

NÁTTÚRUFRAEÐISTOFNUN ÍSLANDS

Þrjú háhitasvæði á Suðvesturlandi

Undirbúningur að mati á náttúrufari og verndargildi
háhitasvæða

Ásrún Elmarsdóttir, Borgþór Magnússon
Lovísa Ásbjörnsdóttir og Sigurður H. Magnússon



Unnið fyrir Orkustofnun

Þrjú háhitasvæði á Suðvesturlandi

Undirbúningur að mati á náttúrufari og verndargildi háhitasvæða

**Ásrún Elmarsdóttir, Borgþór Magnússon,
Lovísa Ásbjörnsdóttir og Sigurður H. Magnússon**

Unnið fyrir Orkustofnun

NI-05003

Reykjavík, mars 2005



		Reykjavík <input checked="" type="checkbox"/> Akureyri <input type="checkbox"/>
Skýrsla nr. NI-05003	Dags, Mán, Ár Mars 2005	Dreifing X Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Þrjú háhitasvæði á Suðvesturlandi Undibúningur að mati á náttúruafari og verndargildi háhitasvæða		Upplag 30 Fjöldi síðna 23
Höfundar Ásrún Elmarsdóttir, Borgþór Magnússon, Lovísa Ásbjörnsdóttir og Sigurður H. Magnússon		Verknúmer R0411004
Unnið fyrir Orkustofnun		
Samvinnuaðilar		
Útdráttur Sumarið 2002 óskaði Orkustofnun eftir því að Náttúrufræðistofnun Íslands kannaði hvort að nota megi líffræðieinkenni ásamt landslagsfyrirbærum til að flokka háhitasvæði og meta verndargildi þeirra. Haustið 2004 voru farnar vettvangsferðir á Reykjanes, í Krýsuvík og á Hengilsvæðið til að fá yfirlit yfir helstu þætti sem einkenna svæðin. Á hverju svæði voru nokkrir jarðhitastaðir kannaðir og skráð hvaða gerðir hvera, jarðhitamyndana, gróðurs og landgerða var þar að finna. Ennfremur var jarðvegshiti og sýrustig mælt og ljósmyndir teknar. Háhitasvæðin sem könnuð voru eru fjölbreytt en nokkuð mismunandi. Í ljósi þess að athygli manna beinist nú að möguleikum á meiri nýtingu háhitasvæða er nauðsynlegt að fá sem fyrst heildstætt yfirlit yfir náttúrufar þeirra og mat á verndargildi. Með þessari skýrslu hefur einnig verið lögð fram verkáætlun um frekari rannsóknir og öflun gagna um háhitasvæði landsins. Ennfremur að þróaðar verði aðferðir til að meta verndargildi háhitasvæða.		
Lykilorð Háhitasvæði, hverir, jarðhitamyndanir, gróður, jarðhiti		Yfirfarið SB ÁI

ÁGRIP

Sumarið 2002 óskaði Orkustofnun eftir því að Náttúrufræðistofnun Íslands kannaði hvort nota megi líffræðieinkenni ásamt landslagsfyrirbærum til að flokka háhitasvæði og meta verndargildi þeirra.

Haustið 2004 voru farnar vettvangsferðir á Reykjanes, í Krýsuvík og á Hengilsvæðið til að fá yfirlit yfir helstu þætti sem einkenna svæðin. Á hverju svæði voru nokkrir jarðhitastaðir kannaðir og skráð hvaða gerðir hvera, jarðhitamyndana, gróðurs og landgerða var þar að finna. Ennfremur var jarðvegshiti og sýrustig mælt og ljósmyndir teknar. Háhitasvæðin sem könnuð voru eru fjölbreytt en nokkuð mismunandi. Í ljósi þess að athygli manna beinist nú að möguleikum á meiri nýtingu háhitasvæða er nauðsynlegt að fá sem fyrst heildstætt yfirlit yfir náttúrufar þeirra og mat á verndargildi.

