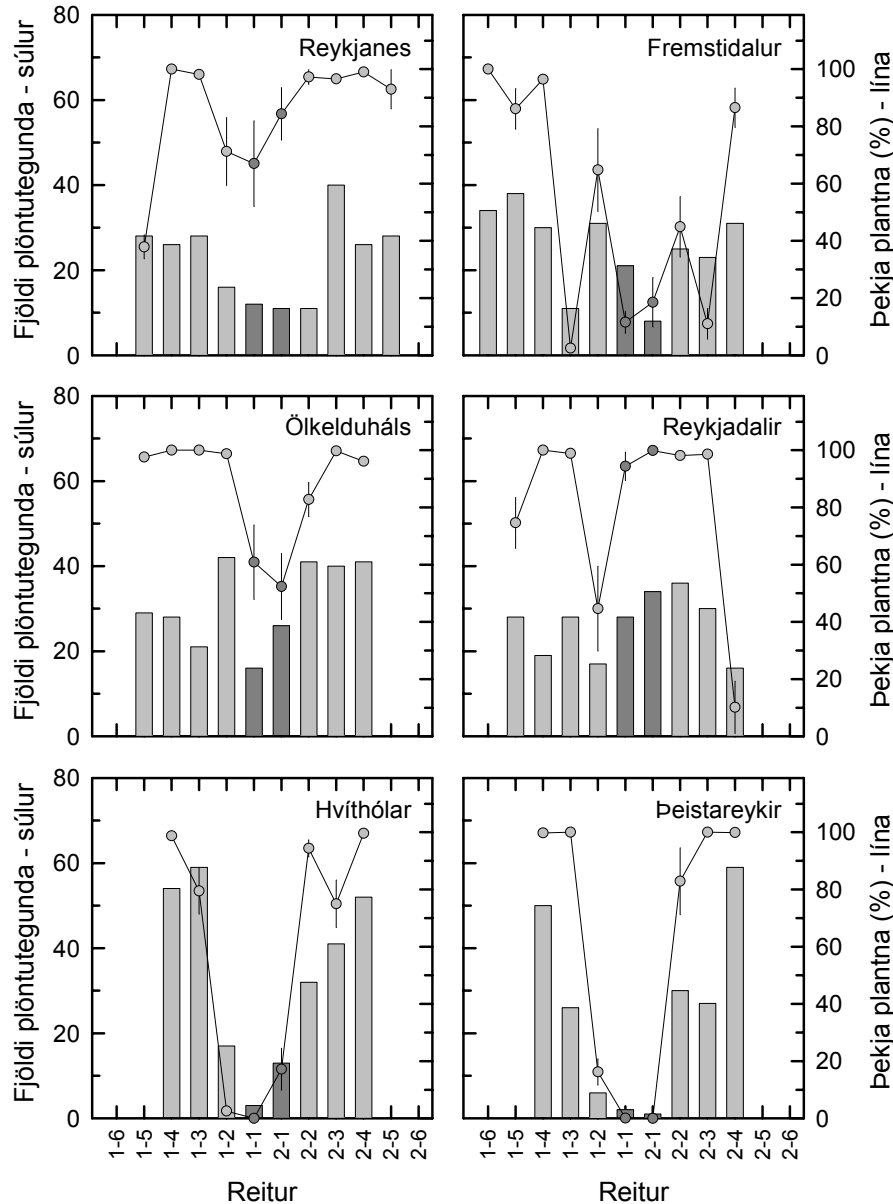
4.3.1 Tegundafjöldi og þekja

Í reitunum 54 á svæðunum sex fundust alls 114 tegundir háplantna, 92 mosategundir og 35 fléttutegundir (5. tafla). Heildarfjöldi tegunda var mestur við Hvíthóla en minnstur á Reykjanesi, og sama á við um fjölda háplöntutegunda. Flestar mosategundir fundust í Reykjadalum en þar voru færstar fléttutegundir. Færstar mosategundir fundust hins vegar við Hvíthóla en þar og á Þeistareykjum fundust flestar fléttutegundir. Í flestum tilvikum voru færstar tegundir þar sem jarðvegshiti var hæstur (11. mynd). Rannsóknasvæðið í Reykjadalum skar sig úr með fleiri eða álíka margar tegundir í heitum reitum og þeim kaldari. Tegundaskrá fyrir hvert svæði er birt í 4.–6. viðauka.

5. tafla. Fjöldi tegunda háplantna, mosa og fléttu innan reita á rannsóknasvæðunum og heildarfjöldi skráðra tegunda. Fjöldi reita á hverju svæði er sýndur innan sviga.

	Reykjanes (10 reitir)	Fremstidalur (10 reitir)	Ölkelduháls (9 reitir)	Reykjadalir (9 reitir)	Hvíthólar (8 reitir)	Þeistareykir (8 reitir)	Alls fundnar
Háplöntur	39	46	44	45	69	51	114
Mosar	30	35	35	40	24	25	92
Fléttur	13	11	12	8	18	18	35
Heildarfjöldi tegunda	82	92	91	93	111	94	

Heildarþekja gróðurs í reitum var nokkuð misjöfn (11. mynd). Í 40 af 54 reitum var þekja meiri en 50%. Minnst grónu reitirnir voru í flestum tilfellum þar sem jarðvegshiti var hæstur. Þessu var öfugt farið í Reykjadalum þar sem þekjan var minni í kaldari reitum en þar sem jarðhita gætti. Ekki mældist nein gróðurþekja í reit 2-1 á Þeistareykjum og í reit 1-1 við Hvíthóla.

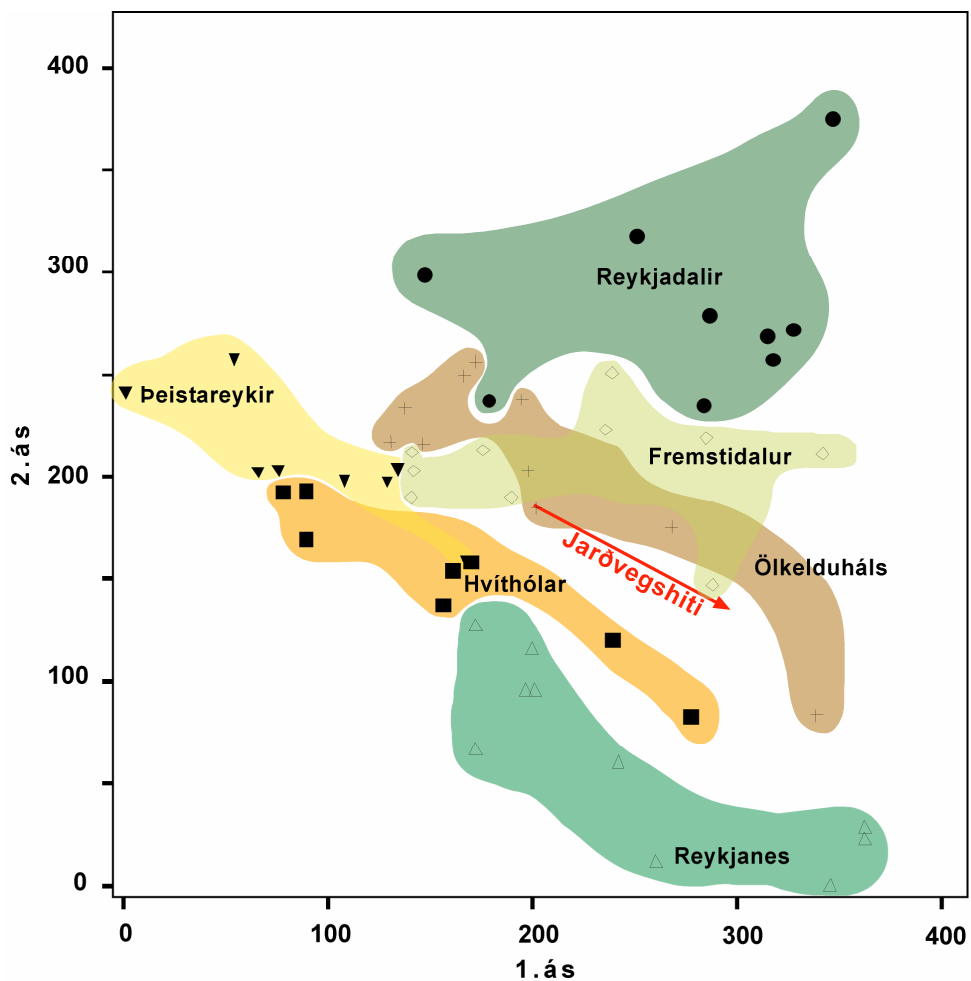


11. mynd. Heildarfjöldi tegunda (súlur) og heildarþekja (meðaltal \pm staðalskekkja) gróðurs (lína) sem samanstendur af háplöntum, mosum og fléttum í reitum á rannsóknasvæðunum. Dekkstu gildin sýna þá reiti sem næstir voru hveráhrpingu hvers svæðis.

4.3.2 Tengsl gróðurs og umhverfispátta

Til að skoða mun á tegundasamsetningu gróðurs bæði innan og á milli svæða var beitt svokallaðri hnitun. Gróður volgra og heitra reita var svo flokkaður til að sjá enn betur mun á milli háhitasvæðanna. Með hnitun voru einnig könnuð tengsl milli tegundasamsetningar gróðurs og þeirra umhverfispátta sem mældir voru, þ.e. jarðvegshita á 10 cm dýpi, jarðvegisdýptar, sýrustigs, kolefnis og þekju háplantna, fléttna, mosa og ógróins jarðvegs.

Niðurstöður hnitunar á öllum reitum á svæðunum sex sýndu að fyrsti ásinn skýrði stærstan hluta þess breytileika sem var í tegundasamsetningu gróðurs. Eigingildi 1. áss var 0,40; 0,28 fyrir 2. ás og 0,18 fyrir 3. ás. Niðurstöðurnar sýndu einnig að gróður á rannsóknasvæðunum er mismunandi bæði innan og milli svæða (12. mynd). Munur innan svæða kemur einkum fram á 1. ási hnitunarinnar. Ljóst er að jarðvegshiti ræður þar miklu því heitir reitir á hverju svæði eru að jafnaði lengra til hægri á myndinni en þeir sem kaldari eru. Aðrir þættir sem kannaðir voru (jarðvegisdýpt, sýrustig, kolefni og þekja ógróins yfirborðs, háplantna, fléttna og mosa) sýndu minni samsvörun við gróðurinn en hitinn. Munur milli svæða kemur hins vegar skýrt fram á 2. ási hnitunarinnar. Mestur munur er á gróðri á Reykjanesi og í Reykjadölum því reitir af Reykjanesi raða sér neðarlega á myndina en reitir úr Reykjadölum eru allir ofarlega. Gróðurfarslegur munur milli annarra svæða er minni því reitir þaðan raðast flestir um miðbik myndarinnar.



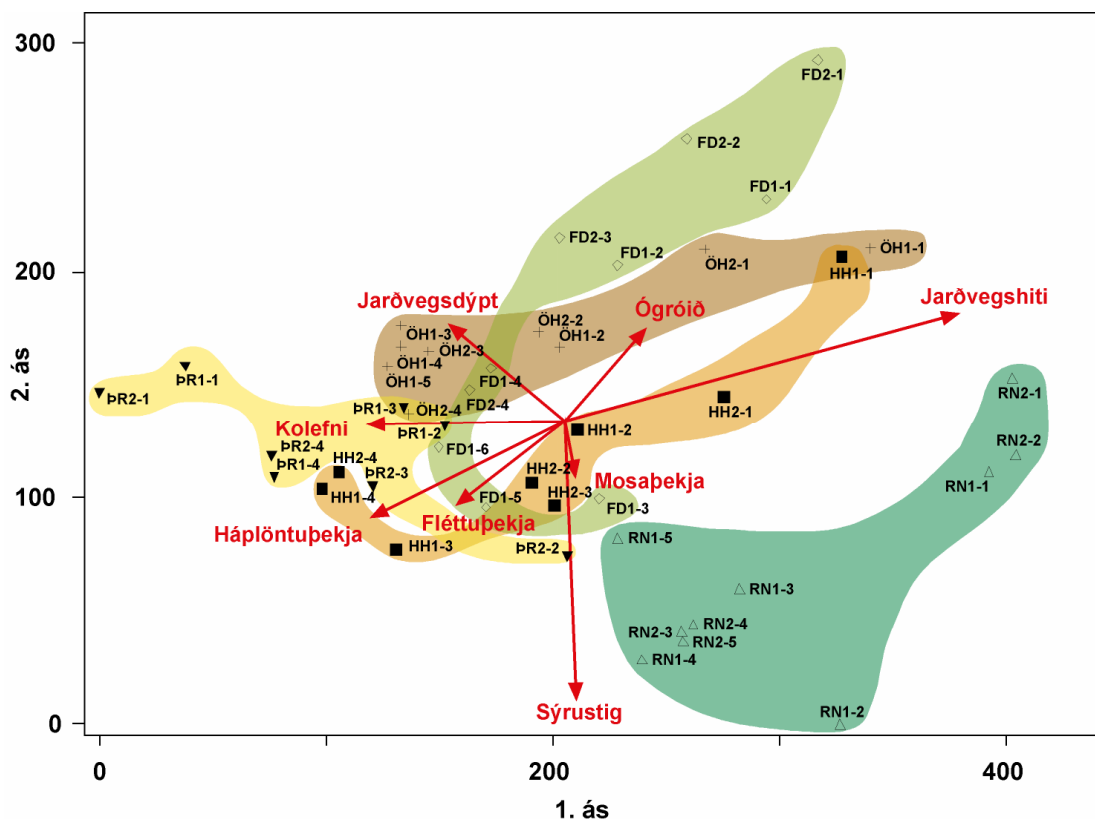
12. mynd. Niðurstöður hnitunar, sem byggist á tegundasamsetningu háplanta, mosa og fléttna. Hvert tákn stendur fyrir rannsóknareit, alls 54 reitir. Reitir með líka samsetningu gróðurs liggja nálægt hver öðrum. Stefna línunnar út frá miðju gefur til kynna í hvaða átt jarðvegshiti hækkar.

Til að greina betur mun á svæðum sem rekja má til áhrifa jarðvegshita var unnið sérstaklega með 38 reiti þar sem hiti mældist að meðaltali 15°C og hærri. Flokkun gróðurgagna með forritinu TWINSpan leiddi þá í ljós að svæðin skiptust í tvo meginhópa. Í stærri hópinn raðaðist 31 reitur sem allir eru á Suðvestur- og Norðausturlandi, þ.e. háhitasvæðin á Reykjanesi, Fremstadal, Ölkelduhálsi, Hvíthólum og Peistareykjum. Í minni hópinn röðuðust sjö reitir, allir reitir (6) í Reykjadölum og einn reitur (FD2-1) í Fremstadal. Umfjöllun um svæði verður hér eftir byggð á þessari skiptingu, þ.e. annars vegar verður unnið með svæðin á Suðvestur- og Norðausturlandi (stærri hópinn) og hins vegar með hálendisvæðið í Reykja-

dölum. Í hvorum hópi verður unnið með alla reiti, bæði þá sem eru á köldu og heitu landi. Dæmi um tegundir sem eingöngu fundust á Suðvestur- og Norðausturlandi, og fundust þar á flestum svæðum, eru blóðberg, hvítmaðra, krækilyng, mosinn móatrefja og flétturnar hreindýrakrakar, fjallagrös og móakrókar. Tegundir sem eingöngu fundust í Reykjadal eru t.d. burnirót, klófifa, hrafnaþifa, snæsteinbrjótur, mosarnir heiðakrýli, heiðarindill, lindaskart og spónlápur, og flétturnar fjallabíkar, *Massalongia carnosa* og melabreyskja (4.–6. viðauki).

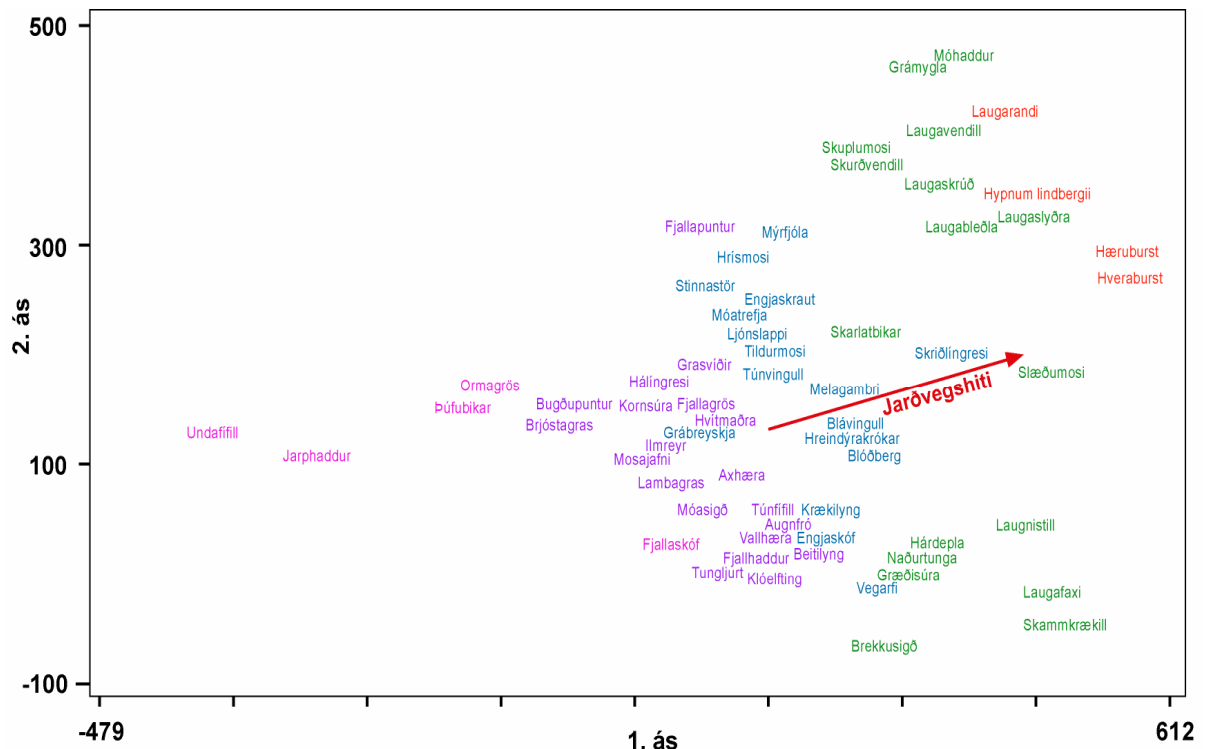
Rannsóknasvæðin á Suðvestur- og Norðausturlandi

Hnitun reita af svæðunum fimm á Suðvestur- og Norðausturlandi leiddi í ljós að af þeim þáttum, sem kannaðir voru, sýndu jarðvegshiti og sýrustig mesta samsvörun við tegundasamsetningu gróðurs (13. mynd). Jarðvegshiti fellur allvel saman við fyrsta ás hnitunarinnar meðan sýrustig er frekar tengt dreifingu reita á öðrum ási. Niðurstöðurnar sýna einnig að með hækkandi jarðvegshita minnkar þekja háplantna og fléttna, magn kolefnis í jarðvegi lækkar, jarðvegsdýpi minnkar en þekja ógróins yfirborðs eykst. Mosapekja breytist hins vegar lítið þótt jarðvegshiti hækki. Á hnitamynd fyrstu ásanna tveggja sést að línur fyrir jarðvegshita og sýrustig eru u.þ.b. hornréttar hvor á aðra sem gæti bent til þess að samband milli þessara þátta sé lágt. Svo er hinsvegar ekki því innan hvers svæðis lækkar sýrustig að meðaltali með hækkandi jarðvegshita. Ástæðan fyrir því að þetta kemur ekki fram á myndinni stafar af því að munur á sýrustigi milli svæða er meiri en breytingin sem verður á sýrustigi eftir hitafallanda innan svæðis.



13. mynd. Niðurstöður hnitunar sem byggist á tegundasamsetningu háplanta, mosa og fléttna á rannsóknasvæðunum fimm á Suðvestur- og Norðausturlandi. Hvert ták stendur fyrir rannsóknareit, alls 45. Sýnd er fylgni nokkurra gróður- og umhverfisþátta við niðurstöður hnitunar. Stefna línu út frá miðju gefur til kynna í hvaða átt meginbreyting verður en lengd línu sýnir hversu sterk fylgnin er. Eigingildi 1. áss er 0,41, 2. áss 0,26 og 3. áss 0,19.

Hnitamynd fyrir plöntutegundir skýrir enn frekar þá megindrætti sem gróður- og umhverfisþættirnir sýna. Þær tegundir sem uxu eingöngu í reitum þar sem jarðvegshiti var yfir 15°C röðuðu sér lengst til hægri á hnitamynd (14. mynd). Mosar voru jafnan einkennandi fyrir þessa reiti og einna algengastir voru laugaslyðra, laugafaxi, laugaskrúð, laugavendill og laugableðla sem fundust í 5–11 reitum. Einnig má nefna jarðhitategundirnar slæðumosa og lauganistil. Dæmi um háplöntur sem fundust eingöngu í heitum reitum (í 3–6 reitum) eru naðurtunga, skammkrækill, grámygla og græðisúra. Einu tegundirnar sem fundust í reitum (í 2–3 reitum) með yfir 50°C meðalhita voru mosarnir hveraburst, hæruburst og laugarandi, sem flokkast sem jarðhitategundir, en einnig mosinn *Hypnum lindbergii*. Tegundir sem fundust í flestum reitum og því bæði í köldum og heitum reitum eru á miðri myndinni, en einna algengastar voru blóðberg, skriðlíngresi, blávingull, túnvingull, ljónslappi og krækilyng (í ≥ 25 reitum) og mosarnir melagambri, tildurmosi og engjaskraut (í ≥ 17 reitum). Flétturnar engjaskóf og hreindýrakrókar uxu einnig í bæði köldum og heitum reitum (í ≥ 19 reitum). Ýmsar tegundir voru algengar (í ≥ 13 reitum) en fundust ekki í reitum þar sem jarðvegshiti var hærri en 50°C, t.d. hvítmaðra, túnfífill, vallhæra, grasvíðir, mosinn móasigð og fléttan fjallagrös. Fáar tegundir fundust eingöngu í reitum þar sem jarðvegshiti var lægri en 15°C og í öllum tilfellum fundust þær í færri en fimm reitum samtals, t.d. undaffíll, mosinn jarphaddur og flétturnar þúfubikar og ormagrös.

