

**Gróður á háhitasvæðum í Krýsuvík,
Grændal og á Hveravöllum**

**Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Ásrún Elmarsdóttir,
Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon**

Unnið fyrir Orkustofnun vegna 2. áfanga rammaáætlunar

NÍ-06007

Reykjavík, maí 2006



NÁTTÚRUFRAEÐISTOFNUN ÍSLANDS

	Hlemmi 3 105 Reykjavík Sími 590 0500 Fax 590 0595 http://www.ni.is ni@ni.is	Borgum við Norðurslóð 602 Akureyri Sími 460 0500 Fax 460 0501 http://www.ni.is nia@ni.is
Skýrsla nr. NÍ-06007	Dags, Mán, Ár maí 2006	Dreifing X opin ٱلوكوڊ til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Gróður á háhitasvæðum í Krýsuvík, Grændal og á Hveravöllum	Upplag 60	
	Fjöldi síðna 77	
Höfundar Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Ásrún Elmarsdóttir, Sigurður H. Magnússon, Borgþór Magnússon	Verknúmer R0411004 Málsnúmer 20041000001	
Unnið fyrir Orkustofnun vegna 2. áfanga rammaáætlunar		
Samvinnuaðilar		
Útdráttur <p>Vorið 2005 gerðu Orkustofnun og Náttúrufræðistofnun Íslands samning um rannsóknir á jarðhitamyndunum og gróðurfari á háhitasvæðum. Meginmarkmiðið er að fá yfirlit yfir einkenni háhitasvæða og þróa aðferð til að meta verndargildi þeirra. Verkefnið er unnið samkvæmt samningi um öflun gagna um náttúruvar vegna 2. áfanga rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma.</p> <p>Sumarið 2005 voru rannsókuð þrjú háhitasvæði á Hveravöllum á Kili, í Grændal norðan við Hveragerði og í Krýsuvík á Reykjanesskaga. Gróðurfélög og yfirborðsgerðir voru kortlögð í mælikvarðanum 1:5000 og jarðhitagróðurfélögum lýst. Skráðar voru háplöntur mosar og fléttur og mældur hiti í jarðvegi og í lækjum. Auk þess voru skráðar almennar upplýsingar um hverasvæðin. Við úrvinnslu gagna var m.a. beitt fjölbreytugreiningu, bæði hnitun og flokkun. Sumarið 2006 og 2007 verða fleiri háhitasvæði rannsókuð.</p> <p>Niðurstöður bentu til að jarðraki og jarðhiti voru þeir umhverfisþættir sem móta gróður á háhitasvæðum. Skilgreind voru átta ný gróðurfélög við jarðhita sem ýmist báru einkenni þurrlandis- eða votlandisgróðurs. Félögin voru lítil að flatarmáli, höfðu blettótta dreifingu og þrífust eingöngu við afmarkað hitabil í jarðvegi. Ljóst er að efnaeiginleikar jarðvegs og hveravatns hafa einnig mikil áhrif á gróður-skilyrði. Mosar höfðu mest hitapól og voru ríkjandi í þekju við háan hita. Mosinn laugaslyðra var einkennandi við hver og laugar. Háplönturnar blóðberg, mýradúnurt og skriðlíngresi þoldu einnig háan hita og voru víða áberandi í þekju. Jarðhitategundirnar naðurtunga og grámygla uxu í þurrum leirflögum eða moslendi en þær vaxa eingöngu við jarðhita hér á landi. Í jarðhitanum uxu með þeim blákolla og smávaxin græðisúra. Laugadepla óx í heitum lækjum sem féllu af hverasvæðum. Við mat á verndargildi einstakra svæða hefur Náttúrufræðistofnun Íslands m.a. stuðst við upplýsingar um vistgerðir. Hér verður þessari aðferð ekki beitt en miðað er við að það verði gert þegar gögn af fleiri háhitasvæðum liggja fyrir. Reiknað er með að þær upplýsingar sem fást með gróðurrannsóknum á háhitasvæðum megi nota til að flokka land í vistgerðir og til að meta verndargildi þeirra.</p>		
Lykilorð Háhitasvæði, jarðhiti, jarðhitategundir, náttúruvernd, Grændalur, Hveravellir, Krýsuvík, gróðurkort	Yfirfarið KE, ÁI, PH	

ÁGRIP

Á háhitasvæðum myndast mjög sérstakar aðstæður á yfirborði sem eru ólíkar umhverfinu í kring. Ákveðnar tegundir háplantna og mosa eru aðlagðar þessum aðstæðum og eru að mestu bundnar við þessi svæði. Hér á landi eru háhitasvæði um 20 að tölu. Grunnupplýsingar um gróður og jarðmyndanir á íslenskum háhitasvæðunum liggja þó ekki fyrir en mörg þeirra hafa nú verið nefnd sem álitlegir kostir til virkjunar jarðvarma. Háhitasvæði eru fremur sjaldgæf á heimsvísu og hafa því hátt verndargildi vegna sérstöðu sinnar.

Vorið 2005 gerðu Orkustofnun og Náttúrufræðistofnun Íslands með sér samning um rannsóknir á jarðhitamyndunum og gróðurfari á háhitasvæðum. Meginmarkmiðið er að fá yfirlit yfir einkenni háhitasvæða og þróa aðferð til að meta verndargildi þeirra. Verkefnið er unnið samkvæmt samningi um öflun gagna um náttúrufar vegna 2. áfanga „rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma“. Sumarið 2005 voru þrjú háhitasvæði rannsökuð, þ.e. Hveravellir, Grændalur og í Krýsuvík, og eru niðurstöður gróðurrannsóknanna kynntar í þessari skýrslu en gerð verður grein fyrir jarðfræðirannsóknunum í annarri skýrslu. Sumarið 2006 og 2007 verða fleiri háhitasvæði rannsökuð.

Markmið gróðurfarsrannsókna var að kortleggja gróðurfélög og yfirborðsgerðir á háhitasvæðum. Til þess þurfti að skilgreina þau gróðurfélög sem ekki falla undir hefðbundinn greiningarlykil. Kortlagt var á mælikvarðanum 1:5000 sem er mun stærri kvarði en notaður er við hefðbundna gróðurkortlagningu. Við kortlagningu voru mörk gróðurfélaga dregin á loftmynd og í flákum (e. polygon) var gerður háplöntulisti og safnað mosum og fléttum. Hiti var mældur í jarðvegi og í lækjum. Auk þess voru skráðar almennar upplýsingar um hverasvæðin. Við úrvinnslu gagna var m.a. beitt fjölbreytu-greiningu, bæði hnitun og flokkun.

Niðurstöður sýndu að jarðraki og jarðhiti voru þeir umhverfisþættir sem mest mótuðu gróður háhitasvæða. Gerðar voru tillögur að skilgreiningu á átta nýjum gróðurfélögum við jarðhita. Tvö töldust til moslendis og þrjú til þrjú jörð við háan hita, tvö féllu undir graslendi en þar var jarðvegur ylvolgur en fjögur töldust til votlendis og voru við volgrur og vatnshveri. Félögin voru yfirleitt lítil að flatarmáli, höfðu blettótta dreifingu og fundust eingöngu við afmarkað hitabil í jarðvegi. Fram kom að efnaeiginleikar jarðvegs og hveravatns hafa einnig mikil áhrif á gróðurskilyrði. Mosar höfðu mest hitaþol og voru ríkjandi í þekju við háan hita. Mosinn laugaslyðra var einkennandi við hverir og laugar og fannst á öllum rannsóknasvæðunum. Háplönturnar blóðberg, mýradúnurt og skriðlingresi þoldu einnig háan hita og voru víða áberandi í þekju. Jarðhitategundirnar naðurtunga og grámygla uxu í þurrum leirflögum eða hveramoslendi en þær vaxa eingöngu við jarðhita hér á landi. Með þeim óx blákolla og græðisúra sem var mjög smávaxin í hitanum. Laugadepla óx í heitum lækjum sem féllu af hverasvæðum. Nokkrar tegundir háplantna og mosa sem teljast sjaldgæfar á Íslandi og eru á valista (Náttúrufræðistofnunar Íslands 1996) fundust á svæðunum og voru þær allar bundnar við jarðhita. Þetta voru háplöntutegundirnar naðurtunga og laugadepla og mosategundin hverarindill.

Við mat á verndargildi einstakra svæða hefur Náttúrufræðistofnun Íslands m.a. stuðst við upplýsingar um vistgerðir. Hér verður þessari aðferð ekki beitt en miðað er við að það verði gert þegar gögn af fleiri háhitasvæðum liggja fyrir. Við samburð rannsóknasvæða með tilliti til verndargildis gróðurs er verndargildi Grændals hátt því þar eru mörg hverasvæði, vatnshverir, laugar og volgrur og því aðstæður fyrir fjölbreytt og gróskumikið gróðurfari. Það eykur enn á verndargildi dalsins að hann er að mestu ósnortinn af manna völdum. Á Hveravöllum hefur gróður orðið fyrir breytingum af manna völdum. Mikil umferð ferðamanna er við hverasvæðið og er gróður undir álagi vegna traðks og beitar. Jarðhiti og volgt vatnstreymi gerir gróðri kleift að þrífast við þær aðstæður sem ríkjandi á hálendinu og er gróskan á Hveravöllum frábrugðin gróðursnaudu umhverfinu sem skapar svæðinu sérstöðu. Jarðhitasvæðið við Krýsuvík er í alfaraleið og það eina sem er í byggð. Þar draga jarðhitamyndanir að fjölda ferðamanna og svæðið ber vitni um mannlegar athafnir. Byggingar, vegir og borholur setja svip á svæðið við Seltún og Hverahlíð en minna ber á raski við Austurengjahver.

EFNISYFIRLIT

1 INNGANGUR	9
2 RANNSÓKNASVÆÐI	11
2.1 Krýsuvík	12
2.1.1 Afmörkun rannsóknasvæða	13
2.2 Grændalur	14
2.2.1 Afmörkun rannsóknasvæða	15
2.3 Hveravellir	16
2.3.1 Afmörkun rannsóknasvæðis	18
3 AÐFERÐIR	19
3.1 Gagnasöfnun	19
3.1.1 Gróður og yfirborðsgerðir	19
3.1.2 Almennar upplýsingar	20
3.2 Úrvinnsla	20
4 NIÐURSTÖÐUR	22
4.1 Hnitun og flokkun	22
4.2 Jarðhitagróðurfélög og greiningareinkenni	24
4.2.1 Gróðurfélagið JM1 mosar, blóðberg, grös	26
4.2.2 Gróðurfélagið JM2 mosar, skriðlíngresi, blóðberg	28
4.2.3 Gróðurfélagið JG1 grös, starir, blómjurtir	30
4.2.4 Gróðurfélagið JG2 grös, blóðberg	32
4.2.5 Gróðurfélagið JV1 mosar, mýradúnurt	34
4.2.6 Gróðurfélagið JV2 laugasef, mýrastör, klófífa	36
4.2.7 Gróðurfélagið JV3 gulstör, klófífa	38
4.2.8 Gróðurfélagið JV4 mýrastör, klófífa, skriðlíngresi	40
4.2.9 Yfirborðsgerðir	42
4.3 Jarðhitategundir	43
4.3.1 Háplöntur	43
4.3.2 Mosar	46
5 UMRÆÐA	49
5.1 Kortlagning gróðurfélaga og yfirborðsgerða	49
5.2 Jarðhiti og gróðurfélög	49
5.3 Tegundasamsetning í gróðurfélögum og yfirborðsgerðum	52
5.4 Verndargildi gróðurs á háhitasvæðum	53
5.5 Framhald verkefnisins	55
6 ÞAKKIR	55
7 HEIMILDIR	56
VIÐAUKAR	59
1. viðauki. Gróðurkort frá Krýsuvík, Grændal og Hveravöllum	59
2. viðauki. Gróðurfélög og yfirborðsgerðir á rannsóknasvæðum	65
3. viðauki. Háplöntur í Krýsuvík, Grændal og á Hveravöllum	69
4. viðauki. Mosar í Krýsuvík, Grændal og á Hveravöllum	72
5. viðauki. Fléttur í Krýsuvík, Grændal og á Hveravöllum	75
6. viðauki. Mat á algengni tegunda	76
7. viðauki. Jarðhitagróðurfélög og yfirborðsgerðir í samhengi við DCA-hnitun	77

MYNDIR

1. mynd. Staðsetning rannsóknasvæða	12
2. mynd. Rannsóknasvæðin í Krýsuvík	13
3. mynd. Hverasvæðið við Seltún séð ofan af Sveifluhálsi	14
4. mynd. Rannsóknasvæðin í Grændal	15
5. mynd. Hverasvæði í berglaupi í Grændal	16
6. mynd. Rannsóknasvæðið á Hveravöllum	17
7. mynd. Hverabungan á Hveravöllum	18
8. mynd. Verkferli við flokkun gróðurfélaga og yfirborðsgerða á háhitasvæðum	19
9. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar byggðar á háplöntugögnum	22
10. mynd. Miðgildi hitamælinga í flákum (polygon) á 10 cm dýpi í jarðvegi	23
11. mynd. Niðurstöður TWINSPAN-flokkunar á háplöntugögnum og einkennandi tegundir	24
12. mynd. Gróðurfélagið JM1 (mosar, blóðberg, grös)	26
13. mynd. Gróðurfélagið JM1 (mosar, blóðberg, grös)	27
14. mynd. Gróðurfélagið JM2 (mosar, skriðlíngresi, blóðberg)	28
15. mynd. Græðisúra og blákolla í gróðurfélaginu JM2 (mosar, skriðlíngresi, blóðberg)	29
16. mynd. Gróðurfélagið JG1 (grös, starir, blómjurtir)	30
17. mynd. Gróðurfélagið JG1 (grös, starir, blómjurtir)	31
18. mynd. Gróðurfélagið JG2 (grös, blóðberg)	32
19. mynd. Gróðurfélagið JG2 (grös, blóðberg) með smárunnum og fléttum	33
20. mynd. Gróðurfélagið JV1 (mosar, mýradúnurt)	34
21. mynd. Gróðurfélagið JV1 (mosar, mýradúnurt)	35
22. mynd. Gróðurfélagið JV2 (laugasef, mýrastör, klófífa)	36
23. mynd. Gróðurfélagið JV2 (laugasef, mýrastör, klófífa)	37
24. mynd. Gróðurfélagið JV3 (gulstör, klófífa)	38
25. mynd. Þurrlendisáhrif í gróðurfélaginu JV3 (gulstör, klófífa)	39
26. mynd. Jarðhiti myndaði göt í gróðurþekju í gróðurfélögunum JV3 og JV4	39
27. mynd. Gróðurfélagið JV4 (mýrastör, klófífa, skriðlíngresi)	40
28. mynd. Volgar lindir neðan við hverasvæði í mel í Grændal	41
29. mynd. Yfirborðsgerðin hverir, leir	42
30. mynd. Yfirborðsgerðin hverahrúður	43
31. mynd. Dreifing jarðhitategundanna naðurtungu, laugadeplu, grámyglu og græðisúru	44
32. mynd. Naðurtunga <i>Ophioglossum azoricum</i>	45
33. mynd. Laugadepla <i>Veronica anagallis-aquatica</i>	45
34. mynd. Laugaslyðra <i>Gymnocolea inflata</i>	47
36. mynd. Dreifing laugaslyðru <i>Gymnocolea inflata</i>	47
36. mynd. Hæruburst <i>Campylopus introflexus</i>	48
37. mynd. Dreifing jarðhitagróðurfélaga eftir jarðhita og jarðraka	50
38. mynd. Einfölduð mynd af hveramiðju og dreifingu jarðhitagróðurfélaga	51

TÖFLUR

1. tafla. Háhitasvæði á Íslandi, flatarmál þeirra, hæð yfir sjávarmáli og jarð- og berggrunnur	11
2. tafla. Hæð rannsóknasvæða yfir sjó, meðalhiti og meðalársúrkoma á þeim	12
3. tafla. Þættir gagnasöfnunar fyrir gróðurfélög og yfirborðsgerðir	20
4. tafla. Almennar upplýsingar sem skráðar voru á rannsóknasvæðunum	21
5. tafla. Gróðurfélög og yfirborðsgerðir sem kortlögð voru á rannsóknasvæðunum	25
6. tafla. Tegundafjöldi háplantna og mosa við Krýsuvík, í Grændal og á Hveravöllum	43
7. tafla. Tillögur að matsþáttum á verndargildi gróðurs á háhitasvæðum	54

1 INNGANGUR

Jarðhitasvæðum á Íslandi er almennt skipt í lághit- og háhitasvæði. Háhitasvæðin liggja öll á gliðnunarbeltum landsins frá Reykjanesskaga norður í Þingeyjasýslu. Berghiti á slíkum svæðum nær 200°C á innan við 1000 m dýpi og hafa þau verið nýtt til gufuaflsvirkjana fyrir raforkuframleiðslu (Guðmundur Pálmason o.fl. 1985, Ingvar Birgir Friðleifsson 1979). Kröfur um nýtingu jarðhita sem orkugjafa verða æ háværi í alþjóðasamfélaginu (Luketina 2000) og hér á landi hafa mörg háhitasvæði verið nefnd sem álitlegir kostir til virkjunar jarðvarma (Iðnaðarráðuneytið 1994). Á háhitasvæðum skapar hár jarðvegshiti við yfirborð og efnasamsetning jarðvegs aðstæður sem eru ólíkar umhverfinu í kring. Tegundir lífvera sem þrífast við þessar sérstöku aðstæður eru oft nefndar „jarðhitategundir“. Hér á landi finnast nokkrar plöntutegundir sem eru að mestu bundnar við jarðhitasvæði (Steindór Steindórsson 1964, Eva G. Þorvaldsdóttir 2000). Ennfremur skapar jarðhitinn hagstæð skilyrði fyrir tegundir sem annars finnast aðeins á hlýrri landsvæðum (Hörður Kristinsson 1996). Jarðhitaeinkenni á yfirborði eru breytileg bæði í tíma og rúmi þar eð nýir hverir myndast en aðrir lognast út af. Slík þróun hefur áhrif á gróðurfar og skapar síbreytileg skilyrði sem stuðla að fjölbreytni bæði innan svæða og þeirra á milli (Beadel o.fl. 1996).

Til að unnt sé að meta verndargildi háhitasvæða með markvissum hætti er nauðsynlegt að fá yfirlit yfir jarðfræðileg og líffræðileg einkenni þeirra. Slíkar heildarupplýsingar hafa ekki legið fyrir um háhitasvæði landsins. Á árunum 2001–2003 fóru fram á Náttúrufræðistofnun Íslands grunnrannsóknir á sex háhitasvæðum. Var markmið þeirra að lýsa vistkerfum háhitasvæða og kanna tengsl umhverfisþátta, m.a. jarðvegshita, við gróður og smádyr (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2003). Niðurstöður sýndu að þær aðstæður sem skapast við hverir, t.d. hár jarðvegshiti og efnaeiginleikar jarðvegs, hafa mikil áhrif á lífríki og enn fremur að mikill breytileiki er á milli háhitasvæða.

Í ljósi þessa var talið að afla þyrfti frekari upplýsinga um jarðfræðileg og líffræðileg einkenni fleiri háhitasvæða svo mögulegt yrði að meta verndargildi þeirra á heildstæðan hátt. Áhersla yrði á öflun gagna af sem flestum háhitasvæðum en grundvöllur mats á verndargildi einstakra svæða felst í því að upplýsingar um gerð þeirra og einkenni liggi fyrir. Á Nýja-Sjálandi hefur verið lögð mikil vinna í að þróa aðferðir til að meta verndargildi jarðhitasvæða út frá einkennum þeirra, þar sem áhersla er á jarðfræðileg og líffræðileg einkenni svæðanna (Keam o.fl. 2005). Í hnótskurn gengur nýsjálenska aðferðin út á að jarðfræðileg fyrirbæri hafa verið skilgreind og flokkuð, t.d. hverir, laugar, gufuaugu og heit jörð. Líffræðileg fyrirbæri hafa verið skilgreind, t.d. sérstök jarðhitabúsvæði og jarðhitategundir. Þá er verndargildi þeirra metið út frá því hve sjaldgæf þau eru og viðkvæm fyrir umhverfisbreytingum, bæði af náttúrulegum orsökum og manna völdum. Það er mat Náttúrufræðistofnunar Íslands að leggja beri þessa aðferð til grundvallar þeirri vinnu sem nú er hafin (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2005).

Árið 2004 var gerð forkönnun á þremur háhitasvæðum á Suðvesturlandi á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2005). Tilgangurinn var að kanna hvort líffræðieinkenni, einkum útbreiðsla og tegundasamsetning mosa, ásamt landslagsfyrirbærum gætu gefið nægilegar upplýsingar til að flokka háhitasvæði og meta verndargildi þeirra. Niðurstaðan var að slík nálgun væri ekki nægileg, líta þyrfti til jarðfræðilegra þátta og fleiri líffræðilegra einkenna til að lýsa aðstæðum sem ríkja við jarðhita á yfirborði. Náttúrufræðistofnun Íslands hefur unnið verkáætlun sem unnin var fyrir rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma og var verkefnið sett upp til fimm ára. Meginmarkmið voru að afla þekkingar um hverir og jarðhitamyndanir, um gróður og yfirborðsgerðir og að meta verndargildi háhitasvæða út frá þessum upplýsingum.

Vorið 2005 gerðu Orkustofnun og Náttúrufræðistofnun Íslands með sér samning um rannsóknir á jarðhitamyndunum og gróðurfari á háhitasvæðum og er það liður í öflun gagna fyrir 2. áfanga rammaáætlunar. Meginmarkmiðið er að fá yfirlit yfir einkenni háhitasvæða og þróa aðferð til að meta verndargildi þeirra. Ábyrgðarmenn einstakra verkþátta voru Ásrún Elmarsdóttir vegna gróðurrannsókna og Helgi Torfason vegna jarðfræðirannsókna. Tengiliðir verkefnisins eru Hákon Aðalsteinsson fyrir hönd verkkaupa og Ásrún Elmarsdóttir fyrir hönd Náttúrufræðistofnunar Íslands.

Sumarið 2005 voru rannsókuð þrjú háhitasvæði, í Krýsuvík, Grændal og á Hveravöllum, og eru niðurstöður gróðurrannsókna kynntar í þessari skýrslu en gerð verður grein fyrir jarðfræðirannsóknum í annarri skýrslu. Sumarið 2006 og 2007 verða fleiri háhitasvæði rannsókuð.

Markmið þessa hluta verkefnisins voru:

- að kortleggja gróðurfélög og yfirborðsgerðir á háhitasvæðum
- að skilgreina og lýsa þeim gróðurfélögum og yfirborðsgerðum sem þar finnast og ekki hefur verið lýst áður við hefðbundna gróðurkortagerð hér á landi
- að kanna tegundasamsetningu háplantna, mosa og fléttna í mismunandi gróðurfélögum og yfirborðsgerðum
- að draga saman almennar upplýsingar um hvert svæði og lýsa sérkennum þeirra

2 RANNSÓKNASVÆÐI

Háhitasvæði á Íslandi eru yfir 20 talsins og liggja á gliðnunarbeltunum (Guðmundur Pálmason o.fl. 1985). Þau eru misstór, allt frá fáeinum ferkílómetrum til víðfeðmra landsvæða. Sem dæmi er háhitasvæðið á Reykjanesi áætlað 2 km² að flatarmáli en svæðið sem kennt er við Torfajökul er talið yfir 190 km² en það er stærsta háhitasvæði landsins. Þá er jarð- og berggrunnur á svæðunum ólíkur að uppruna og er fjölbreytni meiri innan stærri svæðanna heldur en þeirra minni (1. tafla). Umhverfisþættir á borð við úrkomu og hitastig eru mjög ólíkir milli svæða en hæð yfir sjávarmáli, fjarlægð frá sjó og landshluti hafa þar áhrif. Þessir þættir hafa áhrif á eðli og einkenni jarðmyndana sem fyrir koma á háhitasvæðum og móta skilyrði fyrir gróður og aðrar lífverur.

1. tafla. Háhitasvæði á Íslandi, flatarmál þeirra, hæð yfir sjávarmáli og jarð- og berggrunnur (Heimild: Tillaga Náttúrufræðistofnunar Íslands 2005 að verkáætlun til 5 ára). Heiti þeirra háhitasvæða sem voru rannsökuð sumarið 2005 eru sýnd með feitu letri.

Háhitasvæði	Flatarmál (km ²)	H.y.s. (m)	Jarð- og berggrunnur
Reykjanes	2	0–70	Hraun
Svartsengi	16	20–220	Hraun
Krýsuvík	65	120–400	Móberg
Brennisteinsfjöll	18	260–600	Hraun, móberg
Hengill – Grændalur	110	380–800	Súrt berg, hraun, móberg, melur
Geysir	3	100–180	Súrt berg, móberg
Kerlingarfjöll	14	900–1500	Súrt berg, móberg
Hveravellir	6	620–660	Hraun, melur
Torfajökull	192	580–1300	Súrt berg, móberg
Köldukvíslarbotnar	18	810–920	Súrt berg, móberg
Vonarskarð	19	940–1060	Súrt berg, móberg
Grímsvötn	68	1460–1720	Súrt berg, móberg
Kverkfjöll	35	1300–1840	Móberg
Askja	26	1000–1500	Móberg
Fremrinámar	3	800–920	Hraun, móberg
Námafjall	12	320–480	Súrt berg, hraun
Krafla	40	440–820	Súrt berg, hraun
Gjástykki	6	420–500	Hraun
Þeistareykir	20	320–540	Súrt berg, hraun, móberg
Öxarfjörður	45	0–10	Melur

Til rannsókna voru valin tvö svæði á Suðvesturlandi, Krýsuvík og Grændalur. Það þriðja, Hveravellir, liggur nánast í miðju landsins (1. mynd). Við valið var tekið mið af því að gagna yrði aflað af fjölbreytilegu landi, því voru valin svæði bæði á hálendi og láglendi þar sem umhverfisþættir á borð við úrkomu og hitastig voru mismunandi (2. tafla). Einnig var miðað að því að bæði votlendi og þurrlandi væri til staðar og að fjölbreytni ríkti innan svæðanna. Leitast var eftir að jarð- og berggrunnur væri af ólíkum toga sem og að margvíslegar gerðir hvera og jarðmyndana væru til staðar. Jafnframt voru svæðin valin með það í huga að auðvelt væri að komast á þau.



1. mynd. Staðsetning rannsóknasvæða.

2. tafla. Hæð rannsóknasvæða yfir sjó og meðalhiti¹ og meðalársúrkoma² á þeim.