Með þessari skýrslu hefur einnig verið lögð fram verkáætlun um frekari rannsóknir og öflun gagna um háhitasvæði landsins. Ennfremur að þróaðar verði aðferðir til að meta verndargildi háhitasvæða.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	4
1 INNGANGUR	7
2 VETTVANGSFERÐIR HAUSTIÐ 2004	8
2.1 Reykjanes	9
2.2 Krýsuvíkursvæði	11
2.3 Suðurhluti Hengils	16
3 ÁLYKTANIR OG UMRÆÐA	21
4 HEIMILDASKRÁ	23

MYNDIR

1. mynd. Rannsóknasvæði á Reykjanesi, í Krýsuvík og á Hengilsvæðinu	8
2. mynd. Jarðhitastaðir á Krýsuvíkursvæðinu	9
3. mynd. Jarðhitastaðir á suðurhluta Hengilsvæðisins	9
4. mynd. Hábunga hverasvæðisins á Reykjanesi	10
5. mynd. Leirhver á Reykjanesi	10
6. mynd. Jarðhitamosar á Reykjanesi	10
7. mynd. Hitaaugu á Reykjanesi	10
8. mynd. Hverasvæði í fjöruborði Kleifarvatns	13
9. mynd. Gufuaugu í fjöruborði Kleifarvatns	13
10. mynd. Hveratjörn í Hverahlíð	13
11. mynd. Laugaséf við vatnshver í Hverahlíð	13
12. mynd. Umgengni um hverasvæði í Hverahlíð	14
13. mynd. Hverasvæði í Seltúni	14
14. mynd. Útfellingar í Seltúni	14
15. mynd. Ummyndaður jarðvegur í Seltúni	14
16. mynd. Heitur og kaldur lækur í Seltúni	14
17. mynd. Áhrif jarðhitans á gróður við læk í Seltúni	14
18. mynd. Vatnshverir og hveramýri í Seltúni	15
19. mynd. Austurengjahver	15
20. mynd. Jarðhitaummyndanir og útfellingar við Austurengjahver	15
21. mynd. Jarðhitagil ofan við Krýsuvíkurbæ	15
22. mynd. Grasigróin brekka fyrir ofan Krýsuvíkurbæ	15
23. mynd. Nyðri hveraþyrping á Höskuldavöllum	15
24. mynd. Jarðhitategundin naðurtunga vex í breiðum á Höskuldavöllum	16
25. mynd. Naðurtunga	16
26. mynd. Syðri hveraþyrping á Höskuldavöllum	16
27. mynd. Tjörn á syðra svæðinu á Höskuldavöllum	16
28. mynd. Hveragil í Innstadal	18
29. mynd. Gufuhverir og útfellingar í Innstadal	18
30. mynd. Miðdalur	18
31. mynd. Volgir lækir í Miðdal	18
32. mynd. Þörungur í heitum læk í Miðdal	19
33. mynd. Hverasvæði í Miðdal	19
34. mynd. Leirhver í Miðdal	19
35. mynd. Mosapekja við leirhver í Miðdal	19
36. mynd. Klóffifa og mýrarstör við leirhver í Miðdal	19
37. mynd. Jeppaslóðar í Miðdal	19
38. mynd. Fremstidalur	20
39. mynd. Vestari hveraþyrping í Fremstadal	20
40. mynd. Hveraauga í Fremstadal	20
41. mynd. Hveramýrar í Fremstadal	20
42. mynd. Austari hveraþyrping í Fremstadal	20
43. mynd. Hverasvæði á Ölkelduhálsi	20

44. mynd. Litríkar útfellingar á Ölkelduhálsi	21
45. mynd. Gufuhver á Ölkelduhálsi	21
46. mynd. Heitur lækur á Ölkelduhálsi	21
47. mynd. Leirflög á Ölkelduhálsi	21

TÖFLUR

1. tafla. Berggrunnur, hveragerðir, útfellingar, lækir, gróður og ummerki um rask á jarðhitastöðum	9
--	---