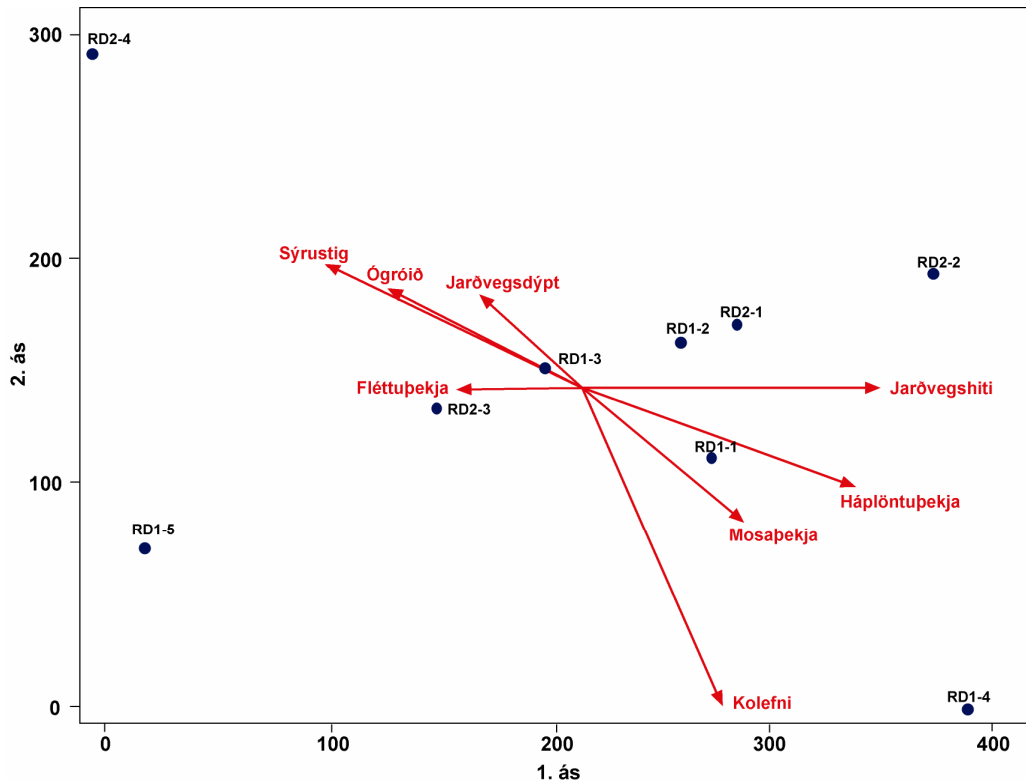


14. mynd. Hnitamynd fyrir plöntutegundir á rannsóknasvæðum á Suðvestur- og Norðausturlandi. Tegundir eru litamerktar eftir því við hvaða hita þær fundust; bleikar $\leq 15^\circ\text{C}$, fjólubláar $\leq 50^\circ\text{C}$, bláar 0–100°C, grænar $\geq 15^\circ\text{C}$, rauðar $\geq 50^\circ\text{C}$.

Þegar litið er á útbreiðslu algengustu tegundanna kemur í ljós að nokkur munur var á milli svæða (4.–6. viðauki). Engin tegundanna, sem einungis fannst þar sem jarðvegshiti var hærri en 15°C, óx á öllum svæðunum en mosinn laugaslyðra fannst á fimm svæðum. Langflestar tegundanna sem uxu bæði í köldum og heitum reitum fundust á öllum svæðum og sama á við um tegundir sem fundust eingöngu í reitum þar sem jarðvegshiti var lægri en 50°C. Engin þeirra tegunda sem eingöngu fannst í reitum þar sem jarðvegshiti var lægri en 15°C fannst á öllum svæðunum, en flestar á einu til þremur svæðum.

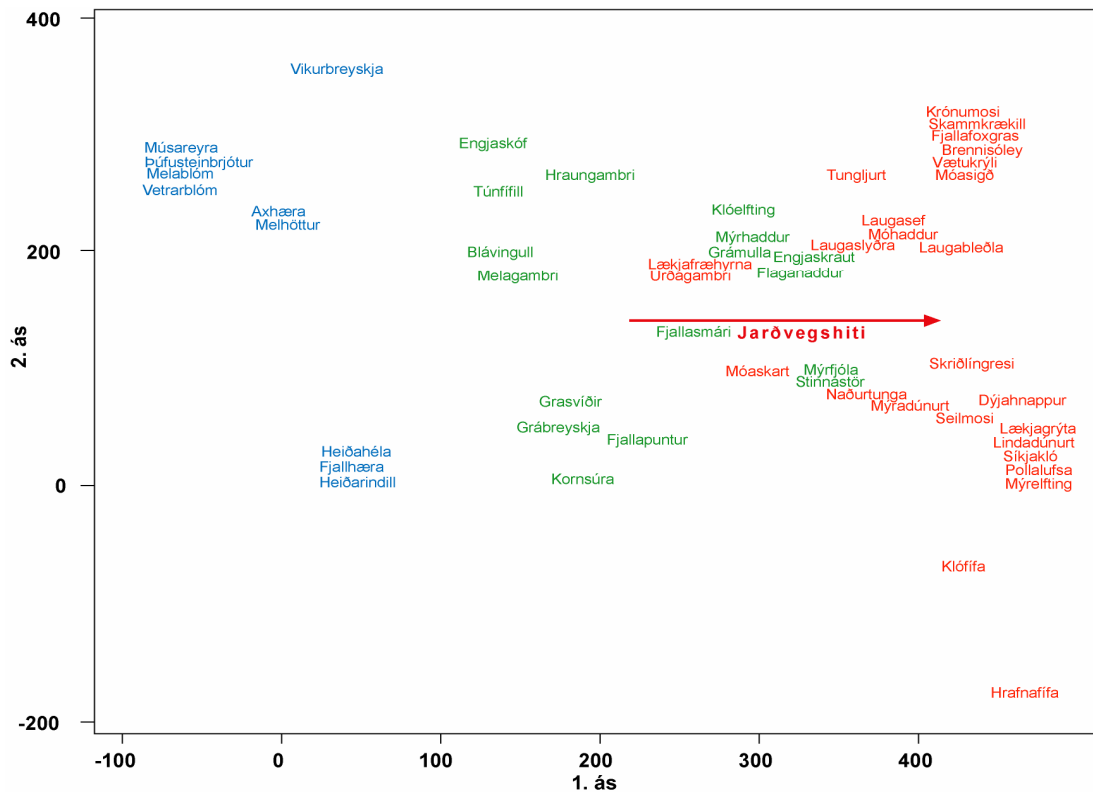
Rannsóknasvæðið í Reykjadal

Hnitun reita frá rannsóknasvæðinu í Reykjadalum sýndi að magn kolefnis í jarðvegi og jarðvegshiti höfðu mesta samsvörun við tegundasamsetningu gróðurs (15. mynd). Ólíkt því sem var á svæðunum í hinum hópnum jókst þekja háplantna og mosa með auknum jarðvegshita en þekja ógróins yfirborðs minnkaði. Með auknum hita jókst einnig magn kolefnis í jarðvegi en sýrustig lækkaði og þekja fléttna minnkaði.



15. mynd. Niðurstöður hnitunar, sem byggist á tegundasamsetningu háplanta, mosa og fléttna á rannsóknasvæðinu í Reykjadalum. Hvert tákn stendur fyrir rannsóknareit, alls 9. Sýnd er fylgni nokkurra gróður- og umhverfispáttu við niðurstöður hnitunar. Stefna línu út frá miðju gefur til kynna í hvaða átt meginbreyting verður en lengd línu sýnir hversu sterk fylgnin er. Eigingildi 1. áss er 0,63, 2. áss 0,22 og 3. áss 0,04.

Útbreiðsla allmargra tegunda er greinilega háð jarðhita og umhverfispáttum sem honum eru tengdir. Kemur þetta vel fram á hnitamynd fyrir tegundir (16. mynd). Þær tegundir sem uxu í volgu eða heitu landi ($\geq 15^{\circ}\text{C}$) hafa meginútbreiðslu (þungamiðju) á hægri helmingi hnitamyndarinnar. Þeirra algengastar voru mýradúnurt, skriðlíngrasi, laugasaf, tungljurt og mosarnir laugaslyðra, seilmosi, dýjahnappur, móaskart og móhaddur (í ≥ 3 reitum). Naðurtunga fannst í tveimur reitum þar sem hiti var tæplega 30°C . Dæmi um tegundir sem fundust bæði í köldum og heitum reitum eru stinnastör, fjallapuntur, blávingull, mýrfjöla, grámulla, fjallasmári, grasvíðir og túnfífill, mosarnir melagambri, mýrhaddur, flaganaddur og hraungambri (í ≥ 5 reitum). Flétturarnar engjaskóf og grábreyskja fundust einnig bæði í köldum og heitum reitum (í 4 reitum). Tegundir sem einungis fundust í reitum þar sem jarðvegshiti var lægri en 15°C voru t.d. axhæra, melablóm, músareyra, fjallhæra, þúfusteinbrjótur, vetrarblóm, mosarnir melhöttur, heiðahéla og heiðarindill, og fléttan vikurbreyskja (í 2–3 reitum).



16. mynd. Hnitamynd fyrir plöntutegundir á rannsóknasvæðinu í Reykjadalum. Tegundir er litamerktar eftir því við hvaða hita þær fundust; bláar 0–100°C, grænar $\geq 15^\circ\text{C}$ og rauðar $\geq 50^\circ\text{C}$

4.4 Smádýr

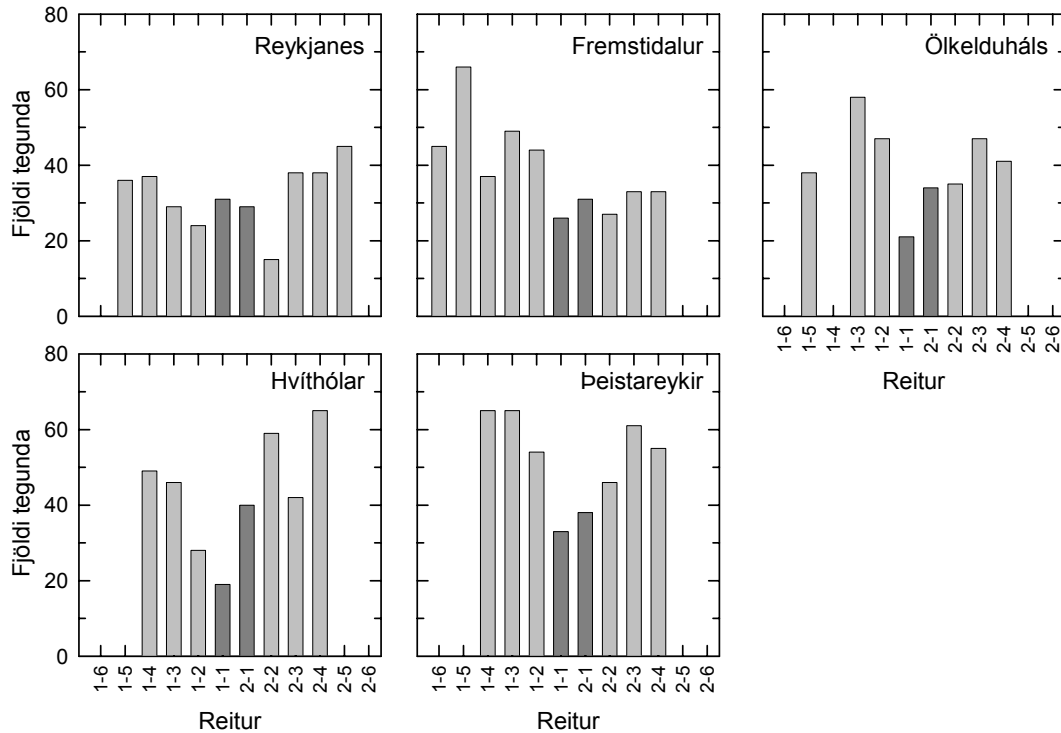
4.4.1 Tegundafjöldi

Á svæðunum fimm þar sem smádýr voru rannsökuð, fundust alls 297 tegundir, þar af 251 skordýrategund, 39 tegundir áttfætlna og sjö tegundir margfætlna, ánamaðka og snigla (6. tafla). Flestar tegundir fundust á Þeistareykjum en færstar á Reykjanesi og á það einnig við um fjölda skordýra og áttfætlna. Margfætlur fundust eingöngu á Reykjanesi.

6. tafla. Fjöldi smádýrategunda eftir ættbálkum á rannsóknasvæðum og heildarfjöldi tegunda. Fjöldi reita á hverju svæði er sýndur innan sviga.

Ættbálkar	Reykjanes (10 reitir)	Fremstidalur (10 reitir)	Ölkelduháls (8 reitir)	Hvíthólar (8 reitir)	Þeistareykir (8 reitir)	Alls fundnar
Skortítur	2	3	5	6	8	9
Kögurvængjur	2	3	2	2	0	3
Fiðrildi	6	8	4	8	7	14
Bjöllur	21	30	27	23	28	49
Æðvængjur	27	24	20	26	38	68
Tvívængjur	37	53	46	38	51	108
<i>Skordýr alls</i>	<i>95</i>	<i>121</i>	<i>104</i>	<i>103</i>	<i>132</i>	<i>251</i>
Köngulær	12	19	19	24	30	38
Langfætlur	1	1	1	1	1	1
<i>Áttfætlur alls</i>	<i>13</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>25</i>	<i>31</i>	<i>39</i>
Margfætlur	2	0	0	0	0	2
Ánamaðkar	2	1	1	1	1	2
Sniglar	2	2	0	2	2	3
<i>Heildarfjöldi teg.</i>	<i>114</i>	<i>144</i>	<i>125</i>	<i>131</i>	<i>166</i>	<i>297</i>

Heildarfjöldi tegunda í reit var mismunandi (17. mynd). Á flestum svæðunum voru fæstar tegundir þar sem jarðvegshiti var hæstur, þ.e. næst hveramiðju. Hins vegar voru færri tegundir í mosabeltinu (reitir 1–2 og 2–2) á Reykjanesi en í reitum næst hveramiðjunni. Tegundaskrá fyrir hvert svæði er birt í 7. viðauka.



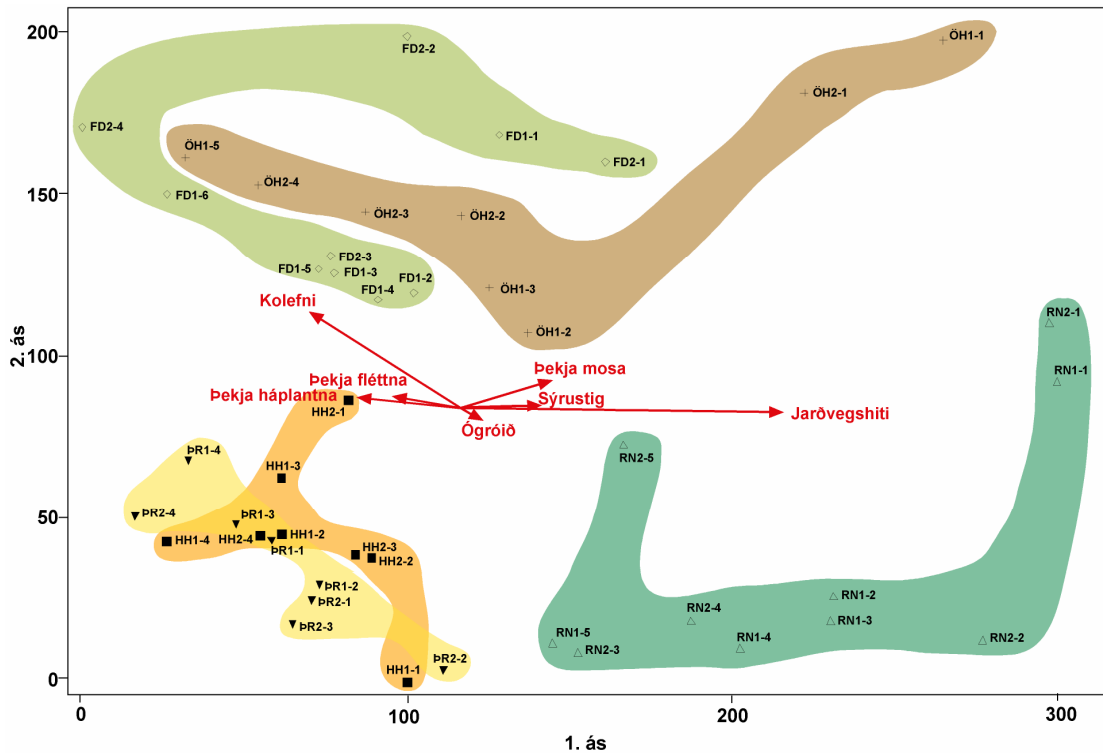
17. mynd. Fjöldi smádyrategunda sem veiddust í gildirur í hverjum reit. Skyggðar súlur sýna þá reiti sem voru næst hveramiðju hvers svæðis.

4.4.2 Tengsl smádyra og umhverfisþátta

Munur á tegundasamsetningu smádyra bæði innan og milli svæða var skoðaður, eins og gróðurinn, með hnitun. Á sama hátt voru tengsl smádyra og mældra umhverfisþátta, þ.e. jarðvegshita á 10 cm dýpi, jarðvegisdýptar, sýrustigs, kolefnis og þekju háplantna, fléttna, mosa og ógróins jarðvegs, könnuð.

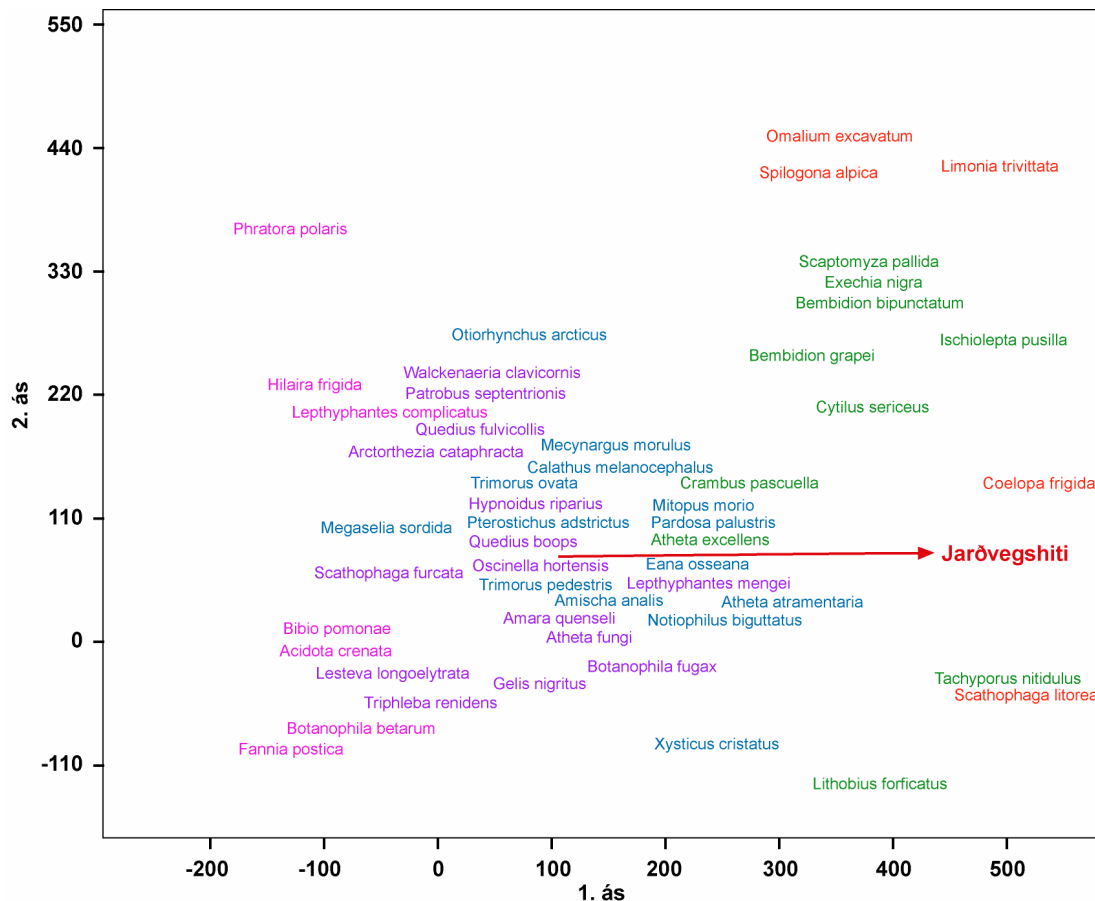
Í hnitun þeirra reita sem smádyrarannsóknir fóru fram í (44 reitir) skýrði 1. ásinn stærstan hluta breytileikans í tegundasamsetningu smádyra, en eigingildi hans var 0,35. Eigingildi 2. áss var 0,22 og 3. áss 0,16. Á hnitamynd sést að talsverður breytileiki var í tegundasamsetningu smádyra innan svæða en einnig var tölverður munur milli svæða (18. mynd). Rannsóknasvæðið á Reykjanesi sker sig greinilega frá hinum svæðunum. Rannsóknasvæðin tvö fyrir norðan, Þeistareykir og Hvíthólar, raðast saman neðst til vinstri á myndina og rannsóknasvæðin við Ölkelduháls og í Fremstidal raðast ofan við miðja mynd.

Þegar á heildina er litið sýndi jarðvegshiti bestu samsvörun við tegundasamsetningu smádyra í reitum (18. mynd). Með auknum jarðvegshita jókst þekja ógróins yfirborðs og mosa lítillega. Hins vegar jókst þekja fléttna og háplantna og magn kolefnis með lækkandi hita. Þegar hvert svæði var skoðað sérstaklega fengust svipaðar niðurstöður á öllum svæðunum nema á Þeistareykjum, þar sem þekja ógróins yfirborðs sýndi bestu samsvörun við tegundasamsetningu smádyra innan reita.



18. mynd. Niðurstöður hnitunar sem byggist á tegundasamsetningu smádyra á rannsóknasvæðunum fimm á Suðvestur- og Norðausturlandi. Hvert tákn stendur fyrir rannsóknareit, alls 44. Sýnd er fylgni nokkurra gróður- og umhverfisþátta við niðurstöður hnitunar. Stefna línu út frá miðju gefur til kynna í hvaða átt meginbreyting verður en lengd línu sýnir hversu sterk fylgnin er.