Rannsóknasvæði	H.y.s. (m)	Ársmeðalhiti (°C)	Meðalhiti í janúar (°C)	Meðalhiti í júlí (°C)	Ársúrkoma (mm)
Krýsuvík	140–300	3,4	-1,5	9,4	1600–2400
Grændalur	100–300	3,0	-2,0	9,9	1600–2600
Hveravellir	620–660	-0,8	-6,4	7,2	730

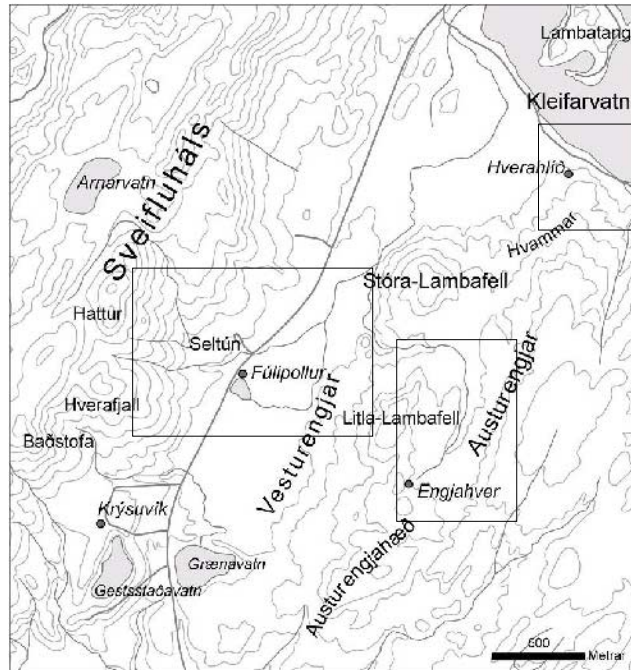
2.1 Krýsuvík

Jarðhitasvæðið sem kennt er við Krýsuvík er á sunnanverðum Reykjaneskaga og er talið um 65 km² að flatarmáli (1. tafla) (Háhitavefur Orkustofnunar 2006). Það nær yfir jarðhitasvæðin á Austurengjum, við bæinn Krýsuvík, í Köldunámum, Trölladyngju og við Sandfell. Nútímahraun þekja láglendi vestur af og á milli móbergshryggjanna Sveifluháls og Vesturháls en austur af Sveifluhálsi hefur gosvirkni verið minni og þar eru eldri jarðmyndanir. Hveravirknin einkennist af gufu- og leirhverum en einnig er nokkuð um brennisteinshver. Víða má finna hverasprengríga sem bendir til þess að grunnt sé á suðu í jarðhitakerfinu (Háhitavefu Orkustofnunar 2006). Við Krýsuvík er hveravirknin einkum bundin við Seltún og Hveradali (Baðstofan) en þar eru gufu- og leirhverir sem teygja sig upp í hlíðar Sveifluháls í yfir 300 m hæð. Hveravirknin fylgir oft rákum líkt og á Austurengjum þar sem röð hvera nær frá Austurengjahver (Engjahver) í suðri og norður í Kleifarvatn.

Veðurfar í Krýsuvík einkennist af hafrænu loftslagi með mikilli úrkomu og mildum lofthita (Markús Á. Einarsson 1988). Hitatölur voru reiknaðar út frá hitalíkani Veðurstofu Íslands (Halldór Björnsson 2003) og er meðalhiti í janúar -1,5°C og í júlí 9,4°C (2. tafla). Meðalársúrkoma er 1600–2400 mm og eykst inn til landsins. Einungis 5–10% úrkomu fellur sem snjór og tekur hann jafnframt fljótt upp aftur (Markús Á. Einarsson 1988).

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

² Úrkomutölur byggjast á útreikningum Markúsar Á. Einarssonar (1988) fyrir Suðvesturland og á úrkomumælingum á Hveravöllum árin 1966–2003 (Veðurstofa Íslands 2006).



2. mynd. Rannsóknasvæðin í Krýsuvík ásamt helstu örnefnum og staðháttum.

Reykjanesfólkvangur var stofnaður árið 1975 til útivistar og almenningsnota og er jarðhitasvæðið innan hans (Náttúruverndarráð 1996). Landnýting innan fólkvangsins hefur lengi einkennt af sauðfjár- og hrossabeit. Mikið jarðvegsrof og gróðureyðing hefur orðið á svæðinu. Minnst ber á rofi í mýrum og í brekkurótum og rökum hlíðum en mest er það í bröttum hlíðum og á flatlendi þar sem helstu yfirborðsgerðir eru moldir og melar (Guðrún Gísladóttir 1998, Sigurður H. Magnússon 1998). Jarðhitanýting er undanskilin verndunarákvæðum fólkvangsins og nokkuð hefur verið um tilraunaboranir á svæðinu allt frá miðbiki síðustu aldar. Gufa er nýtt til húshitunar í Krýsuvík en ekkert hefur orðið úr raforkuframleiðslu (Yngvi Þór Loftsson og Áslaug Traustadóttir 2006). Seltún hefur löngum verið vinsæll viðkomustaður ferðamanna og þar hafa verið reistir pallar og lagðir stígar til að takmarka rask. Veturinn 1999 sprakk borhola í Seltúni sem áður hafði spúið öflugum gufustrók. Sprengingin myndaði stóran gíg og þeyttist leir og jarðvegur hundruð metra út frá gígnum (Orkustofnun 1999).

2.1.1 Afmörkun rannsóknasvæða

Á háhitasvæðinu í Krýsuvík voru rannsökuð þrjú svæði. Við Seltún, við Austurengjar austan Litla-Lambafells og það þriðja í Hverahlíð (1. viðauki, gróðurkort – Krýsuvík). Við forathugun þóttu svæðin vera fjölbreytt að gróðurfari og yfirborðsgerðum og tiltölulega óspillt af manna völdum (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2005). Rannsóknirnar fóru fram dagana 26. og 31. ágúst og 2. september 2005.

1. Hverasvæðið í Seltúni var kortlagt frá Vesturengjum í austri og upp að hæstu klettum Hattar í Sveifluhálsi í vestri. Til suðurs var kortlagt uns komið var í kalt land en engin náttúruleg mörk voru í gras- og votlendi á Vesturengjum. Til norðurs var farið að melum og votlendi við Stóra-Lambafell (2. og 3. mynd).
2. Við Austurengjar var kortlagt norður eftir hveraröðinni sem þar er en vesturmörk voru á hálsi þar sem Litla-Lambafell ber hæst (2. og 3. mynd). Hallamýrar á Austurengjum austan hvera voru kortlagðar en norðurmörk voru við læk sem fellur frá hverunum og sveigir til vesturs niður á Vesturengjar. Til suðurs var kortlagt að stórum mel.

3. Loks var kortlagt umhverfis stakan hver í Hverahlíð við suðurenda Kleifarvatns. Vesturmörk voru í Hvömmum, til norðurs var kortlagt út á sanda Kleifarvatns, til austurs að læk er fellur af Vesturengjum en til suðurs var kortlagt að graslendi við rætur Stóra-Lambafells (2. mynd).

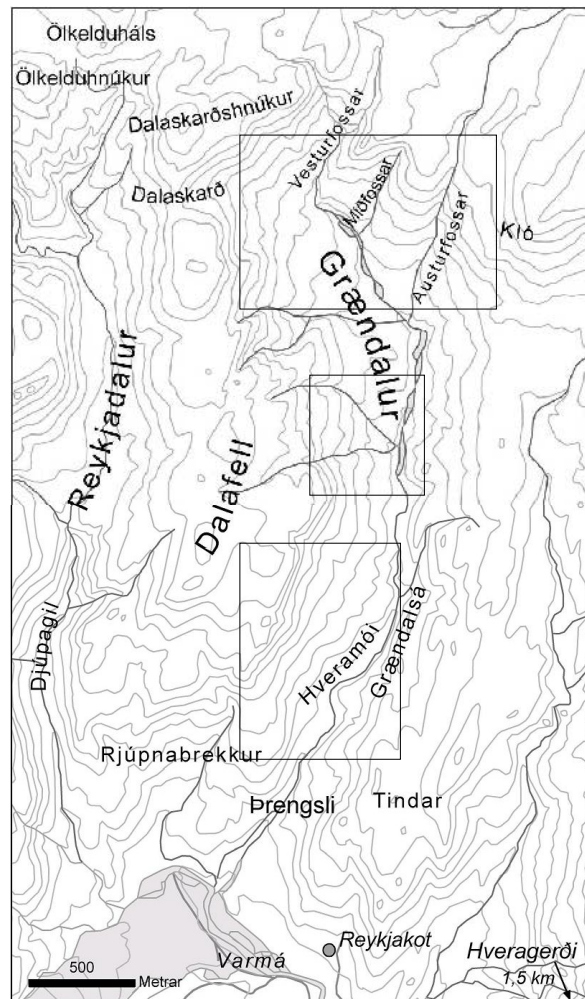


3. mynd. Hverasvæðið við Seltún séð ofan af Sveifluhálsi. Í fjarlægð sést gufa stíga frá Austurengjahver. *Ljósmynd. Ásrún Elmarsdóttir (Á.E.), 31. ágúst 2005.*

2.2 Grændalur

Grændalur er um 2 km norður af Hveragerði og tilheyrir Hengilssvæðinu, sem er með stærstu háhitasvæðum landsins. Hengilssvæðið er tengt tveimur megineldstöðvum, Hveragerðiseldstöðinni, sem er óvirk, og eldstöðinni sem nær yfir Hengil og Hrómundartind (Háhitavefur Orkustofnunar 2006). Grændalur tilheyrir þeirri fyrrnefndu en þar eru jarðlögin nokkru eldri en í Henglinum. Jarðlögin eru einkum úr móbergi, bólstrabergi og setlögum. Svæðið er töluvert rofið svo að sér í litríkan berggrunn megineldstöðvarinnar. Berggrunnurinn er þéttur og renna ár og lækir þar stöðugt árið um kring. Mest ber á gufu- og leirhverum í hlíðum dalsins en þeir hafa breyst mikið í tímans rás. Neðar eru laugar og volgar lækjarsytrur sem renna undan berghlaupum. Þær mynda votlendi í undirhlíðum og á flatlendinu í dalbotni og eru séreinkenni dalsins (Umhverfisstofnun 2003). Sérstakar aðstæður skapast fyrir gróður þar sem misvolgir lækir falla frá hverasvæðum og stuðla ásamt landslagi og þéttum berggrunni að mikilli fjölbreytni í gróðurfari (Jón Guðmundsson og Halldór Sverrisson 2000).

Grændalur er í 100–300 m hæð yfir sjávarmáli. Hann er um 3,5 km að lengd (4. mynd) og í um 18 km fjarlægð frá strönd við Ölfusárósa. Úrcoma fellur einkum í suðlægum og austlægum áttum en hún er meiri áveðurs til fjalla (Markús Á. Einarsson 1988). Meðalársúrcoma er 1600–2600 mm (2. tafla) og eykst inn eftir dalnum. Meðalhiti í janúar er $-2,0^{\circ}\text{C}$ og í júlí $9,9^{\circ}\text{C}$ en dalurinn er skjólgóður.



4. mynd. Rannsóknasvæðin í Grændal ásamt helstu örnefnum og staðháttum.

Grændalur er nýttur sem afréttur fyrir sauðfé og þar er nokkur umferð hrossa (Umhverfisstofnun 2003). Gróður ber merki um beit undanfarinna áratuga, lítið er um eftirsóttar beitarplöntur á borð við víði. (Jón Guðmundsson og Halldór Sverrisson 2000). Svæðið er vinsælt til útivistar en gönguleið liggur um dalinn yfir Dalaskarð og þaðan í Reykjadal. Árið 2001 hafnaði Umhverfisstofnun beiðni Sunnlenskrar orku um lagningu vegslóða inn Grændal en náttúrufar í dalnum er talið einstakt á landsvísu (Auður Andrésdóttir o.fl. 2003, Jón Guðmundsson og Halldór Sverrisson 2000). Dalurinn er á Náttúruminjaskrá (Náttúruverndarráð 1996) og fellur þar undir flokkinn „aðrar náttúruminjar“. Á náttúruverndaráætlun frá árinu 2004 er lagt til að gera Grændal ásamt Reykjadal að friðlandi sem yrði um 15 km² að flatarmáli (Umhverfisstofnun 2003).

2.2.1 Afmörkun rannsóknasvæða

Val rannsóknasvæða í Grændal miðaði að því að endurspeglja þá fjölbreytni gróðurs og landgerða sem dalurinn hefur að geyma. Valin voru hverasvæði með votlendi og þurrlendi, á mel, í berglaupi og í skriðum (1. viðauki, gróðurkort - Grændalur). Jarðfræðikort af Henglinum (Kristján Sæmundsson 1995) sem sýnir dreifingu jarðhita á yfirborði var haft til hliðsjónar sem og skýrsla Jóns Guðmundssonar og Halldórs Sverrissonar (2000) um gróður í Grændal. Kortlagningu var hætt er komið var í kalt land. Rannsóknir fóru fram dagana 25.–27. júlí 2005, og 7. febrúar 2006. Rannsóknasvæðin voru afmörkuð þannig:

1. Nyrst í dalnum er nokkuð flatlendi undan hlíðunum og er þar gróskumikið votlendi sem dalurinn ber heiti af. Tvö hverasvæði voru könnuð, eitt austan Grændalsár og annað vestan árinna. Vestara svæðið afmarkaðist af hömrum Dalafells í vestri og Grændalsá í austri. Til suðurs var farið að þverá Grændalsár þar sem votlendi dalbotnsins sleppir. Til norðurs voru ekki afgerandi náttúrleg mörk til að styðjast við og því var kortlagningu hætt er komið var í kalt land. Að austanverðu var svæðið mitt á milli Miðfossa og Austurfossa kortlagt og miðaðist við brúnir fjalla í austri og Grændalsá í vestri (4. mynd).
2. Tæplega einum km sunnar í dalnum var annað hverasvæði kortlagt. Það var á mel með litlu undirlendi og afmarkaðist af hömrum Dalafells í vestri en Grændalsá í austri. Til norðurs markaði ónefnt lækjardrag mörk en til suðurs var farið í kalt land (4. mynd).
3. Tveimur km sunnar voru kortlögð tvö hverasvæði, annað í berghlaupi (5. mynd) og hitt í skriðurótum. Svæðið í berghlaupinu var norðar í dalnum en hitt og voru melakollar norðurmörk þess. Kortlagt var í einni samfellu niður fyrir syðra hverasvæðið í skriðurótunum. Svæðin höfðu takmarkað undirlendi en votlendi, sem ber heitið Hveramói, náði víða fram á bakka Grændalsár (4. mynd).

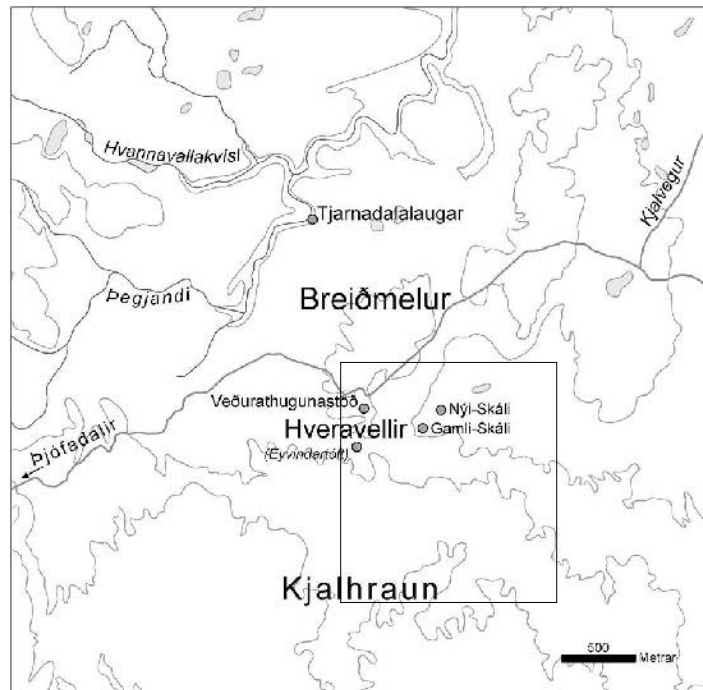


5. mynd. Hverasvæði í berghlaupi í Grændal. Volgrur seytila úr hlaupinu neðanverðu og gróskulegt mýrlendi er á flatlendinu við hlíðarrætur. Ljós. Á.E., 26. júlí 2005.

2.3 Hveravellir

Jarðhitasvæðið á Hveravöllum er í um 600 m hæð yfir sjávarmáli við Kjalveg. Það er talið tengt við Þjófadalaeldstöðina í norðanverðum Langjökli og er í austurmörkum hennar við jaðar Kjalhrauns (Árni Hjartarson og Magnús Ólafsson 2005a). Suðurhluti hverasvæðisins er í hrauninu en aðalhverirnir eru í jaðri þess og á berggrunni sem myndaður er úr hraunum frá ísöld. Norðan við svæðið er víðáttumikill melur sem nefnist Breiðmelur (Breiðimelur) (6. mynd). Svæðið hefur lengi verið þekkt fyrir sérstök náttúrufrýrbrigði sem tengjast jarðhitunum en vatn úr hverunum er mjög kísilríkt. Þar hefur byggst upp myndarleg kísilhrúðurbunga sem er einkennandi fyrir hverasvæðið en auk vatnshvera má einnig finna gufu-, leir- og suðhverir, auk lauga og volgra (7. mynd). Í Kjalhrauni stíga gufur til himins og ummyndunarskellur eru á yfirborði hraunsins. Gufuhverir eru einnig norður af völlum á Breiðmel og laugar og suðhverir finnast rúmlega þremur kílómetrum norðan við

aðalsvæðið. Hveravellir hafa um langan tíma verið rannsóknarefni náttúrufræðinga og benda heimildir til þess að virkni jarðhitasvæðisins hafi verið mun meiri á öldum áður (Helgi Torfason 1997).



6. mynd. Rannsóknasvæðið á Hveravöllum ásamt helstu örnefnum og staðháttum.

Á Hveravöllum hefur verið starfrækt mönnuð veðurathugunarstöð frá árinu 1965. Þar einkennist veðurfar af fremur lítilli úrkomu og lágum lofthita. Ríkjandi vindáttir eru úr suðri og norðri en Langjökull og Hofsjökull mynda skjól fyrir austan- og vestanáttum. Árshita-sveiflur eru miklar en meðalhiti í janúar er $-6,4^{\circ}\text{C}$ og $7,2^{\circ}\text{C}$ í júlí (2. tafla). Meðalársúrkoma er 730 mm en úrkomudagar (úrcoma $\geq 0,1$ mm) eru að meðaltali 257 yfir árið (Flosi Hrafn Sigurðsson o.fl. 2003).

Hveravellir voru friðlýst náttúruvætti árið 1960 vegna sérkenna og fræðilegs gildis jarðhitasvæðisins (Náttúruverndarráð 1996). Þar eru tveir gistiskálar, sá eldri er frá árinu 1938 og stendur við Hveralæk sem fellur af Hverabungu, sá yngri var byggð árið 1980 og er lengra frá hverasvæðinu. Tjaldsvæði eru meðfram læknum til austurs. Lagðir hafa verið göngustígar um Hverabungu til að takmarka skemmdir á hverahrúðri og eru gönguleiðir merktar í nágrenninu. Svæðið er vel aðgengilegt á sumrin og þangað kemur mikill fjöldi ferðafólks í dagsferðum og til gistingar. Heildarfjöldi sumargesta árin 1990–1996 var rúmlega ellefu þúsund (Deiliskipulag Hveravalla 1997). Þá er vetrarumferð jeppa- og vélsleðafólks ekki meðtalin. Í tengslum við gerð deiliskipulags fyrir Hveravelli rannsakaði Helgi Torfason jarðhita og Sigurður H. Magnússon gróður. Gróðurfar hefur orðið fyrir breytingum vegna átroðnings á svæðinu (Sigurður H. Magnússon 1997). Í gróðurlendum í nágrenni Hverabungu, einkum næst skálunum, við göngustíga og á tjaldstæðinu er nokkuð álag vegna traðks og umferðar. Auk þess hafa uppgræðslur í nágrenni eldri skálans og á tjaldstæði breytt gróðurfari og hugsanlega aukið við flóru svæðisins. Þá eru áhrif sauðfjárbeitar töluverð á Hveravöllum.



7. mynd. Hverabunga á Hveravöllum er mynduð úr kísilútellingum og er helsta einkenni svæðisins. Ljósmynd. Á.E., 11. ágúst 2005.

2.3.1 Afmörkun rannsóknasvæðis

Við afmörkun rannsóknasvæðisins á Hveravöllum til gróðurathugana og kortlagningar var stuðst við rannsókn Helga Torfasonar (1997) á jarðhitamyndunum á yfirborði sunnan við hverasvæðið og útbreiðslu hverahrúðurs og ummyndunar á Hveravöllum. Auk þess var jarðfræðikort Árna Hjartarsonar og Magnúsar Ólafssonar af Hveravöllum (2005b) nýtt til afmörkunar. Kortlagt var suður fyrir yfirborðshitann í Kjalhrauni uns komið var í kalt land. Til austurs var farið út fyrir hrúðureyri sem er í farvegi Hveralækjar, sem fellur af Hverabungu. Kortlagt var til vesturs frá Veðurstöð og hitaskellu sem þar er í melkolti og norður eftir Breiðmel í átt til hestúsa. Þá var farið norður að Tjarnardalalaugum í austurbakka Þegjanda skammt upp af ármótum við Hvannavallakvísl en ekki var kortlagt þar (6. mynd og 1. viðauki, gróðurkort – Hveravöllir). Rannsóknin fór fram dagana 10.–13. ágúst 2005.

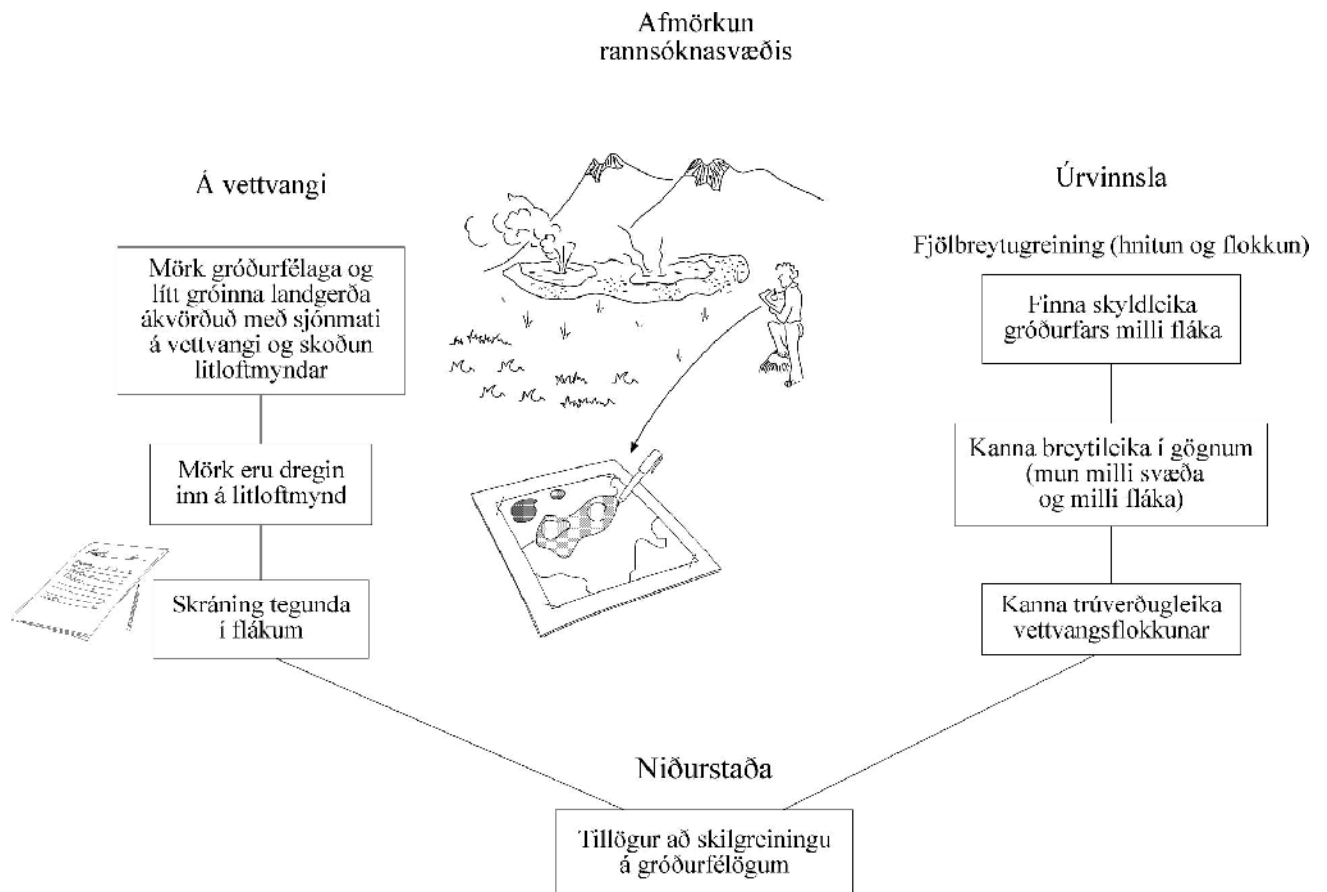
3 AÐFERÐIR

3.1 Gagnasöfnun

3.1.1 Gróður og yfirborðsgerðir

Þegar rannsóknasvæði höfðu verið afmörkuð voru mörk gróðurfélaga og lítt gróinna yfirborðsgerða kortlögð á vettvangi. Þau voru færð inn á litloftmynd í mælikvarðanum 1:2500. Mörkin voru ákvörðuð með sjónmati á vettvangi eftir útliti gróðurs og yfirborðsgerða og með skoðun loftmyndar (8. mynd). Þá var tegundagreint í flákum (e. polygon) sem voru dæmigerðir fyrir gróðurfélög og yfirborðsgerðir innan hvers rannsóknasvæðis en ekki var tegundagreint í öllum flákum. Fengu tegundir gildi 1–3 innan fláka og stóðu gildin fyrir:

- 1 = tegund er ríkjandi, hefur mesta gróðurþekju, geta verið ein eða fleiri í hverju gróðurfélagi
- 2 = tegund er einkennandi fyrir gróðurfélagið án þess að hafa mesta þekju, geta verið ein eða fleiri og eru bundnar við umrætt gróðurfélag
- 3 = fáir einstaklingar af tegundinni.



8. mynd. Verkerfi við flokkun gróðurfélaga og yfirborðsgerða á háhitasvæðum. Mörk gróðurfélaga og yfirborðsgerða voru ákvörðuð á vettvangi, dregin á loftmynd og tegundagreint í flákum. Með fjölbreytugreiningu á gróðurgögnum voru dregin fram einkenni fláka, breytileiki milli þeirra og kannaður trúverðugleiki vettvangsflokkunar. Ut frá vettvangsvinnu og fjölbreytugreiningu voru gerðar tillögur að skilgreiningu á gróðurfélögum. (Teikning Olga K. Vilmundardóttir 2006 (O.K.V.)).