1 INNGANGUR

Á undanförunum árum hefur verið nokkur umræða um háhitasvæði landsins og athygli manna beinst að möguleikum á frekari nýtingu þeirra, einkum til orkuframleiðslu (Iðnaðar-ráðuneytið 1994, Morgunblaðið 6. febrúar 2005). Hins vegar hefur minna borið á umræðu um sérkenni og verndargildi þeirra. Á háhitasvæðum landsins nær jarðhiti víða til stórra samfelldra svæða ef miðað er við hita djúpt í jörðu en ummerki jarðhitans á yfirborði er yfirleitt að finna á tiltölulega litlum og afmörkuðum svæðum. Vegna hitans skapast sérstakar aðstæður á yfirborði og einkennist jarðvegur og vatn yfirleitt af lágu sýrustigi auk þess sem styrkur ýmissa efna er ólíkur því sem finnst í öðrum vistkerfum (Stefán Arnórsson o.fl. 1980, Burns 1997). Hár hiti og efnafræðilegar aðstæður skapa því mjög óvenjuleg lífsskilyrði á þessum svæðum. Til að kanna þessar aðstæður voru sex háhitasvæði rannsökuð árin 2001–2003. Rannsóknirnar voru unnar fyrir Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma af Náttúrufræðistofnun Íslands og Líffræðistofnun Háskólans (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2003). Markmið þeirra var að lýsa vistkerfum háhitasvæða og kanna tengsl umhverfisþátta við gróður og smádýralíf. Niðurstöður sýndu að þær aðstæður sem skapast við hverri, einkum hár jarðvegshiti og mjög lágt sýrustig jarðvegs, eru oftast en ekki bundin afmörkuðum blettum við hveramiðjur. Við þessar sérstöku aðstæður þrífast tiltölulega fáar tegundir plantna og smádýra og breytist tegundasamsetning með hitafallanda. Ennfremur sýndu rannsóknirnar að lífríki háhitasvæða er margbreytilegt og að aðrir umhverfisþættir en jarðhitinn hefur mikil áhrif. Þeirra á meðal eru gerð berggrunns, grunnvatnsstaða og úrkoma.

Háhitasvæði eru ekki algeng fyrirbæri á jörðinni og því er mikilvægt að sérstaða og einkenni þeirra séu vel þekkt og að tekið sé ríkt tillit til náttúruverndarsjónarmiða þegar kemur að nýtingu þeirra. Einkenni háhitasvæða eru sérstök, t.d. hverir, jarðhitamyndanir og vistkerfi. Mörg þeirra hafa hátt útivistar- og fræðslugildi og eru þýðingarmikil í vísindalegu tilliti og hafa því vafalaust hátt náttúruverndargildi. Á Nýja-Sjálandi hefur verið gerð umfangsmikil úttekt á náttúrufari, rasknæmi og verndargildi jarðhitasvæða (Ronald F. Keam o.fl. 2005). Þar hefur verið mótuð aðferðafræði sem taka mætti mið af hér á landi.