Útbreiðsla einstakra tegunda á hnitamynd sýnir sömu megindrætti og gróður- og umhverfisþættir (19. mynd). Tegundir sem eingöngu fundust þar sem jarðvegshiti var hærri en 15°C raða sér hægra megin á myndina. Þar voru eðjusmiður *Bembidion grapei* og reyrmölur *Crambus pascuella* algengastir (í 14 reitum) en næst á eftir komu gullvarta *Cytilus sericeus* (í átta reitum) og tvívængjan *Scaptomyza pallida* (í sex reitum). Allmargar tegundir veiddust eingöngu í reitum með meðalhita hærri en 50°C, t.d. tegundir tvívængja (í 1–2 reitum) og jötunuxarnir *Omalium excavatum* (í tveimur reitum) og *Creophilus maxillosus* (í einum reit). Margar tegundir fundust bæði í heitum og köldum reitum og raða þær sér um miðbik myndar. Þar er helst að nefna hnoðakönguló *Pardosa palustris*, langlegg *Mitopus morio*, kragasmið *Calathus melanocephalus* og sníkjuvespurnar *Trimorus pedestris* og *Trimorus ovata* (í ≥ 34 reitum). Nokkrar þessara tegunda voru þó sárasjaldgæfar í mesta hitanum. Margar tegundir voru í köldum og volgum reitum en fundust ekki þar sem jarðvegshiti var hærri en 50°C. Þar má til dæmis nefna tvívængjurnar *Oscinella hortensis* og *Scathophaga furcata*, jarðlús *Arctothezia cataphracta*, smellibjöllu *Hypnoidus riparius* og finuló *Walckenaeria clavicornis* sem fundust í 17 til 19 reitum hver. Fáar tegundir héldu sig algerlega í köldum reitum, þar sem jarðvegshiti var lægri en 15°C, og raðast þær lengst til vinstri á 19. mynd. Algengastar voru köngulærnar frefaló *Hilaira frigida* og ranaló *Lepthyphantes complicatus* og jötunuxinn *Acidota crenata* sem fundust allar í 6 reitum.

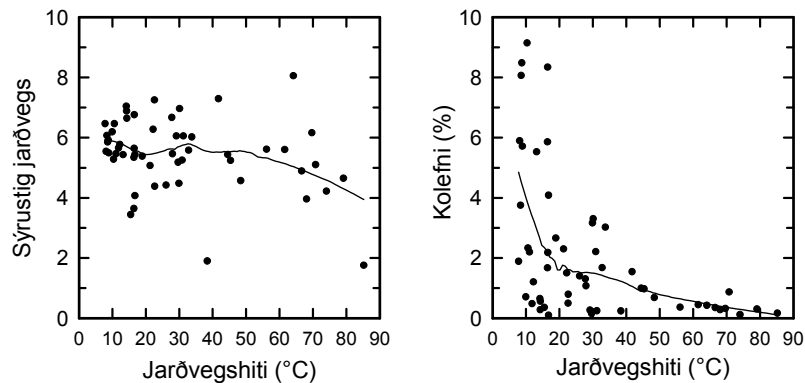


19. mynd. Hnitamynd fyrir algengustu smádyrategundirnar á rannsóknasvæðum á Suðvestur- og Norðausturlandi. Tegundir eru litamerktar eftir því við hvaða hita þær fundust; bleikar $\leq 15^{\circ}\text{C}$, fjólubláar $\leq 50^{\circ}\text{C}$, bláar $0-100^{\circ}\text{C}$, grænar $\geq 50^{\circ}\text{C}$ og rauðar $\geq 15^{\circ}\text{C}$.

Þegar litið er á útbreiðslu algengustu tegunda kemur í ljós að mikill munur var á milli svæða. Af algengustu tegundunum, sem einungis fundust þar sem jarðvegshiti var hærra en 15°C , kom aðeins reyrmörlur *Crambus pascuella* fyrir á öllum svæðunum en aðrar tegundir komu í mesta lagi fyrir á þremur svæðum af fimm (7. viðauki). Allar tegundir sem fundust í reitum með hærra hita en 50°C fundust eingöngu á 1–2 svæðum hver. Tegundir sem komu í gildrum eftir öllum hitafallandanum voru yfirleitt útbreiddustu tegundirnar og fundust margar þeirra á öllum svæðunum. Ein tegund, ranaló *Lepthyphantes complicatus*, fannst á öllum svæðunum fimm þar sem jarðvegshiti var lægri en 15°C og freraló *Hilaira frigida* fannst á fjórum svæðum. Þær tegundir, sem héldu sig á kaldri eða volgri jörðu en fundust ekki þar sem jarðvegshiti fór yfir 50°C , voru yfirleitt algengar og fundust margar hverjar á flestum eða öllum svæðum.

4.5 Áhrif jarðvegshita og sýrustigs á gróður og smádýr

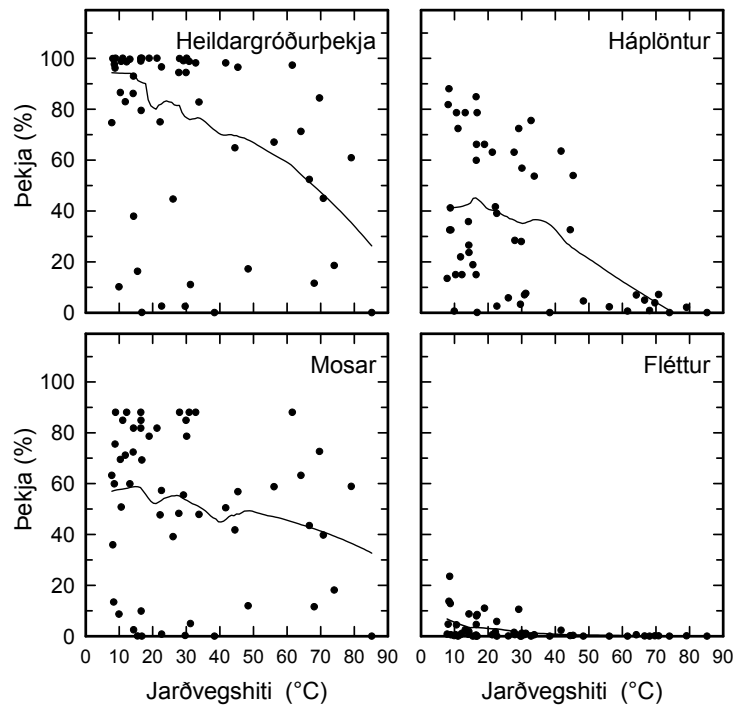
Sýrustig var víðast hvar á bilinu pH 4–6, en það lækkaði verulega með hækkandi jarðvegshita (20. mynd). Magn kolefnis lækkaði einnig með hækkandi jarðvegshita (20. mynd) og innihélt jarðvegur sem var kaldari en 15°C að meðaltali tífalt meira af kolefni (3,55%) en jarðvegur sem var yfir 50°C (0,37%). Mest var lækkunin þar sem jarðvegshitinn jókst úr 5 í 20°C en á því hitabili var jafnframt mikill breytileiki í kolefnismagni. Hins vegar minnkaði kolefnismagnið mun hægar með hækkandi jarðvegshita.



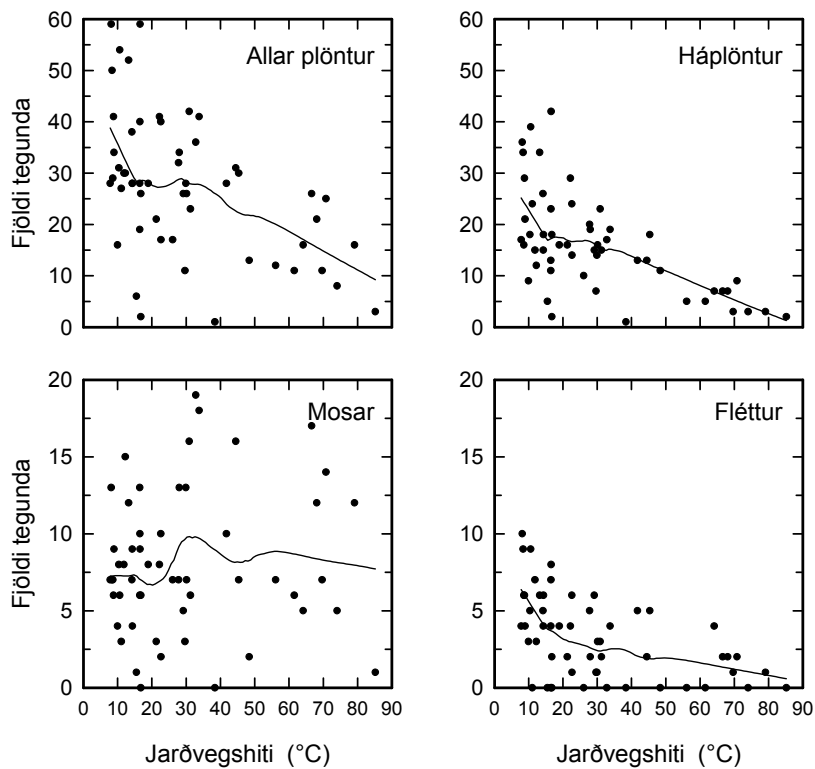
20. mynd. Sýrustig og magn kolefnis í jarðvegi við misháan jarðvegshita (á 10 cm dýpi) á rannsóknasvæðum. Línurnar gefa til kynna leitnina miðað við staðbundin vægi gildanna (LOESS; Locally weighed scatter plot smooth). Hver punktur er meðaltal úr einum reit.

Heildarþekja gróðurs minnkaði jafnt og þétt samfara hækkandi jarðvegshita (21. mynd). Heildarþekjan var minnst þar sem jarðvegshitinn var hæstur og var lítil sem engin þekja þar sem jarðvegshiti var yfir 80°C. Þegar litið er nánar á einstaka plöntuhópa sést að þekja háplantna féll mest við um 50°C hita og þekja fléttna við um 30°C (21. mynd). Hins vegar breyttist þekja mosa mun minna samfara breytingum á jarðvegshita.

Heildarfjöldi plöntutegunda var mjög mismunandi í köldustu reitunum, frá því að vera örfáar tegundir í tæplega 60 (22. mynd). Flestar voru tegundirnar þar sem jarðvegshiti var innan við 30°C, en fækkaði síðan jafnt og þétt þegar jarðvegshitinn fór yfir 30°C. Háplöntutegundum fækkaði eftir því sem jarðvegshiti hækkaði og við 50°C eða hærri hita fundust færri en tíu tegundir í reit og þrjár tegundir í reit þegar hitinn var kominn yfir 70°C (22. mynd). Svipuð leitni sást fyrir fléttutegundir, í reitum þar sem hitinn var meiri en 30°C fundust ekki fleiri en fimm tegundir. Fjöldi mosategunda breyttist hins vegar ekki mikið eftir hitafallanda.

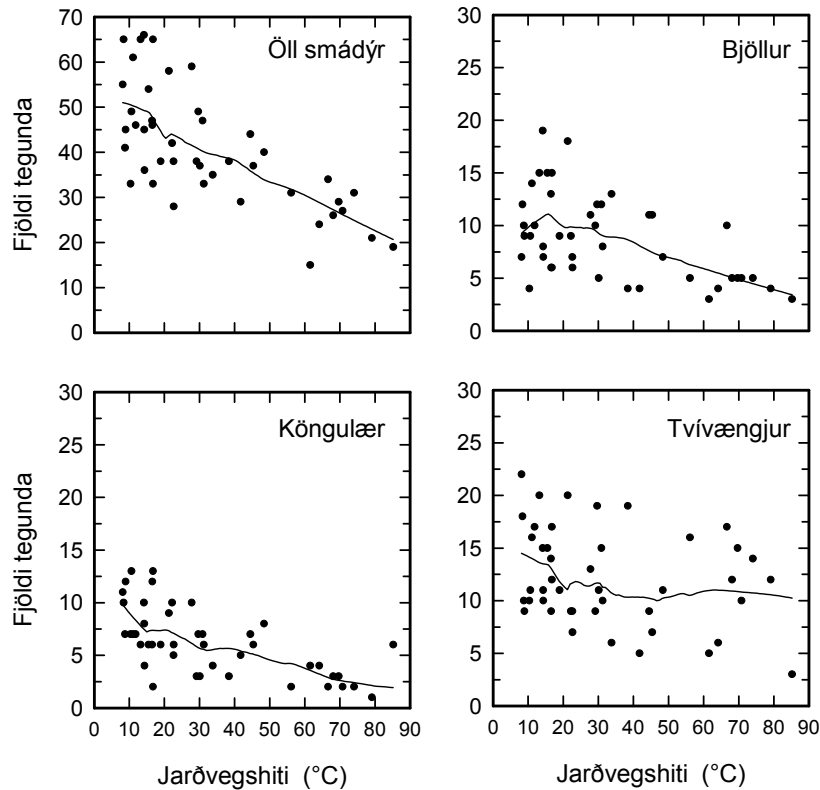


21. mynd. Heildarþekja gróðurs og þekja háplantna, mosa og fléttna við mismunandi jarðvegshita á 10 cm dýpi á öllum rannsóknasvæðum. Línurnar gefa til kynna leitnina miðað við staðbundin vægi gildanna (LOESS; Locally weighed scatter plot smooth). Hver punktur er meðaltal úr einum reit.



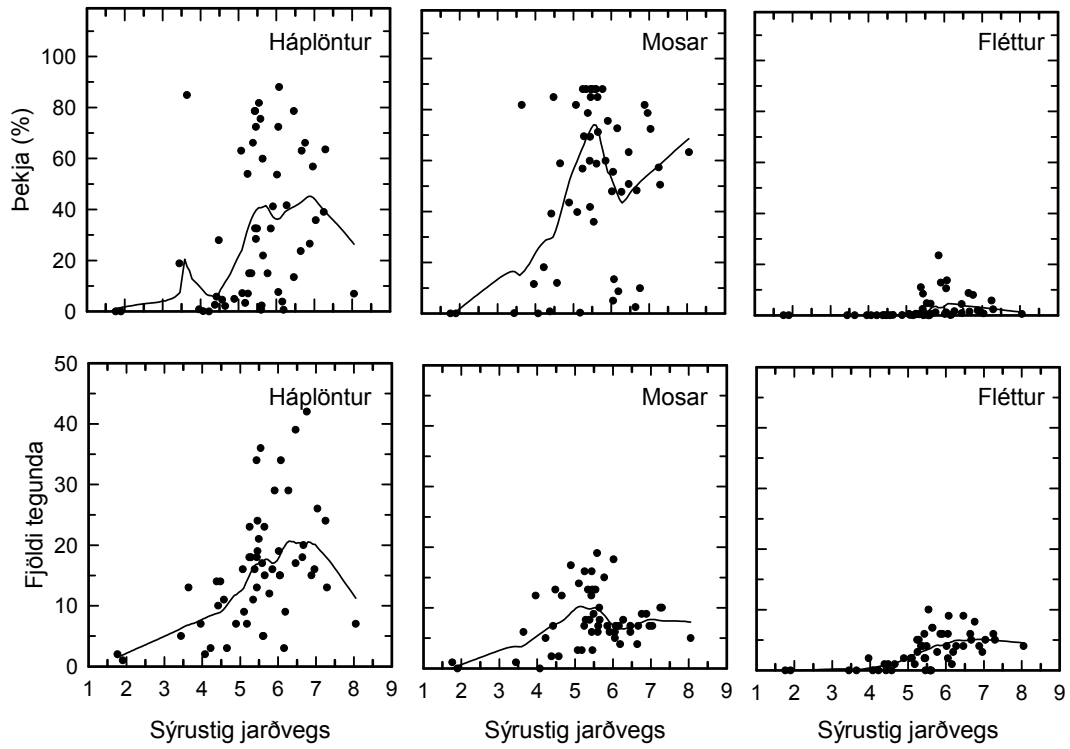
22. mynd. Heildarfjöldi plöntutegunda, fjöldi háplöntutegunda, mosategunda og fléttutegunda við mismunandi jarðvegshita á 10 cm dýpi á öllum rannsóknasvæðum. Línurnar gefa til kynna leitnina miðað við staðbundin vægi gildanna (LOESS; Locally weighed scatter plot smooth). Hver punktur er meðaltal úr einum reit. Á það skal benti að kvarðinn á lóðréttu ásunum er mismunandi á milli mynda.

Heildarfjöldi smádýrategunda minnkaði nokkuð jafnt með auknum jarðvegshita og breytileikinn í fjölda minnkaði að sama skapi (23. mynd). Þessi tengsl jarðvegshita og heildarfjölda smádýrategunda voru marktæk (jarðvegshiti = $81,99 - 29,104 * (\log_{10}(\text{fjöldi tegunda}))$), $r^2=0,481$, $P<0,001$). Á svipaðan hátt fækkaði tegundum bjallna og köngulóa (23. mynd). Fjöldi tegunda tvívængja hélst hins vegar svipaður við mismunandi hita.



23. mynd. Heildarfjöldi smádýrategunda, bjallna, köngulóa og tvívængja við mismunandi jarðvegshita á öllum rannsóknasvæðum. Línurnar gefa til kynna leitnina miðað við staðbundin vægi gildanna (LOESS; Locally weighed scatter plot smooth). Hver punktur er meðaltal úr einum reit. Á það skal bent að kvarðinn á lóðréttu ásunum er mismunandi á milli mynda.

Þekja háplantna og fjöldi háplöntutegunda var lítil í reitum þar sem sýrustig mældist lægra en pH 4,5–5 en jókst hins vegar mjög með hækkandi sýrustigi (24. mynd). Þekja og fjöldi mosategunda jókst mikið við pH 4–4,5 og var allmikil þar fyrir ofan. Þekja og fjöldi fléttutegunda jókst við pH 5–6.



24. mynd. Þekja háplantna, mosa og fléttna við mismunandi sýrustig í jarðvegi og fjöldi tegunda háplantna, mosa og fléttna. Linurnar gefa til kynna leitnina miðað við staðbundin vægi gildanna (LOESS; Locally weighed scatter plot smooth). Hver punktur er meðaltal úr einum reit.

5 UMRÆÐA

Háhitasvæðin sex sem rannsökuð voru spanna ekki aðeins mikinn hæðarmun, eða allt frá sjávarmáli upp á hálendið, heldur eru þau í mismunandi landshlutum. Niðurstöðurnar ættu því ekki aðeins að gefa góðar upplýsingar um aðstæður á svæðunum sjálfum heldur einnig allgóða mynd af þeim breytileika sem er að finna á háhitasvæðum landsins.

5.1 Einkenni háhitasvæða

Jarðvegshitinn er sá umhverfisþáttur sem einkennir háhitasvæðin einna mest og gefur þeim þá sérstöðu sem þau hafa. Jarðhiti getur ýmist komið upp á yfirborð við mishæðir í landslagi eða í giljum og skorningum og skapast þar sérstæð skilyrði sem einkennast gjarnan af háum jarðvegshita og raka, lágu sýrustigi og óvenjulegum styrk steinefna og frumefna (Burns 1997). Á rannsóknasvæðunum féll hitinn oft hratt út frá hveramiðju (9. mynd). Í kaldari reitum var hiti tiltölulega jafn innan reits en gat verið mjög breytilegur í heitari reitum. Þetta gefur til kynna að hitauppsprettur á yfirborði geti verið mjög staðbundnar og áhrif á lífverur því bundin við litla bletti. Jarðvegur næst hverunum flokkast jafnan sem hverajarðvegur (3. tafla). Jarðvegur þessi er oft mjög ummyndaður vegna hitans, leirkenndur með útfellingum og oftast en ekki súrari en jarðvegurinn í kring (4. tafla, 20. mynd, Halldór Kjartansson 1972). Kolefnismagn í jarðvegi á rannsóknasvæðunum minnkaði með auknum jarðvegshita (4. tafla, 20. mynd), sem er í samræmi við aðrar rannsóknir (Given 1980).

5.2 Munur á milli rannsóknasvæða

Nokkur munur var á milli svæða hvað varðar gróður og smádýralíf (12. og 18. mynd). Ýmsir þættir geta valdið þessu. Rannsóknasvæðin sex liggja í mismunandi hæð yfir sjó. Reykjanes liggur allra lægst eða við sjávarmál, og Reykjadalir hæst, uppi á miðhálandinu (1. tafla). Talsverður munur er einnig á veðurfari svæðanna. Þurrast er á rannsóknasvæðunum fyrir norðan, við Hvíthóla og á Þeistareykjum, en einna mest er úrkoman í Fremstadal, við Ölkelduháls og í Reykjadölum, þar sem meðalhiti er jafnframt lægstur (1. tafla). Að auki geta til dæmis fjarlægð svæða frá sjó, aðliggjandi gróðursamfélög, berggrunnur og ekki síst eiginleikar jarðvegs haft áhrif á hvaða tegundir finnast á hverju svæði.

TWINSPAN flokkun á gróðurfarsgögnum sýndi að háhitasvæðin skiptust í tvo meginhópa. Annars vegar rannsóknasvæði á Suðvestur- og Norðurlandi og hins vegar rannsóknasvæðið í Reykjadölum. Í Reykjadölum var að finna deiglendi og þurr melasvæði en það sem sameiginlegt var svæðunum á Suðvestur- og Norðurlandi voru mosaþembur, mólendi og graslendi (2.–8. mynd). Meginástæðan fyrir mun á hópunum tveimur er líklega sú að svæðið í Reykjadölum liggur mun hærra en hin svæðin og veðurfar því annað (1. tafla). Hafa verður í huga að upplýsingum um smádýr var ekki safnað í Reykjadölum og því eingöngu gróðurfarsgögn sem styðja þessa skiptingu.

Þegar litið er á rannsóknasvæðin fimm á Suðvestur- og Norðurlandi kemur í ljós talsverður munur á tegundasamsetningu þeirra, bæði hvað varðar plöntur og smádýr. Reykjanes sker sig skýrt frá hinum svæðunum (13. og 18. mynd). Þetta er eina svæðið á láglandi og einnig er það nálægt sjó sem hvort tveggja getur haft áhrif á hvaða tegundir finnast þar. Tegundasamsetningin er annars vegar svipuð á svæðunum tveimur á Hengilssvæðinu, þ.e. í Fremstadal og við Ölkelduháls, og hins vegar á svæðunum tveimur á Norðurlandi, þ.e. við Hvíthóla og á Þeistareykjum. Þessi fjögur svæði eru öll í svipaðri hæð yfir sjávarmáli (1. tafla) en margt í umhverfi þeirra er ólíkt. Til dæmis var jarðvegur mun súrari á svæðunum fyrir norðan (4. tafla), aðliggjandi gróðurfélög eru ólík (3.–4. og 6.–8. mynd) og veðurfar, s.s. hiti og úrkoma (1. tafla), einnig. Munurinn milli svæðanna fyrir norðan og sunnan er

meiri hvað varðar smádýr en plöntur sem gæti skýrst af nokkrum þáttum. Á rannsóknasvæðunum voru fleiri tegundir smádýra en plantna og fundust nokkrar tegundir smádýra í öllum reitum (17. og 23. mynd) en sums staðar var lítil sem enginn gróður (11. og 22. mynd). Að auki er hreyfanleiki smádýra vissulega meiri en plantna og geta þau fært sig til ef aðstæður versna.

Lífriki háhitasvæða hefur lítt verið kannað hér á landi og samanburður á fjölbreytileika tegunda milli svæða því mjög takmarkaður. Vert er þó að nefna athuganir Evu G. Þorvaldsdóttur (2000) á háplöntum á háhitasvæðinu í Hveragerði. Þar fundust 79 íslenskar háplöntutegundir sem eru fleiri tegundir háplantna en fundust á einstöku svæði í þessari rannsókn. Niðurstöður þessarar rannsóknar sýna að talsverður munur er á fjölda tegunda milli svæða (5.–6. tafla). Fæstar tegundir, bæði háplantna og smádýra, fundust á Reykjanesi en flestar plöntutegundir voru skráðar við Hvíthóla og flestar tegundir smádýra á Þeistareykjum. Bæði við Hvíthóla og á Þeistareykjum var þurrt mólendi en fram hefur komið að það er jafnan tegundaríkt (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2002).