Greiningarlykill Náttúrufræðistofnunar Íslands var notaður til að skilgreina gróðurfélög en samkvæmt honum eru þau greind eftir ríkjandi og/eða einkennandi tegundum (Steindór Steindórsson 1981). Greiningarlykillinn nær hins vegar ekki yfir jarðhitagróður og var gróðurfélögum þá bætt við til að lýsa þeim gróðri sem var undir áhrifum jarðhita. Gróðurkortlagningu var hætt þegar talið var að áhrifa jarðhita gætti ekki lengur.

Mosa- og fléttusýnum var safnað í gróðurfélögum og yfirborðsgerðum þar sem hitaáhrifa gætti. Jarðvegshiti var mældur í flákum á 10 cm dýpi með „Multi- Thermometer“ (nákvæmni $\pm 1^\circ\text{C}$). Mælt var að lágmarki fimm sinnum í hverjum fláka með 1 m millibili. Stefna mælinga var oft háð stærð og legu flákans en meginreglan var sú að í halla var mælt upp á við en annars í stefnu norður–suður. Þá var hiti mældur á vaxtarstöðum ákveðinna plöntutegunda, einkum þeirra sem eiga kjörsvæði við jarðhita (3. tafla).

Auk hefðbundinnar gróðurkortlagningar var afrennislækjum, tjörnum og laugum undir áhrifum jarðvegshita lýst sérstaklega. Skráð var hvort slý, þörungar eða plöntur yxu í vatninu eða á bökkum þess og mosum safnað til greiningar. Hiti var mældur í hverum, laugum og lækjum, að jafnaði á 1–3 stöðum. Hiti var mældur í vatninu, á bakka og í vatnsbotni ef því var við komið. Loks voru teknar ljósmyndir af gróðurfélögum, yfirborðsgerðum, plöntutegundum eða fyrirbærum til frekari skýringa.

3. tafla. Þættir gagnasöfnunar fyrir gróður og yfirborðsgerðir

Þáttur	Lýsing
Kortlagning	
Gróðurfélög	Moslendi, mólendi, graslendi og votlendi
Yfirborðsgerðir	Melar, moldir, hveraleir, tjarnir, klettar og grýtt land, rask
Gróður	
Háplöntur	Háplöntulisti og tegundum gefið gildi eftir algengi
Mosar	Mosasýnum safnað til greiningar
Fléttur	Fléttusýnum safnað til greiningar
Jarðvegshiti	
Hitamælingar	Mælingar í gróðurfélögum og yfirborðsgerðum. Einnig við vaxtarstaði einstakra plöntutegunda.
Vatn	
Afrennislækir, tjarnir og laugar	Skráð var hvað óx í vatninu og við bakka, s.s. háplöntur, slý
Hitastig	Hitamælingar í vatni og í vatnsbotni þar sem við var komið

3.1.2 Almennar upplýsingar

Skráðar voru ýmsar upplýsingar um rannsóknasvæðin sem ekki komu beint fram í mælingum (4. tafla). Þar má nefna megingerð lands og landslag og ýmis einkenni hverasvæða á borð við hljóð og lykt. Auk þess var ástandi og raski á svæðunum lýst, m.a. með tilliti til landbúnaðar, ferðamanna og jarðhitanýtingar.

3.2 Úrvinnsla

Gróðurgögn voru flokkuð með TWINSPAN-aðferð (Hill 1979a) sem er í PC-ORD forritasafninu (McCune og Mefford 1999). Sjaldgæfar tegundir fengu jafnmikið vægi og þær algengari en að öðru leyti voru notaðar sjálfgefnar stillingar forritsins. Flokkunin gengur út á að skipta flákunum niður í sífellt smærri hópa eftir skyldleika auk þess sem hún sýnir einkennistegundir við hverja skiptingu. Flokkunin byggðist á háplöntuskráningu en gildunum var snúið við, þ.e. sú tegund sem var ríkjandi fékk hæsta gildið 3, en tegundir sem minnst var um fengu gildið 1. Auk flokkunar var beitt DCA-hnitun (Hill 1979b) við túlkun gagnanna.

Hnitunin byggði einnig á háplöntugögnunum og fengu sjaldgæfar tegundir jafnmikið vægi og þær algengu. Bæði flokkun og hnitun grundvölluðust á háplöntulista úr 50 flákum af rannsóknasvæðunum þremur en þar voru alls skráðar 153 tegundir háplantna. Fjölbreytugreiningin var gerð til þess að kanna skyldleika gróðurfars í flákum, finna einkennandi tegundir, og til að kanna breytileika í gagnasafninu svo sem mun milli svæða og milli fláka. Greiningin sýndi fram á tengsl gróðurfarsbreytileika við ríkjandi umhverfisþætti. Loks var fjölbreytugreiningin nýtt til að kanna trúverðugleika vettvangsflokkunar, þar sem niðurstaða flokkunar og hnitunar var borin saman við flokkun á vettvangi. Á því stigi var vettvangsflokkunin endurskoðuð, flákar sem báru svipuð einkenni voru flokkaðir til sama gróðurfélags og ólíkir flákar voru skildir að. Niðurstöður verkferlisins voru tillögur að skilgreiningu á gróðurfélögum við jarðhita (8. mynd).

Gróðurskort voru unnin í ARC-GIS landupplýsingakerfum þar sem notuð var Lambert keiluvörpun og WGS 84 hnattstöðuákvörðun. Gerð voru myndkort yfir heildargróðurskortlagningu á svæðunum með áherslu á jarðhitagróðurfélög í mælikvarðanum 1:5000.

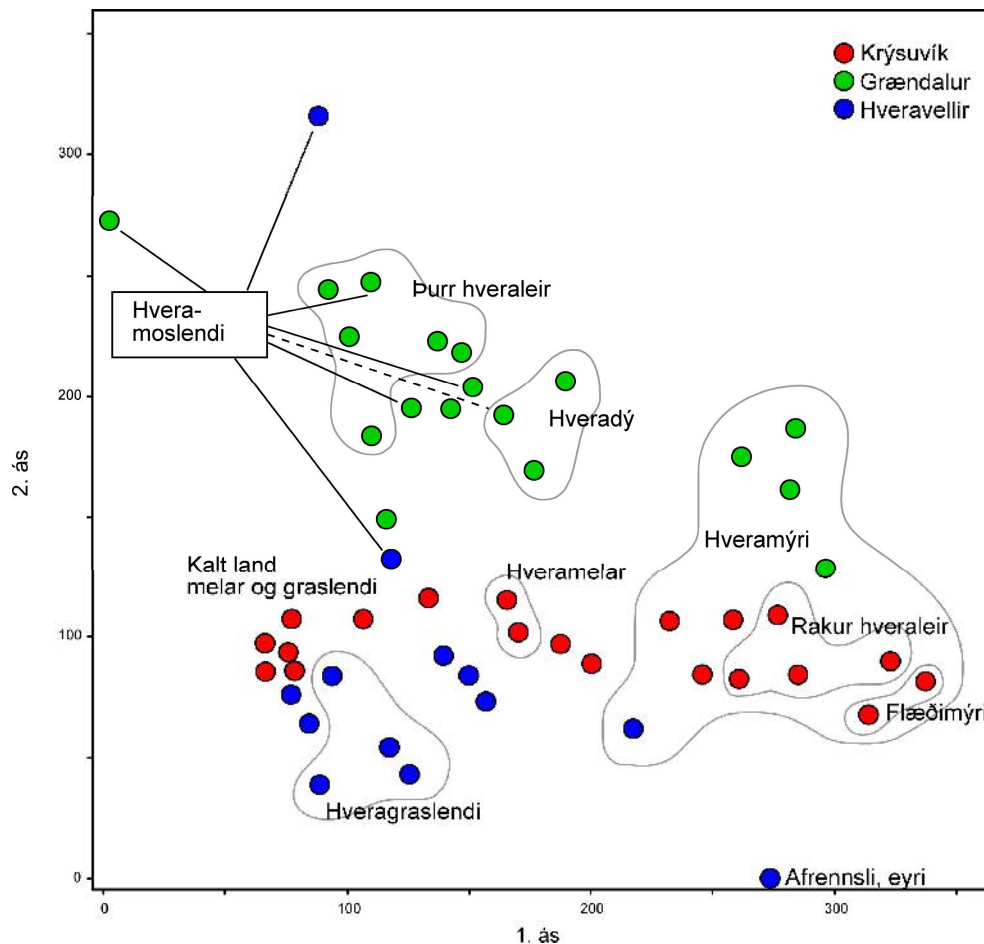
4. tafla. Almennar upplýsingar sem skráðar voru á rannsóknasvæðunum

Þáttur	Lýsing
Einkenni landsvæðis	
Megingerð lands	Grunnþættir á borð við flatlendi, halla, áferð yfirborðs o.s.frv.
Landslag	Stærð svæðis, fjölbreytni, litbrigði, breytileiki í hæð og andstæður
Einkenni hverasvæðis	
Gufa	Sýnileg gufa er berst frá hverum
Hljóð	Hverahljóð, styrkleiki og einkenni
Hveralykt	Hversu megn er lyktin
Landnýting	
Ástand og rask	<ul style="list-style-type: none"> a Núverandi nýting háhita á svæðinu b Saga nýtingar háhita á svæðinu c Umferð ferðamanna og útivistargildi svæðis d Ummerki um átroðning manna e Áhrif af landbúnaði, t.d. ræktun, framræsla, beit f Annað rask
Friðun og verndun	Gildandi verndarákvæði eða verndaráætlanir

4 NIÐURSTÖÐUR

4.1 Hnitun og flokkun

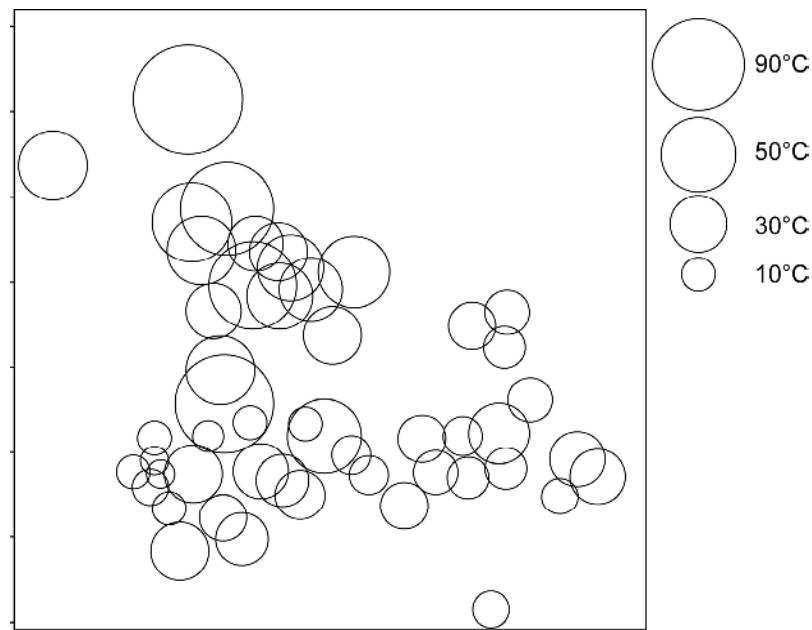
Niðurstöður DCA-hnitunar gefa til kynna hversu líkir flákar eru að gróðurfari. Flákar sem bera svipuð einkenni raðast saman en þeir sem raðast fjarri hver öðrum eiga minna sameiginlegt (9. mynd). Nokkur gróðurfarsbreytileiki reyndist vera á rannsóknasvæðunum þremur en flákar innan hvers rannsóknasvæðis virtust bera svipuð einkenni og mynduðu hópa á hnitamyndinni.



9. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar byggðar á háplöntugögnum. Merkingar við punktana á myndinni gefa til kynna hvernig flákar með svipuð gróðurfarsleg einkenni raðast saman. Hveramoslendi er þar undantekning en í því eru fáar háplöntutegundir og nokkuð breytileg samsetning þeirra veldur þessum mikla mun. Á 1. ás eykst jarðraki til hægri út með ásnum en jarðhiti skýrir að hluta dreifingu fláka á 2. ás. Sjá einnig skýringar í texta.

Grafið sýnir 1. og 2. ás sem endurspeglar jafnan þá umhverfisþætti sem mestu ráða um gróðurfarsbreytileika í þeim gögnum sem unnið er með. Greinilegt er að jarðraki tengist eindregið 1. ási, en hann eykst út eftir ásnum, þ.e. til hægri á hnitagrafinu. Þegar miðgildi hitamælinga í jarðvegi var tengt niðurstöðum hnitunarinnar (10. mynd) var áberandi mestur hiti í flákum upp til vinstri og lækkaði niður á við með örfáum undantekningum. Hægra megin í grafinu eða þar sem jarðraki var meiri er ferillinn ekki jafnafgerandi. Þar var um að ræða heitt vatnsrennsli frá jarðhitasvæðum og var þá hærri hiti einkum bundinn við vatnshverfi, farvegi hveravatns og bakka þeirra en annars staðar var hiti lágur.

Hnitunin dregur fram mismunandi einkenni rannsóknasvæðanna. Í brattlendi og berg-hlaupum Grændals voru einkennandi þurr moslendi, gróðursnauð hverasvæði og graslendi með fremur háum jarðvegshita og eru þau ofarlega til vinstri á hnitamyndinni. Hins vegar voru gróskuleg mýrlendi með volgrum á flatlendinu undir hlíðunum. Á rannsóknasvæðunum við Krýsuvík voru moldir og hveramelar víða áberandi en vatnshverir og heitar lækjarsytrur einkenndu jarðhitasvæðin öðru fremur og eru þau til hægri á hnitamyndinni ásamt mýrlendinu í Grændal. Á Hveravöllum voru graslendi á ylvolum jarðvegi einkennandi en þau eru neðarlega til vinstri á hnitamyndinni þrátt fyrir að nokkurs hita gætti í flákunum. Gætu snjóðældartegundir í gróðurfélögum haft áhrif á hversu neðarlega flákarnir raðast á 2. ás.



10. mynd. Miðgildi hitamælinga í flákum á 10 cm dýpi í jarðvegi sett upp í samræmi við niðurstöður DCA-hnitunar. Hærri hiti er táknaður með stærri hringjum en þeir smæstu sýna um 10°C hita sem er bakgrunnshiti í jarðvegi.

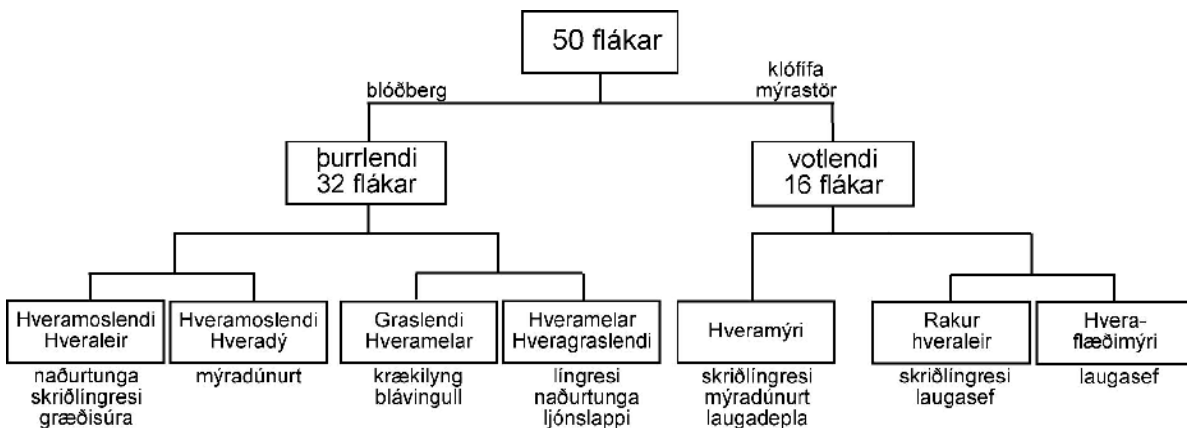
TWINSKAN-flokkunin sýndi svipaðar niðurstöður og hnitunin en skipting gagnanna í frumhópa endurspeglar greinilega jarðraka (11. mynd). Einkennandi tegund fyrir þurrlendis-hópin var blóðberg en mýrastör og klófifa einkenndu votlendishópin. Frekari aðgreining leiddi af sér sjö flokka, fjóra sem féllu undir þurrlendi og þrjá undir votlendi.

Í meginráttum voru niðurstöður flokkunarinnar í samræmi við vettvangsflokkun gróðursins. Flokkunin greindi tvo hópa sem falla undir moslendi. Annars vegar þurrt hveramoslendi og hins vegar rakt moslendi sem mætti nefna hveradý. Á vettvangi voru hveradý þó flokkuð til votlendis. Í þurra hveramoslendinu voru naðurtunga, skriðlíngresi og græðisúra einkennandi auk blóðbergs, en til sama hóps féll hveraleir þar sem samsetning háplantna var svipuð og í hveramoslendi. Í hveradýjum var mýradúnurt einkennandi ásamt rakakærum mosategundum. Flokkun á vettvangi skilgreindi tvö gróðurfélög sem féllu undir þurrt hveramoslendi en þau greindust ekki að fyrr en á lægri stigum TWINSKAN-flokkunarinnar. Í slíkum tilfellum var flokkun á vettvangi haldið óbreyttri.

Hveragraslendið á Hveravöllum greindist í sérstakan flokk. Einkennandi tegundir voru língresi, blóðberg, naðurtunga og ljónslappi. Til þessa hóps flokkuðust líka melar í nágrenninu og hraunflög á Kjalhrauni þar sem ylvogir blettir voru í yfirborðsgerðunum. Á vettvangi

voru tvö gróðurfélög skilgreind sem hveragraslendi og greindust að á lægri stigum TWINSPAN-flokkunar. Í flokknum graslendi/hveramelar voru jarðhitaáhrif vart mælanleg í graslendi og melar yfirleitt kaldir þrátt fyrir ummyndað yfirborð.

Hluti af votlendisflákum af rannsóknasvæðunum þremur flokkaðist sem hveramýri (11. mynd). Í þeim voru vatnshverir, laugar og volgrur. Gróðurfur var fjölbreytt en einkennandi tegundir voru mýrastör og klófifa og við hærri hita einnig skriðlingresi og mýradúnurt. Á vettvangi voru tvö gróðurfélög í hveramýri flokkuð sem jarðhitagróðurfélög og aðgreindi TWINSPAN-flokkunin þau á lægri stigum flokkunarinnar. Hveraflæðimýri var sérstakur flokkur þar sem jarðvatnsstaða var há og var laugasef þar einkennandi. Í flokknum rakur hveraleir var plöntusamsetning svipuð og í hveraflæðimýrinni en gróðurþekja var mun minni á hveraleirnum.



11. mynd. Niðurstöður TWINSPAN-flokkunar á háplöntugögnum og einkennandi tegundir. Grunnskipting gagnanna var í þurrlendishóp og votlendishóp en frekari aðgreining leiddi af sér sjö flokka.

4.2 Jarðhitagróðurfélög og greiningareinkenni

Eftir samanburð á niðurstöðum fjölbreytugreiningar og greiningar gróðurfélaga á vettvangi hafa tillögur að átta jarðhitagróðurfélögum verið lagðar fram. Þau falla undir gróðurlendin moslendi, graslendi og votlendi. Jarðhitagróðurfélögunum átta verður lýst ítarlega og gerð grein fyrir helstu einkennum þeirra. Nauðsynlegt er að hafa gróðurkort til hliðsjónar þegar farið er yfir þær en þau eru í 1. viðauka. Gróðurfélögin eru nefnd eftir ríkjandi og/eða einkennandi tegundum en einnig er vísað í þau með skammstöfunum til hægðarauka. Skammstöfunin, t.d. JM1, stendur fyrir *jarðhiti, moslendi, flokkur 1*. Ekki er tímabært að gera endanleg heiti eða tákn yfir flokkana fyrr en fleiri gögn liggja fyrir af öðrum háhitasvæðum.

Yfirlit er yfir öll gróðurfélög og yfirborðsgerðir sem kortlögð voru á rannsóknasvæðunum þremur (5. tafla). Þar kemur fram hvaða gróðurflokkar og yfirborðsgerðir eru innan hvers rannsóknasvæðis. Einungis verður fjallað um gróður og yfirborðsgerðir sem tengjast jarðhita en stutta lýsingu/skilgreiningu á öllum félögum og yfirborðsgerðum sem fyrir komu má finna í 2. viðauka. Ítarlegri lýsingar er að finna í grein Steindórs Steindórssonar (1981) um flokkun gróðurs í gróðurfélög. Í 3.–5. viðauka er listi yfir fræðiheiti og íslensk heiti háplantna, mosa og fléttna sem fundust á rannsóknasvæðunum.

5. tafla. Gróðurfélög og yfirborðsgerðir sem kortlögð voru á rannsóknasvæðunum. Jarðhitaflokkar eru einkenndir með ljósgráum lit. Tiltekið er flatarmál flokkanna, miðgildi hitamælinga í gróðurfélögum, fjöldi mælinga og spönn þeirra.

		Krýsuvík	Grændalur	Hveravellir	Heildarflatarmál	Jarðvegshiti	Fjöldi mælinga	Spönn hitamælinga	Landgerð
		ha	ha	ha	ha	°C	N	C°	
Moslendi									
JM1	mosar, blóðberg, grös		1,3	0,8	1,7	70	43	36–99	melar, berghlaup, hraun
JM2	mosar, skriðlíngresi, blóðberg		0,4		0,4	62	10	36–78	melar, berghlaup
A2	mosi, með stinnastör	<1			<1				
A3	mosi með stinnastör og smárunnum	<1			<1				
A4	mosi með smárunnum	<1		1	1				
A5	mosi með grösom	24	2	152	177				
Graslendi									
JG1	grös, starir, blómjurtir			1,1	1,1	28	5	27–29	melar, hraun
JG2	grös, blóðberg			15,5	15,5	28	7	18–29	hraun
H1	grös	29	14		43				
H2	grös með störum	21		3	25				
H3	grös með smárunnum	<1			<1				
Blómlendi									
L2	lágvaxnar blómplöntur			1	1				
Votlendi									
JV1	mosar, mýradúnurt		0,6		0,3	39	10	26–46	brekkurætur, dý
JV2	laugasef, mýrastör, klófífa	0,2			0,2	12	8	12–52	votur lækjarfarvegur
JV3	gulstör, klófífa	0,3			0,3	14	6	12–33	hallamýri
JV4	mýrastör, klófífa, skriðlíngresi	0,3	3,6	1,1	5	18	43	15–46	berghlaup, brekkurætur, hallamýri
U4	mýrstör/stinnastör - klófífa	32	13	1	47				
U5	mýrastör/stinnastör		<1		<1				
T11	hrafnafífa með hálmgresi			<1	<1				eyri
Ræktað land									
R5	ræktað graslendi			2	2				
Samtals gróið		~107	~35	~179	~320				
Yfirborðsgerðir									
av	Lítt eða ógróið land vatn	<1			<1				
ey	þurrar áreyrar		<1		<1				
hvl	hverir, leir	4,9	1,3	8,2	14,4	31	82	10–99	við hverri
hvh	hverahrúður			2	2	22	10	19–30	við kísilríka vatnshveri
gt	stórgrýtt land, klettur	1	2		3				
mo	moldir	9	<1	<1	9				
me	melar	82	10	116	208				
mr	mannvirki og rask	2		<1	2				
sk	skriður		3		3				
Samtals lítt gróið eða ógróið		~100	~15	~126	~241				
Heildarstærð rannsv.		207	50	305	567				
Þar af við jarðhita		5,7	7,2	30,0	42,9				

4.2.1 Gróðurfélagið JM1 mosar, blóðberg, grös

Rannsóknasvæði	Grændalur, Hveravellir
Flatarmál	Grændalur: 1,3 ha, Hveravellir: 0,4 ha
Landgerð	Þurrlandið efst á hæðum og bungum, lek hraun, berghlaup og melar
Jarðraki	Lítill (þurrt)
Jarðhiti	Mjög heitur/heitur jarðvegur
Jarðvegshiti (miðgildi)	70°C
Hveragerðir	Heit jörð og gufuaugu
Jarðhitategundir	Háplöntur (H): naðurtunga, grámygla. Mosar (M): slæðumosi, laugaburst, laugarindill, laugaskrúð, laugaslyðra, lauganistill
Tegundir á vólsta	H: naðurtunga
Hitakærar tegundir	H: græðisúra, blákolla M: götuskrýfill, götuhnokki, melaburst, hlaðmosi, bólmosi, laugafaxi, laugableðla, flaganaddur, skuplumosi, móaskart, mýrhaddur, móhaddur, dröfnmosi, hærugambri, fjaðurgambri, mýraleppur og trafburi
Einkennandi tegundir	H: blóðberg, naðurtunga, skriðlíngresi, blávingull
Annað	Mosar eru mest áberandi í þekju. Yfirborð ummyndað, rauður eða ljós leir



12. mynd. Gróðurfélagið JM1 (mosar, blóðberg, grös) á heitri jörð í Kjalhrauni við Hveravelli. Hraunið var mjög ummyndað og leirkent með dumbrauðum eða leirljósum lit. Í fjarlægð sést dökkgræn rönd af gróðurfélaginu JG2 (grös, blóðberg). Ljós. Á.E., 11. ágúst 2005.

Kjörsvæði gróðurfélagsins þarf að uppfylla tvö megin skilyrði, þ.e. að jarðraki sé takmarkaður og að töluverðra hitaáhrifa gæti í jarðvegi. Það var því helst að finna þar sem djúpt var á grunnvatnsborð efst í hæðum eða bungum og á melum eða í gljúpum landgerðum, s.s. hraunum eða berghlaupum. Gróðurfélagið var kortlagt bæði í Grændal og á Hveravöllum (1. viðauki, gróðurkort – Grændalur og Hveravellir). Á Hveravöllum var það einkum að finna við hitur í Kjalhrauni (12. mynd). Einnig voru þrír fremur litlir blettir á Breiðmel norðan veðurathugunarstöðvar. Í Grændal var gróðurfélagið ýmist efst í melakollum, á afmörkuðum bungum eða ofarlega í berghlaupum.



13. mynd. Jarðhiti setti gróðurfélaginu JM1 (mosar, blóðberg, grös) skörp mörk. Gróður næst ljósa leirnum var rauðleitur og visinn og mældist hiti 95°C á 10 cm dýpi undir honum. Er fjær dró varð gróður grænleitari og þreifst með ágætum við 85°C hita í jarðvegi. Við hveraskellu í Breiðmel norðan Hveravalla. Ljós. Á.E., 12. ágúst 2005.

Jarðhiti setti gróðurfélaginu mörk (13. mynd). Við of háan hita varð gróðurþekja sundurslitin og ljósleit leirflög áberandi. Þar sem hiti var lægri og ummyndun á yfirborði skemur á veg komin myndaði gróðurfélagið nokkuð samfellda þekju og hlutdeild háplantna jókst. Lægsta mæling í gróðurfélaginu var um 40°C en með lægra hitastigi urðu háplöntur ríkjandi í þekju.