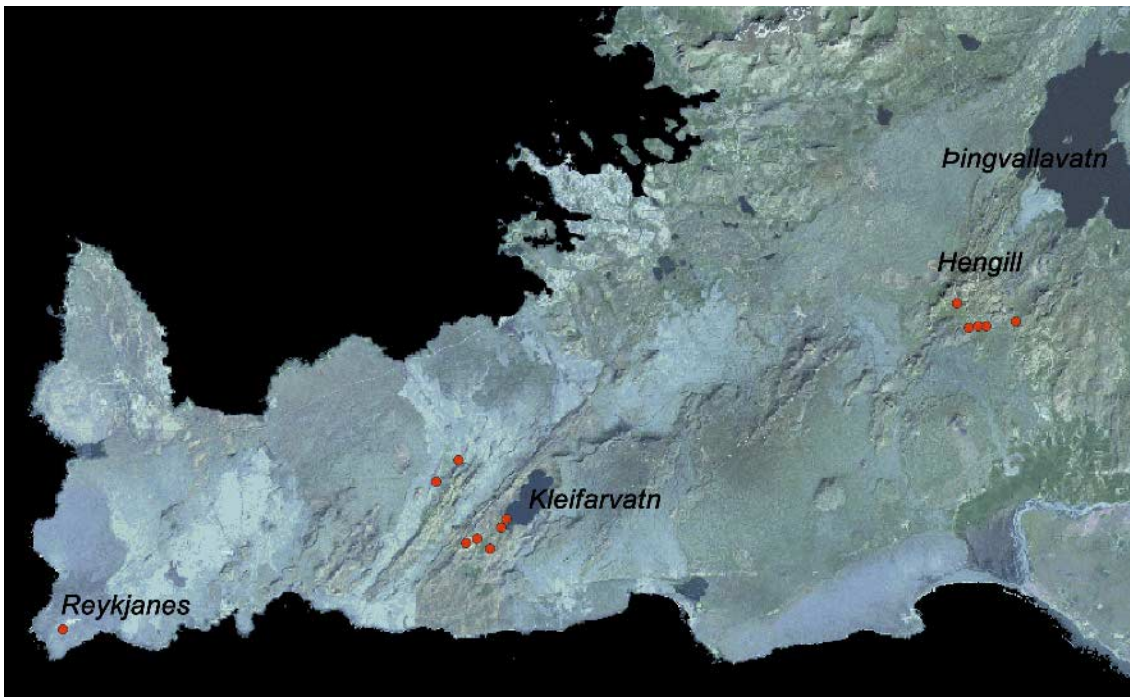
Árið 2004 var gerður samningur á milli Orkustofnunar og Náttúrufræðistofnunar Íslands um frekari rannsóknir á íslenskum háhitasvæðum. Markmið rannsókna var að kanna hvort nota megi líffræðieinkenni, t.d. útbreiðslu og tegundasamsetningu mosa, ásamt landslagsfyrirbærum, til að flokka háhitasvæði og meta verndargildi þeirra. Í framhaldi af rannsóknunum var gert ráð fyrir að leggja fram drög að viðameiri rannsóknáætlun.

2 VETTVANGSFERÐIR HAUSTIÐ 2004

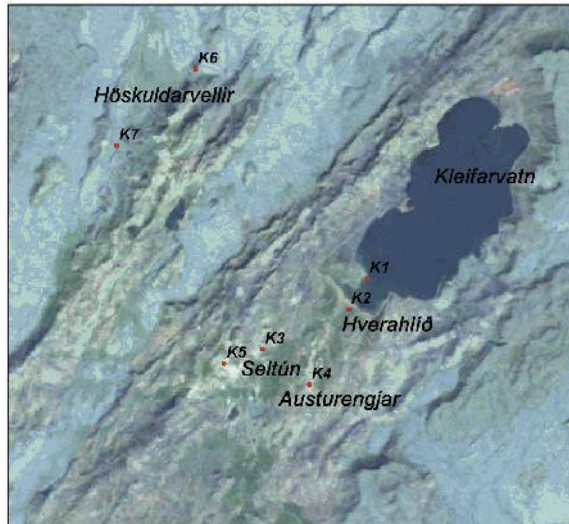
Farið var í vettvangsferðir um Reykjanes, Krýsuvík og suðurhluta Hengils í síðari hluta október 2004 (1. mynd). Innan hvers svæðis voru nokkrar hveraþyrpingar kannaðar (2. og 3. mynd). Í ferðunum voru bæði líffræðingar og jarðfræðingar frá Náttúrufræðistofnun, þ.e. Ásrún Elmarsdóttir, Borgþór Magnússon, Lovísa Ásbjörnsdóttir og Sigurður H. Magnússon.

Á hverju svæði voru nokkrir jarðhitastaðir kannaðir og skráð hvaða gerðir hvera og jarðhitamynda væri þar að finna. Einnig var athugað hvers konar gróður og landgerðir væru í nágrenni hveranna. Til að fá mynd af hitastigi í jarðvegi var hiti mældur á 30 cm dýpi við hverina og í næsta nágrenni við þá. Hiti var einnig mældur í vatni á svæðunum. Ennfremur var sýrustig mælt allvíða í hverum, lækjum og pollum með einföldum sýrustigsstrimlum. Til þess að fá yfirlit yfir útlit og ásýnd á hverasvæðanna voru ljósmyndir teknar.