5.3 Tengsl umhverfisþátta við gróður og smádýr

Þær sérstæðu aðstæður sem skapast á háhitasvæðum hafa mikil áhrif á gróður og smádýralíf, bæði hagstæð og óhagstæð. Hár jarðvegshiti, lágt sýrustig og lítið magn kolefnis í jarðvegi er dæmi um þá þætti sem takmarka hvaða tegundir geta þrífist við þessar aðstæður.

Gróður og jarðvegshiti

Á rannsóknasvæðunum var gróðurbelti umhverfis hveramiðjuna sem greinilega bar merki jarðhitans. Það var að öllu jöfnu mjótt og víða nokkuð skýrt afmarkað frá aðliggjandi gróðri. Næst hverunum, þar sem jarðvegshiti var jafnan hæstur, voru mosar yfirleitt ríkjandi en einstaka háplöntutegundir, s.s. skriðlíngresi og blóðberg, döfnuðu vel (11. ljósmynd). Er fjær dró miðjunni og jarðvegshiti lækkaði bar gróðurinn æ meiri svip af nálægum gróðurfélögum.

Í heildina lítið minnkaði heildarþekja gróðurs og heildarfjöldi plöntutegunda eftir því sem jarðvegshiti hækkaði (21.–22. mynd). Þetta mynstur var svipað á öllum svæðunum nema í Reykjadalum (11. mynd) þar sem þekja háplantna og mosa jókst með hækkingu jarðvegshita (15. mynd). Ástæða fyrir þessum mun getur verið sú að Reykjadalir liggja mun hærra yfir sjávarmáli og þar er meðalárshiti lægri en á hinum rannsóknasvæðunum (1. tafla). Jarðhitinn finnst enn fremur oftast í giljum og dældum þar sem skjól er fyrir veðri og vindum og honum fylgir raki sem bætir vaxtarskilyrði mosa og getur aukið tegundafjölbreytni. Á kaldari svæðum í kring er jarðvegur hins vegar gljúpur og heldur illa vatni sem háir gróðri í vexti. Þekkt er að við jarðhita á hálendinu geta lifað tegundir smádýra sem annars eiga sér ekki lífsvon á hálendinu (Erling Ólafsson 2000). Telja má líklegt að jarðhiti á hálendinu hafi einnig jákvæð áhrif á plöntur.

Nokkur breytileiki var í háplöntuþekju í reitum en mikið dró úr breytileikanum við 50°C og voru aldrei fleiri en tíu tegundir í reit þar sem hiti var hærri en 50°C. Þessar niðurstöður eru í samræmi við rannsóknir á hitaþoli venjulegrar plöntufrumu sem í flestum tilfellum þolir ekki hærri hita en 45–55°C (Konis 1949). Þetta er einnig í samræmi við aðrar rannsóknir sem sýnt hafa tengsl gróðurs á jarðhitasvæðum við jarðvegshita í rótarlaginu (Given 1980, Glime og Iwatsuki 1994).

Ólíkt háplöntunum breyttist þekja mosa og fjöldi mosategunda lítið með vaxandi jarðvegshita (21.–22. mynd). Segja má að mosar séu einkennishópur hveraflórunnar og gjarnan ráðandi í þekju (Lange 1973). Þetta þol mosa við jarðvegshita er að hluta hægt að skýra með

Því að þeir eru rótarlausir og þeirri staðreynd að jarðvegshiti er lægri á jarðvegshitaborði en neðar í jarðveginum (Given 1980, Glime og Hong 1997). Ennfremur má búast við að greinarendarnir myndi þann hluta mosans sem er virkur í vexti og að neðri hluti mosa-breiddunnar einangri þá frá mesta jarðvegshitanum (Glime og Iwatsuki 1994). Vegna þessara eiginleika geta mosarnir dregið úr neikvæðum áhrifum hitans og geta því vaxið við hærri jarðvegshita en t.d. háplöntur. Þar sem háplöntum fækkar mikið í hitanum fá mosar minni samkeppni þar en á köldu landi. Það er að hluta til ástæða þess að mosar eru meira áberandi við jarðhita en þar sem jörð er köld.

Fléttur, líkt og mosar, hafa ekki rætur og niðurstöður erlendra rannsókna sýna að fléttur geta vaxið við mismunandi hitastig (Glime og Iwatsuki 1990) en jafnframt að þær vaxa sjaldan þar sem jarðvegshiti er hár og raki mikill (Kappen og Smith 1980, Glime og Hong 1997). Okkar niðurstöður sýndu að fléttur fundust aðeins á fáum stöðum þar sem meðalhiti í reit var yfir 30°C og þekja þeirra var lítil sem engin í flestum þessara reita (21. mynd).

Jarðvegshiti er sá þáttur sem hvað mest áhrif hefur á tegundasamsetningu gróðurs en hann skapar mörgum tegundum erfið skilyrði (Burns 1997). Tegundasamsetning gróðursins breyttist eftir hitafallandanum en breytingin var þó mismikil eftir plöntuhópum (14. og 16. mynd). Tegundasamsetningin breyttist mest meðal mosa og fundust nokkrar tegundir eingöngu í heitustu reitunum. Ekki voru eins afgerandi umskipti hjá fléttum og ekki heldur hjá háplöntum, þar sem margar tegundir fundust á nokkuð breiðu hitabili. Vert er að ítreka að á rannsóknasvæðinu í Reykjadalum endurspeglar breyting á tegundasamsetningu, sem fram kemur eftir hitafallandanum, einnig aukinn raka í jarðvegi.

Gróður, sýrustig og kolefni

Sýrustig hefur, líkt og jarðvegshiti, áhrif á gróðurfar. Niðurstöðurnar benda til þess að háplöntur og mosar geti vaxið við lægra sýrustig en fléttur (24. mynd). Það eru ekki einungis bein áhrif sýrustigs sem hér ráða heldur einnig þau óbeinu áhrif sem lágt sýrustig hefur á t.d. efnasamsetningu jarðvegs (Given 1980). Þar sem sýrustig er á bilinu pH 5,5–7 er upptaka köfnunarefnis og fosförs góð svo og köfnunarefnisbinding örvera (Brady og Weil 1999). Hins vegar dregur lágt sýrustig úr möguleikum plantna á að taka upp ákveðin næringarefni og getur ennfremur leitt til áleitrunar sem dregur úr vexti róta (Andersson 1988, Brady og Weil 1999).

Sýrustig sem mældist við hveramiðjur var í sumum tilvikum afar lágt, einkum á Þeistareykjum og við Hvíthóla en þar var pH lægra en 2,0 í einum reit á hvorum stað (4. tafla). Í öðrum reitnum var jarðvegshiti um 40°C en í hinum rétt undir 100°C (20. mynd). Í báðum reitum var gróðurþekja nánast engin. Í heitari reitnum má væntanlega rekja gróðurleysið bæði til hás hita og þó einkum til lágs sýrustigs. Í kaldari reitnum er líklegt að hið lága sýrustig og þeir jarðvegseiginleikar sem því fylgir komi í veg fyrir að gróður fái þar þrifist en það er að öllum líkindum afleiðing jarðhita fyrr á tímum. Sýrustig í jarðvegi utan við hverjamiðjur var mjög breytilegt (pH 3,6–8,0) (4. tafla). Lægstu gildin má væntanlega rekja til áhrifa frá jarðhita en í flestum reitum var pH á bilinu 5,0–8,0 sem er ekki frábrugðið því sem almennt má finna í jarðvegi utan jarðhitasvæða hér á landi (t.d. Sigurður H. Magnússon 1994, Borgþór Magnússon o.fl. 2001, Sigurður H. Magnússon o.fl. 2002, Ólafur Arnalds í prentun).

Kolefnismagn í jarðvegi á rannsóknasvæðunum minnkaði með auknum jarðvegshita (4. tafla, 20. mynd) sem er í samræmi við rannsóknir af öðrum hverasvæðum (Given 1980). Magn kolefnis í jarðvegi sem var heitari en 50°C var að meðaltali 0,37% (0,12–0,87) sem er svipað og víða má finna hér á landi í mela- og sandjarðvegi en lægra en í jarðvegi mólendis og

votlendis (Sigurður H. Magnússon o.fl 2002, Hlynur Óskarsson o.fl. í prentun) Rannsóknir sýna að magn kolefnis hefur yfirleitt mjög mikil áhrif á eiginleika jarðvegs. Aukið kolefni í jarðvegi styrkir t.d. kornabyggingu og eykur vatnsheldni jarðvegs. Það eflir viðnám gegn rofi og frostlyftingu, bætir næringarefnabúskap og gerir sýrustig jarðvegs stöðugra (t.d. Sigurður H. Magnússon 1994, Brady og Weil 1999). Því er afar líklegt að lágt magn kolefnis á hverasvæðum sé einn þeirra þátta sem hefur áhrif á lífsskilyrði gróðurs og þar með á það dýralíf sem á hverasvæðunum þrífst.

Smádýr og jarðvegshiti

Jarðvegshiti hefur afgerandi áhrif á heildarfjölda smádýrategunda í reitum og fækkaði tegundum með auknum hita (23. mynd). Greinilegt er að hinn mikli jarðvegshiti skapar erfið skilyrði fyrir smádýr og ekki eru margar tegundir sem þola svo mikinn hita. Hitinn virðist hafa minni áhrif á vel fleygar tegundir en t.d. bjöllur og köngulær sem stöðugt eru með fæturna á heitri jörðinni (23. mynd). Hafa verður þó í huga að af mörgum tvívængju-tegundum komu aðeins eitt eða tvö dýr í gildrum og má ætla að einstaklingar þeirra tegunda hafi slæðst inn á svæðið en lifi ekki þar að staðaldri.

Tegundasamsetning smádýra breyttist umtalsvert með hitafallanda (18.–19. mynd) og er það í samræmi við aðrar rannsóknir. Andrewartha og Birch (1954) geta þess að þar sem dýr af tiltekinni tegund geti hreyft sig að vild eftir hitafallanda safnist þau yfirleitt flest saman á frekar þröngu hitabili. Jafnframt sýna rannsóknir að af þeim umhverfisþáttum, sem mældir voru, sé jarðvegshiti sá þáttur sem hefur mest áhrif á tegundasamsetningu innan hvers háhitasvæðis (María Ingimarsdóttir o.fl. í handriti).

Engin þeirra tegunda sem veiddust í reitum með meðalhita hærri en 50°C voru algengar á rannsóknasvæðunum. Flestar voru tegundir tvívængja, sem að öllum líkindum hafa laðast að hlýrri gufunni en eru ekki á svæðunum að staðaldri. Jötunuxarnir *Omalium excavatum* og *Creophilus maxillosus* fundust eingöngu í heitustu reitunum en hvorugur þeirra getur þó talist jarðhitategund, enda báðir algengir um allt land (Larsson og Geir Gígja 1959).

Af þeim tegundum sem fundust er engin eiginleg jarðhitategund en nokkrar tegundir eru þekktar af því að vera algengari við jarðhita en utan hans (Tuxen 1944). Það eru reyrmölur *Crambus pascuella* og eðjusmiður *Bembidion grapei*, sem voru útbreiddastar við mesta hitann (19. mynd), leirsmiður *Bembidion bipunctatum* sem fannst á Ölkelduhálsi og laugakönguló *Pirata piraticus* í Fremstadal (7. viðauki). Tegundir sem fundust annað hvort eftir öllum hitafallandanum eða alls staðar utan allra heitustu reitanna eru flestar útbreiddar um land allt. Jötunuxinn *Amischa analis* hefur þó eingöngu fundist við jarðhita á hálendinu en er algengur á láglandi (Erling Ólafsson, óbirt gögn). Athyglisvert er að á Þeistareykjum, þar sem rannsóknir fóru fram á sniðum út frá tveimur hveraþyrpingum, var tegundasamsetning smádýra ólík í reitum á leirsvæðunum næst hverunum (í reitum 1–1 og 2–1). Járnsmiður *Nebria gyllenhali*, sem var ein algengasta tegundin við aðra hveraþyrpinguna (í reit 1–1), fannst til dæmis alls ekki við hina. Í báðum þessum reitum var lítill sem enginn gróður (11. mynd) en jarðvegshitinn var ólíkur (9. mynd).

Þegar rætt er um smádýr má ekki gleyma því að þau eru ekki eingöngu háð hita og öðrum ólífrænum þáttum heldur einnig öðrum lífverum í umhverfinu. Útbreiðsla tiltekinnar smádýrategundar getur því takmarkast af útbreiðslu annarra tegunda. Dýrin eru ýmist plöntuætur, rándýr eða grotætur og þurfa sína fæðu. Þrátt fyrir það er það jarðvegshiti sem hefur mest áhrif á breytileika í tegundasamsetningu hvers svæðis en ekki t.a.m gróður (18. mynd, María Ingimarsdóttir o.fl. í handriti). Samkeppni milli tegunda gæti haft þau áhrif að þær tegundir sem þola hitann haldi sig frekar þar til að draga úr samkeppni við önnur dýr.

5.4 Tegundir á válista og sjaldgæfar tegundir

Ekki er sjálfgefið að þar sem jarðhita gætir finnst plöntur eða smádyr sem sérstaklega eru aðlagðar jarðhita. Flestar þær tegundir sem bundnar eru jarðhitasvæðum eru hins vegar sjaldgæfar hér á landi og sumar hverjar finnast eingöngu á fáum stöðum.

Fjórar tegundir plantna á válista (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996) fundust í rannsókninni (7. tafla). Naðurtunga (12. ljósmynd) fannst á fjórum svæðum (Reykjanesi, Ölkelduhálsi, Hvít-hólum og Reykjadölum) þar sem jarðvegshiti var á bilinu 22–80°C. Naðurtunga er sjaldgæf plöntutegund sem vex eingöngu í volgum jarðvegi og er hún flokkuð sem tegund í nokkurri hættu (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996). Utan Íslands finnst hún einungis á Azoreyjum (Hörður Kristinsson 1996). Þrjár mosategundir sem eru á válista fundust á Reykjanesi, Ölkelduhálsi og í Fremstadal. Hæruburst (9. ljósmynd) var talinn fremur sjaldgæfur mosi en rannsóknir undanfarinna ára sýna að svo er ekki og því líklegt að hann falli út af válista við endurskoðun (Bergþór Jóhannsson 2003). Þessi tegund barst til Íslands á níunda áratugnum og hefur dreifst nokkuð víða. Þar sem tegundin hefur náð fótfestu hefur hún rutt öðrum mosategundum úr vegi og þess voru greinileg merki á Reykjanesi. Laugarandi og hveraburst eru sjaldgæfir mosar sem vaxa eingöngu við jarðhita (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996). Hveraburst virðist vera að hörfa við hverina á Reykjanesi. Í fyrri söfnun, árið 1986, óx þessi tegund þar í breiðum en var ekki algeng þegar mosasýnum var safnað í þessu verkefni árið 2001 (Bergþór Jóhannsson 2003). Að lokum er vert að nefna háplöntuna grámyglu sem fannst eingöngu í Fremstadal þar sem jarðvegshiti var 30–75°C. Grámygla er sjaldgæf jarðhitategund og kjörlendi hennar er í mosabreiðum eða leirflögum við hveru og laugar (Hörður Kristinsson 1998).

7. tafla. Plöntutegundir sem fundust á rannsóknasvæðunum sex og eru á válista (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996).

Tegundir	Tegund fannst í reit
<i>Háplöntur</i>	
Naðurtunga	RN1–3, RN1–4, ÖH1–2, HH2–2 og HH2–3, RD1–1, RD2–1
<i>Mosar</i>	
Laugarandi	ÖH1–1, FD2–2
Hveraburst	RN2–2, FD1–1
Hæruburst	RN2–2, FD1–1

Ekki er til íslenskur valisti fyrir smádyr en vert er að nefna nokkrar tegundir sem fundust í volgum eða heitum reitum og eru með litla útbreiðslu eða eru sérstakar að öðru leyti. Húsamaur *Hypoconera punctatissima* veiddist í þremur volgum reitum á Reykjanesi. Hér á landi þrífst hann nær eingöngu í húsagrunnum en hefur þó fundist á öðrum hlýjum stöðum, svo sem við gróðurhús og við hitaveitustokkinn í Öskjuhlíð (Erling Ólafsson og Sigurður H. Richter 1985). Á Reykjanesi fannst húsamaur þar sem volgt var og rakt líkt og umhverfi hans er t.d. í húsagrunnum í bæjum. Jötunuxinn *Gyrophypnus angustatus* fannst í volgum reit í Fremstadal. Til þessa hafa eingöngu fundist þrjú eintök og öll á sama stað, á Syðri-Reykjum í Mosfellssveit (Larsson og Geir Gígja 1959). Fiðrildið gulygla *Noctua promuba* fannst á Reykjanesi og á Ölkelduhálsi. Gulygla hefur fundist víða á láglandi en hún laðast sérstaklega að hita, t.d. við gróðurhús á jarðhitasvæðum (Erling Ólafsson og Hálfán Björnsson 1997). Bjallan *Tachyporus nitidulus* fannst í nokkrum mæli á Reykjanesi en hún hefur eingöngu fundist á Suðurlandi og eru fundarstaðir mjög fáir. Bjalla þessi er sögð sólelskandi skordýr sem kys raka jörð (Larsson og Geir Gígja 1959) og kemur því ekki á óvart að hún finnst við jarðhita. Fiðrildið *Bryotropha similis* er algengt á Suður- og Suðausturlandi og hefur fundist á láglandi víða um land (Erling Ólafsson og Hálfán Björnsson 1997). Það fannst á Reykjanesi og á svæðunum tveimur á Norðausturlandi.

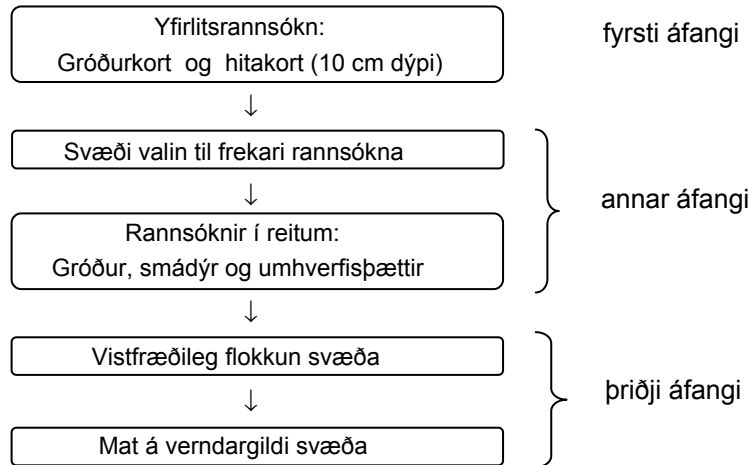
6 VERNDARVIÐMIÐ OG FREKARI RANNSÓKNIR

Ísland er ekki aðili að neinum alþjóðlegum samningum eða sáttmálum sem lúta beint að jarðhitasvæðum. Þegar meta á einstök jarðhitasvæði með tilliti til verndargildis skal því almennt taka mið af íslenskum lögum, alþjóðasamningum um náttúruvernd og öðrum skuldbindingum sem Ísland er aðili að (Sigmundur Einarsson o.fl. 2000). Hverir og aðrar heitar uppsprettur, svo og hrúður og hrúðurbreiður, 100 m² að stærð eða stærri eru meðal þeirra jarðmyndana og vistkerfa sem njóta eiga sérstakrar verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd (nr. 44/1999, 37. gr) enda er markmið laganna meðal annars að tryggja þróun íslenskrar náttúru eftir eigin lögum og vernda það sem sérstætt er (1. gr.).

Í mörgum tilfellum er talsverður munur á lífríki þeirra sex háhitasvæða sem hér voru til rannsóknar og því er ljóst að erfitt er að yfirfæra niðurstöðurnar af þeim beint yfir á önnur háhitasvæði. Því er nauðsynlegt að afla grunnupplýsinga af fleiri svæðum til að fá heilsteyptari mynd af lífríki háhitasvæða og geta sagt fyrir um verndargildi þeirra.

Til að meta og bera saman einstök svæði með tilliti til verndargildis þarf gagnasöfnun að taka mið af þeim breytileika sem er í lífríki hvers svæðis sem og breytileika á milli svæða. Sú aðferð sem notuð var í þessari rannsókn sameinar þetta tvennt. Hún gefur gott yfirlit yfir vistfræði gróðurs og smádýra á hverju svæði og samanburður svæða er tiltölulega auðveldur. Þar sem aðferðin er mjög svipuð þeirri sem notuð hefur verið við flokkun og skilgreiningu vistgerða hér á landi verður mögulegt að bera saman vistgerðir á hverasvæðum og aðra vistgerðaflokka í landinu (Sigmundur Einarsson o.fl. 2000, Sigurður H. Magnússon o.fl. 2001 og 2002). Þetta verður að telja afar mikilvægt þegar meta skal verndargildi allra vistgerða á Íslandi.

Ljóst er að þar sem háhitasvæði landsins eru mörg ólík, með mismunandi brattan hitafallanda og mismunandi mörg gróðurfélög, verður að meta fyrir hvert svæði hversu marga reiti þarf að leggja út til að ná yfir breytileika lífríkisins. Lagt er til að áframhaldandi rannsóknum á lífríki háhitasvæða verði áfangaskipt (25. mynd). Byrjað verði á að fá gróft yfirlit yfir hitafallanda og gróðurfur sem flestra háhitasvæða. Í þeim tilfellum þar sem háhitasvæðin eru víðáttumikil (svo sem við Torfajökul) er mjög líklegt að nokkur breytileiki sé innan svæðis og því æskilegt að yfirlit fáiist yfir nokkrar hveraþyrpingar. Lagt er til að byrjað verði á að kortleggja gróður á svipuðum skala og lýst er í aðferðalýsingu þessarar skýrslu, og að hiti verði mældur á 10 cm dýpi á nokkrum sniðum út frá hverri hveraþyrpingu. Þessar upplýsingar gefa gott yfirlit yfir aðstæður á hverju svæði fyrir sig og leggja grunninn að næsta áfanga. Í öðrum áfanga verði valin svæði til nánari rannsókna á lífríki háhitasvæða og áhrif valinna umhverfisþátta á lífríkið könnuð. Lagt er til að við frekari rannsóknir verði hverju svæði skipt í belti eftir hitafallanda þegar því verður við komið: $\leq 15^{\circ}\text{C}$, $15\text{--}30^{\circ}\text{C}$, $30\text{--}50^{\circ}\text{C}$ og $50\text{--}100^{\circ}\text{C}$. Hér er gert ráð fyrir að þar sem hiti er lægri en 15°C gæti jarðhita ekki og munu reitir sem þar eru staðsettir vera til samanburðar við reiti þar sem jarðhita gætir. Innan hvers hitabeltis verði lagðir út rannsóknareitir og sambærilegar aðferðir notaðar við öflun gagna um gróðurfur og smádýralíf og lýst er í aðferðakafla þessarar skýrslu. Með þessar upplýsingar í höndunum er unnt að ljúka 3. áfanga, sem er að flokka háhitasvæðin og meta þau með tilliti til verndargildis.