Meðal jarðhitategunda sem greindust í gróðurfélaginu var naðurtunga í allmörgum flákum bæði á Hveravöllum og í Grændal. Jarðvegshiti við naðurtunguna var á bilinu $30\text{--}50^{\circ}\text{C}$ en dreifing hennar var fremur gisin og óx hún á litlum blettum. Grámygla greindist í hveraleir innan gróðurfélagsins í Grændal. Jarðhitamosar í gróðurfélaginu voru nokkrir, t.d. slæðumosi, laugarindill, laugaslyðra, laugaburst, laugaskrúð, laugableðla og lauganistill. Af hitakærum háplöntutegundum, sem oft vaxa við jarðhita, voru græðisúra og blákolla áberandi á leirkenndum svæðum í Grændal. Þar fannst einnig blóðarfi sem annars vex í hlaðvörpum og nágrenni útihúsa (Hörður Kristinsson 1998). Algengar tegundir, sem ekki eru bundnar jarðhita, voru blóðberg og skriðlíngresi en þessar tvær tegundir voru mjög einkennandi fyrir gróðurfélagið. Önnur grös voru blávingull og hálíngresi og helstu blómplöntur voru skarífifill, græðisúra og mýrfjóla. Einnig voru algengar mosategundir víða áberandi í þekjunni, t.d. tildurmosi og engjaskraut. Gróðurfélagið hafði mikla dreifingu á rannsóknasvæðunum tveimur en var hins vegar takmarkað við fremur litla bletti. Mörk þess og graslendis annars vegar og hveraleirs hins vegar voru víða óglögg.

4.2.2 Gróðurfélagið JM2 mosar, skriðlíngresi, blóðberg

Rannsóknasvæði	Grændalur
Flatarmál	0,4 ha
Landgerð	Þurrlendi, melar með stórgryttu yfirborði
Jarðraki	Lítill (þurrt)
Jarðhiti	Heitur jarðvegur
Jarðvegshiti (miðgildi)	62°C
Hveragerðir	Heit jörð
Jarðhitategundir	M: slæðumosi
Tegundir á valista	–
Hitakærar tegundir	H: græðisúra, blákolla. M: bylgjurandi, fjaðurgambri, engjaflos
Einkennandi tegundir	H: blóðberg, skriðlíngresi,
Annað	Gamburmosar eru ríkjandi í þekju. Kortlagt nyrst í Grændal. Á hveraleir í nágrenni gróðurfélagsins vex mosinn hæruburst sem er ágeng tegund.



14. mynd. Gróðurfélagið JM2 (mosar, skriðlíngresi, blóðberg) sést hér fremst á myndinni á gryttum mel í Grændal. Horft er til suðurs yfir votlendið sem Grændalur er kenndur við. *Ljós. Á.E.*, 26. júlí 2005.

Gróðurfélagið JM2 (mosar, skriðlíngresi, blóðberg) fannst aðeins á einum stað, þ.e. nyrst í Grændal austan Grændalsár. Það var á stórgryttum mel nokkuð ofarlega í fjallshlíðinni og var gróðurþekja um 60%. Svæðið var ofan við hverasvæði með gufu- og vatnshverum og teygði sig niður hlíðina meðfram hveraleirnum sem var umhverfis hverasvæðið (14. mynd). Hitamælingar sýndu háan hita í jarðvegi en miðgildi þeirra var 62°C (5. tafla).

Gróðrinum svipaði til hefðbundins melagróðurs þar sem gamburmosar voru ríkjandi í þekju en grösugri blettir voru inn á milli. Háplöntusamsetning var svipuð flokknum JM1 (mosar, blóðberg, grös) og liggur aðalmunurinn í mosategundunum. Staðsetning gróðurfélagsins í mel ofan við hverasvæði svipar til aðstæðna þar sem Ásrún Elmarsdóttir o.fl. (2003) kortlögðu gróðurfélagið á Ölkelduhálsi og í Fremstadal, sem einnig eru á Hengilsvæðinu. Þar greindist jarðhitategundin naðurtunga í moslendingu en hún fannst ekki í gróðurfélaginu í Grændal. Vegna þess að svæðin bera svipuð einkenni geta skilyrði fyrir naðurtungu verið fyrir hendi í gróðurfélaginu.

Jarðhitategundin slæðumosi greindist í gróðurfélaginu en aðrar mosategundir sem finnast við jarðhita voru bylgjurandi, engjaflos og fjaðurgambri. Fjaðurgambri var mest áberandi í þekju en algengu tegundirnar engjaskraut og sytrufaxi greindust einnig í gróðurfélaginu. Blóðberg og skriðlíngresi voru mest áberandi algengra háplöntutegunda, ásamt grastegundunum blávingli, túnvingli og ilmreyr. Sérstakar jarðhitategundir háplantna voru ekki í gróðurfélaginu en hitasæknar tegundir eins og græðisúra og blákolla voru á leirkenndari svæðum nær hverunum ásamt hárdeplu og hnúskakrækli (15. mynd). Tágamura var algeng í grösugum blettum.



15. mynd. Græðisúra og blákolla voru í breiðum á leirkenndari blettum í gróðurfélaginu JM2 (mosar, skriðlíngresi, blóðberg). Ljós. Á.E., 26. júlí 2005.

4.2.3 Gróðurfélagið JG1 grös, starir, blómjurtir

Rannsóknasvæði	Hveravellir
Flatarmál	1,1 ha
Landgerð	Þurrlandi, jaðar, nokkur halli
Jarðraki	Rakur jarðvegur en þurrari er hærra dregur
Jarðhiti	Volgur/hlýr jarðvegur
Jarðvegshiti (miðgildi)	28°C
Hveragerðir	–
Jarðhitategundir	H: naðurtunga
Tegundir á valista	H: naðurtunga
Hitakærar tegundir	M: laugasef, fjaðurgambri, vætublaðka
Einkennandi tegundir	H: hálingresi, týtulíngresi, skriðlíngresi, blóðberg, ljónslappi, stinnastör, mýrastör
Annað	Er á mörkum votlendis og þurrlendis, snjódældaráhrif í lautum



16. mynd. Gróðurfélagið JG1 (grös, starir, blómjurtir), í jaðri mýrlendis við Hverabungu á Hveravöllum. Ljósm. Á.E., 11. ágúst 2005.

Milli Kjalhrauns að sunnanverðu og Breiðmels að norðanverðu er skjólgóð lægð í landinu. Í jaðri Kjalhrauns hafa kísilríkir hverir myndað allháa kísilbungu sem nefnist Hverabunga. Landi hallar frá hverabungunni til norðurs að Breiðmel. Næst bungunni er hallamýri, þangað safnast vatn af hverasvæðinu en er ofar dregur minnkar jarðraki og við tekur þurrlandi sem teygir sig upp melinn til norðurs og nær frá vestanverðri bungunni austur fyrir gamla skála Ferðafélags Íslands (1. viðauki, gróðurkort–Hveravellir). Á þessari þurrlandisræmu var skilgreint gróðurfélag sem ber einkenni graslendis, jaðars (hálfdeigju) og snjódældar.

Jarðvegur var ylvolgur, mældist 28°C og var hæstur við Hverabungu. Naðurtunga greindist í vestanverðu gróðurfélaginu á lítilli hæð en þar voru fremur fáir einstaklingar á litlum bletti. Hitastig við naðurtunguna mældist 30°C. Grastegundir, einkum língresi, voru einkennandi ásamt lágvöxnum blómplöntum, t.d. ljónslappa og blóðbergi, en skarifífill var einnig áberandi sem og stinnastör (16. mynd). Í lautum voru snjódældartegundirnar fjallasmári og grámulla og mosinn dældahnúskur. Við gamla skálann urðu grösin gróskulegri en þar hefur verið dreift áburði (Sigurður H. Magnússon 1997) (17. mynd). Gróðurfélagið var einnig á

hraunhellum sem eru í vestanverðri Hverabungunni sunnan gamla skálans og jafnvel mætti flokka bakka hveralækjarins sem fellur af hverabungunni til þessa gróðurfélags. Mosarnir fjaðurgambri og vætublaðka greindust í gróðurfélaginu en þeir eru ekki bundnir við jarðhita. Aðrar gamburmosategundir og tildurmosi og engjaskraut voru algengar. Í jaðri graslendisins voru mýrlendistegundir áberandi, t.d. mýrastör og laugasef, og mosarnir lænuskart og dýjahnappur.



17. mynd. Gróðurfélagið JG1 (grös, starir, blómjurtir) norðan við gamla skálann á Hveravöllum. Grös voru gróskuleg vegna áburðardreifingar. Ljós. Á.E., 13. ágúst 2005.

4.2.4 Gróðurfélagið JG2 grös, blóðberg

Rannsóknasvæði	Hveravellir
Flatarmál	15,5 ha
Landgerð	Þurrlandi, lekt nútímahraunhraun
Jarðraki	Fremur þurr jarðvegur
Jarðhiti	Volgur/hlýr jarðvegur
Jarðvegshiti (miðgildi)	28°C
Hveragerðir	–
Jarðhitategundir	H: naðurtunga
Tegundir á válista	H: naðurtunga
Hitakærar tegundir	M: fjaðurgambri, hlaðmosi
Einkennandi tegundir	H: skriðlíngresi, blóðberg, naðurtunga
Annað	Þýft, víða rof í gróðurþekju með rauðleitum hveraleir eða hraunflögum og hraungrýti. Hveramoslendið JM1 blandast gróðurfélaginu á litlum blettum, naðurtunga á stórum svæðum



18. mynd. Gróðurfélagið JG2 (grös, blóðberg) umhverfis heita jörð og gufuaugu á Kjalhrauni á Hveravöllum. Ljós. Á.E., 11. ágúst 2005.

Allt að 500 metrum suður af Hverabungu á Hveravöllum er heit jörð og gufuaugu í Kjalhrauni. Þar er hraunið víða ummyndað af jarðhita, yfirborðið leirkennt og hefur fengið á sig rauð- og ljósleitan lit. Var það flokkað sem yfirborðsgerðin *hverir*, *leir* en Sigurður H. Magnússon (1997) nefndi þessa yfirborðsgerð hraunflög sem lýsir yfirborðsgerðinni ágætlega. Graslendisræma umlukti hraunflögin frá Hverabungu og suður fyrir þau og var flokkað sem sérstakt gróðurfélag.

Graslendið var um 50–100 m á breidd, það var breiðast og með heillega þekju nyrst næst Hverabungunni en er sunnar dró var víða rof í gróðurþekjunni. Að vestanverðu var gróðurinn heldur rýrari og þekja minni er yfirborð varð grýttara. Í þeim hluta sem gróðurþekjan var heil var landið þýft og einkenndist af skriðlíngresi og blóðbergi (18. mynd). Þar voru víðlend svæði með naðurtungu sem þreifst við um 30°C hita en þetta var jafnframt stærsta naðurtungusamfélagið sem fannst á rannsóknasvæðunum. Miðgildi hitamælinga í

gróðurfélaginu var 28°C en inn á milli voru moslendisblettir (JM1) þar sem hiti var nokkuð hærri. Aðrar tegundir voru skriðlíngresi, blávingull, túnvingull og ilmreyr, krækilyng, túnfíflar, mýradúnurt og mýrfjóla. Mosarnir fjaðurgambri og hlaðmosi greindust í gróðurfélaginu en tegundirnar geta vaxið við jarðhita og utan hans. Mosategundin runnaskraut, sem er algeng á láglandi en sjaldgæf á hálendi, fannst einnig en líklegt er að jarðhitinn skapi henni hér búsvæði. Aðrar algengar tegundir voru tildurmosi, móatrefja, engjaskraut og hraungambri. Á vestanverðu svæðinu var krækilyng meira áberandi í gróðurþekjunni en stórgrýti og rof á yfirborði olli því að gróðurþekja var um 60% (19. mynd). Þar var minna um grös en blóðberg og mosi héldu sínum hlut í þekjunni. Fléttur voru víða á þúfnakollum, t.d. hreindýrakrókar, mundagrös og engjaskóf.



19. mynd. Gróðurþekja í gróðurfélaginu JG2 (grös, blóðberg) var 50–60% suðvestan Hverabungu. Þar voru smárunnar og fléttur meira áberandi. Ljós. Á.E., 12. ágúst 2005.

Dreifing gróðurfélagsins umhverfis jarðhitaeinkennin í Kjalhrauni gaf til kynna hvaða hitastig í jarðvegi það þreifst við. Miðgildi hitamælinga var 28°C í jarðvegi og hæstur mældist hann í rúmlega 30° við naðurtunguna. Hitastigið í flögunum var einnig 30° að meðaltali en sums staðar voru hitaáhrif fremur lítil í leirnum (lægsta mæling var 17°). Víða voru mun heitari blettir í leirflögunum og var hiti mestur við gufuaugu. Hiti í jörðu lækkaði með vaxandi fjarlægð frá yfirborðseinkennum jarðhitans í Kjalhrauni. Umhverfis graslendið JG2 var gróðurfélagið mosi með grösum (A5). Þar voru fléttur víða mjög áberandi og hitastig í gróðurfélaginu rúmar 11°C.

4.2.5 Gróðurfélagið JV1 mosar, mýradúnurt

Rannsóknasvæði	Grændalur
Flatarmál	0,6 ha
Landgerð	Brekkurætur, neðst í urðum eða melum
Jarðraki	Rakur jarðvegur, dý
Jarðhiti	Hlýr jarðvegur
Jarðvegshiti (miðgildi)	39°C
Hveragerðir	Vatnshverir og heitar laugar
Jarðhitategundir	M: slæðumosi, laugaburst, laugaslyðra
Tegundir á vólsta	–
Hitakærar tegundir	M: hlaðmosi, laugableðla, flaganaddur, skuplumosi, móaskart, mýrhaddur, móhaddur, fjaðurgambri, oddburi, trafhuri
Einkennandi tegundir	H: mýradúnurt
Annað	Mosar eru mest áberandi í þekju, mýradúnurt myndar afar gróskulegar breiður



20. mynd. Gróðurfélagið JV1 (mosar, mýradúnurt) myndaði hveradý í Grændal. Barnamosa-
tegundirnar oddburi og trafhuri greindust í gróðurfélaginu ásamt fleiri tegundum. Ljós. Á.E., 26.
júli 2005.

Í rótum mela og urða og þar sem hverasvæði voru í votlendi voru ákjósanlegar aðstæður fyrir gróðurfélagið JV1 (mosa, mýradúnurt). Það var einungis kortlagt í Grændal og myndaði fremur litla bletti þar sem mosar voru mest áberandi í þekju ásamt mýradúnurt (20. mynd). Jarðvegur var fremur þykkur og rakur en vatnshverir höfðu víða myndað litla gíga í gróðurþekjuna og frá þeim seytluðu lækir (21. mynd). Þetta gróðurfélag mætti e.t.v. nefna hveradý enda svipar þess mest til mosadýja sem einkennast af barnamosum, dýjahnapp eða lindaskarti og er mjög rakt. Í gróðrinum var hiti 39°C og hækkaði er nær dró hverunum. Sums staðar var gróðursnaður hveraleir næst hverum og í lækjarfarvegum en gróður náði víða fram á hverabarma, einkum ofan við þá.

Meðal jarðhitamosa sem greindust í gróðurfélaginu voru laugaslyðra, slæðumosi og laugaburst. Aðrar tegundir sem oft vaxa við jarðhita voru t.d. laugableðla, mýrhaddur, oddburi og trafhuri en tvær síðarnefndu tegundirnar tilheyra ættkvísl barnamosa (*Sphagnum*). Mýradúnurt var mjög gróskuleg og gaf gróðurfélaginu rauðleitan blæ. Meðal annarra háplöntutegunda sem voru í nokkrum mæli í gróðurfélaginu voru skriðlíngresi, hálíngresi og mýrasef.



21. mynd. Gróðurfélagið JVI (mosar, mýradúnurt) var undir beinum áhrifum jarðhita en hverir mynduðu litla gíga í gróðurþekjuna. Ljós. Á.E., 26. júlí 2005.

4.2.6 Gróðurfélagið JV2 laugasef, mýrastör, klófífa

Rannsóknasvæði	Krýsuvík við Seltún
Flatarmál	0,2 ha
Landgerð	Afmarkaður lækjarfarvegur
Jarðraki	Há og nokkuð stöðug jarðvatnsstaða
Jarðhiti	Heitur í botni farvegs, volgur í bökkum
Jarðvegshiti (miðgildi)	12°C
Hveragerðir	Vatnshverir, gasuppstreymi í vatni, afrennsli af hverasvæði
Jarðhitategundir	M: laugaslyðra
Tegundir á válista	–
Hitakærar tegundir	H: laugasef. M: laugafaxi, flaganaddur, mýrhaddur
Einkennandi tegundir	H: laugasef, mýrastör, klófífa
Annað	Hitastig í botni farvegsins og í vatninu var mun hærra en í jarðvegi í bökkum



22. mynd. Gróðurfélagið JV2 (laugasef, mýrastör, klófífa) í lækjarfarvegi í Seltúni. Laugasef myndaði brúsku í heitu vatninu en mýrastör og klófífa voru í lægri hita. Ljós. Á.E., 26. ágúst 2005.

Gróðurfélagið var í fremur djúpum og breiðum lækjarfarvegi þar sem vatn stendur hátt og er á hreyfingu (22. mynd). Í lækjarfarveginn fellur afrennsli af hverum við Seltún sem eru í hlíðarrótum Sveifluháls og er vinsæll ferðamannastaður. Nokkuð flæði var í læknum og mætti nefna gróðurfélagið hveraflæðimýri. Líklegt er að vatnsstaða í farveginum hækki í vorleysingum og í rigningum.

Einkennandi tegundir í gróðurfélaginu voru laugasef, mýrastör og klófífa. Fáar aðrar tegundir greindust í því en helst mætti nefna skriðlíngresi og mýrelftingu. Laugasef var víða áberandi þar sem það óx í brúskum í vatninu og við bakka. Í sjálfum farveginum var einnig jarðhiti sem sást á gufuuppstreymi og hækkuðum hita bæði í vatni og í botni farvegsins. Hiti í bökkum farvegsins mældist 12°C en í botni mældist hiti yfir 50°C. Vatnshiti var um 29°C. Jarðhitamosinn laugaslyðra greindist í gróðurfélaginu ásamt mosunum laugafaxa, flaganaddi og mýrhaddi en þeir geta einnig vaxið við jarðhita. Þörungar eða bakteríur mynduðu gráleita slikju í vatninu.

Gróðurfélagið var bæði undir óbeinum og beinum áhrifum jarðhita. Efst í farveginum var einungis um óbein áhrif að ræða vegna afrennslis hveravatns af hverasvæðinu í Seltúni. Þar var hitastig vatnsins um 25°C og farvegurinn fremur gróðursnauður með renglum af skriðlíngresi og einstaka mýrastör og laugasefi (23. mynd t.v.). Þar gætti áhrifa sprengingarinnar sem varð í blásandi borholu árið 1999 en yfirborð var þakið ljósum leir. Þar sem gasuppstreymi var í lækjarfarveginum jókst gróðurþekjan jafnt og þétt og laugasef varð mjög áberandi. Er hiti lækkaði aftur mynduðu mýrastör og klófifa þetta breiðu yfir allan farveginn. Áberandi munur var á gróðri í læk sem féll í farveginn (23. mynd t.h.). Hann var afar gróðursnauður og rann frá hverasvæði sem ekki sést á myndinni en hiti í þeim læk var um 17°C.



23. mynd. Í lækjarfarveginum við gróðurfélagið JV2 (laugasef, mýrastör, klófifa). Efst var lækjarfarvegurinn gróðursnauður og leirkenndur (t.v.). Er neðar dró jókst gróðurþekja uns klófifa og mýrastör þöktu farveginn (t.h.). Ljósm. Á.E., 26. ágúst 2005.

4.2.7 Gróðurfélagið JV3 *gulstör, klófifa*

Rannsóknasvæði	Krýsuvík við Austurengjar
Flatarmál	0,3 ha
Landgerð	Hallamýri
Jarðraki	Há jarðvatnsstaða, þurrlendisáhrif
Jarðhiti (miðgildi)	Volgur jarðvegur, hærri hiti við hveru
Jarðvegshiti	14°C
Hveragerðir	Vatnshverir, hverasprengigígur
Jarðhitategundir	M: laugaslyðra
Tegundir á válista	–
Hitakærar tegundir	M: vætukrýli, vætuvæskill, skurðvendill, flaganaddur, móaskart
Einkennandi tegundir	H: gulstör, klófifa
Annað	Túnvingull og hálingresi einkenndu þurrlendisbletti í hallamýri, jarðhiti myndar göt í gróðurþekju



24. mynd. Gróðurfélagið JV3 (*gulstör, klófifa*) við vatnshveri við Austurengjar á Krýsuvíkursvæðinu. Ljós. Á.E., 1. september 2005.

Gróðurfélagið, sem bar einkenni hallamýrar, var í austanverðu Litla-Lambafelli á milli vatnshvera sem mynduðu allstórar tjarnir í hverasprengigígum (24. og 25. mynd). Gasuppstreymi var í tjörnunum, hverir á bökkum og í gróðurlendinu voru víða göt, ýmist fyllt vatni með gasuppstreymi eða tóm (26. mynd). Jarðhiti hafði bein áhrif á gróðurfélagið en næst hverunum mældist hiti 33°C en er fjær dró lækkaði hiti í jarðvegi og mældist um 14°C.

Einkennandi tegundir voru gulstör, sem gaf félaginu gulleitan blæ, og klófifa. Á þurrlandi blettum í hallamýrinni voru hálingresi og túnvingull einkennandi. Gróðurinn var mjög gróskumikill sem bendir til frjósemi í jarðvatni og jarðvegi. Mosategundir voru aðallega rakasæknar eins og bleytuburi, dýjahnappur og lindafaldur. Jarðhitategundin laugaslyðra var í nágrenni hveranna en þar var skriðlingresi og laugasef einnig áberandi. Aðrar mosategundir voru t.d. skurðvendill og móaskart en þær geta vaxið við jarðhita þótt þær finnist víðar. Ekki var algilt að gróður næði fram á bakka vatnshveranna. Sums staðar náði mýragróðurinn fram á bakka hveratjarna en annarsstaðar var hann toppóttari og leirflög meira áberandi við hverina.



25. mynd. Þurrlendisáhrif í gróðurfélaginu JV3 (gulstör, klófifa) þar sem hálingresi og túnvingull voru ríkjandi. Önnur hveratjörn var norðan við gróðurlendið en bakkar hennar voru að mestu ógrónir eða gróður óx í toppum við volgrur úr bökkum. Ljós, Á.E., 1. september 2005.



26. mynd. Jarðhiti myndaði göt í gróðurþekju í gróðurfélögunum JV3 (gulstör, klófifa) og JV4 (mýrastör, klófifa, skriðlingresi). Þær er erfitt að greina að sumri til þegar gróður þekur þær að hluta. Myndin er tekin að vetri til í Grændal. Ljós. Olga K. Vilmundardóttir (O.K.V.), 7. febrúar 2006.

4.2.8 Gróðurfélagið JV4 mýrastör, klófifa, skriðlíngresi

Rannsóknasvæði	Grændalur, Hveravellir, Krýsuvík við Seltún
Flatarmál	Grændalur: 3,6 ha, Hveravellir: 1,1 ha, Krýsuvík: 0,3 ha
Landgerð	Berghlaup, brekkurætur og hallamýrar
Jarðraki	Há jarðvatnsstaða, heitar eða volgar vatnsstyrur
Jarðhiti	Volgur/hlýr jarðvegur
Jarðvegshiti (miðgildi)	18°C
Hveragerðir	Vatnshverir, volgrur sem afrennsli frá hverum eða heitar uppsprettur
Jarðhitategundir	H: laugadepla. M: laugaslyðra, slæðumosi
Tegundir á valista	H: laugadepla
Hitakærar tegundir	H: laugasef. M: vætukrýli, skurðvendill, laugableðla, stjörnumosi, vætublaðka, fjallahnappur, mýrhaddur, móhaddur, dröfnmosi, mýraleppur og síkjakló
Einkennandi tegundir	H: mýrastör, klófifa, skriðlíngresi, gulstör, laugadepla
Annað	Gróðurfélagið þrífst við fjölbreyttar aðstæður og hefur breytileg einkenni, í volgrum er þörungagróður og jarðhiti myndar göt í gróðurþekju



27. mynd. Gróðurfélagið JV4 (mýrastör, klófifa, skriðlíngresi) er háð heitu vatnsstreymi frá volgrum eða vatnshverum. Hér streymir volgt vatn úr rótum berghlaups í Grændal. Ljós. Á.E., 27. júlí 2005.

Gróðurfélagið var skilgreint sem hveramýri undir áhrifum heits eða volgs vatnsstreymis. Það var ýmist undir beinum áhrifum jarðhita, þar sem vatnshverir voru í gróðurlendinu, og undir óbeinum áhrifum jarðhita þegar volgt afrennsli streymdi af hverasvæðum eða kom fram í volgum uppsprettum. Oft var um blönduð áhrif að ræða. Í Grændal komu víða fram volgrur neðan við hverasvæði í berghlaupum eða melum og rann vatn frá þeim í mýrlendi fyrir neðan (27. mynd). Neðan við hveraskellu ofarlega í Sveifluhálsi við Seltún komu fram volgrur í hlíðum. Vatnshverir við Fúlapolll mynduðu hveratjörn sem hafði afrennsli í mýrlendi á Vesturengjum. Á Hveravöllum liðuðust volgir lækir frá hverum á og við Hverabungu um hallamýri en vatnsrennslið féll að lokum í Hveralæk sem er afrennsli af Hverabungu. Það greindi gróðurfélagið frá venjulegu mýrlendi að gróðurinn bjó við heitara vatnsstreymi. Hiti var þó bundinn við farvegi lækja og nágrenni vatnshvera en er fjær dró tók við hefðbundinn mýragróður. Skörp skil voru hvergi á milli þessara gróðurgerða og því erfitt að aðgreina þær við kortlagningu. Innan svæðis sem kortlagt er sem hveramýri er því talsvert af mýragróðri sem er undir litlum jarðhitaáhrifum. Að vetrarlagi má hins vegar greina farvegi og dreifingu volgranna og áætla með markvissari hætti áhrifasvæði heita vatnsstreymisins (28. mynd).



28. mynd. Volgar lindir spruttu fram neðan við hverasvæði í mel í Grændal. Jarðhiti var bundinn við volgt vatnrennslið sem greinist vel í frosti og nýföllnum snjó þegar mýrlendi án jarðhitaáhrifa voru freðin. Ljós. O.K.V., 7. febrúar 2006.