Hér á eftir er gefið yfirlit yfir þær upplýsingar sem skráðar voru í vettvangsferðunum (1. tafla). Athuga ber að ekki er um að ræða tæmandi upplýsingar um svæðin þar sem einungis var um forkönnun að ræða.



1. mynd. Svæði sem könnuð voru á Reykjanesi, í Krýsuvík og á Hengilsvæðinu í október 2004. Gervitunglamynd frá Landmælingum Íslands.



2. mynd. Jarðhitastaðir sem kannaðir voru á Krýsuvíkursvæðinu. Númer vísa til örnefna í texta. Gervitunglamynd frá Landmælingum Íslands.



3. mynd. Jarðhitastaðir sem kannaðir voru á suðurhluta Hengilsvæðisins. Númer vísa til örnefna í texta. Gervitunglamynd frá Landmælingum Íslands.

1. tafla. Berggrunnur, hveragerðir, útfellingar, heitir lækir, gróður og ummerki um rask á athugunarsvæðum í Krýsuvík, á Reykjanesi og Hengilsvæðinu. Með jarðhitagróðri er átt við gróður sem er undir áhrifum jarðvegshita, þar með taldar jarðhitategundir. Hveramýri er mýri þar sem jarðvegshiti mælist hærrí en í jarðvegi umhverfis.

	Berggrunnur	Hverir og jarðhitamyndanir					Heitur lækur	Gróður		Rask
		Leirhver	Gufuhver	Vatnshver	Brennisteinsútfellingar	Heit jörð eða gufuaugu		Jarðhita-gróður	Hveramýri	
Reykjanes	basalt-hraun	x	x			x		x		x
Krýsuvík										
Kleifarvatn	móberg				x	x				
Hverahlíð	móberg			x		x				x
Seltún	móberg	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Austurengjar	móberg/melur	x		x	x	x	x			
Krýsuvíkurbær	móberg	x	x	x	x	x	x			x
Höskuldarvellir	basalt-hraun				x	x		x		x
Hengill										
Innstidalur	móberg	x	x	x	x	x	x			
Miðdalur	móberg	x	x	x		x	x	x	x	x
Fremstidalur	móberg	x	x	x	x	x		x	x	
Ölkelduháls	móberg/melur	x	x	x	x	x	x	x	x	x

2.1 Reykjanes

Háhitasvæðið á Reykjanesi er eitt af minnstu háhitasvæðum landsins (2 km²) og er í um 20 m hæð yfir sjó. Svæðið er á suðvesturhorni Reykjaneskaga og er basalthraun ríkjandi á svæðinu en upp úr því standa móbergs- og bólstrabergshryggir (Kristján Sæmundsson og Sigmundur Einarsson 1980). Reykjanesið í heild sinni er á náttúruvinjaskrá m.a. vegna hverasvæðis og stórbrotinnar jarðfræði (Náttúruverndarráð 1996). Í drögum að Náttúruverndaráætlun 2004–2008 er lagt til að svæðið verði friðlýst (Umhverfisstofnun 2003). Eitt hverasvæði var skoðað á Reykjanesi.

Hverasvæðið, Gunnhver, sem kannað var á Reykjanesi liggur um 1 km frá Reykjanesvita suður af Gráa lóninu svokallaða (4. mynd).

Jarðhiti: Á svæðinu eru bæði leir- og gufuhverir og er fjær dregur hveramiðjunni eru víða hitaaugu sem rýkur úr og heit jörð (1. tafla, 5. og 6. mynd). Að jafnaði leggur mikla gufu frá svæðinu en vatn á yfirborði er lítið, enda berggrunnur gropinn. Hiti í jarðvegi er á nokkuð stóru svæði út frá meginhverasvæðinu, eða í allt að 300 m frá hveramiðjunni og er hitinn á bilinu um 20–60°C (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2003). Hiti mældist 75°C í leirhver á svæðinu og sýrustig 1,5.