25. mynd. Tillaga að áframhaldandi rannsóknum á lífríki háhitasvæða og áfangaskiptingu þeirra.

Niðurstöður þessarar rannsóknar vekja upp þá spurningu hvort ekki sé rétt að skoða betur vistfræði lífvera á jarðhitasvæðunum í tengslum við flóru og fínu nærliggjandi vistgerða í sömu landshlutum. Gögn þar að lútandi eru í mörgum tilvikum tiltæk, til dæmis eftir vinnu við flokkun vistgerða á hálendinu (Sigmundur Einarsson o.fl. 2000, Sigurður H. Magnússon o.fl. 2001 og 2002). Þar með ætti að fást úr því skorið hver vistfræðileg sérstaða jarðhitasvæðanna er miðað við nálægar vistgerðir.

Lítill reynsla er komin á hvaða áhrif nýting háhitasvæða hefur á lífríki til lengri tíma. Samhliða aukinni nýtingu háhitasvæða vaknar því upp sú spurning hvaða áhrif nýtingin hafi á hitastig við yfirborð og þar af leiðandi á lífríki sem þar þrífst. Vegna hreyfanleika smádýra má leiða að því líkum að breytinga gæti fyrir hjá smádýrum en gróðri. Ef yfirborð hveramiðju kólnar mun fjölbreytni þar ef til vill aukast og tegundasamsetning breytast. Hins vegar má ekki síður telja einföld og fábreytt samfélög í mesta hitanum merkilegt fyrirbæri og ástæða til að varðveita þau. Vegna þess hve sérstakt fyrirbrigði jarðhiti er og markvert á heimsvísu er rík ástæða til að halda rannsóknum á háhitasvæðum áfram til að auka þekkingu á eiginleikum þeirra og lífríki.

7 ÞAKKIR

Margir hafa komið að þessari rannsókn. Guðmundur Ómar Friðleifsson, Rannveig Thoroddsen og Stefán Már Stefánsson aðstoðuðu á vettvangi. Bergþór Jóhannsson og Hörður Kristinsson greindu mosa- og fléttusýni. Erling Ólafsson aðstoðaði við greiningu smádýra og las yfir skýrsluna. Sigrún Jónsdóttir, Regína Hreinsdóttir og Karólína R. Guðjónsdóttir aðstoðuðu við gerð korta og mynda. Lovísa Ásbjörnsdóttir sá um gerð gróðurkorta. Árni Einarsson aðstoðaði við greiningu köngulóa. Kristinn Haukur Skarphéðinsson las yfir skýrsluna. Álfheiður Ingadóttir las einnig yfir skýrsluna og aðstoðaði við lokafrágang hennar. Öllum þessum aðilum eru færðar bestu þakkir fyrir framlag sitt.

8 HEIMILDASKRÁ

- Andersson, M. 1988. Toxicity and tolerance of aluminium in vascular plants. *Water, Air and Soil Pollution* 39: 439–462.
- Andrewartha, H.G. og Birch, L.C. 1954. The distribution and abundance of animals. The University of Chicago Press, Chicago, 782 bls.
- Axel Björnsson 1990. Jarðhitarannsóknir. Yfirlit um eðli jarðhitasvæða, jarðhitaleit og vinnslu jarðvarma. Orkustofnun, Reykjavík. OS-90020/JHD-04, 50 bls.
- Bergþór Jóhannsson 2003. Íslenskir mosar. Skrár og viðbætur. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 44, 135 bls.
- Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon og Bjarni Diðrik Sigurðsson 2001. Gróðurframvinda í lúpínubreiðum. Fjölrit Rala nr. 207, 100 bls.
- Brady, N.C. og Weil, R.R. 1999. The Nature and Properties of Soils, 12. útg. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 881 bls.
- Burns, B. 1997. Vegetation change along a geothermal stress gradient at the Te Kopia steamfield. *Journal of The Royal Society of New Zealand* 27 (2): 279–294.
- Erlendur Jónsson og Erling Ólafsson 1989. Söfnun og varðveisla skordýra. Í: Pöddur (ritstj. Hrefna Sigurjónsdóttir og Árni Einarsson), Rit Landverndar 9: 29–46.
- Erling Ólafsson 2000. Landliðdýr í Þjórsárverum, Rannsóknir 1972–1973. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 40, 159 bls.
- Erling Ólafsson og Hálfán Björnsson 1997. Fiðrildi á Íslandi 1995. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 32, 136 bls.
- Erling Ólafsson og Sigurður H. Richter 1985. Húsamaurinn (*Hypoponera punctatissima*). Náttúrufræðingurinn 55: 139–146.
- Eva G. Þorvaldsdóttir 2000. Gróður á hverasvæðinu í Hveragerði. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. NÍ-00002, 21 bls.
- Freysteinn Sigurðsson 1985. Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjanesskaga. I. Hluti: Yfirlitsskýrsla. Orkustofnun, Reykjavík. OS-85075/VOD-06, 102 bls.
- Gestur Gíslason, Gunnar V. Johnsen, Halldór Ármannsson, Helgi Torfason og Knútur Árnason 1984. Þeistareykir. Yfirborðsrannsóknir á háhitasvæðum. Orkustofnun, Reykjavík. OS-84089/JHD-16, 134 bls.
- Given, D.R. 1980. Vegetation on heated soils at Karapiti, central North Island, New Zealand, and its relation to ground temperature. *New Zealand Journal of Botany* 18: 1–13.
- Glime, J.M. og Hong, W.S. 1997. Relationships of geothermal bryophyte communities to soil characteristics at Thermal Meadow, Hotsprings Island, Queen Charlotte Islands, Canada. *Journal of Bryology* 19: 435–448.
- Glime, J.M. og Iwatsuki, Z. 1990. Niche Characteristics of *Cladonia* Lichens Associated with Geothermal Vents in Japan. *Ecological Research* 5: 131–141.
- Glime, J.M. og Iwatsuki, Z. 1994. Geothermal communities of Ponponyama, Hokkaido, Japan. *J. Hattori Bot. Lab.* 75: 133–147.
- Goldsmith, F.B. og Harrison, C.H. 1976. Description and analysis of vegetation. Í: Methods in Plant Ecology (ritstj. Chapman, S.B.) Blackwell Sci. Publ., Oxford, bls. 85–155.
- Guðmundur Pálmason, Gunnar V. Johnsen, Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Guðmundur Ingi Haraldsson og Gísli Karel Halldórsson 1985. Mat á jarðvarma Íslands. Orkustofnun, Reykjavík. OS-85076/JHD-10, 134 bls.
- Gunnar Böðvarsson 1961. Physical characteristics of natural heat resources in Iceland. *Jökull* 11:29–38.
- Gylfi Páll Hersir, Grímur Björnsson og Axel Björnsson 1990. Eldstöðvar og jarðhiti á Hengillssvæði. Jarðeðlisfræðileg könnun. Orkustofnun, Reykjavík. OS-90031/JHD-06, 89 bls.

- Halldór Kjartansson 1972. Leirmyndanir í Dalasýslu og Þingeyjarsýslum. Lokaskýrsla um jarðfræðilega frumrannsókn. Orkustofnun, jarðkönnunardeild, Reykjavík, 53 bls.
- Hill, M.O. 1979. TWINSPAN-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York, 48 bls.
- Hlynur Óskarsson, Ólafur Arnalds, Jón Guðmundsson og Grétar Guðbergsson. Organic carbon in Icelandic Andosols: geographical variation and impact of erosion. CATENA. Samþykkt til birtingar.
- Hörður Kristinsson 1996. Gróðurfar við fyrirhugaða jarðvarmavirkjun í Bjarnarflagi, Mývatnssveit. Greinargerð til Landsvirkjunar. Náttúrufræðistofnun Íslands, Akureyri, 4 bls.
- Hörður Kristinsson 1998. Íslenska plöntuhandbókin. Blómplöntur og byrkningar. Mál og Menning, Reykjavík, 304 bls.
- Iðnaðarráðuneytið 1994. Innlendar orkulindir til vinnslu raforku. Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík, 153 bls.
- Ingvar Birgir Friðleifsson 1979. Geothermal activity in Iceland. Jökull 29: 47–56.
- Jakob K. Kristjánsson og Guðni Á. Alfreðsson 1986. Lífríki hveranna. Náttúrufræðingurinn 56(2): 49–68.
- Kappen, L. og Smith, C.W. 1980. Heat Tolerance of Two *Cladonia* Species and *Campylopus praemorsus* in a Hot Steam Vent Area of Hawaii. Oecologia (Berl.) 47: 184–189.
- Knútur Árnason, Brynjólfur Eyjólfsson, Karl Gunnarsson, Kristján Sæmundsson og Axel Björnsson 1984. Krafla–Hvíthólar. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðikönnun 1984. Orkustofnun, Reykjavík. OS-84033/JHD-04, 61 bls.
- Konis, E. 1949. The resistance of maquis plants to supramaximal temperatures. Ecology 30: 425–429.
- Kristján Sæmundsson 1991. Jarðfræði Kröflukerfisins. Í: Náttúra Mývatns. (ritstj. Arnþór Garðarson og Árni Einarsson). Hið íslenska Náttúrufræðifélag, bls. 24–96.
- Kristján Sæmundsson 1995. Hengill jarðfræðikort (berggrunnur) 1:50.000 Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur, Landmælingar Íslands.
- Kristján Sæmundsson og Ingvar Birgir Friðleifsson 1980. Jarðhiti og jarðfræðirannsóknir. Náttúrufræðingurinn 50 (3–4): 157–188.
- Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson 2001. Í Torfajökli. Jarðfræði- og jarðhita-kort af Torfajökulssvæðinu. Orkustofnun, Reykjavík OS-2001/036, 118 bls.
- Kristján Sæmundsson og Sigmundur Einarsson 1980. Jarðfræðikort af Íslandi, blað 3, Suðvesturland. 1:250.000. Náttúrufræðistofnun Íslands og Landmælingar Íslands, Reykjavík. Önnur útgáfa.
- Landmælingar Íslands og LÍSA 2003. LU-flokkun. Gróður. Skoðað 8. júlí 2003 á veraldarvefnum: <http://www.lmi.is/landmaelingar.nsf/pages/stadlar.htm>.
- Landvernd 2003. Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma. Skoðað 8. júlí 2003 á veraldarvefnum: <http://www.landvernd.is/natturuafll>.
- Lange, B. 1973. The *Sphagnum* flora of hot springs in Iceland. Lindbergia 2: 81–93.
- Larsson, S.G. og Geir Gígja 1959. Coleoptera 1. Synopsis. The Zoology of Iceland III (46a). Efnar Munksgaard, Kaupmannahöfn og Reykjavík, 218 bls.
- Legendre, P. og Legendre, L. 1998. Numerical ecology. Second English edition. Elsevier Science, 853 bls.
- María Ingimarsdóttir 2000. Smádyralíf á jarðhitasvæðunum á Námafjalli og Jarðbaðshólum í Mývatnssveit. Ritgerð til fimm eininga rannsóknarverkefnis við líffræðiskor Háskóla Íslands, 80 bls.
- María Ingimarsdóttir, Erling Ólafsson og Jón S. Ólafsson. Invertebrate communities along soil temperature gradients in two geothermal areas in Iceland. Í handriti.
- Markús Á. Einarsson 1976. Veðurfar á Íslandi. Iðunn, Reykjavík, 150 bls.

- McCune, B. og Mefford, M.J. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, 237 bls.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. Methods of soil analysis. Hluti 2, 2. útgáfa. Agronomy No. 9 (útgáfustj. A.L. Page, R.H. Miller og D.R. Keeney). American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, bls. 199–224.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 1996. Válisti 1. Plöntur. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík, 82 bls.
- Náttúruverndarráð 1996. Náttúruminjaskrá, sjöunda útgáfa. (ritstj. Kristján Geirsson) Náttúruverndarráð, Reykjavík, 64 bls.
- Nelson, D.W. og Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis. Hluti 2, 2. útgáfa. Agronomy No. 9 (útgáfustj. A.L. Page, R.H. Miller og D.R. Keeney). American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, bls. 539–579.
- Orkustofnun 2003. Háhitavefur. Skoðað 8. júlí 2003 á veraldarvefnum: <http://www.os.is/jardhiti/torfajokulssv.htm>.
- Ólafur Arnalds. Andisols in Iceland. Encyclopedia of Soil Science. Samþykkt til birtingar.
- Quinn, G.P. og Keough, M.J. 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press, 537 bls.
- Ragna Karlsdóttir, Kristján Sæmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Jón Örn Bjarnason og Magnús Ólafsson 2001. Yfirborðsrannsókn á Torfajökulssvæði, Orkuþing 2001. Orkumenning á Íslandi: grunnur til stefnumótunar: erindi og veggspjöld á Orkuþingi 11.–13. október 2001. Samorka, Reykjavík, bls. 485–489.
- Rannsóknastofnun landbúnaðarins 2003. Ýmir. Skoðað 8. júlí 2003 á veraldarvefnum: <http://www.rala.is/ymir/>.
- Sigmundur Einarsson (ritstj.), Sigurður H. Magnússon, Erling Ólafsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Jón Gunnar Ottósson 2000. Náttúruverndargildi á virkjunarsvæðum norðan jökla Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-00009, 220 bls.
- Sigurður H. Magnússon 1994. Plant colonization of eroded areas in Iceland. Doktorsritgerð við Lund University, Department of Ecology, Lund, Svíþjóð, 98 bls.
- Sigurður H. Magnússon, Erling Ólafsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson, Hörður Kristinsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2001. Kárahnjúka-virkjun. Áhrif Háslóns á gróður, smádyr og fugla. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ 01-004 (LV-2001/020), 231 bls.
- Sigurður H. Magnússon, Guðmundur Guðjónsson, Erling Ólafsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Borgþór Magnússon, Hörður Kristinsson, Kristbjörn Egilsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2002. Vistgerðir á fjórum hálendissvæðum. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ 02-006, 246 bls.
- Sigurður Pétursson 1958a. Blágrænþörungur. Náttúrufræðingurinn 28: 32–49.
- Sigurður Pétursson 1958b. Hveragróður. Náttúrufræðingurinn 28: 141–151.
- Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson og Hörður Svavarsson 1980. Uppleyst efni í jarðhitavatni og ummyndun. Náttúrufræðingurinn 50 (3–4): 189–205.
- Steindór Steindórsson 1964. Gróður á Íslandi. Almenna bókafélagið, 186 bls.
- Steindór Steindórsson 1981. Flokkun gróðurs í gróðurfélög. Íslenskar landbúnaðarrannsóknir 12 (2): 11–52.
- Stjórnartíðindi 1974. A, 36/1974.
- ter Braak, C. J. F. og Šmilauer, P. 1998. Canoco reference manual and user's guide to Canoco for Windows, Software for canonical community ordination (version 4), Centre for Biometry, Wageningen, The Netherlands, 95 bls.

Tuxen, S.L. 1944. The Hot Springs, their Animal Communities and their Zoogeographical Significance. The Zoology of Iceland I (11). Ejnar Munksgaard, Kaupmannahöfn og Reykjavík, 206 bls.

Umhverfisstofnun 2003. Náttúruverndaráætlun 2004–2008 – Aðferðafræði. Tillögur Umhverfisstofnunar um friðlýsingar. Umhverfisstofnun, UST-2003/14, 291 bls.

Veðurstofa Íslands 2003. Kort af veðurfari á Íslandi. Skoðað 16. ágúst 2003 á veraldarvefnum: <http://www.vedur.is/vedurfar/vedurfarsmyndir/index.html>

9 SUMMARY

Vegetation and invertebrates in six high-temperature geothermal areas in Iceland

In the spring of 2001, the Icelandic Institute of Natural History and University of Iceland's Institute of Biology commenced a research project on the biota of high-temperature areas in Iceland, at the request of the National Energy Authority. The National Power Company and Reykjavík Energy also supported the research. The project was carried out in connection with the "Master Plan for Hydro and Geothermal Energy Resources in Iceland". The main objective of the research was to describe the ecosystems of high-temperature geothermal areas and to analyse the relationships between selected environmental variables, vegetation and terrestrial invertebrates.

Six high-temperature geothermal areas were selected, differing in altitude and location. These were: in Reykjanes, two areas within the Hengill volcanic area, i.e. Fremstidalur and Ölkelduháls, at Reykjadalir north-west of Torfajökull glacier, within the Krafla volcanic area, i.e. at Hvíthólar, and at Þeistareykir. Sampling took place in the summers of 2001 and 2002. Within each area a few 100 m² plots were placed at different locations encompassing what appeared to be differences in soil temperature and vegetation composition. Data was collected within these plots. Vegetation was mapped for each area, vegetation cover estimated and species identified. Invertebrates were collected within each area, except Reykjadalir, and their species identified. Soil temperature and soil thickness was measured, soil type determined and soil samples collected for measurements of pH and carbon content. The analyses of the data involved classification and ordination.

The soil temperature declined as the hot spots became more distant and it changed only slightly during the summer. The soil temperature was relatively stable within the colder plots, whereas it was more variable within the hot plots. This implies that geothermal activity may be very patchy and therefore the influence on the biota may be restricted to small patches. Soil carbon content decreased with increasing soil temperature. On average, the carbon content was ten times higher in cold plots (<15°C) than in hot plots (>50°C) (carbon content was 3.55% and 0.37%, respectively). The pH of the soil varied considerably (1.8–8.0) and was usually lower with increasing soil temperature.

Only a small number of species was found close to the unique environment of the hot spots. In general, number of species of vascular plants, lichens and invertebrates decreased with increased soil temperature and so did the vascular plant and lichen cover. The cover of mosses as well as the number of moss species did not show such a distinctive decline with increasing soil temperature. The species composition of mosses and invertebrates changed considerably with changes in soil temperature, i.e. hot and cold plots only had a few species in common. Most of the species occurring in warm or hot soil can also be found outside the geothermal areas. However, a few species of vascular plants and mosses, which are restricted to geothermal areas, were found within the research areas, e.g. the vascular plants *Ophioglossum azoricum* and *Filaginella uliginosa*, and the mosses *Campylopus flexuosus*, *Campylopus introflexus* and *Atrichum angustatum*. Among the invertebrates, no species can be considered as being restricted to geothermal areas. However, some of the species found occur more frequently within geothermal areas than outside them, such as *Crambus pascuella*, *Bembidion grapei* and *Bembidion bipunctatum*.

Some plant and invertebrate species found in the research areas are considered rare in Iceland and they were all found to be restricted to the geothermal areas. These are the

vascular plants *Ophioglossum azoricum*, the mosses *Atrichum angustatum* and *Campylopus flexuosus*, and the beetles *Gyrohypnus angustatus* and *Tachyporus nitidulus*.

A great deal of variation was found within each study area and there was also a substantial difference in the number of plant and invertebrate species as well as the species composition among areas. Many of the species only occurred in one or two of the areas. The Reykjadalir area, which was the only highland study area, had a very different flora from all the other areas. The species composition was different and, moreover, this was the only area where the vascular plant and moss cover increased with increasing soil temperature. Among the other five areas, Reykjanes was distinctively different from the others in terms of species composition of plants and invertebrates. The species composition at the two places in the Hengill area, Fremstidalur and Ölkelduháls, was similar. The same applies to the two areas in north-east Iceland, Hvíthólar and Þeistareykir. A considerable difference was found in species richness from one area to another. Hvíthólar had the highest number of plant species and the highest number of invertebrates was recorded at Þeistareykir. The lowest number of both plant and invertebrate species was recorded in Reykjanes.

This research demonstrates clearly the variability in the biota among the six study areas. Hence, it may be difficult to extrapolate these results to other high-temperature geothermal areas in Iceland. This indicates that gathering more basic information from other geothermal areas is essential for the construction of a more general picture of the biota characteristics of these unique habitats. It is vitally important that management programs for habitats like these be based on this kind of information. In the light of these findings, we propose a plan for further studies on high-temperature geothermal areas in Iceland.

VIÐAUKAR

1. viðauki. Ljósmyndir



1. ljósmynd. Reykjanes. Hveramiðja rannsóknasvæðis og reitur 2-1. Í reitnum eru jarðhitamosarnir hæruburst og laugaslyðra ríkjandi ásamt skriðlingresi. Ljós. Ásrún Elmarsdóttir (ÁE), 10. júlí 2001.



2. ljósmynd. Fremstidalur. Hveramiðja rannsóknasvæðis og hluti af sniði 1. Hveraleirinn er lítt gróinn en næst honum er mosagróður og graslendi en einnig lítt gróið land. Ljós. ÁE, 27. ágúst 2002.



3. ljósmynd. Við Ölkelduháls. Hveramiðja rannsóknasvæðis og hluti af sniði 2. Næst hveramiðjunni er mosi áberandi en gróður sem einkennir svæðið í heild finnst alveg upp að hverunum. Ljós. ÁE, 19. júlí 2001.

4. ljósmynd. Fífuhvammur í Reykjadölum. Snið 1. Í brekkunum vex mosi með grasvíði en votlendi einkennir dældina og þar er fífa áberandi. Ljós. ÁE, 29. júlí 2002.



5. ljósmynd. Reykjadalir. Snið 2. Í hveraleirnum, lengst til hægri, eru háplönturnar stinnastör, mýrfjóra og grasvíðir algengar ásamt mosum. Ljós. ÁE, 29. júlí 2002.



6. ljósmynd. Við Hvíthóla. Hveramiðja rannsóknasvæðis og hluti af sniði 2. Gróður var lítill sem enginn í leirnum en við tók mólendi með lyngtegundum og fjalldrapa. Ljós. María Ingimarsdóttir (MI), 13. ágúst 2002.

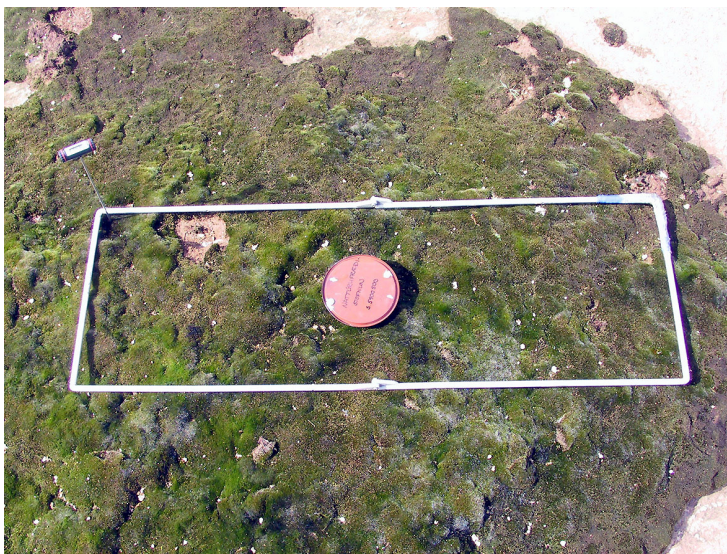




7. ljósmynd. Þeistareykir. Efra rannsóknasvæðið, með sniði 1. Í hveraleirnum uxu hálingresi og bugðupunktur á stangli en næst leirnum var graslendi. Ljós. Jón S. Ólafsson, 24. júní 2002.