Hveramýrin einkenndist af mýragróðri en mýrastör og klófifa voru ávallt ríkjandi. Nokkuð misjafnt var hvaða tegundir aðrar voru áberandi en þar má nefna fitjaskúf, gulstör og laugasef. Skriðlíngresi var haft til skilgreiningar gróðurfélagsins þó að það hafi ekki haft mikla þekju. Það var einkennandi við hveru og volgrur, einkum við hærri hita, og léði gróðrinum rauðleitan blæ. Jarðhitategundin laugadepla óx í volgum farvegum en hún er á valista og flokkast sem tegund í yfirvofandi hættu (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996). Lækjadepla, mýradúnurt og klappadúnurt voru víða í volgrum, einnig trefjasóley en hún gefur til kynna járnríkt uppsprettuvatn í mýrlendi (Hörður Kristinsson 1998). Fjölmargar mosategundir greindust í gróðurfélaginu. Jarðhitategundir voru laugaslyðra og slæðumosi en tegundir sem finnast við jarðhita voru t.d. laugableðla, stjörnumosi, vætublaðka og síkjakló.

Ýmis önnur einkenni í hveramýrinni bentu til jarðhita ef ekki var horft til jarðhitategunda eða beinna hitamælinga. Slý (þörungur og bakteríur) var oft áberandi í heitum lækjum og við uppsprettur. Volgrum sem féllu af hverasvæðum gat fylgt gljúpur og ljósleitir leir í botni en hann var oft hulinn gróðri. Jarðhiti myndaði göt í gróðurþekjuna (26. mynd) en í þeim sást grunnvatnsborð og gasuppstreymi sem myndar loftbólur á vatnsborðinu en á hæðum voru götin tóm.

4.2.9 Yfirborðsgerðir

Yfirborðsgerðin *hverir, leir* einkenndist af gróðursnaudu yfirborði með ljós- eða rauðleitan leir á yfirborði. Leirinn var yfirleitt fremur gljúpur og auðvelt að stinga í hann þrjóni en þar sem leirskellur voru í mel eða á berghlaupum gat yfirborðið verið þéttara. Almennt gildi þó að með hærri hita var leirinn ljósari og gljúpari. Í leirskellunum voru ýmsar hveragerðir, t.d. gufuhverir og leirhverir eða heit jörð.

Bæði TWINSPAN-flokkun og DCA-hnitun gáfu til kynna mikinn mun á háplöntutegundum í hveraleirnum milli þurra og votra hverasvæða (9. og 11. mynd). Jafnvel mætti skipta hveraleirnum í þrjá flokka, þurran og heitan hveraleir, rakan og heitan hveraleir og hveramel með vægum jarðhita. Á þurrum hveraleir voru tegundir sem einkenna mela eða rýr gróðurlendi, t.d. bugðupunktur, krækilyng eða grasvíðir, en þessar tegundir þola ekki háan hita. Skriðlíngresi og blóðberg eru hitapolnari tegundir og voru oft einu háplönturnar í leirnum auk mosategunda sem þola háan hita. Þurr og heitur hveraleir bar því einkenni hveramoslendis en þar sem hiti var lægri átti nafngiftin hveramelur, sem Sigurður H. Magnússon (1998) notaði í gróðurfarsúttekt á Krýsuvíkursvæðinu betur við. Rakur hveraleir bar svo einkenni hveraflæðimýrar með laugasefi og skriðlíngresi (29. mynd). Á vettvangi var yfirborðsgerðin ávallt flokkuð sem *hverir, leir* óháð plöntusamsetningu. Við kortlagningu var einkum stuðst við lit yfirborðs en ljóst er að plöntusamsetning á hveraleir er mismunandi og ræðst einkum af raka og hita.



29. mynd. Yfirborðsgerðin *hverir, leir*. Til vinstri er þurr og heitur hveraleir, fyrir miðju er hveramelur sem hefur lágan jarðvegshita og rakur og heitur hveraleir er til hægri. Ljós. O.K.V. og Á.E., 27. júlí, 31. ágúst og 1. september árið 2005.

Yfirborðsgerðin *hverahrúður* bar einkenni vots hveraleirs í tegundasamsetningu en undirlagið var afar ólíkt hveraleirnum. Það var einungis kortlagt á Hveravöllum en hveravatnið þar er mjög kísilríkt. Hart kísilhrúður þakti yfirborðið og um það seytláði volgt vatnsrennsli frá hverum (30. mynd). Hnúðrið var þétt og var hiti 22°C á 5–10 cm dýpi í hrúðrinu. Í volgu vatnsrennslinu ofan á hrúðrinu mældist hitinn um 26°C. Einkennandi tegundir í hrúðrinu voru skriðlíngresi, laugasef, mýrasef og mýrasauðlaukur. Þar sem vatnsstreymi var ekki til staðar á hrúðrinu var það veðrað og uppbrotið og blávingull og túnvingull voru áberandi. Laugahnubbi fannst á hrúðrinu en hann er sjaldgæf mosategund sem getur vaxið við jarðhita. Í Hveralæk sem fellur af Hverabungu var einnig þéttur hrúðurbotn sem fylgdi læknum langt til austurs. Á eyri í læknum var hrúðrið malarkennt og flokkaðist sem gróðurfélagið *hrafnaffa með hálmgresi* (T11) en þekja var víða ósamfelld. Líklegt er að áhrif volgs vatnsrennslis Hveralækjar nái lengra austur fyrir rannsóknasvæðið (Sigurður H. Magnússon 1997).



30. mynd. Yfirborðsgerðin hverahrúður. Kísilbungan á Hveravöllum með toppa af skriðlingresi, laugasefi og mýrasauðlauk (t.v). Austan við bunguna hafði hveralækur myndað kísilhrúðureyri sem einkennist af hrafnafífu og hálmgresi (t.h.). Ljós. Á.E., 10. og 11. ágúst 2005.

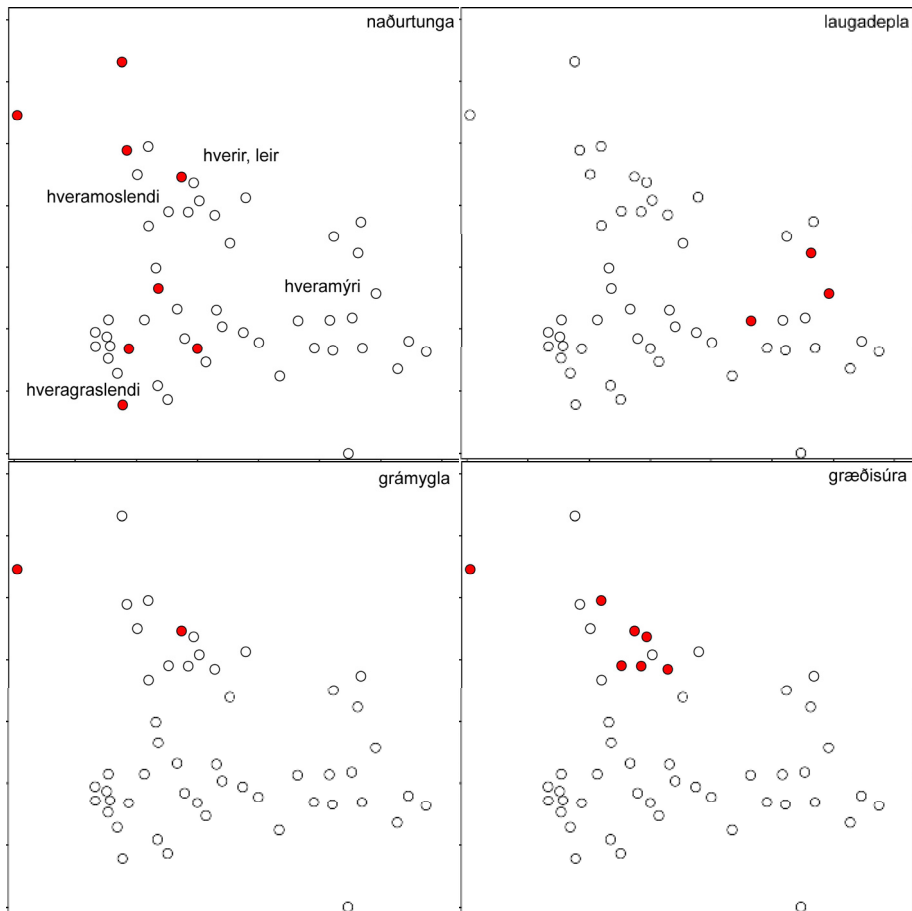
4.3 Jarðhitategundir

4.3.1 Háplöntur

Alls voru skráðar 143 tegundir háplantna á rannsóknasvæðunum þremur (6. tafla og 3. viðauki). Þess ber að geta að ekki var mögulegt að leita tegunda kerfisbundið innan allra rannsóknasvæðanna vegna þess hve víðfeðm þau voru. Í öðrum rannsóknum eru skráðar tegundir sem ekki fundust nú og því má gera ráð fyrir að mun fleiri tegundir séu á svæðunum en hér eru taldar fram (t.d. Sigurður H. Magnússon 1997, Jón Guðmundsson og Halldór Sverrisson 2000). Af háplöntum greindust fjórar tegundir sem vaxa eingöngu eða nær eingöngu við jarðhita. Tegundirnar naðurtunga *Ophioglossum azoricum*, grámygla *Filaginella uliginosa*, og laugadepla *Veronica anagallis-aquatica* vaxa einungis við jarðhita. Tegundirnar græðisúra *Plantago major* og blákolla *Prunella vulgaris* sækja einnig í jarðhita en eru ekki bundnar við hann. Vegna sérstöðu búsvæðis þessara tegunda verður fjallað um þær hér á eftir. Útbreiðsla og tengsl þessara tegunda við niðurstöður hnitunarinnar eru sýndar á 31. mynd en þar kemur fram í grófum dráttum búsvæði þeirra.

6. tafla. Tegundafjöldi háplantna og mosa á rannsóknasvæðunum við Krýsuvík, í Grændal og á Hveravöllum. Jarðhitategundir eru tilgreindar sérstaklega.

	Krýsuvík	Grændalur	Hveravellir	Heildarfjöldi
Fjöldi háplantna	80	73	118	143
Þar af jarðhitategundir	1	3	1	3
Fjöldi mosa	43	47	102	129
Þar af jarðhitategundir	1	6	4	9
Samtals	123	120	220	272



31. mynd. Dreifing jarðhitategundanna naðurtungu, laugadeplu, grámyglu og græðisúru. Sett upp í samræmi við niðurstöður DCA-hnitunar (9. mynd).

Naðurtunga *Ophioglossum azoricum* er á válista og flokkuð sem tegund í nokkurri hættu (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996). Tegundin vex í volgum jarðvegi, bæði ein og sér í leirflögum eða með öðrum tegundum (Hörður Kristinsson 1998). Naðurtunga fannst á fimm stöðum í Grændal, annars vegar í hveramoslendi þar sem hún óx í fremur litlum breiðum, hins vegar í volgum leirflögum við hverri en þar voru stakir einstaklingar (32. mynd). Tegundin óx á Hveravöllum í volgu graslendi við Hverabungu og inni á Kjalhrauni þar sem hún var í stórum breiðum. Hún fannst einnig á Breiðmel í hveramoslendi þar sem hitaáhrifa gætti norðan Veðurstöðvar. Hitastig í jarðvegi við vaxtarstaði tegundarinnar var á bilinu 29–54°C. Helstu skilyrði búsvæða tegundarinnar voru því lítill raki og talsverð hitaáhrif í jarðvegi (31. mynd). Naðurtunga fannst ekki við rannsóknasvæðin við Krýsuvík. Þó er vitað að hún vex við jarðhita á Höskuldavöllum við Eldborg en það er innan jarðhitasvæðisins sem kennt er við Krýsuvík (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2005).

Naðurtunga telst til byrkninga og er af naðurtunguætt (Hörður Kristinsson 1998). Plantan er smávaxin, 3–10 cm á hæð og af örstuttum jarðstöngli vaxa 1–3 blöð. Þau eru djúpklofin ofan frá í blaðkenndan egglega hluta og gróbæran hluta með einhliða gróaxi. Hún finnst allviða um landið á jarðhitasvæðum en hún er mjög sjaldgæf á heimsvísu (Hörður Kristinsson 1998).



32. mynd. Naðurtunga *Ophioglossum azoricum* í volgu leirflagi (t.v.) og í félagi við blóðberg og tildurmosa (t.h.) í Grændal. Ljós. Á.E., 26.27. júlí 2005.

Laugadepla *Veronica anagallis-aquatica* er mjög sjaldgæf á landsvísu og flokkast sem tegund í yfirvofandi hættu á válista (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996). Hún vex á tiltölulega fáum stöðum á landinu en telst þó nokkuð algeng á Hengilssvæðinu (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2005). Helstu vaxtarstaðir tegundarinnar er við laugar og heita lækj (Hörður Kristinsson 1998) og er hún því votlendistegund eins og fram kemur á 31. mynd. Laugadepla greindist við volgur á þremur stöðum í Grændal og við volgur í Sveifluhálsi ofan Seltúns (33. mynd). Tegundin hefur einnig greinst í volgri uppsprettu sunnan við Bleikhól í landi Krýsuvíkur (Sigurður H. Magnússon 1998). Hitastig í volgu vatnsrennslinu hjá laugadeplunni mældist um 35°C og vex tegundin í gróðurfélaginu hveramýri (JV4) sem einkennist af volgu vatnrennsli frá vatnshverum og heitum uppsprettum.

Laugadepla telst til grímublómaættar og getur orðið nokkuð stórvaxin eða 20–50 cm á hæð (Hörður Kristinsson 1998). Stönglarnir eru oftast uppréttir eða fljóta í vatni en plantan getur verið áberandi í volgum lækjum eða laugum. Blómin eru mörg saman í klösum og eru ljósfjólublá að lit. Laufblöðin eru egglega, gagnstæð og nær óstilkkuð. Tegundin vex á sunnanverðum Norðurlöndum í næringarríkum lækjum og skurðum (Mossberg 1992).



33. mynd. Laugadepla *Veronica anagallis-aquatica* í volgru í Grændal (t.v.). Greina má farveg volgrunnar á Sveifluhálsi á dreifingu laugadeplu sem fylgir henni líkt og perlur á bandi (fyrir miðri mynd t.h.). Ljós. Á.E., 25. júlí og 31. ágúst 2005.

Grámygla *Filaginella uliginosa* er sjaldgæf jurt sem finnst eingöngu við jarðhita og aðallega á Suðvesturlandi (Hörður Kristinsson 1998). Grámygla fannst á tveimur stöðum í Grændal, í heitum leirflögum og í hveramoslendi (JM1). Við vaxtarstaði hennar mældist hitastigið um 50°C. Búsvæði hennar einkennist af töluverðum hita í jarðvegi og litlum jarðraka (31. mynd).

Grámygla er af körfublómaætt og verður 5–12 cm á hæð (Hörður Kristinsson 1998). Hún er einær jurt með nokkrum blómum sem standa þétt saman. Stöngullinn er þéttvaxinn hvítum hárum og marggreindur sem er helsta einkenni plöntunnar. Tegundin er útbreidd á suðlægum slóðum utan Íslands og vex þar í röku graslendi (Mossberg 1992).

Græðisúra *Plantago major* vex sem slæðingur í götum og hlaðvörpum í þéttbýli. Hún á þó kjörlendi við laugavætlur og á jarðhitasvæðum en þar er hún oft smávaxin og hefur stundum verið flokkuð sem dverggræðisúra, sérstakt afbrigði græðisúru (Hörður Kristinsson 1998, Eva G. Þorvaldsdóttir 2000). Hér miðast umfjöllun við þá dvergvoxnu sem á búsvæði við jarðhita og er þekkt víða um land. Græðisúra var áberandi í Grændal þar sem hún óx helst í leirkenndum, þurrum jarðvegi, í hveraleir og hveramoslendi. Hitastig í jarðvegi við vaxtarstað tegundarinnar mældist 56°C en hún greindist í flákum sem höfðu nokkuð háan jarðvegs-hita (sbr. 9. mynd og 31. mynd).

Tegundin tilheyrir græðisúruætt og hefur lítt áberandi, grænleit blóm sem sitja í hnapp efst á langri blómskipun sem vísar beint upp (Hörður Kristinsson 1998). Laufblöðin eru breið og egglega og liggja næst jörðu en plantan verður 5–15 cm á hæð. Þar sem græðisúra vex ekki við jarðhita verður hún mun stórvaxnari eða allt að 30 cm á hæð.

Blákolla *Prunella vulgaris* er algeng í sumum landshlutum eins og Suður- og Vesturlandi. Hún kys skjólsælar og sólríkar brekkur þar sem loftslag er hlýtt en annars staðar vex hún nær eingöngu við jarðhita (Hörður Kristinsson 1998). Tegundin var áberandi í Grændal þar sem hún óx í volgum hveraleir við allt að 30°C á svipuðum slóðum og græðisúran. Þótt hún sé ekki jarðhitategund þrífst hún vel í hveraleir.

4.3.2 Mosar

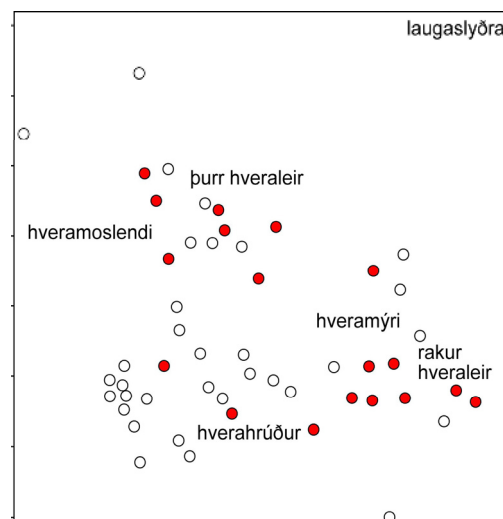
Fjölmargar mosategundir greindust á rannsóknasvæðunum eða 272 tegundir alls (4. viðauki). Þar af voru níu tegundir sem teljast til jarðhitategunda en allmargar aðrar tegundir eru einnig þekktar fyrir að vaxa við jarðhita þótt þær séu algengar utan hans. Bergþór Jóhannsson mosafræðingur aðgreindi mosategundir sem einungis vaxa við jarðhita hér á landi en einnig var stuðst við fjölmargar mosaskrár Bergþórs. Hér verður umfjöllun bundin við jarðhitategundirnar hverarindil *Dicranella heteromalla*, sem er á valista (Náttúrufræðistofnunar Íslands 1996), laugaslyðru *Gymnocolea inflata*, sem fannst víða á rannsóknasvæðunum þremur og hæruburst, *Campylopus introflexus* sem er ágeng tegund.

Hverarindill *Dicranella heteromalla* er á valista sem tegund í nokkurri hættu (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996). Hann vex oftast í þéttum, grænum eða gulgrænum, nokkuð glansandi breiðum. Vaxtarstaðir eru í leirflögum við hverir og laugar en þrír fundarstaðir tegundarinnar eru á Suðvestur og Vesturlandi (Bergþór Jóhannsson 1991). Tegundin greindist í berghlaupi í yfirborðsgerðinni *hverir*, *leir* í Grændal (1. viðauki, Gróðurkort af Grændal, svæði C).

Laugaslyðra *Gymnocolea inflata* fannst á rannsóknasvæðunum þremur og á öllum undirsvæðum og hafði mesta dreifingu af jarðhitategundum. Mosinn er brúnn eða brúnleitur, stundum grænn eða gulleitur og getur verið svartleitur eða rauðbrúnn. Plönturnar eru um 2 cm á hæð en geta orðið hærri þegar mosinn vex í vatni. Vaxtarstaðir eru í leirflögum við hveru og laugar en hann vex einnig í rökum jarðvegi eða á kafi í vatni (35. mynd). Tegundin getur myndað þéttar breiður (34. mynd). Hann hefur fundist á yfir 10 stöðum á landinu sem flestir eru á vesturhluta þess (Bergþór Jóhannsson 2000).



34. mynd. Laugaslyðra *Gymnocolea inflata* getur myndað þéttar breiður sem eru brún- eða grænleitar að lit. Hér vex hún í röku leirflagi í Grændal. Ljós. Á.E., 26. júlí 2005.



35. mynd. Dreifing laugaslyðru *Gymnocolea inflata* í flákum, sett í samhengi við niðurstöður DCA-hnitunar (9. mynd). Tegundin þrífst við í jarðhita við fjölbreyttar aðstæður.

Hæruburst *Campylopus introflexus* vex í þéttum, ljósgrænum eða grágænum breiðum, um 2 cm þykkum (36. mynd). Tegundin vex í jarðhita hér á landi og er oft við göngustíga sem eru mikið notaðir af ferðamönnum (Bergþór Jóhannsson 1991). Hún er talin hafa borist hingað til landsins frá suðurvæli jarðar og fannst fyrst hér á landi árið 1983 (Bergþór Jóhannsson munnl. uppl.). Tegundin var sett á valista (Náttúrufræðistofnunar Íslands 1996) er hún fannst einungis við jarðhita á Reykjanesi og á Norðurlandi. Nú er hún í hraðri útbreiðslu og ryður öðrum mosategundum úr vegi og flokkast sem ágeng tegund (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2003, Bergþór Jóhannsson 2003). Náttúrufræðistofnun Íslands hefur tekið tegundina út af valista.

Hæruburst greindist á einum stað, innst í Grændal austan Grændalsár í yfirborðsgerðinni *hverir, leir*. Þar er gönguleið sem liggur framhjá hverasvæðinu og gæti tegundin hafa borist þangað með ferðafólki. Hún hefur ekki fundist áður í Grændal og væri fróðlegt að fylgjast með framvindu mosategundarinnar á hverasvæðunum í dalnum.

Aðrar jarðhitategundir voru slæðumosi *Archidium alternifolium*, laugaburst *Campylopus pyriformis*, laugarindill *Dicranella varia*, laugavendill *Ditrichum lineare*, laugaskrúð *Fossombronja foveolata* og lauganistill *Riccia beyrichiana*.



36. mynd. Hæruburst, *Campylopus introflexus*, vex við jarðhita. Hún er ágeng tegund, myndar þéttar breiður og ryður öðrum mostegundum úr vegi. Við Gunnuhver á Reykjanesi. Ljós. Á.E., 10. júlí 2001.

5 UMRÆÐA

5.1 Kortlagning gróðurfélaga og yfirborðsgerða

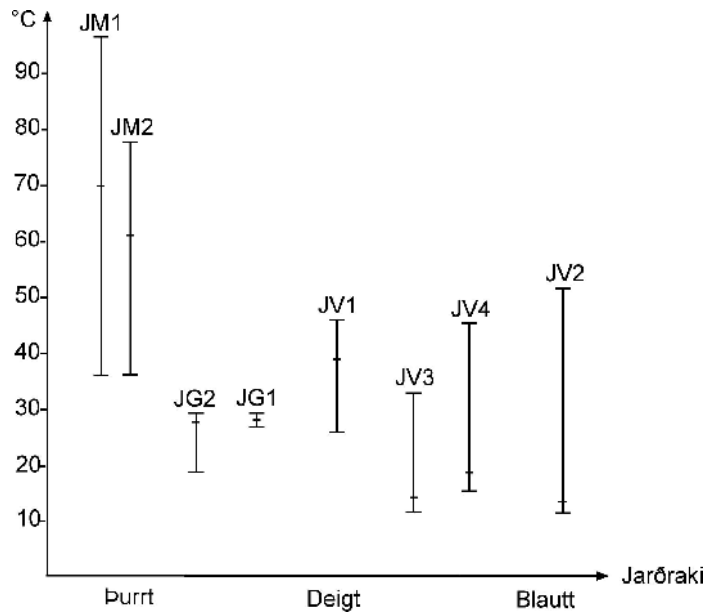
Gróðurfélögin sem voru bundin jarðhita mynduðu stakstæða bletti og voru mjög lítil að flatarmáli (5. tafla). Auk þess voru mörk gróðurfélaga víða óglögg. Því var kortlagt í stórum mælikvarða (1:2500–1:5000), mun stærri kvarða en notaður er í hefðbundinni gróðurkortagerð. Þannig var mögulegt að kortleggja smá gróðurfélög sem voru undir áhrifum jarðhita. Áhrif jarðhita dvínuðu hratt þegar fjær dró yfirborðseinkennum, s.s. hverum eða heitri jörð, sem skýrir litla þekju gróðurfélaganna. Þessi einkenni eru í samræmi við lýsingar á jarðhitagróðurfélögum á Nýja-Sjálandi (Keam o.fl. 2005).

5.2 Jarðhiti og gróðurfélög

Þættir sem virðast ráða miklu um staðsetningu og samsetningu jarðhitagróðurfélaga eru jarðraki og jarðhiti. Líklegt er að efnaeiginleikar jarðvegs og hveravatns hafi einnig áhrif en þeir voru ekki mældir í þessari rannsókn. Bæði DCA-hnitun og TWINSPAN-flokkun gáfu til kynna að jarðraki væri sá þáttur sem mestu réði um gróðurfarsbreytileika í þeim gögnum sem unnið var með (9. og 11. mynd) og er það í samræmi við aðrar rannsóknir hér á landi (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2002).

Á háhitasvæðum gildir almennt að þegar hitastig í jarðvegi nær ákveðnum mörkum fer fjölbreytni innan lífríkisins og gróska gróðurs minnkandi (Given o.fl. 1995). Rannsóknir á jarðhitagróðri á Nýja-Sjálandi sýndu að jarðhitagróðurfélög mynduðu eins konar beltaskiptingu eftir hitafallanda í jarðvegi, frá háum og gróskumiklum gróðri við lægri jarðhita, til lágvaxnari gróðurs og minni fjölbreytni við háan hita. Þar voru háplöntur áberandi í þekju við 50°C hita í jarðvegi en við hærri hita fækkaði þeim og mosar urðu ríkjandi í þekju ásamt fléttum (Given o.fl. 1995). Sams konar fylgni kom skýrt fram í þessari rannsókn á dreifingu jarðhitagróðurlenda í þurrlendi nema hvað fléttur voru hvergi áberandi í þekju. Umhverfis gróðursnaudan hveraleir við háan hita voru hveramoslendi ríkjandi með litla þekju háplantna (14. mynd). Þar sem hiti var lægri myndaði moslendið nokkuð samfellda þekju og hlutdeild grasa jókst. Er hiti lækkaði enn frekar mynduðust skilyrði fyrir grös og aðrar háplöntur sem þrífast í þurrlendi. Þær urðu ríkjandi í gróðurþekju og mynduðu hveragraslendi (37. mynd). Þannig jókst fjölbreytni og gróska er hitastig í jarðvegi lækkaði. Gróska minnkaði ennfremur er jarðhitaáhrifa gætti ekki lengur, það mátti t.d. greina við hveraskellur á Breiðmel á Hveravöllum þar sem hveramoslendi var einungis umhverfis jarðhitann en gróðursnaður melur í kring.