Gróður: Ummmerki um áhrif jarðvegshita á gróður eru mjög áberandi næst hveramiðjunni en þar eru mosar ríkjandi ásamt skriðlíngresi (6. mynd). Jarðhitamosarnir hæruburst og laugaslyðra eru algengastir í mosapekjunni. Aðeins fjær hverunum er blóðberg áberandi en utar tekur við graslendi sem er undir litlum áhrifum af jarðhitnum (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2003). Staðbundin hitaaugu og jarðvegshita er víða að finna nokkuð frá hverunum, á þetta sérstaklega við svæðið norðan við hverina (7. mynd). Á þessum litlu blettum hefur hitinn áhrif á tegundasamsetningu, t.d. finnst jarðhitategundin naðurtunga við mörg hitaaugun.

Rask: Svæðinu hefur verið raskað í gegnum tíðina með búsetu og garðrækt og nú er starfsrækt saltverksmiðja norður af svæðinu sem byggir á jarðhitánytingu. Affallslón er við verksmiðjuna, svonefnt Gráa lón. Járnarusl finnst á svæðinu. Hverasvæðið er nokkuð eftirsótt af ferðamönnum og gerðir hafa verið göngustígar og pallar til að auðvelda aðgengi.



4. mynd. Séð yfir hábungu hverasvæðis á Reykjanesi þar sem eru leir- og gufuhverir. Ljós. Borgþór Magnússon (BM).



5. mynd. Leirhver á Reykjanes, hiti mældist 75°C og sýrustig 1,5. Ljós. BM.



6. mynd. Á hveraleirnum á Reykjanesi vaxa aðallega jarðhitamosarnir hæruburst og laugaslyðra, ásamt skriðlíngresi. Ljós. BM.



7. mynd. Hitaaugu eru víða á Reykjanesi. Hitinn hefur áhrif á tegundasamsetningu og finnst jarðhitategundin naðurtunga við mörg þeirra. Ljós. BM.

2.2 Krýsuvíkursvæði

Krýsuvíkursvæðið er á vestanverðum Reykjanesskaga og nær það yfir jarðhitasvæðin á Austurengjum, Krýsuvík, í Köldunámum, Trölladyngju og við Sandfell. Svæðið er um 65 km² að flatarmáli og liggur í 120–410 m h.y.s. Móbergshryggir einkenna svæðið (Kristján Sæmundsson og Sigmundur Einarsson 1980). Krýsuvík er hluti af Reykjanesfölkvangi (Náttúruverndarráð 1996). Sex jarðhitastaðir voru kannaðir á Krýsuvíkursvæðinu (2. mynd).

Kleifarvatn

Jarðhiti: Í fjöruborði við suðurenda Kleifarvatns (K1) er einsleitt hverasvæði sem er mjög lítið og afmarkað miðað við ummerki á yfirborði (1. tafla, 8. mynd). Í sendnu fjöruborðinu eru gufuaugu með brennisteins- og leirútfellingum (9. mynd). Gufuaugun komu í ljós þegar vatnsborð lækkaði í Kleifarvatni fyrir nokkrum árum. Jarðvegshitinn var 100°C við gufuaugun og var nokkuð staðbundinn við þau en kaldir blettir voru inn á milli gufuauganna.

Gróður: Í sandinum uxu einstaka toppar af skriðlíngresi.

Rask: Ekkert rask er á svæðinu af mannavöldum.

Hverahlíð

Í Hverahlíð (K2) suður af Kleifarvatni er lítið hverasvæði sem kannað var.

Jarðhiti: Á hverasvæðinu er tjörn og í jaðri hennar eru vatnshverir og gufuaugu (1. tafla, 10. mynd). Leirútfellingar eru við vatnshverina og mældist hitinn í þeim um 75°C. Hitastig tjarnar var um 20°C og sýrustig 5–6. Hiti mældist í jarðvegi næst tjörninni (um 30°C) og hans var einnig vart í næsta nágrenni þess eða í 100–200 m frá hverunum (15–20°C).