8. ljósmynd. Þeistareykir. Neðra rannsóknasvæðið, með sniði 2. Líkt og á sniði 1 var hveraleirinn lítt gróinn og graslendi var næst leirnum. Ljós. ÁE, 24. júlí 2001.



9. ljósmynd. Smáreitur í reit 1-1 á Reykjanesi. Smádyragildra er í miðju smáreitsins og var jarðvegshiti mældur í horni og nálægt miðju hvers smáreits. Mosinn á myndinni er aðallega hæruburst. Ljós. ÁE, 10. júlí 2001.

10. ljósmynd. Jarðvegssýni
tekið í reit 2–5 á Reykjanesi.
Ljós. ÁE, 11. júlí 2001.



11. ljósmynd. Blóðberg í mosa
í og við reit 1–2 í Fremstadal.
Ljós. MI, 12. júlí 2002.



12. ljósmynd. Naðurtunga á
Reykjanesi. Ljós. ÁE, 29.
ágúst 2002.



2. viðauki. Staðsetning rannsóknareita

Staðsetning rannsóknareita (GPS hnit) á rannsóknasvæðunum. Hnitin eru sýnd sem tugagráður (*decimal degrees*).

Reitur	Svæði		Reitur	Svæði	
<u>Reykjanes</u>			<u>Fremstidalur</u>		
1-1	63.819483	-22.683733	1-1	64.054595	-21.278372
1-2	63.819117	-22.683383	1-2	64.054536	-21.278656
1-3	63.818900	-22.681550	1-3	64.054917	-21.278898
1-4	63.818667	-22.681117	1-4	64.054697	-21.279010
1-5	63.818150	-22.680067	1-5	64.054552	-21.279294
2-1	63.819667	-22.683983	1-6	64.054810	-21.280094
2-2	63.820217	-22.684350	2-1	64.054960	-21.278302
2-3	63.820817	-22.685500	2-2	64.054842	-21.278061
2-4	63.821967	-22.687750	2-3	64.054692	-21.277750
2-5	63.822467	-22.690017	2-4	64.054906	-21.277433
<u>Ölkelduháls</u>			<u>Reykjadalir</u>		
1-1	64.053267	-21.258200	1-1	63.970680	-19.276033
1-2a	64.053383	-21.257883	1-2	63.970765	-19.275883
1-2b	64.053467	-21.257833	1-3	63.970647	-19.276435
1-3	64.053500	-21.257483	1-4	63.970529	-19.276033
1-4	64.053700	-21.257167	1-5	63.969778	-19.276044
1-5	64.053817	-21.256533	2-1	63.970835	-19.274853
2-1	64.053533	-21.258567	2-2	63.971034	-19.275008
2-2	64.052967	-21.258533	2-3	63.971082	-19.275443
2-3	64.052733	-21.259350	2-4	63.971516	-19.274729
2-4	64.052417	-21.258800			
<u>Hvithólar</u>			<u>Þeistareykir</u>		
1-1	65.688956	-16.774235	1-1	65.876450	-16.947267
1-2	65.688844	-16.773967	1-2	65.876900	-16.947400
1-3	65.688747	-16.773618	1-3	65.876833	-16.948950
1-4	65.688307	-16.773886	1-4	65.877767	-16.947317
2-1	65.689171	-16.774144	2-1	65.873567	-16.938450
2-2	65.689230	-16.773688	2-2	65.873217	-16.938067
2-3	65.689343	-16.773967	2-3	65.873150	-16.938750
2-4	65.689654	-16.772169	2-4	65.872633	-16.940167

3. viðauki. Gróðurfélög á rannsóknasvæðunum

Lýsing á þeim gróðurfélögum sem komu fram í kortlagningu gróðurs á rannsóknasvæðunum sex.

Mosagróður

Mosi, blóðberg, grös	Mosar eru ríkjandi, t.d. laugafaxi, tildurmosi, móasigð, götulokki, engjaskraut og melagambri. Jarðhitamosar, t.d. laugaslyðra og hveraburst, finnast einnig. Af háplöntum eru blóðberg, skriðlíngresi og blávingull mest áberandi. Fléttur (t.d. hreindýrakraókar og engjaskóf) geta vaxið á stangli.
Mosi, skriðlíngresi, blóðberg	Mosarnir melagambri og hraungambri eru ríkjandi. Af háplöntum eru skriðlíngresi og blóðberg mest áberandi en einnig finnast t.d. mýrfjóra, ljónslappi og naðurtunga.
Mosi, stinnastör, smárunnar (A3) ¹	Gamburmosar eru ríkjandi og þekja yfir helming af grónu landi. Einkennandi háplöntur eru stinnastör og ýmsir smárunnar svo sem krækilyng, bláberjalyng, beitilyng, grasvíðir, grávíðir og fjalldrapi. Meðal tegunda sem geta orðið áberandi eru vinglar, þursaskegg, kornsúra, língresi og móasef.
Mosi, smárunnar (A4) ¹	Gamburmosar eru ríkjandi og þekja yfir helming af grónu landi. Einkennandi háplöntur eru smárunnar svo sem krækilyng, bláberjalyng, beitilyng, grasvíðir, grávíðir og fjalldrapi. Aðrar fylgitegundir eru vinglar, þursaskegg, kornsúra, língresi og móasef.
Mosi, grös (A5) ¹	Gamburmosar eru ríkjandi og þekja yfir helming af grónu landi. Bæði túnvingull og blávingull eru einkennandi. Meðal annarra grastegunda sem geta verið áberandi eru língresi og sveifgrös, auk þess fjallapuntur og fjallasveifgras á hálendinu.
Mosi, grös, smárunnar (A8) ¹	Gamburmosar eru ríkjandi og þekja um og yfir helming af grónu landi. Grös og smárunnar hafa oft mikla þekju og verða einkennandi í mosagróðrinum. Helstu grös eru túnvingull, blávingull og língresi. Margar tegundir smárunna geta verið einkennandi t.d. krækilyng, bláberjalyng, beitilyng, mosalyng, grasvíðir og grávíðir. Aðrar fylgitegundir eru t.d. stinnastör, þursaskegg, kornsúra og móasef.
Mosi, smárunnar, hélumosar	Gamburmosar og hélumosar eru einkennandi. Einkennandi háplöntur eru smárunnar svo sem krækilyng, bláberjalyng, beitilyng, grasvíðir, grávíðir, loðvíðir og fjalldrapi. Aðrar fylgitegundir eru vinglar, þursaskegg, kornsúra, grámulla, língresi og móasef.

Mólendi

Krækilyng, fjalldrapi, blóðberg	Krækilyng er áberandi ásamt fjalldrapa og blóðbergi. Blávingull og túnvingull eru einna mest áberandi af grösunum en skriðlíngresi er einnig nokkuð áberandi. Dæmi um mosa sem vaxa í sverði eru melagambri, hraungambri og móasigð.
Krækilyng, bláberjalyng, sauðamergur (B2) ¹	Krækilyng er ríkjandi tegund og hefur mesta þekju. Bláberjalyng og sauðamergur vaxa yfirleitt alltaf með krækilynginu en í mismiklu magni. Meðal annarra plantna eru beitilyng, móasef, stinnastör, þursaskegg, vinglar og bugðupuntur. Gróðurþekja krækilyngsmóa er misjafnlega samfelld og víðast hvar má sjá einhver merki rofs.
Krækilyng	Krækilyng er ríkjandi tegund. Fylgitegundir geta verið beitilyng, móasef, stinnastör, þursaskegg, vinglar og bugðupuntur.
Beitilyng, krækilyng	Beitilyng er ríkjandi tegund og þekur mest allra smárunna en krækilyng er einnig áberandi. Fylgitegundir geta verið gamburmosar, vinglar, sortulyng, blóðberg og língresi.
Holtasóley, krækilyng, víðir (B6) ¹	Holtasóley er ríkjandi tegund og þekur þó sjaldnast meir en fjórðung. Einkennandi tegundir eru krækilyng, loðvíðir og grávíðir. Fylgitegundir vaxa á stangli, t.d. þursaskegg, vinglar, vallelfting, língresi, sauðamergur, móasef, fléttur og ljónslappi.
Bláberjalyng, aðalbláberjalyng	Bláberjalyng og aðalbláberjalyng eru ríkjandi. Fylgitegundir geta verið krækilyng, víðir, bugðupuntur, ilmreyr, língresi, stinnastör, blágresi, ljónslappi, möðrur og brennisóley. Algengasti víðirinn er gulvíðir en grávíðir, loðvíðir og grasvíðir koma einnig fyrir.

¹Gróðurfélög sem er að finna í greiningarlykli sem notaður er í almennri gróðurkortagerð á Náttúrufræðistofnun Íslands. Hann byggist á flokkun Steindórs Steindórssonar (1981).

3. viðauki. Framhald.

Fjalldrapi, bláberjalyng, krækilyng (C1)¹ Fjalldrapi er ríkjandi eða einkennandi tegund en næst honum koma krækilyng og bláberjalyng. Gamburmosar og fléttur verða oft áberandi í þúfum en aðrar fylgitegundir eru vinglar, þursaskegg og bugðupuntur.

Graslendi

Grös (H1)¹ Ríkjandi grastegundir eru hálingresi, týtulíngresi, ilmreyr, túnvingull og snarrótarpuntur. Í svarðlagi geta mosar verið áberandi og þakið allt að helming af gróðurþekjunni. Dæmi um fylgitegundir eru vallenging og stinnastör, einnig tvíkímblaða blómjurtir eins og krossmaðra, gulmaðra, hvítmári, skarífifill og mjadjurt. Í skjólsælum brekkum geta blómjurtirnar orðið gróskumiklar.

Grös, starir (H2)¹ Ríkjandi tegundir eru hálingresi, týtulíngresi, ilmreyr, túnvingull og snarrótarpuntur. Stinnastör er einkennandi tegund, en hún kemur næst grösum að þekju. Aðrar tegundir háplantna eru ekki áberandi en oft ber mikið á mosa í svarðlagi.

Grös, smárunnar (H3)¹ Ríkjandi tegundir eru hálingresi, týtulíngresi, ilmreyr, túnvingull og snarrótarpuntur. Einkennandi tegundir eru gráviðir, grasviðir, krækilyng og bláberjalyng. Oft ber mikið á mosa í svarðlagi.

Finnungur (H6)¹ Ríkjandi tegund er finnungur. Einkennandi tegundir með finnungnum eru ilmreyr, hálingresi, þráðsef og stundum bugðupuntur og týtulíngresi. Dæmi um fylgitegundir eru bláberjalyng, hærur og túnsúra.

Grös, blóðberg Grastegundirnar blávingull og skriðlíngresi eru áberandi ásamt blóðbergi og einnig mýrfjólu. Mosarnir tildurmosi, hraungambri og melagambri eru einna mest áberandi.

Bugðupuntur, ljónslappi Bugðupuntur er ríkjandi ásamt ljónslappa og hálingresi. Þekja mosa (t.d. gamburmosar, heiðalarfi, lautalápur og barðastrý) getur verið mismikil.

Grös, smárunnar, blómjurtir Grastegundir, t.d. bugðupuntur, ilmreyr og túnvingull, eru áberandi. Krækilyng, bláberjalyng og ljónslappi gefa gróðurfélaginu einnig mikinn svip.

Votlendi

Mosi, mýradúnurt Mosar eru ríkjandi, t.d. seilmosi, djúhappur og bleikjukollur, ásamt háplöntunum mýradúnurt, stinnastör og laugasafi.

Stinnastör, klófífa, hrafnaþifa Stinnastör, hrafnaþifa, mýrfjóla, klófífa, mýrelfting, gráviðir og lækjaváta eru algengar. Mosarnir lindarindill, pollalufsi, djúhappur, lindaskart, seilmosi og síkjakló vaxa í sverði.

Landgerð

Hverir, leir Hverir og leirinn umhverfis þá. Plöntur vaxa á stangli en helst mosar sem mynda einhverja þekju. Dæmi um mosa er hæruburst, laugaslyðra, melagambri og hraungambri. Skriðlíngresi er algengt en einnig krækilyng, blóðberg og vinglar. Fléttur geta vaxið í leirnum.

Moldir/grýtt land Moldir standa eftir þar sem gróður hefur rofnað og jarðvegsrof átt sér stað eða að land er mjög grýtt.

Melar/vikrar Melur er þakinn leirbornum sandi og steinum af mismunandi stærð, en yfirborðið er að mestu slétt. Landsvæði getur einnig verið þakið vikurlagi, en vikur eru frauðkenndir og harðstorknaðir molar sem þyrlast upp í gosum. Dæmi um tegundir sem vaxa á melum eða vikrum eru grasviðir, túnvingull, fjallapuntur, geldingahappur, lambagras, mela-blóm, músareyra, naflagras og þúfusteinbrjótur.

Rask Svæði er raskað vegna mannvirkjagerðar.

¹Gróðurfélög sem er að finna í greiningarlykli sem notaður er í almennri gróðurkortagerð á Náttúrufræðistofnun Íslands. Hann byggist á flokkun Steindórs Steindórssonar (1981).

4. viðauki. Háplöntutegundir á rannsóknasvæðunum

Skráðar háplöntutegundir í reitum á sex rannsóknasvæðum (x), ásamt upplýsingum um jarðvegshita á 10 cm dýpi. Fylltir hringir (●) tákna að tegund hafi fundist við tiltekið hitabil og opnir hringir (○) tákna að tegund hafi ekki fundist á rannsóknasvæðunum.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ólkelduháls	Reykjadalir	Hvíthólar	Peistareykjör
		<15°C	15-50°C	>50°C						
Aðalbláberjalýng	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	●	○	○					X	X
Augnfró	<i>Euphrasia frigida</i> Pugsf.	●	●	○	X	X	X		X	
Axhæra	<i>Luzula spicata</i> (L.) Caud.	●	●	○	X	X	X	X	X	
Barnarót	<i>Coeloglossum viride</i> (L.) Hartm.	●	●	○					X	X
Beitieski	<i>Equisetum variegatum</i> Web. & Mohr	●	●	○				X	X	X
Beitilyng	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	●	●	○	X				X	X
Bláberjalýng	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	●	●	●		X	X		X	X
Blágresi	<i>Geranium sylvaticum</i> L.	●	○	○						X
Blásveifgras	<i>Poa glauca</i> Vahl	●	●	○	X	X				X
Blávingull	<i>Festuca vivipara</i> (L.) Sm.	●	●	●	X	X	X	X	X	X
Blóðberg	<i>Thymus praecox</i> Opiz.	●	●	●	X	X	X		X	X
Brennisóley	<i>Ranunculus acris</i> L.	●	●	○		X	X	X	X	X
Brjóstagrass	<i>Thalictrum alpinum</i> L.	●	●	○		X	X		X	X
Brönugrös	<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soo	●	●	○						X
Bugðupuntur	<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	●	●	○		X	X		X	X
Burnirót	<i>Rhodiola rosea</i> L.	●	○	○				X		
Dýragrass	<i>Gentiana nivalis</i> L.	○	●	○					X	
Einir	<i>Juniperus communis</i> L.	●	●	○					X	
Finnungur	<i>Nardus stricta</i> L.	●	●	○			X			X
Fjalladepla	<i>Veronica alpina</i> L.	●	○	○			X			
Fjalladúnurt	<i>Epilobium anagallidifolium</i> Lam.	●	●	○					X	
Fjallafoxgrass	<i>Phleum alpinum</i> L.	○	●	○				X		
Fjallapuntur	<i>Deschampsia alpina</i> (L.) Roemer & Schultes	●	●	○		X	X	X		
Fjallasmári	<i>Sibbaldia procumbens</i> L.	●	●	○				X		
Fjallasveifgrass	<i>Poa alpina</i> L.	●	●	○		X		X	X	
Fjalldrapi	<i>Betula nana</i> L.	●	●	●					X	X
Fjallhæra	<i>Luzula arcuata</i> Sw.	●	○	○				X		
Friggjargrass	<i>Platanthera hyperborea</i> (L.) Lindl.	●	●	○	X				X	X
Geldingahnappur	<i>Armeria maritima</i> (Mill.) Willd.	●	●	○	X	X	X	X		X
Grasviðir	<i>Salix herbacea</i> L.	●	●	○		X	X	X	X	X
Grámulla	<i>Omalotheca supina</i> (L.) Cand.	●	●	○				X	X	
Grámygla	<i>Filaginella uliginosa</i> (L.) Opiz	○	●	●		X				
Gráviðir	<i>Salix callicarpea</i> Trautv.	●	●	○				X	X	X
Grávorbóm	<i>Draba incana</i> L.	○	●	○					X	
Græðisúra	<i>Plantago major</i> L.	○	●	●	X		X			
Gullkollur	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	●	●	○	X					
Gullvöndur	<i>Gentianella aurea</i> (L.) H.Sm.	●	○	○		X				
Gulmaðra	<i>Galium verum</i> L.	●	●	○	X				X	X
Gulviðir	<i>Salix phylicifolia</i> L.	●	○	○						X

4. viðauki. Framhald.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ökelduháls	Reykjadalir	Hvíthólar	Beistareykir
		<15°C	15-50°C	>50°C						
Hálingresi	<i>Agrostis capillaris</i> L.	●	●	○		X	X	X	X	X
Hárdepla	<i>Veronica officinalis</i> L.	○	●	●	X		X			
Heiðadúnurt	<i>Epilobium hornemanni</i> Reichenb.	○	●	○				X		
Hnappstör	<i>Carex capitata</i> L.	●	○	○						X
Hnúskakrækill	<i>Sagina nodosa</i> (L.) Fenzl	○	●	●	X					
Holtasóley	<i>Dryas octopetala</i> L.	●	●	○					X	
Holurt	<i>Silene uniflora</i> A.Roth	●	●	○	X					
Hrafnaþífa	<i>Eriophorum scheuchzeri</i> Hoppe	○	●	○				X		
Hrafnaklukka	<i>Cardamine nymanii</i> Gand.	○	●	○		X		X		
Hundasúra	<i>Rumex acetosella</i> L.	○	●	○					X	
Hvítmaðra	<i>Galium pumilum</i> Murray subsp. <i>normanii</i> (O.C.Dahl) Nordh	●	●	○	X	X	X		X	X
Ilmreyr	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	●	●	○		X	X		X	X
Íslandsfífill	<i>Pilosella islandica</i>	○	●	○						X
Jakobsfífill	<i>Erigeron borealis</i> (Vierh.) Simm.	●	●	○					X	X
Kattartunga	<i>Plantago maritima</i> L.	●	●	●	X					
Klappadúnurt	<i>Epilobium collinum</i> C. C. Gmelin	○	●	○			X			
Klóelfting	<i>Equisetum arvense</i> L.	○	●	○	X	X	X	X	X	X
Klófífa	<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	●	●	○				X		
Kornsúra	<i>Bistorta vivipara</i> (L.) S.Gray	●	●	○		X	X	X	X	X
Krækilyng	<i>Empetrum nigrum</i> L.	●	●	●	X	X	X		X	X
Köldugras	<i>Polypodium vulgare</i> L.	○	●	○	X					
Lambgras	<i>Silene acaulis</i> (L.) Jacq.	●	●	○	X	X	X	X	X	X
Laugaséf	<i>Juncus articulatus</i> L.	○	●	○				X		
Lindadúnurt	<i>Epilobium alsinifolium</i> Vill.	○	●	○				X		
Litunarjafni	<i>Diphazium alpinum</i> (L.) Rothm.	●	●	○				X	X	
Ljónslappi	<i>Alchemilla alpina</i> L.	●	●	●		X	X		X	X
Loðvíðir	<i>Salix lanata</i> L.	●	○	○				X		
Lógresi	<i>Trisetum spicatum</i> (L.) Richter	●	●	○	X				X	
Lyfjagras	<i>Pinguicula vulgaris</i> L.	●	●	○		X	X		X	
Lækjadepla	<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	○	●	○		X	X		X	
Lækjafræhyrna	<i>Cerastium cerastoides</i> (L.) Britton	○	●	○				X		
Lækjagrýta	<i>Montia fontana</i> L.	○	●	○				X		
Lækjasef	<i>Juncus bufonius</i> L.	○	○	●	X					
Mariustakkur	<i>Alchemilla vulgaris</i> L.	●	●	○		X	X		X	X
Melablóm	<i>Cardaminopsis petraea</i> (L.) Hitt.	●	●	○	X	X		X		
Melanóra	<i>Minuartia rubella</i> (Wahlenb.) Hiern	●	○	○		X				
Melgresi	<i>Leymus arenarius</i> (L.) Hochst.	○	●	○	X					
Mosajafni	<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) Link.	●	●	○			X		X	X
Mosalyng	<i>Cassiope hypnoides</i> (L.) D.Don.	●	○	○					X	
Mosasteinbrjótur	<i>Saxifraga hypnoides</i> L.	●	○	○		X				
Móasef	<i>Juncus trifidus</i> L.	●	●	○	X	X	X			X
Músareyra	<i>Cerastium alpinum</i> L.	●	●	○	X	X	X	X	X	X
Mýradúnurt	<i>Epilobium palustre</i> L.	○	●	●		X		X		

4. viðauki. Framhald.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ólkelduháls	Reykjadalir	Hvíthólar	Beistareykjir
		<15°C	15-50°C	>50°C						
Mýrasóley	<i>Parnassia palustris</i> L.	●	●	○					X	
Mýrelfting	<i>Equisetum palustre</i> L.	○	●	○			X			
Mýrfjóra	<i>Viola palustris</i> L.	●	●	●		X	X	X	X	X
Naðurtunga	<i>Ophioglossum azoricum</i> C. Presl.	○	●	●	X		X	X	X	
Naflagras	<i>Koenigia islandica</i> L.	●	○	○			X			
Sauðamergur	<i>Loiseleuria procumbens</i> (L.) Desv.	●	●	○		X	X		X	X
Skammkrækill	<i>Sagina procumbens</i> L.	○	●	●	X		X	X		
Skarífífill	<i>Leotodon autumnalis</i> L.	○	●	○	X		X		X	
Skeggsandi	<i>Arenaria norvegica</i> Gunn.	●	●	○					X	
Skriðlingresi	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	●	●	●	X	X	X	X	X	
Smjörgras	<i>Bartsia alpina</i> L.	●	●	○					X	X
Snæsteinbrjótur	<i>Saxifraga nivalis</i> L.	●	○	○			X			
Sortulyng	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng.	●	●	○					X	
Steindepla	<i>Veronica fruticans</i> Jacq.	●	●	○					X	
Stinnastör	<i>Carex bigelowii</i> Schwein.	●	●	●		X	X	X	X	X
Sýkigras	<i>Tofieldia pusilla</i> (Michx.) Pers.	●	●	○					X	
Tágamura	<i>Potentilla anserina</i> L.	●	○	○	X					
Tungljurt	<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.	●	●	○	X	X		X	X	X
Túnfífill	<i>Taraxacum</i> spp.	●	●	○	X	X	X	X	X	X
Túnsúra	<i>Rumex acetosa</i> L.	●	●	○			X	X	X	X
Túnvingull	<i>Festuca richardsonii</i> Hooker	●	●	●	X	X	X	X	X	X
Týsfjóra	<i>Viola canina</i> L.	●	●	○	X				X	X
Týtulingresi	<i>Agrostis vinealis</i> Schreb.	●	●	○	X	X	X		X	
Undafífill	<i>Hieracium</i> spp.	●	○	○					X	X
Vallarsveifgras	<i>Poa pratensis</i> L.	●	●	●	X	X			X	
Vallelfting	<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	●	●	○			X		X	X
Vallhumall	<i>Achillea millefolium</i> L.	●	●	○					X	X
Vallhæra	<i>Luzula multiflora</i> (Retz) Lej.	●	●	○	X	X	X		X	X
Vegarfi	<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.	●	●	●	X	X	X		X	X
Vetrarblóm	<i>Saxifraga oppositifolia</i> L.	●	○	○		X		X		
Þursaskegg	<i>Kobresia myosuroides</i> (Vill.) Fiori	●	●	○					X	X
Þúfusteinbrjótur	<i>Saxifraga caespitosa</i> L.	●	●	○		X	X	X	X	