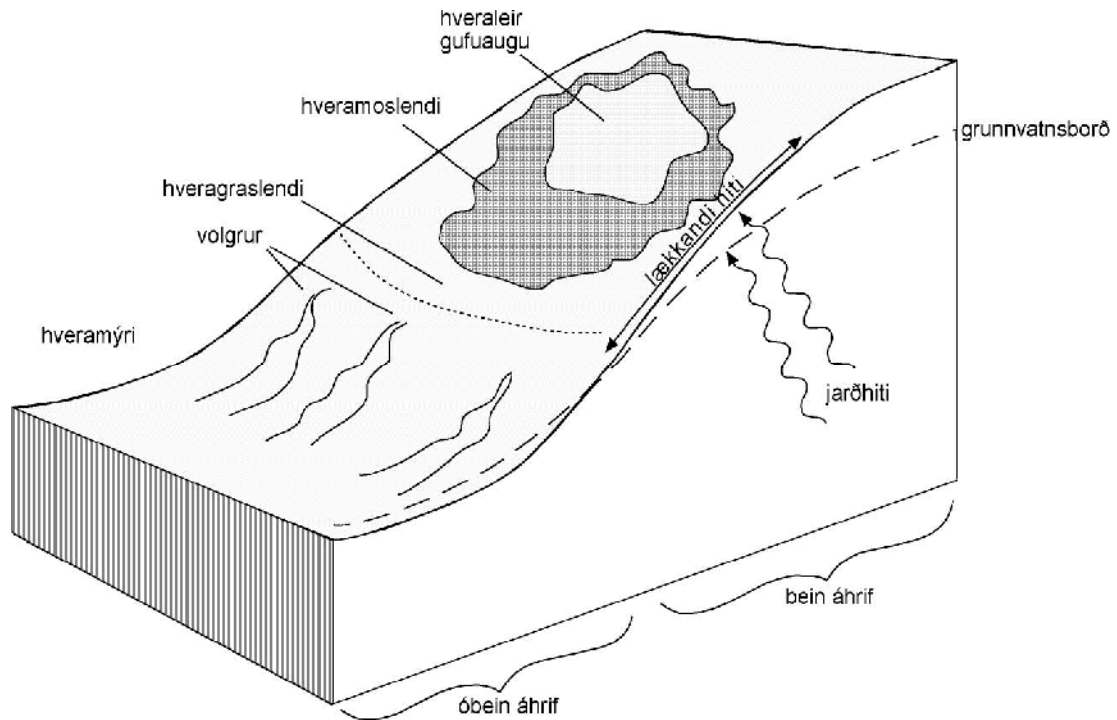
Jarðhitagróður í votlendi var bundinn við vatnshveri, heitar uppsprettur og farvegi hveravatns og voru áhrif jarðhitans lítil utan þeirra. Hitamælingar í jarðvegi sýndu fram á að hiti lækkaði fljótt út frá hverum og lækjum sem leiddi af sér lágt miðgildi en nokkuð langa spönn (37. mynd). Undanskilið er gróðurfélagið JV1 (*mosar, myradúnurt*) en þar var jarðvegshiti hár að jafnaði. Gróðurfélögin dreifðust ekki eftir hitafallanda líkt og í þurrlendi og virtist jarðvatnsstaða fremur vera mótandi þáttur jarðhitagróðurfélaga í votlendi. Að sumri til var ördugt að greina hvar jarðhitaáhrif í gróðurfélögunum enduðu og hvar ætti að draga mörk þeirra en að vetri voru þau mun greinilegri er snjóþekja var á jörðu.



37. mynd. Dreifing jarðhitagróðurfélaga eftir jarðhita og jarðraka. Á jarðhitaásum tákna böndin spönn hitamælinga en miðgildi er sýnt með stuttu þverbandi. Gildi jarðraka byggist á afstæðu mati milli gróðurfélaga en raki var ekki mældur á vettvangi.

Efnasamsetning jarðvegs og hveravatns hefur áhrif á gróður (Given o.fl. 1995). Ljósleitar, ummyndaðar leirskellur, sem eru helsta einkenni háhitasvæða, myndast er jarðgufa hvarfast við súrefni andrúmsloftsins þar sem djúpt er á grunnvatnsborð (Stefán Arnórsson 1993). Gróður þrífst illa í slíkum jarðvegi og eru lækir sem falla af svæðunum jafnan gróðursnauðir. Stafar það af lágu sýrustigi en einnig getur jarðvegshiti verið svo hár gróður fær ekki þrífst (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2003). Öðru máli gegnir um basískt hveravatn eða gufuhitað grunnvatn og getur gróður vaxið fram á bakka hveranna (Stefán Arnórsson 1993). Í rannsókninni var hvorki mæld efnasamsetning jarðvegs né hveravatns en slíkar upplýsingar gætu skýrt samband gróðurs og hvera frekar.

Grunnvatnsstaða er að miklu leyti háð landslagi og því eru landgerðir einnig áhrifaþáttur á dreifingu jarðhitagróðurfélaga. Til að skýra áhrif jarðraka og jarðhita á gróður er hér dregin upp einfölduð mynd af jarðhitauppstreymi sem gæti t.d. verið á melakolli, í fjallshlíð eða berghlaupi (38. mynd). Þessar aðstæður komu fyrir á öllum rannsóknasvæðunum. Þar sem hiti er hár og djúpt á grunnvatnsborð hefur myndast ljósleit skella af ummynduðum leir með gufuaugum. Hiti lækkar út frá ljósleita leirnum, hann verður rauðleitari og ummyndun minni og fær ásýnd tilheyrandi yfirborðsgerðar. Lítið er um gróður inni á ljósa leirnum en helst mynduðu mosar þúfur. Er fjær dregur lækkar hitinn, mosabekjan þéttist og blóðberg verður áberandi ásamt skriðlíngresi og blávingli. Hita gætir lengra niður hlíðina frá hveraskellunni heldur en upp á við og því er hveramoslendið sem umkringir hveraskelluna mun breiðara neðan hennar en ofan. Líklegasta skýringin á þessu er grunnvatnsstreymi sem leitar þrýstingsjafnaðar, líkt og annað rennandi vatn, og streymir undan halla og velgir jörðina. Þar er meiri raki í jarðvegi sem myndar hentug skilyrði fyrir grös og úr verður hveragraslendi sem einkennist af grösum og blóðbergi. Þar sem grunnvatnsborð sker yfirborð jarðar spretta svo fram volgrur sem mynda hveramýri og búsvæði jarðhitasækinna tegunda sem þrífast í raka. Hér er um að ræða einfaldaðar aðstæður en raunin er sú að skilin milli gróðurfélaga eru oft óskýr og hver fláki ber nokkuð af einkennum nærliggjandi gróðurfélaga.



38. mynd. Einfölduð mynd af hveramiðju og dreifingu jarðhitagróðurfélaga í tengslum við jarðraka, jarðhita og landgerð. (Teikning O.K.V.)

Gerður er greinarmunur á beinum og óbeinum áhrifum jarðhita á gróður (38. mynd). Með beinum áhrifum er átt við að jarðhitauppstreymi velgi eða hiti yfirborð og grunnvatn. Það getur verið við hvaða aðstæður sem er, í votlendi eða þurrlendi, í hlíðum eða flatlendi og er það grunnvatnsstaðan sem stjórna því hvaða hveragerðir myndast (Stefán Arnórsson 1993). Við þessar aðstæður þarf gróður að vera aðlagðaður hitastigi í jarðvegi, efnaeiginleikum hans, gastegundum sem streyma úr gufuaugum eða hverum og efnaeiginleikum bæði grunn- og yfirborðsvatns (Given o.fl. 1995). Með óbeinum áhrifum jarðhita er átt við volgt afrennsli af hverasvæðum, hvort sem það fellur á yfirborði eða sprettur fram í uppsprettum. Með öðrum orðum á hitinn ekki upptök sín á staðnum. Í þessum tilvikum er líklegt að það sé einkum efnainnihald vatnsins og hitastig sem mest áhrif hefur á gróður, sem getur verið mjög gróskumikill við t.d. heitar uppsprettur. Það sem mestu máli skiptir er þó að óbein áhrif eru fremur bundin við sjálft vatnsrennslið og gætir hita lítið í jarðvegi eða í fjarlægð frá farvegum. Gæti það að einhverju leyti skýrt óljós tengsl jarðhita við dreifingu votlendisfláka í hnitagrafinu (10. mynd). Ekki var alltaf auðvelt að sjá hvort gróður væri undir beinum eða óbeinum áhrifum jarðhita og oft var um hvort tveggja að ræða.

Dreifing og samsetning jarðhitagróðurfélaganna átta sem voru skilgreind í verkefninu réðist að miklu leyti af jarðraka og jarðhita. Því má ætla að búsvæði þeirra séu háð þessum umhverfisþáttum. Jarðraki er nokkuð stöðugur þáttur ef undan eru skildar sveiflur í veðurfari og milli árstíða (Steindór Steindórsson 1981). Hins vegar er jarðhiti háður náttúrulegum breytingum sem veldur því að gróðurfélögin eru stöðugt í þróun og leita jafnvægis við jarðhitann, sem enn fremur stuðlar að fjölbreytni innan jarðhitasvæða (Keam o.fl. 2005, Beadel o.fl. 1996). Í 7. viðauka eru ljósmyndir af jarðhitagróðurfélögum og yfirborðsgerðum tengdum jarðhita settar upp í samhengi við niðurstöður DCA-hnitunar sem á einfaldan hátt sýnir dreifingu gróðurfélaganna á hnitagrafinu í tengslum við umhverfisþættina jarðraka og jarðhita.

5.3 Tegundasamsetning í gróðurfélögum og yfirborðsgerðum

DCA-hnitun gaf einnig til kynna breytileika í tegundasamsetningu milli rannsóknasvæða (9. mynd). Ástæðan gæti falist í ýmsum þáttum, s.s. hitastigi og úrkomu, auk þeirra yfirborðsgerða og gróðurlenda sem einkenndu svæðin. Hveravellir eru á hálendinu og þar er meðalhiti og úrkoma lægst af rannsóknasvæðunum þremur. Þar uxu snjóðældartegundir og háfjalla-plöntur sem ekki fundust á öðrum rannsóknasvæðum. Ýmsar jarðhitategundir eða hitasæknar tegundir auk tegunda sem sækjast í sólríkar og skjólsælar brekkur fundust aðeins í Grændal. Á votlendissvæðum við Krýsuvík voru starir og sef sem ekki greindust á öðrum rannsóknasvæðum, auk annarra tegunda sem einkenna rýrt land. Þrátt fyrir að erfiðar gróðurfarslegar aðstæður ríki á hálendinu greindust flestar tegundir háplantna, mosa og fléttna á Hveravöllum. Líklegt er að jarðhiti skapi skilyrði fyrir tegundir sem eiga búsvæði á láglendi og þær bætist við hina hefðbundnu flóru hálendisins (Sigurður H. Magnússon 1997). Loks gætu mannleg áhrif, s.s. sáning, áburðargjöf og umferð manna og dýra hafa aukið við flóru svæðisins.

Fjölbreytni háplantna minnkaði þegar jarðvegshiti varð mjög hár bæði í röku og þurru umhverfi. Við háan hita þrífust tegundir sem voru annað hvort sérhæfðar jarðhitategundir, s.s. naðurtunga og grámygla, eða tegundir lagaðar að mjög breiðu hitasviði, s.s. skriðlíngresi og mýradúnurt. Mosar voru einkennandi við hærri hitastig bæði í raka og á þurrlendi og mætti nefna þá einkennishóp hveraflórunnar (Lange 1973). Hitapol þeirra mætti skýra með því að þeir eru rótarlausir og að hiti á yfirborði sé lægri en hiti í sjálfum jarðveginum (Given 1980). Sumar mosategundir vaxa eingöngu við jarðhita, t.d. laugaslyðra, sem fannst á mörgum stöðum í rannsókninni og var einkennandi fyrir hverasvæði við háan jarðvegshita. Aðrar þrífast við fjölbreyttar aðstæður, bæði við jarðhita og utan hans, og geta það verið algengar tegundir eins og tildurmosi og engjaskraut. Fléttur eru líkt og mosar án rôtarkerfis og einkenna ásamt mosum jarðhitagróðurfélög á Nýja-Sjálandi og vaxa þar við allt að 80°C jarðvegshita (Given o.fl. 1995). Hér voru þær hins vegar ekki áberandi við hverasvæðin en komu helst fyrir í þurrum mosabembum eða graslendi. Þetta er í samræmi við niðurstöður Ásrúnar Elmarsdóttur o.fl. (2003) en í þeirri rannsókn höfðu fléttur hvergi mikla þekju og fundust aðeins á fáum stöðum.

Jarðhitagróðurfélögin höfðu blettótta dreifingu og þöktu yfirleitt ekki stór svæði á hverjum stað. Vegna þess hve gróðurfélögin voru smá og þrífast við afmarkað hitastig er líklegt að breytingar á varmaflæði til yfirborðs geti raskað jafnvægi þeirra við umhverfið og valdið því að þau þróist í önnur gróðurfélög eftir því hvort jörð hitnar eða kólnar (Keam o.fl. 2005). Þar sem búsvæði sjaldgæfra tegunda, s.s. naðurtungu, laugadeplu eða mosans hverarindils, er í jarðhitagróðurfélögunum, geta sveiflur í jarðhita valdið því að gróðurfélögin þrífist ekki við breyttar aðstæður og tegundirnar horfið af svæðunum. Breytingar á jarðhita á yfirborði eru jarðhitasvæðum að einhverju leyti náttúrulegar (Keam o.fl. 2005, Beadel o.fl. 1996) en þær fylgja einnig jarðvarmavirkjunum þar sem boranir breyta flæði jarðvatnsins sem ber jarðhita til yfirborðs (Stefán Arnórsson 1993).

5.4 Verndargildi gróðurs á háhitasvæðum

Við mat á verndargildi einstakra svæða hefur Náttúrufræðistofnun Íslands m.a. stuðst við upplýsingar um vistgerðir, sjaldgæfar lífverur, útbreiðslu mikilvægra dýra og skrá um friðlýst svæði (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2002). Við mat á vistgerðum og svæðum hefur verið notuð ákveðin einkunnagjöf þar sem byggt er á allmörgum verndarviðmiðum svo sem efnahagslegu gildi, fegurðargildi, fræðslugildi, frelsisgildi, upprunagildi og fjölbreytni svo nokkur séu nefnd. Hér verður þessari aðferð ekki beitt en miðað er við að það verði gert þegar gögn af fleiri háhitasvæðum liggja fyrir. Reiknað er með að þær upplýsingar sem fást með gróðurránsóknum á háhitasvæðum megi nota til að flokka land í vistgerðir og til að meta verndargildi þeirra.

Sérstaða gróðurs á háhitasvæðum felst m.a. í jarðhitagróðurfélögum sem einungis þrífast við jarðhita (7. tafla). Þau eru lítil að flatarmáli og viðkvæm fyrir breytingum á varmaflæði, sem gerir verndargildi þeirra hærra en ella. Jarðhitegundir, sem eiga búsvæði í jarðhitagróðurfélögum, hafa einnig mikla sérstöðu auk þess sem þær eru viðkvæmar fyrir breyttu varmaflæði. Aðrar sjaldgæfar tegundir hafa einnig hátt verndargildi þótt þær séu ekki háðar jarðhita (upplýsingar um algengni tegunda á landsvísi er að finna í 3. 4. og 5. viðauka). Fjölbreytileiki gróðurs er þáttur sem er metinn til verndar, bæði tegundaauðgi og fjölbreytni gróðurfélaga. Loks hafa almennir þættir sem varða gróðurfur vægi í matinu, þ.e. upprunagildi, hve ósnortinn er gróður svæðisins og heildarástýnd lands (7. tafla).

Krýsuvík: er í alfaraleið og eina rannsóknasvæðið sem er í byggð. Þar draga jarðhitamyndanir að fjölda ferðamanna, einkum við Seltún. Ýmis mannvirki eru áberandi á svæðinu, s.s. vegir, byggingar, göngustígar og borholur, en minnst ber á raski á hverasvæðinu við Austurengjar. Langvarandi sauðfjárbætur hefur rýrt landgæði og valdið gróðureyðingu og ber mikið á rofi í gróðurþekju og gróðursnaudum melum (Sigurður H. Magnússon 1998, Guðrún Gísladóttir 1998). Votlendisgróður er gróskumikill, einkum við jarðhita, en fjölbreyttur gróður er við heitt afrennsli vatnshvera og volgra. Í volgrum í hlíðum Sveifluháls er búsvæði laugadeplu. Mun fleiri hverasvæði eru innan jarðhitasvæðisins við Krýsuvík. Þar má nefna Hveradali (Baðstofuna) við Krýsuvíkurbæ, Trölladyngju og Djúpatvatn (Háhitavefur Orkustofnunar 2006) og er fjölbreytni gróðurs innan háhitasvæðisins því að öllum líkindum meiri en hér hefur verið lýst. Krýsuvíkursvæðið er innan Reykjanesfólkvangs en jarðhitánýting er undanskilin verndunarákvæðum (Náttúruverndarráð 1996).

Grændalur: hefur allmikla sérstöðu meðal rannsóknasvæðanna að því leyti að hann er óraskaður af manna völdum. Hann hefur einnig til að bera mikla jarðhitavirkni og ótal mörg hverasvæði leggja grunninn að þeim fjölbreytta gróðri sem er í Grændal. Aðalsmerki dalsins eru þó hinir fjölmörgu, heitu lækir og laugar sem streyma af hverasvæðum og volgrum sem spretta fram úr melum og berghlaupum og skapa aðstæður fyrir gróskumikið votlendi. Í heitum lækjarsytrum er búsvæði laugadeplu. Sem andstæða við gróskuna eru gróðursnauðir klettur og skriður sem skarta ýmsum litbrigðum vegna jarðhitaáhrifa og eldvirkni. Jarðhitegundin naðurtunga vex í þurru hveramoslendi og mosinn hverarindill við hveraleir. Þessar tegundir eru ásamt laugadeplu á valista (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996). Smávaxin græðisúra og grámygla eru jarðhitegundir sem vaxa við hverasvæðin ásamt blákollu sem annars vex í grösugum sólríkum brekkum. Tágamura myndar þéttar breiður í graslendum hlíðum og teygir rengrur inn á leirkennd hverasvæðin. Einungis var rannsakað lítið brot af hverasvæðunum í Grændal og má gera ráð fyrir að mun fleiri tegundir bæði háplantna og mosa sé þar að finna. Vatnasvið Grændalsár og annarra Hengladala er á Náttúruminjaskrá vegna stórbrotins landslags og jarðfræðilegrar fjölbreytni sem meðal annars felur í sér jarðhita (Náttúruverndarráð 1996). Þar eru laugar og hverir með því mesta sem gerist á

landinu og gerir jarðhitasvæðið í Grændal eitt fágætra slíkra svæða á heimsvísu (Umhverfisstofnun 2003).

Hveravellir: eru nánast á miðju hálendinu og því tiltölulega afskekktir. Þrátt fyrir það er gott aðgengi að Hveravöllum um Kjalveg að sumri til. Gróður hefur orðið fyrir breytingum af manna völdum en jarðhitamyndanir draga að fjölda ferðamanna og er gróðurinn við hverasvæðið undir álagi vegna traðks. Einnig hefur sauðfjárbreit og hrossabeit mótað gróðurfur á svæðinu í gegnum tíðina og uppgræðslutilraunir aukið við flóru svæðisins (Sigurður H. Magnússon 1997). Jarðhiti og volgt vatnsstreymi gerir gróðri kleift að þrífast við þær aðstæður sem ríkja á hálendinu og er gróskan á Hveravöllum frábrugðin gróðursnaudu umhverfinu. Jarðhitategundin naðurtunga vex í hveramoslendi og hveragraslendi og einnig á gróðursnaudum melnum þar sem jarðvegur er ylvolgur. Tegundir sem ekki eru háðar jarðhita og þrífast ekki á hálendinu finna sér búsvæði í ylvolgri jörðinni, t.d. hvítsmári og mosinn runnaskraut. Víðáttumiklir melar eru norður af völlum en sunnan við þá er Kjalhraun sem að hluta er gróið mosa og fléttum. Hveravellir eru friðaðir sem náttúruvætti vegna jarðhitamyndana á hverasvæðinu (Náttúruverndarráð 1996).

7. tafla. Samanburður á rannsóknasvæðum með tilliti til verndargildis gróðurs

	Krýsuvík	Grændalur	Hveravellir
Jarðhita-gróðurfélög	Hveraflæðimýri (JV2) Hveramýri (JV3 og JV4)	Hveramoslendi (JM1 og JM2) Hveradý (JV1) Hveramýri (JV4)	Hveramoslendi (JM1) Hveragraslendi (JG1 og JG2) Hveramýri (JM4)
Tegundir á valista			
Jarðhita-tegundir	H: laugadepla M: –	H: naðurtunga, laugadepla M: hverarindill	H: naðurtunga M: –
Aðrar teg.	–	–	–
Sjaldgæfar tegundir			
Jarðhita-tegundir	H: – M: –	H: grámygla M: hæruburst, laugaburst	H: – M: –
Aðrar tegundir	H: – M: gjótugletta, oddburi	H: – M: oddburi, engjaflos	H: – M: laugahnubbi
Fjölbreytileiki gróðurs	Fjölbreytt votlendissamfélög við jarðhita og utan hans	Mörg hverasvæði og volgrur skapa fjölbreytt gróðurfur, skjólsæld og sólríkar brekkur, margar jarðhitategundir	Tegundaauðgi og fjölbreytt gróðurfélög á tiltölulega afmörkuðu svæði
Upprunagildi	Breytt gróðurfur vegna langvarandi beitaráhrifa, rof og rýrnun landgæða	Nánast ósnortinn gróður, sauðfjárbreit og ferðamennska	Gróður undir álagi vegna fjölda ferðamanna, traðk, beit og uppgræðsla hafa áhrif á gróður
Heildarásynd	Svæðið er í byggð og eru byggingar, vegir og borholur áberandi í ásynd landsins	Mikil gróska skapar andstæður við berar en litríkar skriður	Gróska við jarðhitasvæðið skapar andstæður við annars gróðursnautt umhverfið á hálendinu

5.5 Framhald verkefnisins

Við framhald verkefnisins er gert ráð fyrir að tillögu Náttúrufræðistofnunar Íslands að verk-
áætlun frá 2005 verði fylgt í meginatriðum. Rannsóknir sumarið 2006 fari fram á háhita-
svæðum á Suður- og Suðvesturlandi. Sumarið 2007 er gert ráð fyrir að gagnaöflun fari fram
á háhitasvæðum á Norðausturlandi. Ganga þarf úr skugga um að til séu myndkort af
rannsóknasvæðunum í mælikvarða sem nýtist við nákvæma kortlagningu.

Á stóru háhitasvæðunum þarf að takmarka rannsóknir við undirsvæði. Í ljósi niðurstaða
mætti kanna hvaða gerðir (týpur) jarðhitamyndana og gróðurs eru á rannsóknasvæðunum og
velja undirsvæði út frá þeim. Markmiðið er að gera gagnaöflun skilvirkari en jafnframt að
aflað verði fjölbreyttra upplýsinga um gróðurfar á háhitasvæðum.

6 ÞAKKIR

Margir hafa komið að verkefninu með einum og öðrum hætti. Upplýsingar um jarðhita-
svæðin veitti Kristján Sæmundsson á Orkustofnun. Skúli Víkingsson á Íslenskum orku-
rannsóknnum veitti LUK-gögn fyrir jarðhitamyndanir á rannsóknasvæðunum. Af starfs-
mönnum Náttúrufræðistofnunar Íslands aðstoðaði Sigrún Jónsdóttir við gerð vinnu-
mynda. Ellý Guðjohnsen aðstoðaði á vettvangi. Bergþór Jóhannsson greindi mosa og Hörður
Kristinsson greindi fléttur. Lovísa Ásbjörnsdóttir aðstoðaði við gerð gróðurkorta. Kristbjörn
Egilsson aðstoðaði við mosalista og uppsetningu og las yfir skýrsluna ásamt Álfheiði
Ingadóttur og Pálinu Héðinsdóttur sem las heimildaskrá. Öllum þessum aðilum eru færðar
þakkir fyrir framlag sitt.

7 HEIMILDIR

- Auður Andrésdóttir, Óskar Sigurðsson og Teitur Guðmundsson 2003. Regulatory framework and preparation of geothermal power plants in Iceland – practical experiences and obstacles. International Geothermal Conference, Reykjavík. Bls. 33–39.
- Árni Hjartarson og Magnús Ólafsson 2005a. Hveravellir. Könnun og kortlagning háhitasvæðis. Íslenskar orkurannsóknir, unnið fyrir Orkustofnun. 44 bls.
- Árni Hjartarson og Magnús Ólafsson 2005b. Hveravellir, jarðfræðikort, 1:25.000. Íslenskar orkurannsóknir (ÍSOR), Reykjavík.
- Ásrún Elmarsdóttir, María Ingimarsdóttir, Iris Hansen, Jón S. Ólafsson og Sigurður H. Magnússon 2003. Gróður og smádyr á sex háhitasvæðum. Náttúrufræðistofnun Íslands, skýrsla unnin fyrir Orkustofnun, Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjun. NÍ-03015. 73 bls.
- Ásrún Elmarsdóttir, Borgþór Magnússon, Lovísa Ásbjörnsdóttir og Sigurður H. Magnússon 2005. Þrjú háhitasvæði á Suðvesturlandi. Undirbúningur að mati á náttúruvari og verndargildi háhitasvæða. Náttúrufræðistofnun Íslands, skýrsla unnin fyrir Orkustofnun. NI-05003. 23 bls.
- Beadel, S.M., S.M. MacKinnon, W.B. Shaw 1996. Geothermal vegetation of The Bay of Plenty Region. Wildland Consultants no. 155. 234 bls.
- Bergþór Jóhannsson 1991. Íslenskir mosar, Brúskmosaett. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar 19. 119 bls.
- Bergþór Jóhannsson 2000. Íslenskir mosar, Lápmosaett, kólfmosaett og væskilmosaett. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar 41. 151 bls.
- Bergþór Jóhannsson 2003. Íslenskir mosar, skrár og viðbætur. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar 44. 135 bls.
- Deiliskipulag Hveravalla 1997. Frekara mat á umhverfisáhrifum framkvæmda. Nýja Teiknistofan og Verkfræðistofan Fjölhönnun. Útg. Svínavatns- og Torfalækjarhreppur í Austur-Húnavatnssýslu. 28 bls.
- Eva G. Þorvaldsdóttir 2000. Gróður á hverasvæðinu í Hveragerði. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. NÍ-00002. 21 bls.
- Flosi Hrafn Sigurðsson, Þórunn Pálsdóttir og Torfi Karl Antonsson 2003. Veðurstöð og veðurfar á Hveravöllum á Kili. Rit Veðurstofu Íslands 20. 122 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.
- Given, D. and associates 1995. Geothermal Vegetation – Assessment of botanical values of selected sites. Christchurch, New Zealand. 85 bls.
- Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2005. Gróður og fuglar á Hengilssvæði við Hellisheiði. Náttúrufræðistofnun Íslands, skýrsla unnin fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. NÍ-05008. 49 bls.
- 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.
- Guðrún Gísladóttir 1994. Geographical analysis of natural and cultural landscape. A methodological study in Southwestern Iceland. [Paper I] Í: Environmental Characterisation and Change in South-western Iceland. Department of Physical Geography, Stockholm University, Dissertation Series 10, Stockholm, Sweden. Bls. 1–188.