Gróður: Við hverina eru mosar mest áberandi ásamt hálíngresi og laugasefi, en síðarnefnda tegundin er hitakær og finnst oft þar sem jarðhita gætir (11. mynd). Vel gróið er að tjörninni og gróskumikið graslendi allt í kring sem að öllum líkindum má rekja til hita í jarðvegi.

Rask: Nokkuð illa hefur verið gengið um svæðið og lágu rör og fleira drasl við hverina en vatn hafði verið leitt úr tjörninni (12. mynd).

Seltún

Ummerki um jarðvegshita ná yfir nokkuð stórt svæði í Seltúni (K3) og liggur svæðið að mestu í gili í brekkurótum móbergshæðar en nær niður á láglandið til austurs þegar horft er til afrennslis af svæðinu (13. mynd).

Jarðhiti: Hverir og jarðhitamyndanir eru margbreytileg á svæðinu. Hér er að finna leir-, gufu- og vatnshveri, útfellingar og heitan læk (1. tafla). Útfellingar og ummyndanir eru víða litríkar og innst á svæðinu eru brennisteinsútfellingar og þar eru einnig hvera- og kísilhrúður (14. mynd). Hár hiti mældist í jarðvegi næst hverunum en víða eru útkulnuð leirflög þar sem jarðhiti mældist ekki (15. mynd). Sýrustig mældist mjög lágt í sjóðandi hver eða pH 2. Fyrir neðan hverasvæðið mætast tveir lækir, annars vegar volgur lækur (um 20°C og pH 6) sem rennur frá hverasvæðinu og hins vegar kaldur lækur (um 4°C og pH 6) (16. mynd). Þegar komið er austur fyrir þjóðveg er mýri umhverfis tjörn og mældist jarðvegshiti í mýrinni 20–30°C (18. mynd). Hverir eru í vatnsborði tjarnarinnar og mældist hitinn allt að 100°C. Rétt vestan við mýrina er leirhverinn Fúli pollur en hitinn í honum var um 20°C og sýrustig 3.

Gróður: Hverasvæðið í gilinu og við brekkuræturnar er gróðurlaust að mestu en einstaka gróðurtoppar finnast af t.d. mýrastör, laugasef, blávingli og skriðlíngresi. Þegar austur dregur tekur við graslendi þar sem jarðvegshita gætir lítið. Mikill munur er á yfirbragði lækjanna tveggja sem renna um svæðið. Í og við lækinn sem rennur frá hverasvæðinu er gróður gróskulegur þar sem jarðhita gætir en helstu tegundir sem þar uxu voru t.d. laugasef, klófífa,

gulstör og barnamosi (16. og 17. mynd). Hins vegar er nánast gróðurlaust í kaldari læknum. Í hveramýrinni er gulstör nokkuð áberandi og þar vex einnig klóffifa og laugasef. Enginn gróður er þar sem áhrifa jarðhita gætir við Fúla poll.

Rask: Á hverasvæðinu var tilraunaborhola en hún sprakk fyrir nokkrum árum þannig að grár hveraleir dreifðist um allstórt svæði. Seltún hefur verið vinsæll ferðamannastaður og hafa verið byggðir pallar til að auðvelda aðgengi ferðamanna.

Austurengjar

Á Austurengjum var farið að Austurengjahver (K4) sem myndar allstóra hveratjörn upp í hæðinni austan við Litla-Lambafell.