5. viðauki. Mosategundir á rannsóknasvæðunum

Skráðar mosategundir í reitum á sex rannsóknasvæðum (x), ásamt upplýsingum um jarðvegshita á 10 cm dýpi. Fylltir hringir (●) tákna að tegund hafi fundist við tiltekið hitabil og opnir hringir (○) tákna að tegund hafi ekki fundist á rannsóknasvæðunum.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ölkelduháls	Reykjadalir	Hvithólar	Peistareykir
		<15°C	15-50°C	>50°C						
Barðastrý	<i>Bartramia ithyphylla</i> Brid.	●	○	○					x	x
Bleikjukollur	<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwägr.	○	●	○			x			
Brekkuflös	<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp.	○	●	○	x					
Brekkularfi	<i>Barbilophozia barbata</i> (Schreb.) Loeske	○	●	○			x			
Brekkusigð	<i>Sanionia orthohecioides</i> (Lindb.) Loeske	○	●	○	x				x	
Dreyralápur	<i>Lophozia excisa</i> (Dicks.) Dum.	●	○	○	x					
Dýjahnappur	<i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid.	○	●	●			x	x		
Dældagletta	<i>Marsupella brevissima</i> (Dum.) Grolle	●	●	○			x	x		
Dældahnúskur	<i>Kiaeria starkei</i> (Web. et Mohr) I. Hag.	●	●	○			x	x	x	x
Engjalápur	<i>Lophozia obtusa</i> (Lindb.) Evans	●	○	○						x
Engjaskraut	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.) Warnst.	●	●	●	x	x	x	x	x	x
Fjaðurgambri	<i>Racomitrium elongatum</i> Frisv.	●	●	●		x	x	x	x	
Fjallhaddur	<i>Polytrichum alpinum</i> Hedw.	●	●	○	x	x	x			x
Fjörukragi	<i>Schistidium maritimum</i> (Turn.) Bruch et Schimp.	●	●	●	x					
Flaganaddur	<i>Nardia scalaris</i> S. Gray	●	●	●		x	x	x		
Gaddaskæna	<i>Mnium spinosum</i> (Voit) Schwägr.	●	○	○						x
Gjótuflipi	<i>Diplophyllum obtusifolium</i> (Hook.) Dum.	○	●	○			x			
Gráhaddur	<i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.	●	●	●	x	x			x	x
Grænkólfur	<i>Gymnomitrium concinnatum</i> (Lightf.) Corda	●	●	○			x			
Hagatoppur	<i>Timmia austriaca</i> Hedw.	●	●	○					x	x
Heiðahéla	<i>Anthelia juratzkana</i> (Limpr.) Trev.	●	●	○		x	x	x		
Heiðakrýli	<i>Cephalozia pleniceps</i> (Aust.) Lindb.	○	●	○			x			
Heiðalarfi	<i>Barbilophozia floerkei</i> (Web. et Mohr) Loeske	●	●	○			x			x
Heiðarindill	<i>Dicranella subulata</i> (Hesw.) Schimp.	●	○	○			x			
Hlaðmosi	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	●	○	●	x					
Hnotmosi	<i>Diphyscium foliosum</i> (Hedw.) Mohr	○	●	○			x			
Hnýflaskæna	<i>Mnium thomsonii</i> Schimp.	●	○	○		x				
Holtahnokki	<i>Bryum elegans</i> Nees	●	○	○					x	
Holtakragi	<i>Schistidium flexipile</i> (Broth.) G. Roth	○	●	○		x	x			
Holtasóti	<i>Andreaea rupestris</i> Hedw.	●	●	●		x	x			
Hraungambri	<i>Racomitrium lanuginosum</i> (Hedw.) Brid.	●	●	●	x	x	x	x	x	
Hrismosi	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	●	●	●		x	x			x
Hveraburst	<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid.	○	○	●	x	x				
Hæruburst	<i>Campylopus introflexus</i> (Hedw.) Brid.	○	○	●	x	x				
Hærugambri	<i>Racomitrium canescens</i> (Hedw.) Brid.	●	○	●	x		x			x
Jarphaddur	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	●	○	○			x	x	x	x
Kelduhnokki	<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) Gärt. et al.	○	●	○			x			
Klettakrýsill	<i>Frullania tamarisci</i> (L.)	○	●	○	x					
Klettaprýði	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp.	○	●	○	x					
Klettatjása	<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i> (Brid.) Kanda	○	○	●			x			
Krónumosi	<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) Web. Et Mohr	○	●	○			x			
Laugableðla	<i>Junigermannia gracillima</i> Sm.	○	●	●	x	x	x	x		

5. viðauki. Framhald.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ölkelduháls	Reykjadalir	Hvítthólar	Þeistareykir
		<15°C	15-50°C	>50°C						
Laugafaxi	<i>Hypnum jutlandicum</i> Holmen et Warncke	○	●	●	x		x			
	<i>Hypnum lindbergii</i>	○	○	●			x			
Lauganistill	<i>Riccia beyrichiana</i> L.	○	●	●	x		x			
Laugarandi	<i>Atrichum angustatum</i> (Brid.) Bruch et Schimp.	○	○	●		x	x			
Laugaskrúð	<i>Fossombronina foveolata</i> Lindb.	○	●	●		x	x		x	
Laugaslyðra	<i>Gymnocolea inflata</i> (Huds.) Dum.	○	●	●	x	x	x	x	x	
Laugavendill	<i>Ditrichum lineare</i> (Sw.) Lindb.	●	●	●		x	x	x	x	
Lautalápur	<i>Lophozia sudetica</i> (Hüb.) Grolle	●	●	○		x	x	x	x	x
Lindarindill	<i>Dicranella palustris</i> (Dicks) E. Warb.	○	●	○				x		
Lindaskart	<i>Pohlia wahlenbergii</i> (Web. et Mohr) Andr.	○	●	○				x		
Læuskart	<i>Pohlia filum</i> (Schimp.) Márt.	○	●	○					x	
Melaburst	<i>Campylopus subulatus</i> Schimp.	○	○	●			x			
Melagambri	<i>Racomitrium ericoides</i> (Brid.) Brid.	●	●	●	x	x	x	x	x	x
Melhöttur	<i>Pogonatum urnigerum</i> (Hedw.) P. Beauv.	●	●	●	x	x	x	x	x	
Móabrúskur	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	●	●	○		x	x			x
Móasigð	<i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske	●	●	○	x	x	x	x	x	x
Móaskart	<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	●	●	●	x			x		x
Móatrefja	<i>Ptilidium ciliare</i> (L.) Hampe	●	●	●		x	x		x	x
Móaþvengur	<i>Heterocladium dimorphum</i> (Brid.) Schimp.	●	○	○						x
Móhaddur	<i>Polytrichum longisetum</i> Brid.	○	●	●		x		x		
Mýrabrandur	<i>Campylium stellatum</i> (Hedw.) J. Lange et C. Jens	○	●	○		x				
Mýrafjöður	<i>Fissidens adianthoides</i> Hedw.	○	○	●			x			
Mýraleppur	<i>Scapania irrigua</i> (Nees) Nees	○	●	●			x	x		
Mýrhaddur	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	●	●	●		x	x	x		x
Pollalufsa	<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hesw.) Warnst.	○	●	○				x		
Rindatoti	<i>Arctoa fulvella</i> (Dicks.) Bruch et Schimp.	●	●	○		x	x	x		
Runnabrúskur	<i>Dicranum fuscescens</i> Sm.	●	○	○					x	
Runnaskraut	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.	●	●	○	x	x				x
Seilmosi	<i>Straminergon stramineum</i> (Brid.) Hedenäs	○	●	○				x		
Silfurhnokki	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	○	●	○	x					
Síkjakló	<i>Warnstorfia exannulata</i> (Schimp.) Loeske	○	●	○				x		
Skáhaki	<i>Tritomaria quinqueidentata</i> (Huds.) Buch	●	○	○	x					
Skuplumosi	<i>Oligotrichum hercynicum</i> (Hedw.) Lam. et De Cand.	●	●	●		x	x	x		
Skurðvendill	<i>Ditrichum heteromallum</i> (Hedw.) Britt.	○	●	●		x	x	x		
Slæðumosi	<i>Archidium alternifolium</i> (Hedw.) Schimp.	○	●	●	x		x			
Sniðmosi	<i>Plagiochila porelloides</i> (Nees) Lindenb.	○	●	○					x	
Snoðgambri	<i>Racomitrium fasciculare</i> (Hedw.) Brid.	●	●	●	x	x	x	x		
Spónlápur	<i>Lophozia wenzelii</i> (Nees) Steph.	○	●	○				x		
Stjörnumosi	<i>Marchantia polymorpha</i> L.	○	●	○				x		
Tildurmosi	<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp.	●	●	●	x	x	x	x	x	x
Urðagambri	<i>Racomitrium sudeticum</i> (Funck) Bruch et Schimp.	●	●	○		x		x		
Urðalarfi	<i>Barbilophozia hatcheri</i> (Evans) Loeske	●	●	○			x		x	x
Urðalápur	<i>Lophozia ventricosa</i> (Dicks.) Dum.	●	○	○			x			x

5. viðauki. Framhald.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ókelduháls	Reykjadalir	Hvíthólar	Beistarreykir
		<15°C	15-50°C	>50°C						
Urðalokkur	<i>Brachythecium reflexum</i> (Starke) Schimp.	●	○	○						X
Urðaskraut	<i>Rhytidiadelphus loreus</i> (Hedw.) Warnst.	○	●	●			X			
Urðavæskill	<i>Cephaloziella divaricata</i> (Sm.) Schiffn.	●	●	○	X				X	
Vætukrýli	<i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dum.	○	●	○				X		
Vætuvæskill	<i>Cephaloziella hampeana</i> (Nees) Schiffn.	○	○	●			X			
Vörtukragi	<i>Schistidium papillosum</i> Culm.	○	●	○		X				
Ögurmosi	<i>Ulota phyllantha</i> Brid.	●	●	●	X					

6. viðauki. Fléttutegundir á rannsóknasvæðunum

Skráðar fléttutegundir í reitum á sex rannsóknasvæðum (x), ásamt upplýsingum um jarðvegshita á 10 cm dýpi. Fylltir hringir (●) tákna að tegund hafi fundist við tiltekið hitabil og opnir hringir (○) tákna að tegund hafi ekki fundist á rannsóknasvæðunum.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ölkelduháls	Reykjadalir	Hvíthólar	Beistarreykir
		<15°C	15-50°C	>50°C						
Álfabíkar	<i>Cladonia chlorophaea</i> (Flörke ex Somm.) Spreng.	●	●	○	x				x	x
Barmbrydda	<i>Psoroma hypnorum</i> (Vahl) S.F.Gray	●	○	○					x	
Birkiskán	<i>Pertusaria xanthostoma</i> (Sommerf.) Fr.	●	○	○					x	
Bretaskóf	<i>Peltigera britannica</i> (Gyelnik) Holt.-Hartw. & Tønsb.	○	●	○			x			
Dílaskóf	<i>Peltigera leucophebia</i> (Nyl.) Gyeln.	●	●	○					x	x
Dældaskóf	<i>Peltigera kristinssonii</i> Vitik.	●	○	○						x
Engjaskóf	<i>Peltigera canina</i> (L.) Willd.	●	●	●	x	x	x	x	x	x
Fjallabíkar	<i>Cladonia stricta</i> (Nyl.) Nyl.	●	○	○				x		
Fjallagrös	<i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach.	●	●	○		x	x		x	x
Fjallaskóf	<i>Peltigera rufescens</i> (Weis) Humb.	●	○	○				x	x	x
Flagbreyskja	<i>Stereocaulon glareosum</i> (Sav.) Magn.	●	○	○		x				
Glóðargrýta	<i>Solorina crocea</i> (L.) Ach.	●	●	○				x		x
Grábreykskja	<i>Stereocaulon alpinum</i> Laur.	●	●	●	x	x	x	x	x	x
Grákrókar	<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Web. ex Wigg.	●	○	○			x			x
Gulkrókar	<i>Cladonia uncialis</i> (L.) Web. Ex Wigg.	●	●	○			x			
	<i>Massalongia carnososa</i> (Dicks.) Körb.	○	●	○				x		
Hagaskóf	<i>Peltigera hymenina</i> (Ach.) Delise in Duby	○	●	○	x					
Hraunbreyskja	<i>Stereocaulon vesuvianum</i> Pers.	●	●	●	x	x	x			
Hreindýrkrókar	<i>Cladonia arbuscula ssp. arbuscula</i> (Wallr.) Flot	●	●	○	x	x	x		x	x
Hreindýrkrókar	<i>Cladonia arbuscula ssp. mitis</i> (Wallr.) Flot, (Sandst.) Ruoss	●	●	●	x	x	x		x	x
Mattaskóf	<i>Peltigera malacea</i> (Ach.) Funck	●	○	○					x	x
Melabreykskja	<i>Stereocaulon rivulorum</i> Magn.	●	○	○				x		
	<i>Stereocaulon spp.</i>	●	○	○						x
Melakræða	<i>Cetraria muricata</i> (Ach.) Eckfelt	●	●	●	x	x			x	
Mókrókar	<i>Cladonia furcata</i> (Huds.) Schrad.	●	●	○	x	x	x			x
Ormagrös	<i>Thamnolia vermicularis</i> (Sw.) Schaer.	●	○	○		x	x		x	x
Sinudoppa	<i>Buellia insignis</i> (Naeg. ex Hepp) Th.Fr	○	●	○					x	
Skarlatbíkar	<i>Cladonia borealis</i> Stenroos	○	●	●		x			x	
Strandkrókar	<i>Cladonia rangiformis</i> Hoffm.	●	●	●	x					
Stúfbíkar	<i>Cladonia subulata</i> (L.) Web. Ex Wigg.	●	●	●	x					x
Surtarkræða	<i>Alectoria nigricans</i> (Ach.) Nyl.	●	○	○					x	
Torfubíkar	<i>Cladonia pocillum</i> (Arch.) Grognot	●	●	○	x					x
Vikurbreykskja	<i>Stereocaulon arcticum</i> Lyngé	●	●	○	x			x	x	
Þúfubíkar	<i>Cladonia gracilis</i> (L.) Willd.	●	○	○		x	x			x
Þúfuskilma	<i>Ochrolechia frigida</i> (Sw.) Lyngé	●	●	○					x	

7. viðauki. Smádýr á rannsóknasvæðunum

Skráð smádýr í reitum á fimm rannsóknasvæðum (x), ásamt upplýsingum um jarðvegshita á 10 cm dýpi. Fylltir hringir (●) tákna að tegund hafi fundist við tiltekið hitabil og opnir hringir (○) tákna að tegund hafi ekki fundist á rannsóknasvæðunum.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ölkelduháls	Hvíthólar	Beistarreykir
		<15°C	15-50°C	>50°C					
SKORTÍTUR	HEMIPTERA								
	<i>Nysius groenlandicus</i> (Zetterstedt, 1840)	●	○	○					X
	<i>Acalypta nigrina</i> (Fallén, 1807)	●	●	○				X	X
	<i>Teratocoris saundersi</i> Douglas & Scott, 1869	●	○	○					X
Heytifá	<i>Jassargus distinguendus</i> (Flor, 1861)	●	●	○				X	
	<i>Macrosteles laevis</i> Ribaut, 1927	●	●	○			X		X
	<i>Javesella pellucida</i> (Fabricius, 1794)	●	●	○			X	X	X
Blaðlús	Aphididae ógr. tegundir	●	●	●	X	X	X	X	X
Jarðlús	<i>Arctorthezia cataphracta</i> (Olafsen, 1772)	●	●	○		X	X	X	X
Skjaldlús	Coccoidea ógr. tegundir	●	●	●	X	X	X	X	X
KÖGURVÆNGJUR	THYSANOPTERA								
	<i>Apterothrips septicornis</i> (Trybom, 1896)	○	○	●		X			
	<i>Aptinothrips rufus</i> (Gmelin, 1788)	●	●	●	X	X	X	X	
	<i>Aptinothrips stylifer</i> Trybom, 1894	●	●	●	X	X	X	X	
FÍBRILDI	LEPIDOPTERA								
	<i>Bryotropha similis</i> (Stainton, 1854)	●	●	●	X			X	X
	<i>Scrobipalpa samadensis</i> (Pfaffenzer, 1870)	●	●	○	X				
Grasvefari	<i>Eana osseana</i> (Scopoli, 1763)	●	●	●	X	X	X	X	X
Reyrmödur	<i>Crambus pascuella</i> (Linnaeus, 1758)	○	●	●	X	X	X	X	X
Túnfeti	<i>Xanthorhoe decoloraria</i> (Hübner, 1809)	●	○	○					X
Klettafeti	<i>Entephria caesiata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	●	○	○				X	
Skrautfeti	<i>Chlorochysta citrata</i> (Linnaeus, 1761)	○	○	●		X			
	<i>Hydriomena furcata</i> (Thunberg, 1784)	●	●	○		X			
Birkifeti	<i>Rheumaptera hastata</i> (Linnaeus, 1758)	○	○	●				X	
Hrossygla	<i>Apamea zeta</i> Treitschke, 1825	●	●	●		X		X	
Grasygla	<i>Cerapteryx graminis</i> (Linnaeus, 1758)	●	●	○	X	X	X	X	X
Brandygla	<i>Euxoa ochrogaster</i> (Guenée, 1852)	●	○	○					X
Gulygla	<i>Noctua pronuba</i> (Linnaeus, 1758)	○	●	○		X	X		
Jarðygla	<i>Diarsia mendica</i> (Fabricius, 1775)	●	●	●	X	X		X	X
BJÖLLUR	COLEOPTERA								
Járnsmiður	<i>Nebria gyllenhali</i> (Schönherr, 1806)	●	●	●		X		X	X
Glitsmiður	<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	●	●	●	X	X	X	X	X
Fjallasmíður	<i>Patrobus septentrionis</i> (Dejean, 1828)	●	●	○		X	X	X	X
Leirsmíður	<i>Bembidion bipunctatum</i> (Linnaeus, 1761)	○	●	●			X		
Eðjusmiður	<i>Bembidion grapei</i> Gyllenhal, 1827	●	●	●	X	X	X		
Kolasmíður	<i>Pterostichus adstrictus</i> Eschscholtz, 1823	●	●	●		X	X	X	X
Laugasmiður	<i>Pterostichus diligens</i> (Sturm, 1824)	○	●	○		X			X
Tinnusmiður	<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790)	●	○	○				X	
Kragasmíður	<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	●	●	●	X	X	X	X	X
Gullsmíður	<i>Amara quenseli</i> (Schönherr, 1806)	●	●	○	X	X		X	X
	<i>Trichocellus cognatus</i> (Gyllenhal, 1827)	●	●	○	X			X	
	<i>Acrotichis atomaria</i> (DeGeer, 1774)	○	○	●		X			
	<i>Stenichnus collaris</i> (Müller, P.W.J. & Kunze, 1822)	○	●	○					X

7. viðauki. Framhald.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ölkelduháls	Hvítthólar	Beistareykir
		<15°C	15-50°C	>50°C					
Valluxi	<i>Gabrius trossulus</i> (Nordmann, 1837)	●	●	●	X	X	X	X	X
Jötunuxi	<i>Creophilus maxillosus</i> (Linnaeus, 1758)	○	○	●	X				
	<i>Quedius boops</i> (Gravenhorst, 1802)	●	●	○	X	X	X	X	X
	<i>Quedius fulvicollis</i> (Stephens, 1833)	●	●	○		X	X	X	X
	<i>Gyrohypnus angustatus</i> Stephens, 1833	○	●	○		X			
	<i>Othius angustus</i> Stephens, 1833	●	●	○	X				
	<i>Lathrobium fulvipenne</i> (Gravenhorst, 1806)	○	●	○			X		
	<i>Omalium excavatum</i> Stephens, 1834	○	○	●		X	X		
	<i>Acidota crenata</i> (Fabricius, 1792)	●	○	○			X	X	X
	<i>Lesteva longoelytrata</i> (Goeze, 1777)	●	●	○		X		X	X
	<i>Tachyporus nitidulus</i> (Fabricius, 1758)	○	●	●	X				
Túnuxi	<i>Tachinus corticinus</i> Gravenhorst, 1802	●	●	○	X				
	<i>Oxypoda islandica</i> Kraatz, 1857	●	●	○		X		X	X
	<i>Oxypoda soror</i> Thomson, 1855	●	●	●		X	X		X
	<i>Sipalia circellaris</i> (Gravenhorst, 1806)	●	○	○		X			
	<i>Atheta melanocera</i> (Thomson, 1856)	○	●	○			X		
	<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	●	●	○	X	X	X	X	X
	<i>Atheta islandica</i> (Kraatz, 1856)	●	●	○	X	X	X	X	
	<i>Atheta atramentaria</i> (Gyllenhal, 1810)	●	●	●	X	X	X	X	X
	<i>Atheta graminicola</i> (Gravenhorst, 1806)	●	●	○			X		
	<i>Atheta excellens</i> (Kraatz, 1856)	○	●	○	X		X		X
	<i>Atheta</i> sp.	○	●	○			X		
	<i>Amischa analis</i> (Gravenhorst, 1802)	●	●	●	X	X	X	X	X
	<i>Cypha longicornis</i> (Paykull, 1800)	○	●	○	X				
Taðýfill	<i>Aphodius lapponum</i> Gyllenhal, 1806	●	●	○		X			X
	<i>Malthodes pumilus</i> (Brébisson, 1835)	●	●	●		X			X
Smellibjalla	<i>Hypnoidus riparius</i> (Fabricius, 1792)	●	●	○	X	X	X	X	X
Gullvarta	<i>Cytilus sericeus</i> (Forster, 1771)	○	●	●	X	X	X		
Steinvarta	<i>Byrrhus fasciatus</i> (Forster, 1771)	●	○	○		X			
	<i>Atomaria analis</i> Erichson, 1846	●	○	○					X
	<i>Scymnus limonii</i> Donisthorpe, 1903	●	●	●	X		X		X
Mariuhæna	<i>Coccinella undecimpunctata</i> Linnaeus, 1758	●	●	●	X		X	X	X
Víðibjalla	<i>Phratora polaris</i> (Sparre Schneider, 1886)	●	○	○		X	X		
Silakeppur	<i>Otiorhynchus arcticus</i> (Fabricius O., 1780)	●	●	●		X	X	X	X
Letikeppur	<i>Otiorhynchus nodosus</i> (Müller, O.F., 1764)	●	●	●		X		X	X
Steinkeppur	<i>Otiorhynchus rugifrons</i> (Gyllenhal, 1813)	●	●	○				X	X
	<i>Tropiphorus obtusus</i> (Bonsdorff, 1785)	●	○	●		X	X		
ÆDVÆNGJUR	HYMENOPTERA								
	<i>Pristiphora staudingeri</i> (Ruthe, 1859)	●	○	○				X	
	<i>Pachynematus obductus</i> (Hartig, 1837)	○	○	●	X				
	<i>Pimpla sodalis</i> Ruthe, 1859	●	○	○		X			
	<i>Aclastus gracilis</i> (Thomson, 1884)	●	○	○			X		
	<i>Gelis nigrinus</i> (Förster, 1850)	●	●	○	X		X	X	X
	<i>Gelis pumilus</i> (Förster, 1850)	○	●	○	X				
	<i>Gelis ruficornis</i> Thunberg, 1827	●	●	○					X
	<i>Gelis terebrator</i> (Ratzeburg, 1848)	●	●	○	X			X	X
	<i>Gelis</i> sp.	●	●	○	X			X	X
	<i>Phygadeuon cylindraceus</i> Ruthe, 1859	●	●	○		X			
	<i>Phygadeuon detestator</i> (Thunberg, 1822)	●	●	○					X