- Halldór Björnsson 2003. The annual cycle of temperature in Iceland. Icelandic Meteorological Office, Report no. 03037. 45 pp.
- Háhitavefur Orkustofnunar 2006. Krýsuvík, Grændalur. Skoðað 15. 5.2006 á veraldarvefnum: <http://www.os.is/jardhiti/>
- Helgi Torfason 1997. Jarðhitarannsóknir á Hveravöllum 1996. Samvinnuverkefni Orkustofnunar, Náttúruverndarráðs og Svínvatnshrepps. Reykjavík. Orkustofnun, Rannsóknasvið OS-97025. 85 bls. + kort. [Einnig birt í Deiliskipulagi Hveravalla 1997. Frekara mat. 28 bls.]
- Hill, M.O. 1979a. TWINSPAN—A FORTRAN program for arranging multivariate data in ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York. 48 bls.
- Hill, M.O. 1979b. DECORANA—A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York. 52 bls.
- Hörður Kristinsson 1996. Gróðurfar við fyrirhugða 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. Innlendir orkulindir til vinnslu raforku. Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík. 153 bls.
- Ingvar Birgir Friðleifsson 1979. Geothermal activity in Iceland. Jökull 29: 47–56.
- Jón Guðmundsson og Halldór Sverrisson 2000. Athugun á gróðri í Grændal. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Skýrsla unnin fyrir Orkustofnun og Sunnlenska Orku ehf. 21 bls.
- Keam, R.F., Luketina, K.M. og Pipe, L.A. 2005. Definition and listing of significant geothermal feature types in the Waikato region. Proceedings World Geothermal Congress 2005, Anatlya, Turkey, 24–29, April 2005. Bls.1–12.
- Kristján Sæmundsson 1995. Hengill, jarðhiti, ummyndun og grunnvatn, 1.25.000, Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur, Landmælingar Íslands.
- Lange, B., 1973. The Sphagnum flora of hot springs in Iceland. Lindbergia 2: 81–93.
- Luketina, Katherine M. 2000. New Zealand geothermal resource management. A regulatory perspective. Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu–Tohoku, Japan. Bls. 751–756.
- Markús Á. Einarsson 1988. Precipitation in Southwestern Iceland. Jökull 38: 61–70.
- McCune, B. og Mefford, M.J. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of Ecological Data. Version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon. 237 bls.
- Mossberg, B., Stenberg, L. og Ericsson, S. 1992. Den Nordiska Floran. Wahlström & Widstrand. 696 bls.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 1996. Válisti 1. Plöntur. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. 82. bls.
- Náttúruverndarráð 1996. Náttúruminjaskrá. Skrá um friðlýst svæði og aðrar náttúruminjar. Reykjavík, 7. útgáfa. 64 bls.
- Orkustofnun 1999: Gufusprengring í Krýsuvík. Skoðað 15.5.2006 á veraldarvefnum: <http://os.is/krysuvik/>
- Sigurður H. Magnússon 1997. Gróðurathuganir á Hveravöllum 1997. Í: Deiliskipulag Hveravalla 1997, frekara mat á umhverfisáhrifum framkvæmda. Útg. Svínvatns- og Torfalækjarhreppur í Austur Húnavatnssýslu. 36 bls.

- Sigurður H. Magnússon 1998. Ástand lands í Krýsuvík sumarið 1997. Áætlun um uppgræðslu. Unnið fyrir bæjarstjórn Hafnarfjarðar. 53 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. NÍ-02006. 246 bls.
- Stefán Arnórsson 1993. Jarðhiti. Náttúrufræðingurinn 63(1–2): 39–55.
- Steindór Steindórsson 1964. Gróður á Íslandi. Almenna bókafélagið. 186 bls.
- Steindór Steindórsson 1981. Flokkun gróðurs í gróðurfélög. Íslenskar landbúnaðarrannsóknir 12 (2): 11–52.
- Umhverfisstofnun 2003. Náttúruverndaráætlun 2004–2008, Aðferðafræði. Tillögur Umhverfisstofnunar um friðlýsingar. Umhverfisstofnun, Reykjavík. 100 bls.
- Veðurstofa Íslands 2005: Árgildi fyrir stöð 892 yfir árin 1966–2003. Hveravellir. Skoðað 6.1.2006 á veraldarvefnum:
http://www.vedur.is/vedurfar/yfirlit/medaltalstoflur/Stod_892_Hveravellir.ArsMedal.txt
- Yngvi Þór Loftsson og Áslaug Traustadóttir 2006. Aðalskipulag Hafnarfjarðar 2005–2025. Krýsuvík. Greinargerð 2. Landmótun. 42. bls.

VIÐAUKAR

1. viðauki. Gróðurkort

2. viðauki. Gróðurfélög og yfirborðsgerðir á rannsóknasvæðum

Lýsing á gróðurfélögum og yfirborðsgerðum er komu fyrir á rannsóknarsvæðunum þremur. Gróðurfélög og yfirborðsgerðir tengd jarðhita eru skyggð með ljósgráum lit.

Moslendi	
Mosar, blóðberg, grös (JM1)	Mosar eru ríkjandi, t.d. tildurmosi, móasigð, götulokki, engjaskraut og melagambri. Ýmsir jarðhitamosar, t.d. laugaslyðra, laugaburst og slæðumosi, finnast einnig. Af háplöntum eru blóðberg, skriðlíngresi og blávingull mest áberandi. Naðurtunga og grámygla finnast innan gróðurfélagsins. Fléttur, t.d. hreindýrakraókar og engjaskóf, geta vaxið á stangli.
Mosar, skriðlíngresi, blóðberg (JM2)	Gamburmosar eru ríkjandi en aðrar tegundir mosa eru t.d. engjaflos og engjaskraut. Af háplöntum eru skriðlíngresi og blóðberg mest áberandi en einnig finnast t.d. græðisúra, skariffíll, ljónslappi og naðurtunga.
Mosi með stinnastör (A2) ¹	Gamburmosar eru ríkjandi. Af háplöntum er stinnastör einkennandi, aðrar tegundir eru strjálur, t.d. vinglar, þursaskegg, kornsúra, língresi og móasef. Mosapekjan er oft ósamfelld. Jarðvegur er oft lítill og gróður slitróttur.
Mosi með stinnastör og smárunnum (A3) ¹	Gamburmosar eru ríkjandi. Einkennandi háplöntur eru smárunnar, s.s. krækilyng, beitilyng, grasvíðir og fjalldrapi. Fylgitegundir eru blávingull, túnvingull, þursaskegg, kornsúra, skriðlíngresi, hálíngresi, týtulíngresi og móasef. Mosapekja er oft ósamfelld, félagið vex á melum og í rýrum moldarjarðvegi.
Mosi með smárunnum (A4) ¹	Gamburmosar eru ríkjandi og þekja yfir helming af grónu landi. Einkennandi háplöntur eru smárunnar svo sem krækilyng, bláberjalýng, beitilyng, grasvíðir, grávíðir og fjalldrapi. Aðrar fylgitegundir eru blávingull, túnvingull, þursaskegg, kornsúra, skriðlíngresi, hálíngresi, týtulíngresi og móasef.
Mosi með grösum (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 língresistegundir og sveifgrös, auk þess fjallapuntur og fjallasveifgras á hálendinu.
Graslendi	
Grös, starir, blómjurtir (JG1)	Grastegundir, t.d. hálíngresi, skriðlíngresi, týtulíngresi, blávingull og túnvingull eru áberandi ásamt stinnastör. Af blómplöntum er blóðberg mest áberandi, en einnig finnast tegundir eins og ljónslappi, maríustakkur, mýrfjóla, krækilyng, brennisóley og naðurtunga. Lautir með snjóðaldaráhrifum geta verið til staðar þar sem tegundir eins og grámulla og fjallasmári koma inn. Dæmi um mosa eru tildurmosi, gamburmosar, djújahnappur og engjaskraut. Gróðurlendið er á mörkum votlendis og þurrlendis.
Grös, blóðberg (JG2)	Língresistegundir eru mest áberandi ásamt blávingli. Algengar blómplöntur eru blóðberg, ljónslappi og maríustakkur. Enn fremur finnst naðurtunga. Dæmi um mosategundir er hraun- og fjaðurgambri, móasigð og tildurmosi. Þar sem þekja er ekki 100% er krækilyng og blóðberg mest áberandi ásamt blávingli og mosum.
Grös (H1) ¹	Ríkjandi grastegundir eru hálíngresi, týtulíngresi, ilmreyr, túnvingull og snarrótarpuntur. Í svarðlagi geta mosar verið áberandi og þakið allt að helming af gróðurþekjunni. Dæmi um fylgitegundir eru vallengingur og stinnastör, einnig tvíkímblaða blómjurtir eins og krossmaðra, gulmaðra, hvítsmári, tágamura, skariffíll og mjaðjurt. Í skjólsælum brekkum geta blómjurtirnar orðið gróskumiklar.
Grös með störum (H2) ¹	Ríkjandi tegundir eru hálíngresi, 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.

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

Grös með smárunnum (H3)¹ Ríkjandi tegundir eru hálingresi, týtulíngresi, ilmreyr, túnvingull og snarrótarpuntur. Einkennandi tegundir eru grávíðir, grasvíðir, krækilyng og bláberjalyng. Oft ber mikið á mosa í svarðlagi. Gróðurþekja er yfirleitt samfelld en getur einnig verið sundurskorin af rofdílum og áfoksgeirum. Landið getur bæði verið flatt og hallandi og finnst gróðurfélagið oft þar sem graslendi skarast við mólendi.

Blómlendi

Lágvaxnar blómplöntur (L2)¹ Ríkjandi tegundir eru lágvaxnar tvíkímblaða blómjurtir sem eru undir 40 cm á hæð. Þær helstu eru grámulla, fjallasmári og ljónslappi og eru fylgitegundir margar, meðal annars grasvíðir og hélumosar. Gróðurþekja er samfelld og finnst gróðurfélagið í dældum og hlíðalautum þar sem snjór liggur lengi fram eftir vori og jarðvegur er fremur rakur.

Votlendi

Mosar, mýradúnurt (JV1) Mosar eru ríkjandi, t.d. laugaslyðra, slæðumosi og laugaburst, dýjahnappur, oddburi og laugableðla, ásamt háplöntunum mýradúnurt, língrös, mýrasefi og laugasefi. Mýradúnurt getur myndað þéttar breiður.

Laugasef, mýrastör, klófifa (JV2) Laugasef ásamt mýrastör eru einkennandi ásamt klóffifu. Er á mjög votum svæðum s.s. í lækjarfarvegum. Laugaslyðra, laugafaxi, flaganaddur og mýrhaddur eru dæmi um mosa.

Gulstör, klófifa (JV3) Gulstör og klófifa eru einkennandi ásamt hálingresi og túnvingli á þurrari svæðum. Dæmi um fylgitegundir er hrafnaklukka, blátoppastör, mýrastör, mýradúnurt, laugasef, mýrasef og mýrasauðlaukur. Mosategundir eru t.d. bleytuburi, dýjahnappur og lindafaldur.

Mýrastör, klófifa, skriðlíngresi (JV4) Vatnshverir, laugar og volgrur hafa áhrif á gróðurfélagið. Mýrastör og klófifa eru ríkjandi en skriðlíngresi, laugasef, mýradúnurt og laugadepla eru mest áberandi í og við volgar sytrur. Gulstör, mýrasef, fitjaskúfur og hálingresi geta einnig haft nokkra þekjuhlutdeild. Mosategundir eru t.d. laugaslyðra, laugableðla, mýrhaddur og síkjakló.

Mýrastör/stinnastör með klóffifu (U4)¹ Ríkjandi tegund er mýrastör en klófifa verður oft einkennandi. Klófifa sker sig vel frá öðrum mýragróðri vegna laufblaða sinna sem eru stórgerð og verða rauð seinni hluta sumars. Meðal tegunda sem oft verða áberandi eru túnvingull, hálmgresi, fjalldrapi, kornsúra, engjarós, vallhæra, blávingull, týtulíngresi og mjaðurt.

Mýrastör/stinnastör (U5)¹ Ríkjandi tegund er mýrastör en næst henni að þekju kemur yfirleitt hálmgresi. Meðal annarra tegunda sem verða áberandi eru engjarós, hrafnaklukka, kornsúra, brjóstagrass og stundum gulstör og ilmreyr. Land er yfirleitt hallandi og smáþýft, jarðvatn er á hreyfingu og jarðvegur fremur næringarauðgur.

Hrafnafifa með hálmgresi (T11)¹ Ríkjandi tegund er hrafnafifa en hálmgresi er einkennandi tegund sem sums staðar verður ríkjandi. Dæmi um fylgitegundir er klóelfting og skriðlíngresi. Gróðurþekja er oft ósamfelld og gróðurfélagið nær ekki yfir stór svæði á hverjum stað. Er að finna við votar eyrar í smálækjum.

Ræktað land

Ræktað graslendi (R5)¹ Uppgræðslusvæði þar sem gróðurlítið land eða náttúruleg gróðurlendi hafa breyst í graslendi vegna áburðargjafar með eða án sáningar.

Yfirborðsgerð

Vatn (av) Vötn og tjarnir, breið straumvötn.

Þurrar áreyrar (ey) Áreyrar eru hallalítill og tiltölulega slétt svæði sem liggja meðfram ám eða vötnum og getur flætt yfir þau í vatnavöxtum. Þetta eru sand- eða malarsvæði sem eru þurr.

Hverir, leir (hvl) Hverir og leirinn umhverfis þá geta verið nokkuð breytilegir milli svæða. Fáir plöntueinstaklingar vaxa næst hverunum og í leirnum eru þeir á stangli og er þekja plantna breytileg innan og milli svæða. Dæmi um háplöntutegundir sem finnast eru skriðlíngresi, blávingull, túnvingull, blóðberg og krækilyng. Þar sem rakara er vaxa tegundir eins og mýrasauðlaukur, laugasef, lækjasef, mýra- og klappadúnurt. Dæmi um mosa eru laugaslyðra, hæruburst og gamburmosar. Fléttur geta vaxið í leirnum.

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

Hverahrúður (hvh)	Þétt eða malarkennt hverahrúður, oft undir áhrifum raka. Helstu tegundir eru skriðlíngresi, laugasef og mýrasauðlaukur. Mýrastör, klófífa, hrafnafífa og hálmgresi geta einnig vaxið í yfirborðsgerðinni. Dæmi um mosa eru laugaslyðra, laugarindill, skurðvendill, vætukrýli og mýrhaddur.
Moldir (mo)	Moldir standa eftir þar sem gróður hefur rofnað og jarðvegsrof átt sér stað. Yfirborðið er óstöðugt vegna rofs og frostlyftingar.
Melar (me)	Melur er þakinn leirbornum sandi og steinum af mismunandi stærð, en yfirborðið er að mestu slétt. Dæmi um tegundir sem vaxa á melum eða vikrum eru grasvíðir, túnvingull, fjallapuntur, geldingahnappur, lambagras, melablóm, músareyra, naflagras og þúfusteinbrjótur.
Mannvirki og rask (ra)	Svæði er raskað vegna mannvirkjagerðar. T.d. vegir, hús, bílplön og borholur.
Stórgrýtt land (gt)	Yfirborð þakið stórgrýti, klettum eða klöppum.
Skriður (sk)	Svæði sem að mestu er þakið lausu grjóti og oft í bröttum fjallshlíðum.

3. viðauki. Háplöntur í Krýsuvík, Grændal og á Hveravöllum

Skýringar:

- Finnst víðast hvar □□□ Yfirleitt mjög alg.
 ■■ Finnst nokkuð víða □□ Yfirleitt nokkuð alg.
 ■ Fáir fundarstaðir □ Yfirleitt sjaldgæf

Jarðhitategundir eru skyggðar með ljósgráum lit. * sjá skýringar í 6. viðauka

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Algengni á landsvísu*	Krýsuvík	Grændalur	Hveravellir
<i>Achillea millefolium</i>	vallhumall	■■■■□□	x		x
<i>Agrostis capillaris</i>	hálingresi	■■■■□□	x	x	x
<i>Agrostis stolonifera</i>	skriðlingresi	■■■■□□	x	x	x
<i>Agrostis vinealis</i>	týtulingresi	■■■■□□	x	x	x
<i>Alchemilla alpina</i>	ljónslappi	■■■■□□	x	x	x
<i>Alchemilla vulgaris</i>	mariustakkur	■■■■□□	x	x	x
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	ilmreyr	■■■■□□	x	x	x
<i>Arenaria norvegica</i>	skeggsandi	■■■■□□	x		x
<i>Armeria maritima</i>	geldingahnappur	■■■■□□	x		x
<i>Bartsia alpina</i>	smjörgras	■■■■□□			x
<i>Betula pubescens</i>	birki	■■■■□□	x		x
<i>Bistorta vivipara</i>	kornsúra	■■■■□□	x	x	x
<i>Botrychium lunaria</i>	tungljurt	■■■■□□			x
<i>Calamagrostis stricta</i>	hálmgresi	■■■■□□	x	x	x
<i>Calluna vulgaris</i>	beitilyng	■■■■□□	x		
<i>Caltha palustris</i>	höfsóley	■■■■□□	x	x	
<i>Campanula rotundifolia</i>	bláklukka	■■□□□			x
<i>Cardamine hirsuta</i>	lambaklukka	■■□□□			x
<i>Cardamine nymanii</i>	hrafnaklukka	■■■■□□	x	x	x
<i>Cardaminopsis petraea</i>	melablóm	■■■■□□	x	x	x
<i>Carex bigelowii</i>	stinnastör	■■■■□□	x	x	x
<i>Carex capillaris</i>	hárleggjastör	■■■■□□			x
<i>Carex curta</i>	blátoppastör	■■■■□□	x		
<i>Carex echinata</i>	ígulstör	■■■□□	x		
<i>Carex lyngbyei</i>	gulstör	■■■■□□	x		x
<i>Carex maritima</i>	bjúgstör	■■■□□			x
<i>Carex nigra</i>	mýrastör	■■■■□□	x	x	x
<i>Carex rariflora</i>	hengistör	■■■■□□			x
<i>Carex rostrata</i>	tjarnastör	■■■■□□		x	
<i>Cerastium alpinum</i>	músareyra	■■■■□□	x	x	x
<i>Cerastium fontanum</i>	vegarfi	■■■■□□	x	x	x
<i>Coeloglossum viride</i>	barnarót	■■■■□□			x
<i>Deschampsia alpina</i>	fjallapuntur	■■■■□□			x
<i>Deschampsia beringensis</i>	beringspuntur	SL			x
<i>Deschampsia caespitosa</i>	snarrótarpuntur	■■■■□□	x	x	x
<i>Deschampsia flexuosa</i>	bugðupuntur	■■■■□□	x	x	x
<i>Diphazium alpinum</i>	litunarjafni	■■■□□			x
<i>Dryas octopetala</i>	holtasóley	■■■■□□			x
<i>Eleocharis palustris</i>	vatnsnál	■■■■□□			x
<i>Eleocharis quinqueflora</i>	fitjaskúfur	■■■□□			x
<i>Empetrum nigrum</i>	krækilyng	■■■■□□	x	x	x
<i>Epilobium alsinifolium</i>	lindadúnurt	■■■■□□		x	x
<i>Epilobium anagallidifolium</i>	fjalladúnurt	■■■■□□			x
<i>Epilobium collinum</i>	klappadúnurt	■■□□□	x	x	x

3. viðauki. Framhald

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Algengi á landsvísu	Krýsuvík	Grændalur	Hveravellir
<i>Epilobium palustre</i>	mýradúnurt	■■■■□□□	X	X	X
<i>Equisetum arvense</i>	klóelfting	■■■■□□□	X	X	X
<i>Equisetum fluviatile</i>	fergin	■■■■□□□	X	X	
<i>Equisetum palustre</i>	mýrelfting	■■■■□□□	X	X	X
<i>Equisetum pratense</i>	vallelfting	■■■■□□□	X	X	X
<i>Equisetum variegatum</i>	beitieski	■■■■□□□	X		X
<i>Erigeron borealis</i>	jakobsfífill	■■■■□□□			X
<i>Eriophorum angustifolium</i>	klófiða	■■■■□□□	X	X	X
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	hrafnafiða	■■■■□□□	X	X	X
<i>Euphrasia frigida</i>	augnfró	■■■■□□□	X	X	X
<i>Festuca richardsonii</i>	túnvingull	■■■■□□□	X	X	X
<i>Festuca vivipara</i>	blávingull	■■■■□□□	X	X	X
<i>Filaginella uliginosa</i>	grámygla	■■□□		X	
<i>Filipendula ulmaria</i>	mjaðjurt	■■■■□□□		X	
<i>Galium boreale</i>	krossmaðra	■■■■□□□	X		X
<i>Galium normanii</i>	hvítmaðra	■■■■□□□	X	X	X
<i>Galium verum</i>	gulmaðra	■■■■□□□	X	X	X
<i>Gentiana nivalis</i>	dýragras	■■■■□□□			X
<i>Gentianella aurea</i>	gullvöndur	■■■■□□□			X
<i>Gentianella campestris</i>	mariuvöndur	■■■■□□□			X
<i>Geum rivale</i>	fjalldalafífill	■■■■□□□	X		X
<i>Hieracium spp.</i>	undafíflar	■■■■□□□		X	X
<i>Hierochloa odorata</i>	reyrgresi	■■■■□□□		X	X
<i>Juncus alpinus</i>	mýrasef	■■■■□□□	X	X	X
<i>Juncus arcticus</i>	hrossaná	■■■■□□□			X
<i>Juncus articulatus</i>	laugasaf	■■■■□□□	X		X
<i>Juncus bufonius</i>	lækjasef	■■■■□□□	X		X
<i>Juncus ranarius</i>	lindasef	■■■■□□□			X
<i>Juncus trifidus</i>	móasef	■■■■□□□	X		X
<i>Juncus triglumis</i>	blómsef	■■■■□□□	X		
<i>Kobresia myosuroides</i>	þursaskegg	■■■■□□□			X
<i>Koenigia islandica</i>	naflagras	■■■■□□□			X
<i>Leontodon autumnalis</i>	skarífífill	■■■■□□□	X	X	X
<i>Loiseleuria procumbens</i>	sauðamergur	■■■■□□□			X
<i>Luzula arcuata</i>	fjallhæra	■■■■□□□			X
<i>Luzula multiflora</i>	vallhæra	■■■■□□□	X	X	X
<i>Luzula spicata</i>	axhæra	■■■■□□□	X	X	X
<i>Menyanthes trifoliata</i>	horblaðka	■■■■□□□		X	
<i>Minuartia rubella</i>	melanóra	■■■■□□□			X
<i>Myosotis arvensis</i>	gleym-mér-ei	■■■■□□□	X	X	
<i>Nardus stricta</i>	finnungur	■■■■□□□	X		
<i>Omalotheca supina</i>	grámulla	■■■■□□□			X
<i>Phleum pratense</i>	vallarfoxgras	■■■■□□□	X	X	X
<i>Pilosella islandica</i>	íslandsfífill	■■■■□□□			X
<i>Pinguicula vulgaris</i>	lyfjagras	■■■■□□□	X		X
<i>Plantago major</i>	græðisúra	■■□□		X	
<i>Plantago maritima</i>	kattartunga	■■■■□□□	X		X
<i>Platanthera hyperborea</i>	friggjargras	■■■■□□□	X		X
<i>Ophioglossum azoricum</i>	naðurtunga	■□		X	X
<i>Parnassia palustris</i>	mýrasóley	■■■■□□□		X	X

3. viðauki. Framhald

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Algengni á landsvísu	Krýsuvík	Grændalur	Hveravellir
<i>Phleum alpinum</i>	fjallafoxgras	■ ■ ■ □ □ □			x
<i>Poa alpina</i>	fjallasveifgras	■ ■ ■ □ □ □	x		x
<i>Poa glauca</i>	blásveifgras	■ ■ ■ □ □ □			x
<i>Poa pratensis</i>	vallarsveifgras	■ ■ ■ □ □ □	x	x	x
<i>Polygonum aviculare</i>	blóðarfí	■ ■ ■ □ □ □		x	
<i>Potamogeton pusillus</i>	smánykra	■ ■ □ □			x
<i>Potentilla anserina</i>	tágamura	■ ■ ■ □ □ □		x	
<i>Potentilla crantzii</i>	gullmura	■ ■ ■ □ □ □	x		x
<i>Potentilla palustris</i>	engjarós	■ ■ ■ □ □ □	x		
<i>Prunella vulgaris</i>	blákolla	■ ■ □ □ □		x	
<i>Ranunculus acris</i>	brennisóley	■ ■ ■ □ □ □	x	x	x
<i>Ranunculus hyperboreus</i>	trefjasóley	■ ■ ■ □ □		x	x
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	lónasóley	■ ■ ■ □ □ □			x
<i>Rhinanthus minor</i>	lokasjóður	■ ■ ■ □ □ □		x	x
<i>Rumex acetosa</i>	túnsúra	■ ■ ■ □ □ □	x	x	x
<i>Rumex acetosella</i>	hundasúra	■ ■ ■ □ □ □	x		
<i>Sagina nivalis</i>	snækrækil	■ ■ □ □ □		x	
<i>Sagina nodosa</i>	hnúskakrækil	■ ■ ■ □ □ □	x	x	x
<i>Sagina procumbens</i>	skammkrækil	■ ■ ■ □ □ □	x		x
<i>Sagina saginoides</i>	langkrækil	■ ■ ■ □ □ □		x	x
<i>Salix callicarpaea</i>	gráviðir	■ ■ ■ □ □ □	x	x	x
<i>Salix herbacea</i>	grasviðir	■ ■ ■ □ □ □	x	x	x
<i>Saxifraga caespitosa</i>	þúfusteinbrjótur	■ ■ ■ □ □ □			x
<i>Saxifraga hirculus</i>	gullbrá	■ ■ ■ □ □			x
<i>Saxifraga hypnoides</i>	mosasteinbrjótur	■ ■ ■ □ □ □	x		
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	vetrarblóm	■ ■ ■ □ □ □			x
<i>Saxifraga stellaris</i>	stjörnusteinbrjótur	■ ■ ■ □ □ □			x
<i>Sedum villosum</i>	flagahnoðri	■ ■ ■ □ □ □	x		x
<i>Selaginella selaginoides</i>	mosajafni	■ ■ ■ □ □ □	x		x
<i>Sibbaldia procumbens</i>	fjallasmári	■ ■ ■ □ □ □			x
<i>Silene acaulis</i>	lambagras	■ ■ ■ □ □ □	x		x
<i>Silene uniflora</i>	holurt	■ ■ ■ □ □ □	x		x
<i>Stellaria crassifolia</i>	stjörnuarfí	■ ■ ■ □ □ □		x	
<i>Stellaria media</i>	haugarfí	■ ■ ■ □ □ □	x		x
<i>Taraxacum spp.</i>	túnfíflar	■ ■ ■ □ □ □	x	x	x
<i>Thalictrum alpinum</i>	brjóstagras	■ ■ ■ □ □ □	x		x
<i>Thymus praecox</i>	blóðberg	■ ■ ■ □ □ □	x	x	x
<i>Tofieldia pusilla</i>	sýki gras	■ ■ ■ □ □ □			x
<i>Trifolium repens</i>	hvítsmári	■ ■ ■ □ □ □		x	x
<i>Triglochin palustris</i>	mýrasauðlaukur	■ ■ ■ □ □ □	x	x	x
<i>Trisetum spicatum</i>	lógresi	■ ■ ■ □ □ □			x
<i>Tussilago farfara</i>	höffifill	SL		x	
<i>Vaccinium uliginosum</i>	bláberjalyng	■ ■ ■ □ □ □		x	x
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	laugadepla	■ □	x	x	
<i>Veronica officinalis</i>	hárdepla	■ ■ □ □ □		x	
<i>Veronica serpyllifolia</i>	lækjadepla	■ ■ ■ □ □ □	x	x	x
<i>Vicia cracca</i>	umfeðmingur	■ ■ □ □ □		x	
<i>Viola canina</i>	týsfjóla	■ ■ ■ □ □ □		x	x
<i>Viola palustris</i>	mýrfjóla	■ ■ ■ □ □ □	x	x	x
	Fjöldi á hverju svæði		80	73	118

4. viðauki. Mosar í Krýsuvík, Grændalur og á Hveravöllum

Skýringar:

- Finnst víðast hvar □□□ Yfirleitt mjög alg.
 ■■■ Finnst nokkuð víða □□ Yfirleitt nokkuð alg.
 ■ Fáir fundarstaðir □ Yfirleitt sjaldgæf
 Jarðhitategundir eru skyggðar með ljósgráum lit

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Algengni á landsvisu*	Krýsuvík	Grændalur	Hveravellir
<i>Andreaea rupestris</i>	holtasóti	■■■□□□			X
<i>Aongstroemia longipes</i>	örmosi	■■■□□			X
<i>Archidium alternifolium</i>	slæðumosi	■■■□□		X	X
<i>Atrichum undulatum</i>	bylgjurandi	■■■□□		X	
<i>Aulacomnium palustre</i>	bleikjukollur	■■■□□□	X	X	X
<i>Barbilophozia atlantica</i>	holtalarfi	■■■□□			X
<i>Barbilophozia floerkei</i>	heiðalarfi	■■■□□	X		
<i>Barbilophozia hatcheri</i>	urðalarfi	■■■□□□			X
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>	lautalarfi	■■■□□			X
<i>Barbula unguiculata</i>	götuskryfill	■■■□			X
<i>Blasia pusilla</i>	blettamosi	■■■□□□			X
<i>Brachythecium albicans</i>	götulokkur	■■■□□□			X
<i>Brachythecium latifolium</i>	vætulokkur	■■■□			X
<i>Brachythecium reflexum</i>	urðalokkur	■■■□□□			X
<i>Brachythecium rivulare</i>	lækjalokkur	■■■□□□	X		X
<i>Bryum argenteum</i>	silfurhnokki	■■■□□			X
<i>Bryum dichotomum</i>	götuhnokki	■■■□			X
<i>Bryum elegans</i>	holtahnokki	■■■□			X
<i>Bryum knowltonii</i>	pollahnokki	■■■□			X
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	kelduhnokki	■■■□□□	X	X	X
<i>Bryum schleicheri</i>	lækjahnokki	■■■□			X
<i>Bryum weigelii</i>	dýjahnokki	■■■□□□			X
<i>Calliergon giganteum</i>	vætuhrókur	■■■□□□			X
<i>Calliergonella cuspidata</i>	geirmosi	■■■□□□	X	X	X
<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i>	klettatjása	■■■□□			X
<i>Campylopus introflexus</i>	hæruburst	■■■□		X	
<i>Campylopus pyriformis</i>	laugaburst	■■■□		X	
<i>Campylopus subulatus</i>	melaburst	■■■□			X
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	vætukryli	■■■□□□	X	X	X
<i>Cephaloziella divaricata</i>	urðavæskill	■■■□□□			X
<i>Cephaloziella hampeana</i>	vætuvæskill	■■■□□□	X		X
<i>Cephaloziella rubella</i>	móavæskill	■■■□			X
<i>Cephaloziella varians</i>	fjallavæskill	■■■□□			X
<i>Ceratodon purpureus</i>	hlaðmosi	■■■□□□		X	X
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	lækjareifi	■■■□□			X
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	engjabroddur	■■■□□			X
<i>Climacium dendroides</i>	krónumosi	■■■□□□	X	X	X
<i>Conostomum tetragonum</i>	heiðapófi	■■■□□□			X
<i>Cratoneuron filicinum</i>	rekjumosi	■■■□□□		X	X
<i>Dichodontium palustre</i>	lindarindill	■■■□□	X		X
<i>Dichodontium pellucidum</i>	glætumosi	■■■□□□			X
<i>Dicranella cerviculata</i>	skurðarindill	■■■□□	X		
<i>Dicranella crispa</i>	rákarindill	■■■□□□			X
<i>Dicranella heteromalla</i>	hverarindill	■■■□		X	
<i>Dicranella schreberiana</i>	væturindill	■■■□		X	

4. viðauki. Framhald

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Algengi á landsvísu*	Krýsuvík	Grændalur	Hveravöllur
<i>Dicranella varia</i>	laugarindill	■ ■ □ □			X
<i>Dicranoweisia crispula</i>	kármosi	■ ■ ■ □ □ □			X
<i>Dicranum bonjeanii</i>	mýrabrúskur	■ ■ □ □			X
<i>Dicranum flexicaule</i>	holtabrúskur	■ ■ ■ □ □ □			X
<i>Dicranum scoparium</i>	móabrúskur	■ ■ ■ □ □ □			X
<i>Didymodon icmadophilus</i>	broddhubbli	■ ■ ■ □ □			X
<i>Didymodon tophaceus</i>	laugahnubbi	■ □			X
<i>Diphyscium foliosum</i>	hnotumosi	■ ■ ■ □ □ □		X	
<i>Ditrichum heteromallum</i>	skurðvendill	■ ■ □	X	X	
<i>Ditrichum lineare</i>	laugavendill	■ ■ □		X	
<i>Drepanocladus aduncus</i>	pollalufsa	■ ■ ■ □ □ □	X	X	X
<i>Drepanocladus polygamus</i>	fitjalufsa	■ ■ ■ □ □			X
<i>Eurhynchium pulchellum</i>	heiðaspori	■ ■ ■ □ □			X
<i>Fossombronia foveolata</i>	laugaskrúð	■ ■ □		X	X
<i>Funaria hygrometrica</i>	bólmosi	■ ■ ■ □ □		X	
<i>Gymnocolea inflata</i>	laugaslyðra	■ ■ □ □	X	X	X
<i>Gymnomitrium concinatum</i>	grænkólfur	■ ■ ■ □ □ □			X
<i>Heterocladium dimorphum</i>	móapvengur	■ ■ □ □			X
<i>Hylocomium splendens</i>	tildurmosi	■ ■ ■ □ □ □	X	X	X
<i>Hypnum jutlandicum</i>	laugafaxi	■ ■ □	X		X
<i>Hypnum lindbergii</i>	sytrufaxi	■ ■ ■ □ □ □		X	
<i>Isopterygiopsis pulchella</i>	klettaljómi	■ ■ ■ □ □			X
<i>Jungermannia gracillima</i>	laugableðla	■ ■ □ □	X	X	X
<i>Kiaeria starkei</i>	dældahnúskur	■ ■ ■ □ □ □			X
<i>Leptobryum pyriforme</i>	nálmosi	■ ■ ■ □ □			X
<i>Lescurea radicata</i>	lautaeskja	■ ■ □ □ □			X
<i>Lophozia excisa</i>	dreyralápur	■ ■ ■ □ □ □			X
<i>Lophozia ventricosa</i>	urðalápur	■ ■ ■ □ □ □	X		X
<i>Marchantia polymorpha</i>	stjörnumosi	■ ■ ■ □ □ □			X
<i>Marsupella sparsifolia</i>	gjótugletta	■ □	X		
<i>Mnium hornum</i>	hornaskæna	■ ■ □ □ □			X
<i>Nardia scalaris</i>	flaganaddur	■ ■ ■ □ □ □	X	X	
<i>Oligotrichum hercynicum</i>	skuplumosi	■ ■ □ □	X	X	X
<i>Pellia neesiana</i>	vætublaðka	■ ■ ■ □ □			X
<i>Philonotis fontana</i>	dýjahnappur	■ ■ ■ □ □ □	X	X	X
<i>Philonotis tomentella</i>	fjallahnappur	■ ■ ■ □ □ □			X
<i>Plagiochila porelloides</i>	sniðmosi	■ ■ ■ □ □ □	X		X
<i>Plagiomnium elatum</i>	deigflubleðill	■ ■ □ □		X	
<i>Plagiomnium ellipticum</i>	mýrableðill	■ ■ ■ □ □ □	X	X	X
<i>Pleurozium schreberi</i>	hrísmosi	■ ■ ■ □ □ □	X		
<i>Pognatum urnigerum</i>	melhöttur	■ ■ ■ □ □ □		X	X
<i>Pohlia annotina</i>	bakkaskart	■ ■ □		X	
<i>Pohlia bulbifera</i>	flagaskart	■ ■ □ □			X
<i>Pohlia filum</i>	lænuskart	■ ■ ■ □ □ □			X
<i>Pohlia wahlenbergii</i>	lindaskart	■ ■ ■ □ □ □			X
<i>Polytrichum commune</i>	mýrhaddur	■ ■ ■ □ □ □	X	X	X
<i>Polytrichum juniperinum</i>	jarphaddur	■ ■ ■ □ □ □			X
<i>Polytrichum longisetum</i>	móhaddur	■ ■ □ □		X	
<i>Pohlia nutans</i>	móaskart	■ ■ ■ □ □ □	X	X	X
<i>Preissia quadrata</i>	dröfnumosi	■ ■ ■ □ □			X

4. viðauki. Framhald

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Algengni á landsvísu*	Krýsuvík	Grændalur	Hveravellir
<i>Pseudobryum cinclidioides</i>	skjallmosi	■■■■□□			x
<i>Ptilidium ciliare</i>	móatrefja	■■■■□□	x		x
<i>Racomitrium canescens</i>	hærugambri	■■■■□□			x
<i>Racomitrium elongatum</i>	fjaðrugambri	■■■□	x	x	x
<i>Racomitrium ericoides</i>	melagambri	■■■■□□	x	x	x
<i>Racomitrium fasciculare</i>	snoðgambri	■■■■□□	x	x	
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	hraungambri	■■■■□□	x	x	x
<i>Racomitrium sudeticum</i>	urðagambri	■■■■□□			x
<i>Rhizomnium magnifolium</i>	lindafaldur	■■■■□□	x		
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	urðaskraut	■■■□□	x	x	
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	engjaskraut	■■■■□□	x	x	x
<i>Rhytidiadelphus triquetus</i>	runnaskraut	■■■■□□			x
<i>Riccardia chamaedryfolia</i>	pollabendill	■■□			x
<i>Riccia beyrichiana</i>	lauganistill	■■□			x
<i>Sanionia uncinata</i>	móasigð	■■■■□□	x	x	x
<i>Scapania irrigua</i>	mýraleppur	■■■■□□	x		x
<i>Scapania paludosa</i>	lindaleppur	■■■□			x
<i>Scapania subalpina</i>	ljósileppur	■■■□□			x
<i>Scapania undulata</i>	lækjaleppur	■■■■□□			x
<i>Schistidium flexipile</i>	holtakragi	■■■■□□			x
<i>Schistidium papillosum</i>	vörtukragi	■■■■□□		x	x
<i>Schistidium rivulare</i>	lækjakragi	■■■■□□			x
<i>Sphagnum denticulatum</i>	hornburi	■■■□		x	
<i>Sphagnum fallax</i>	oddburi	■□□	x	x	
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	trafburi	■■■□		x	
<i>Sphagnum teres</i>	bleytuburi	■■■■□□	x		x
<i>Straminergon stramineum</i>	seilmosi	■■■■□□	x	x	x
<i>Syntrichia norvegica</i>	lautaskúfur	■■■□			x
<i>Thuidium delicatulum</i>	engjaflos	■□		x	
<i>Timmia austriaca</i>	hagatoppur	■■■■□□			x
<i>Tritomaria quinquedentata</i>	skáhaki	■■■■□□	x		x
<i>Warnstorfia exannulata</i>	lindakló	■■■■□□	x	x	
<i>Warnstorfia fluitans</i>	sikjakló	■■■□	x		
<i>Warnstorfia sarmentosa</i>	roðakló	■■■■□□	x		x
	Fjöldi á hverju svæði		43	47	102

*Sjá skýringar í 6. viðauka.

5. viðauki. Fléttur í Krýsuvík, Grændal og á Hveravöllum

Skýringar:

- Finnst víðast hvar □□□ Yfirleitt mjög alg.
 ■■ Finnst nokkuð víða □□ Yfirleitt nokkuð alg.
 ■ Fáir fundarstaðir □ Yfirleitt sjaldgæf

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Algengi á landsvísu*	Krýsuvík	Grændalur	Hveravellir
<i>Cetraria aculeata</i>	sandkræða	■■■□□□		x	x
<i>Cetraria islandica</i> ssp. <i>crispiformis</i>	fjallagrös	■■■□□□	x		x
<i>Cetraria islandica</i> ssp. <i>islandica</i>	fjallagrös	■■■□□□			x
<i>Cetrariella delisei</i>	mundagrös	■■□□□			x
<i>Cladonia arbuscula</i> spp. <i>arbuscula</i>	hreindýrkrókar	■■■□□□			x
<i>Cladonia arbuscula</i> spp. <i>mitis</i>	hreindýrkrókar	■■■□□□			x
<i>Cladonia borealis</i>	skarlatbikar	■■■□□□	x		x
<i>Cladonia cervicornis</i>	tildurbikar	■■■□□□			x
<i>Cladonia chlorophaea</i>	álfabikar	■■■□□□	x		x
<i>Cladonia furcata</i>	mókrókar	■■■□□□			x
<i>Cladonia gracilis</i>	þúfubikar	■■■□□□			x
<i>Cladonia pocillum</i>	torfubikar	■■■□□□			x
<i>Cladonia uncialis</i>	gulkrókar	■■■□□□			x
<i>Melanelia hepaticum</i>	klettadumba	■■■□□□			x
<i>Ochrolechia frigida</i>	þúfuskilma	■■■□□□			x
<i>Peltigera aphthosa</i>	flannaskóf	■■■□□□			x
<i>Peltigera canina</i>	engjaskóf	■■■□□□		x	x
<i>Peltigera hymenina</i>	hagaskóf	■■■□□□	x		
<i>Peltigera leucophlebia</i>	dílaskóf	■■■□□□			x
<i>Peltigera malacea</i>	mattaskóf	■■■□□□			x
<i>Peltigera rufescens</i>	fjallaskóf	■■■□□□			x
<i>Pertusaria oculata</i>	snepaskán	■■■□□□			x
<i>Psoroma hypnorum</i>	barmbrydda	■■■□□□			x
<i>Scoliciosporum umbrinum?</i>	fjallaskóf	■■■□□□			x
<i>Solorina crocea</i>	glóðargrýta	■■■□□			x
<i>Stereocaulon alpinum</i>	grábreyskja	■■■□□□			x
<i>Stereocaulon arcticum</i>	vikurbreyskja	■■■□□□			x
<i>Stereocaulon glareosum</i>	flagbreyskja	■■■□□			x
<i>Stereocaulon rivulorum</i>	melabreyskja	■■■□□□			x
<i>Stereocaulon tomentosum</i>	loðbreyskja	■■■□□			x
<i>Umbilicaria cylindrica</i>	skeggnafli	■■■□□□			x
	Fjöldi á hverju svæði		4	3	30

*Sjá skýringar í 6. viðauka.

6. viðauki. Mat á algengni tegunda

Á Náttúrufræðistofnun Íslands hafa viðmið verið skilgreind til að meta hvað tegund þarf til að teljast sjaldgæf á landsvísu. Þetta er gert á þann hátt að sameina upplýsingar um þekktu útbreiðslu tegunda á landinu og hversu algengar eða áberandi þær eru á útbreiðsluvæði sínu og gefa hverri tegund einkunn sem er lýsandi fyrir stöðu hennar í flóru eða fínu landsins. Aðferðinni við matið hefur verið lýst í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands sem unnin var vegna mats á umhverfisáhrifum Kárahnjúkavirkjunar (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2001).

Hér fer á eftir er sett fram til upplýsingar yfirlit yfir þessa algengniflokkun eins og hún var skýrð í áður nefndri skýrslu, nokkuð stytta og endurskoðað:

Tegundir plantna, smádyra og fugla sem finnast á rannsóknasvæðum og á öðrum áhrifasvæðum framkvæmda eru metnar og flokkaðar eftir því hversu algengar þær eru bæði á landinu öllu og á svæðisvísu.

Á landsvísu er matið byggt á núverandi þekkingu, þ.e. birtum heimildum auk óbirtra gagna sem varðveitt eru í söfnum og skráum, aðallega gagnasafni Náttúrufræðistofnunar Íslands. Útbreiðslukort eru mikilvæg hjálpargögn við mat á þessum þætti.

Tegundirnar eru metnar á tvennan hátt og eru báðir þættir metnir sjálfstætt:

- a) útbreiðsla þeirra á landinu
- b) tíðni, þ.e. hversu algengar þær eru á landinu

Í báðum tilfellum er valið á milli þriggja kosta. Hvað útbreiðslu varðar var skoðað hvort viðkomandi tegund er:

- útbreidd um allt landið þar sem kjörlendi er að finna
- fundin víða á landinu þó ekki alls staðar þótt kjörlendi sé til staðar
- fundin á fáum stöðum

Mat á tíðni er alfarið byggt á þekkingu sérfræðinga á Náttúrufræðistofnun Íslands. Þrjú stig tíðni eru gefin:

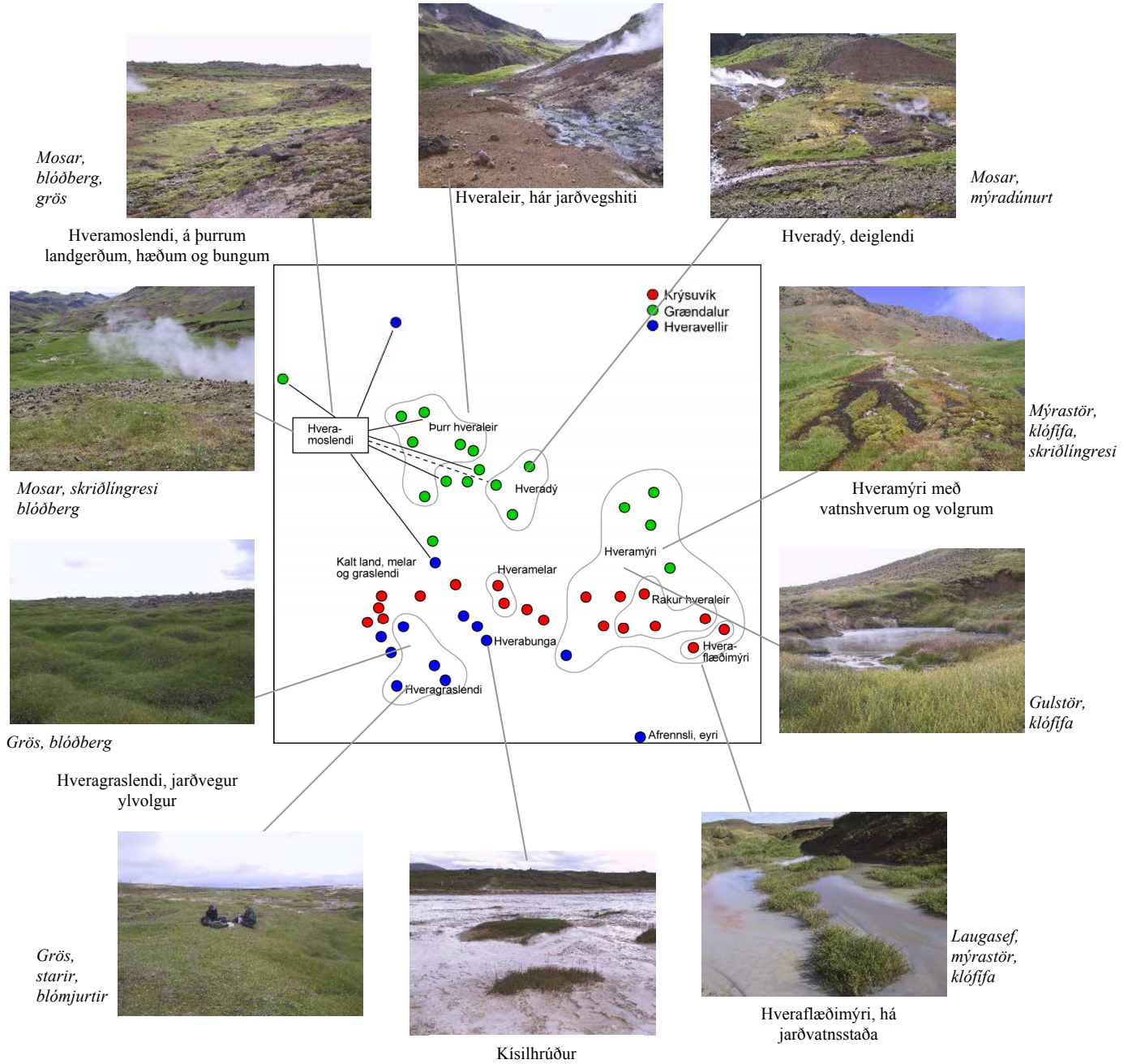
- yfirleitt í miklum mæli, þ.e. einstaklingafjöldi/þekja mikil á útbreiðslusvæðinu stundum þó mun faliðaðri t.d. á hálendi en láglandi eða öfugt
- yfirleitt í nokkrum mæli á útbreiðslusvæðinu
- yfirleitt í litlum mæli á útbreiðslusvæðinu.

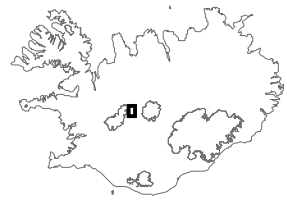
Alls voru skilgreindir tíu algengniflokkar. Þeir, ásamt forsendum sem liggja að baki ofangreindu mati, eru sýndir í töflu auk tákna sem notuð eru til að sýna matið myndrænt. Auk þessa er merkt sérstaklega við slæðinga, ræktaðar tegundir og tegundir sem taldar eru markverðar á heimsvísu, þ.e. tilvist þeirra á Íslandi skiptir máli í heimsútbreiðslu viðkomandi tegundar.

1. tafla. Algengniflokkar ásamt skýringum og táknum.

Flokkar	Skýringar	Tákn
I	Finnst víðast hvar – Yfirleitt í miklum mæli	■■■■□□
II	Finnst víðast hvar – Yfirleitt í nokkrum mæli	■■■■□
III	Finnst víðast hvar – Yfirleitt í litlum mæli	■■■■□
IV	Finnst nokkuð víða – Yfirleitt í miklum mæli	■■■■□□
V	Finnst nokkuð víða – Yfirleitt í nokkrum mæli	■■■■□
VI	Finnst nokkuð víða – Yfirleitt í litlum mæli	■■■□
VII	Fáir fundarstaðir – Yfirleitt í miklum mæli	■■□□
VIII	Fáir fundarstaðir – Yfirleitt í nokkrum mæli	■■□
IX	Fáir fundarstaðir – Yfirleitt í litlum mæli	■□
X	Slæðingar	SL

7. viðauki. Jarðhitagróðurfélög og yfirborðsgerðir í samhengi við DCA-hnitun



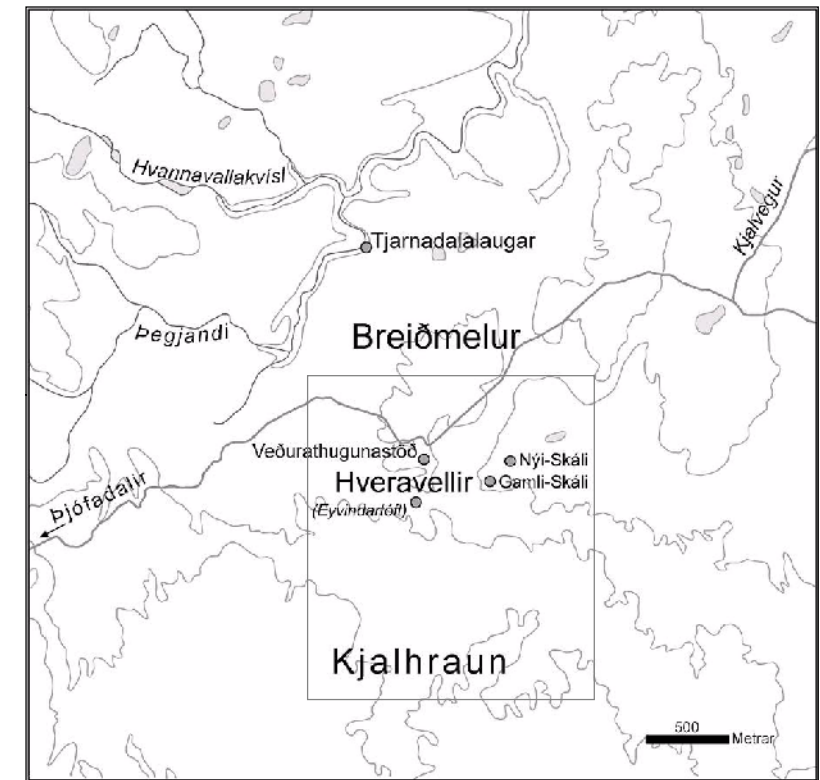


Hveravellir



100
m
1:5.000

Gróðurkort - Hveravellir



Gróðurlykill

Gróðurfélög og landgerðir við jarðhita

- JM1 Mosi, blóðberg, grös
- JG1 Grös, starir, blómplöntur
- JG2 Grös, blóðberg
- JV4 Mýrastör, klófífa, skriðlingresi
- hvl Hverir, leir
- hvh Hverahrúður

Hefðbundinn gróðurlykill

- A3 Mosi með stinnastör og smárunnum
- A4 Mosi með smárunnum
- A5 Mosi með grösum
- H2 Grös með störum
- L2 Lágvaxnar blómplöntur
- U4 Mýrastör/stinnastör - klófífa
- T11 Hrafnafífa með hálmgresi
- R5 Ræktað graslendi
- me Melar
- mo Moldir
- mr Mannvirki og rask