7. viðauki. Framhald.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ölketuháls	Hvíthólar	Peistareykir
		<15°C	15-50°C	>50°C					
	<i>Phygadeuon thricops</i> Thomson, 1884	●	○	○					X
	Phygadeuontinae ógr. tegundir	●	●	○		X	X		X
	<i>Diadegma boreale</i> Horstmann, 1980	○	●	●	X			X	
	<i>Barycnemis bellator</i> (Müller, 1776)	●	○	○					X
	<i>Orthocentrus fulvipes</i> Gravenhorst, 1829	○	●	●	X		X		
	<i>Orthocentrus</i> sp.	●	○	○					X
	<i>Stenomacrus affinator</i> Aubert, 1981	●	○	○					X
	<i>Sussaba nigrithorax</i> Dasch	○	●	○		X			
Heiðasledda	<i>Ichneumon extensorius</i> Linnaeus, 1758	○	●	○	X				
	<i>Ichneumon latrator</i> Fabricius, 1781	●	●	○		X		X	X
	Ichneumonidae ógr. tegundir	●	●	○		X	X	X	
	<i>Chasmodon apterus</i> (Nees, 1812)	●	●	○	X		X		
	Alysiinae ógr. tegundir	●	●	○				X	X
	<i>Dacnusa</i> sp.	●	●	●			X	X	X
	<i>Microplitis coacta</i> (Lundbeck, 1897)	●	●	○		X	X		
	<i>Meteorus rubens</i> (Nees, 1811)	●	●	●		X		X	X
	<i>Microctonus intricatus</i> (Ruthe, 1859)	●	○	○				X	
	Euphorinae ógr. tegund	●	○	○					X
	<i>Aphidius</i> sp.	○	○	●		X			
	<i>Monoctonus caricis</i> (Haliday, 1833)	●	●	●	X	X	X	X	X
	Aphidiidae ógr. tegundir	●	●	●	X	X			X
	<i>Alloxysta</i> sp.A	●	●	●	X	X			X
	<i>Alloxysta</i> sp.B	●	●	●	X		X		X
	<i>Alloxysta</i> sp.D	●	○	○	X				X
	<i>Alloxysta</i> sp.	●	○	○				X	X
	<i>Halticoptera polita</i> (Walker, 1834)	●	○	○				X	
	Pteromalidae ógr. tegundir	●	●	○	X	X	X	X	X
	<i>Rhopus</i> sp.	○	●	○					X
	Encyrtidae ógr. tegundir	●	●	○		X		X	X
	<i>Eulophidae</i> sp.A	○	●	○					X
	<i>Aprostocetus zosimus</i> (Walker, 1839)	○	●	○			X		
	<i>Anaphes</i> sp.	●	●	●	X		X		X
	<i>Mymaridae</i> sp A	○	●	○					X
	Mymaridae ógr. tegundir	○	●	○		X	X	X	X
	Chalcidoidea ógr. tegundir	○	●	●		X			
	<i>Cinetus excavatus</i> Kieffer, 1910	●	○	●		X	X		
	<i>Polypeza ciliata</i> (Thomson, 1859)	●	●	○	X			X	
	<i>Synacra holconota</i> Kieffer, 1910	●	○	○					X
	<i>Basalys parva</i> Thomson, 1858	●	●	○				X	X
	<i>Trichopria aptera</i> (Ruthe, 1859)	●	●	○				X	X
	Diapriidae ógr. tegundir	●	●	○	X			X	X
	<i>Baeus seminulum</i> Haliday, 1833	●	●	●	X			X	
	<i>Trimorus ovata</i> (Thomson, 1859)	●	●	●	X	X	X	X	X
	<i>Trimorus pedestris</i> (Nees, 1834)	●	●	●	X	X	X	X	X
	<i>Trimorus punctulator</i> (Ruthe, 1859)	●	●	●		X	X	X	X
	<i>Trimorus</i> sp.	●	●	○			X	X	X
	<i>Telenomus nitidulus</i> (Thomson, 1860)	●	●	●	X	X			X
	<i>Platygaster opacus</i> Ruthe, 1859	●	○	○		X			
	<i>Platygaster splendidulus</i> Ruthe, 1859	●	●	●	X	X	X		X

7. viðauki. Framhald.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ölkelduhals	Hvítthólar	Beistareykir
		<15°C	15-50°C	>50°C					
	Proctotrupeoidea ógr. tegundir	●	●	●	X			X	
	<i>Aphanogmus</i> sp.	●	○	○	X				
	Ceraphronidae ógr. tegundir	●	●	○	X	X			
	<i>Lagynodes pallidus</i> (Boheman, 1832)	●	○	○		X			
	<i>Dendrocerus</i> sp.	●	○	○					X
	Megaspilidae sp.A	●	○	○					X
	Megaspilidae ógr. tegundir	●	●	○	X				X
Húsamaur	<i>Hypoponera punctatissima</i> (Roger, 1859)	○	●	○	X				
Móhumla	<i>Bombus jonellus</i> (Kirby, 1802)	●	●	○				X	
	Hymenoptera ógr. tegund	●	○	○					X
TVÍVÆNGJUR	DIPTERA								
Trippafluga	<i>Tipula marmorata</i> Meigen, 1818	●	●	●	X	X			X
	<i>Limonia trivittata</i> (Schummel, 1829)	○	○	●			X		
	<i>Bolentina gripa</i> Dziedzicki, 1885	●	○	○		X			
	<i>Rymosia fasciata</i> (Meigen, 1804)	○	○	●	X				
	<i>Exechia frigida</i> (Boheman, 1865)	●	●	●	X	X	X	X	X
	<i>Exechia fusca</i> (Meigen, 1804)	●	●	●		X	X	X	X
	<i>Exechia nigra</i> Edwards, 1925	○	●	●	X	X	X		
	<i>Exechia nitidicollis</i> Lundström, 1913	●	●	●		X		X	
	<i>Exechia</i> sp.	○	●	●			X	X	
	<i>Allodia embla</i> Hackman, 1971	○	●	○				X	
	<i>Brevicornu boreale</i> (Lundström, 1914)	●	●	○	X		X		
	<i>Brevicornu griseicolle</i> (Staeger, 1840)	●	●	●	X	X	X		
	<i>Brevicornu kingi</i> (Edwards, 1925)	○	●	○	X				
	<i>Brevicornu</i> sp.	●	○	●	X	X			
	<i>Phronia exigua</i> (Zetterstedt, 1852)	○	●	●	X			X	
	<i>Macrocera parva</i> Lundström, 1914	●	●	○		X	X		
Svarðmý	Sciaridae ógr. tegundir	●	●	●	X	X	X	X	X
Hnúðmý	Cecidomyiidae ógr. tegundir	●	●	●	X	X	X	X	X
Loðmý	Psychodidae ógr. tegund	○	●	○			X		
	<i>Bibio nigriventris</i> Haliday, 1833	●	●	○			X		X
Galdrafluga, galdralöpp	<i>Bibio pomonae</i> (Fabricius, 1775)	●	○	○		X		X	X
Sóttarlöpp	<i>Dilophus femoratus</i> Meigen, 1804	●	●	○				X	X
Mývargur	<i>Simulium vittatum</i> Zetterstedt, 1838	●	●	●		X	X	X	
Lúsmý	Ceratopogonidae ógr. tegundir	●	●	●		X	X	X	X
	<i>Diamesa bertrami</i> Edwards, 1935	●	○	○		X			
	<i>Diamesa bohemani</i> Goetghebuer, 1932	○	●	○		X		X	
	<i>Diamesa incallida</i> (Walker, 1856)	○	●	○		X			
	<i>Eukiefferiella minor</i> (Edwards, 1929)	●	●	○		X			
	<i>Halocladius variabilis</i> (Staeger, 1839)	○	○	●	X				
	<i>Orthocladius oblidens</i> (Walker, 1856)	●	○	○		X			
	<i>Bryophaenocladius</i> sp.	●	○	○	X				
	<i>Bryophaenocladius/Gymnometriocnemus</i> sp.	○	●	○			X		
	<i>Paraphaenocladius irritus</i> (Walker, 1856)	●	○	○				X	
	Thienemanniella sp.	●	○	○		X			
	<i>Micropsectra atrofasciata</i> Kieffer, 1911	○	○	●		X			
Rykmý	Chironomidae ógr.	●	●	●	X	X	X	X	X
Skógarbredda	<i>Platypalpus ecalceatus</i> (Zetterstedt, 1838)	●	●	○				X	
Kjarrbredda	<i>Empis lucida</i> Zetterstedt, 1838	●	●	○		X	X	X	X

7. viðauki. Framhald.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ölkelduháls	Hvíthólar	Þeistareykir
		<15°C	15-50°C	>50°C					
Fjallabredda	<i>Rhamphomyia hirtula</i> Zetterstedt, 1842	●	●	●		X	X	X	
	<i>Chelifera preclatoria</i> (Fallén, 1815)	○	○	●		X			
Grænstulta	<i>Dolichopus plumipes</i> (Scopoli, 1763)	●	●	●	X	X		X	X
	<i>Campsicnemus armatus</i> (Zetterstedt, 1849)	○	○	●		X			
	<i>Lonchoptera furcata</i> (Fallén, 1823)	○	●	○	X		X		
	<i>Megaselia clara</i> (Schmitz, 1921)	●	●	●			X		X
	<i>Megaselia humeralis</i> (Zetterstedt, 1838)	●	○	○		X			
	<i>Megaselia sordida</i> (Zetterstedt, 1838)	●	●	●		X	X	X	X
	<i>Megaselia giraudii</i> (Egger, 1862)	●	●	●	X	X	X	X	X
	<i>Triphleba renidens</i> Schmitz, 1927	●	●	○		X		X	X
	<i>Piophilula vulgaris</i> Fallén, 1820	●	●	●	X				X
	<i>Phytomyza opacella</i> Hendel, 1935	○	●	○			X		
Þangfluga	<i>Phytomyza</i> sp.	○	○	●		X			
	<i>Cerodontha islandica</i> Griffiths, 1968	○	●	○			X		
	<i>Coelopa frigida</i> (Fabricius, 1805)	○	○	●	X				
	<i>Heterocheila buccata</i> (Fallén, 1820)	○	○	●	X				
	<i>Pherbellia ventralis</i> (Fallén, 1820)	○	○	●		X			
	<i>Themira dampfi</i> Becker, 1915	○	●	○					X
	<i>Ischiolepta pusilla</i> (Fallén, 1820)	○	●	●	X		X		
Taðfluga	<i>Copromyza equina</i> Fallén, 1820	○	○	●	X				
	<i>Copromyza similis</i> (Collin, 1930)	●	●	●	X		X		X
	<i>Crumomyia nitida</i> (Meigen, 1830)	●	○	○					X
	Sphaeroceridae ógr. tegund	○	●	○			X		
	<i>Trachypella bovilla</i> Collin, 1954	○	●	○					X
	<i>Thoracochaeta zosterae</i> (Haliday, 1833)	●	●	○	X				X
	<i>Leptocera caenosa</i> (Rondani, 1880)	○	○	●			X		
	<i>Leptocera fontinalis</i> (Fallén, 1826)	○	●	○					X
	<i>Leptocera lutosa</i> (Stenhammar, 1855)	○	●	○					X
	<i>Minilimosina vitripennis</i> (Zetterstedt, 1847)	●	●	●		X	X	X	X
	<i>Minilimosina fungicola</i> (Haliday, 1836)	○	●	○			X	X	
	<i>Spelobia clunipes</i> (Meigen, 1830)	●	●	●		X	X	X	
	<i>Spelobia luteilabris</i> (Rondani, 1880)	○	●	●		X	X		
	<i>Spelobia rufilabris</i> (Stenhammar, 1855)	●	●	●	X	X	X		X
	<i>Chamaemyia geniculata</i> (Zetterstedt, 1838)	○	●	○				X	
	<i>Scaptomyza graminum</i> (Fallén, 1823)	●	●	●	X		X		
	<i>Scaptomyza pallida</i> (Zetterstedt, 1847)	○	●	●	X	X	X		
	<i>Philygria vittipennis</i> (Zetterstedt, 1838)	○	●	○		X		X	
	<i>Scatella tenuicosta</i> Collin, 1930	●	○	●	X		X		
	<i>Oscinella hortensis</i> Collin, 1946	●	●	○	X	X	X	X	X
Mykjufluga	<i>Scathophaga calida</i> Curtis, 1832	○	○	●	X				
	<i>Scathophaga furcata</i> (Say, 1823)	●	●	○	X	X	X	X	X
	<i>Scathophaga litorea</i> Fallén, 1819	○	○	●	X				
	<i>Scathophaga stercoraria</i> (Linnaeus, 1758)	●	●	●		X	X		X
	<i>Pegoplata infirma</i> (Meigen, 1826)	●	●	○		X	X		X
	<i>Pegomya bicolor</i> (Wiedemann, 1817)	●	●	○		X			
	<i>Botanophila betarum</i> (Lintner, 1883)	●	○	○				X	X
	<i>Botanophila fugax</i> (Meigen, 1826)	●	●	○	X	X	X	X	X
	<i>Botanophila profuga</i> (Stein, 1916)	●	○	○				X	X
	<i>Botanophila silvatica</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	●	●	○				X	X

7. viðauki. Framhald.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstidalur	Ölkelduháls	Hvítthólar	Beistareykir
		<15°C	15-50°C	>50°C					
	<i>Botanophila tuxeni</i> (Ringdahl, 1953)	○	●	○					X
	<i>Lasiomma picipes</i> (Meigen, 1826)	●	●	●	X	X	X	X	X
	<i>Egle</i> sp.	●	○	○			X		
	<i>Zaphne brunneifrons</i> (Zetterstedt, 1838)	○	●	○		X			
	<i>Zaphne frontata</i> (Zetterstedt, 1838)	●	●	○				X	X
	<i>Delia angustifrons</i> (Meigen, 1826)	●	●	●				X	X
	<i>Delia echinata</i> (Séguy, 1923)	●	●	○		X			X
	<i>Delia fabricii</i> (Holmgren, 1873)	●	●	○	X				X
	<i>Delia platura</i> (Meigen, 1826)	○	●	○	X				
Hvannfluga	<i>Thricops cunctans</i> (Meigen, 1826)	●	●	●		X	X		X
	<i>Thricops rostratus</i> (Meade, 1882)	●	●	○	X				
Húsfluga	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758	○	●	○					X
	<i>Helina annosa</i> (Zetterstedt, 1838)	●	●	●		X		X	X
	<i>Myospila meditaebunda</i> (Fabricius, 1781)	●	○	○					X
	<i>Spilogona alpica</i> (Zetterstedt, 1845)	○	○	●		X			
	<i>Spilogona baltica</i> (Ringdahl, 1918)	○	●	○					X
	<i>Spilogona contractifrons</i> (Zetterstedt, 1838)	●	●	○			X		X
	<i>Spilogona depressiuscula</i> (Zetterstedt, 1838)	●	○	○					X
	<i>Spilogona megastoma</i> (Boheman, 1866)	●	●	○		X			X
	<i>Limnophora pandellei</i> Séguy, 1923	○	●	○		X			
Vallfluga	<i>Coenosia pumila</i> (Fallén, 1825)	●	●	○	X	X	X	X	X
	<i>Fannia postica</i> (Stein, 1895)	●	○	○				X	X
Hræfluga	<i>Cynomya mortuorum</i> (Linnaeus, 1761)	●	●	●	X	X	X		X
KÖNGULÆR	ARANEAE								
	Araneae ógr. tegundir	●	●	○	X		X		X
Hagakönguló	<i>Haplodrassus signifer</i> (C.L.Koch, 1839)	●	●	●				X	X
Hrafnakönguló	<i>Gnaphosa lapponum</i> (L.Koch, 1866)	●	●	○				X	X
Krabbakönguló	<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1757)	●	●	●	X			X	X
Skóggönguló	<i>Pardosa hyperborea</i> (Thorell, 1872)	●	●	●				X	
Hnoðakönguló	<i>Pardosa palustris</i> (Linnaeus, 1758)	●	●	●	X	X	X	X	X
Mýrakönguló	<i>Pardosa sphagnicola</i> (Dahl, 1908)	○	●	○			X		
Heiðakönguló	<i>Arctosa alpigena</i> (Doleschal, 1852)	●	●	○		X	X	X	
Laugakönguló	<i>Pirata piraticus</i> (Clerck, 1757)	●	●	●		X			
Hróakönguló	<i>Robertus arundineti</i> (O.P.-Cambridge, 1871)	●	●	○	X				
Hnyðjúló	<i>Ceratinella brevipes</i> (Westring, 1851)	●	●	○			X	X	X
Brekkuló	<i>Walckenaeria nudipalpis</i> (Westring, 1851)	●	●	○	X				X
Finuló	<i>Walckenaeria clavicornis</i> (Emerton, 1882)	●	●	○	X	X	X	X	X
Roðaló	<i>Gonatium rubens</i> (Blackwall, 1833)	●	●	○		X	X	X	X
Lænuló	<i>Maso sundevalli</i> (Westring, 1851)	●	●	○				X	X
Sléttuló	<i>Silometobus ambiguus</i> (O.P.-Cambridge, 1905)	○	●	○				X	
Gáraló	<i>Cnephlocotes obscurus</i> (Blackwall, 1834)	○	●	○			X		X
Svarðló	<i>Tiso aestivus</i> (L.Koch, 1872)	●	●	○		X		X	X
Snoppuló	<i>Savignya frontata</i> (Blackwall, 1833)	●	●	●	X		X	X	X
Þursaló	<i>Diplocephalus cristatus</i> (Blackwall, 1833)	●	○	○		X			
Holtaló	<i>Scotinotylus evansi</i> (O.P.-Cambridge, 1894)	●	●	○			X	X	X
Móaló	<i>Mecynargus morulus</i> (O.P.-Cambridge, 1873)	●	●	●	X	X	X	X	X
Álfaló	<i>Wabasso questio</i> (Chamberlin, 1948)	○	●	○					X
Sortuló	<i>Erigone atra</i> Blackwall, 1833	●	●	●	X	X	X	X	X
Blökkuló	<i>Erigone arctica</i> (White, 1852)	○	●	○			X	X	X

7. viðauki. Framhald.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Jarðvegshiti			Reykjanes	Fremstíðalur	Ölkelduháls	Hvíthólar	Þeistareykir
		<15°C	15-50°C	>50°C					
Heiðaló	<i>Erigone tirolensis</i> L.Koch, 1872	●	●	○		X			X
Auðnuló	<i>Latithorax faustus</i> (O.P.-Cambridge, 1900)	●	●	○		X	X		
Ljósuló	<i>Islandiana princeps</i> Brændegaard, 1932	●	●	○		X			X
Skurðaló	<i>Leptorhoptrum robustum</i> (Westring, 1851)	○	●	○					X
Hæruló	<i>Leptothrix hardyi</i> (Blackwall, 1850)	●	●	○	X			X	X
Freruló	<i>Hilaira frigida</i> (Thorell, 1872)	●	○	○		X	X	X	X
Sytruló	<i>Porrhomma hebescens</i> (L.Koch, 1879)	●	●	○		X	X	X	X
Buraló	<i>Agyneta decora</i> (O.P.-Cambridge, 1870)	●	●	●	X			X	X
Mosaló	<i>Agyneta similis</i> (Kulczynski, 1926)	●	●	○		X		X	X
Urðaló	<i>Agyneta nigripes</i> (Simon, 1884)	○	●	○		X		X	X
Putaló	<i>Maro lehtineni</i> Saaristo, 1971	●	○	○					X
Hjarnló	<i>Centromerita bicolor</i> (Blackwall, 1833)	○	●	○			X		
Randaló	<i>Leptyphantes mengei</i> Kulczynski, 1887	●	●	●	X	X	X	X	X
Ranaló	<i>Leptyphantes complicatus</i> (Emerton, 1882)	●	○	○	X	X	X		X
Burstaló	<i>Allomengea scopigera</i> (Grube, 1859)	●	●	○			X		X
LANGFÆTLUR	OPILIONES								
Langleggur	<i>Mitopus morio</i> (Fabricius, 1779)	●	●	●	X	X	X	X	X
MARGFÆTLUR	CHILOPODA								
Garðfætla	<i>Lithobius forficatus</i> (Linnaeus)	○	●	●	X				
	<i>Lamyctes fulvicornis</i> Meinert	●	●	●	X				
ÁNAMAÐKAR	OLIGOCHAETA								
	Enchytraeidae ógr. tegundir	●	○	○	X				
	Lumbricidae ógr. tegundir	●	●	○	X	X	X	X	X
SNIGLAR	GASTROPODA								
Hvannabobbi	<i>Vitrina pellucida</i> (Müller, 1774)	●	●	○	X	X		X	X
	<i>Nesovitrea hammonis</i> (Ström)	○	●	○					X
	Gastropoda ógr. tegundir	●	●	○	X	X		X	