Jarðhiti: Jarðhiti er að mestu bundinn við tiltölulega afmarkað og einsleitt svæði umhverfis hverinn (19. mynd). Stór vatnshver er í vestur jaðri tjarnarinnar en einnig eru leirhverir og gufuaugu til staðar (1. tafla). Á svæðinu er mikið um hveraleir og ummyndanir (20. mynd). Hitinn í vatnshvernum mældist um 50°C og var vatnið súrt (pH 2.5). Við gufuaugu á vatnsbakkanum var hiti við suðumark og eru víða brennisteinsútfellingar við þau. Þegar svæðið var skoðað var vatnsborð óvenju lágt og því sáust leirhverir sem höfðu verið undir vatni. Afrennsli úr hveratjörninni rennur til norðurs og þegar komið var um 80 m frá henni mældist hitinn á afrennslinu 33°C og sýrustig um 4.

Gróður: Næst vatnshvernum er gróðurlaust að mestu og gróðurlítill melur er fjær dregur.

Rask: Ekki var sjáanlegt rask af mannavöldum.

Krýsuvíkurbær

Í gili og hlíð fyrir ofan Krýsuvíkurbæ (K5) er stórt jarðhitasvæði og er það nýtt að hluta.

Jarðhiti: Svæðið er nokkuð fjölbreytilegt, gilið er grýtt og er jarðvegur mikið ummyndaður og litríkur (21. mynd). Á svæðinu eru gufu-, leir- og brennisteinshverir og gefa brennisteins- og kísilútfellingar svæðinu falleg litbrigði (1. tafla). Lítil lækjarspræna rennur af svæðinu og var sýrustig vatnsins mjög lágt (pH 1.0–1.5). Jarðvegur er sumsstaðar kaldur en ber merki um að áður hafi verið hiti í honum. Þar sem hiti mældist í jarðveg var hann 5–30°C en fór upp að suðumarki við gufuaugu og hverir. Sunnan við gilið er grasigróin hlíð með allþykkum jarðvegi og mældist jarðvegshiti 25–30°C (22. mynd). Uppspretta er í brekkunni og mældist hiti vatnsins 30°C og sýrustig 6.

Gróður: Í gilinu er lítill sem enginn gróður en hlíðin sunnan við gilið er grasigróin og gróskuleg.

Rask: Borholur vegna nýtingar jarðhitans til húshitunar eru á svæðinu og nokkuð rask er í kringum þau mannvirki, t.d. vegagerð og lagnir.

Höskuldarvellir

Á Höskuldarvöllum, þar sem berggrunnur er basalthraun, voru tvær hveraþyrpingar skoðaðar (1. tafla).

a) Nyðra svæðið liggur rétt við gjallgíginn Eldborg (K6) og er það mjög lítið og afmarkað (23. mynd).

Jarðhiti: Hér fundust eingöngu gufuaugu með smávægilegum útfellingum í kringum hitaopin. Jarðvegshitinn næst hverunum var allt að 100°C en hann var um 20–30°C í jarðvegi á milli hveranna.

Gróður: Svæðið umhverfis hverina er vel gróið og er þar blóðberg áberandi ásamt beitilyngi, skriðlíngresi, skarífifli og hárdeplu. Á svæðinu er jarðhitategundin naðurtungu mjög áberandi og myndaði þéttar breiður (24. og 25. mynd).

Rask: Engin ummerki eru um rask við hverina, en vikurnám hefur verið úr gjallgíg í nágrenni svæðisins (23. mynd).

b) Við hveraþyrpinguna (K7) sem liggur sunnar er hraunið úfnara og ekki eins gróið (25. mynd).

Jarðhiti: Í hrauninu voru gufuaugu með smávægilegum útfellingum í kringum hitaopin. Jarðhiti í yfirborði hraunsins ber þess merki að vera nýlegur þar sem sjá mátti gróður sem hafði drepist vegna hitans (26. mynd). Í nálægum hraunbolla er lítil tjörn og mældist hitinn á vatninu um 17°C. Við uppsprettu vatnsins er sýrustigið 3 en er hærra þar sem grunnvatnsáhrifin eru meiri (27. mynd).

Gróður: Algengustu tegundirnar sem uxu í hrauninu voru mýrfjóra, blávingull, stinnastör og gamburmosi.

Rask: Á svæðinu standa yfir framkvæmdir vegna nýtingar jarðhitans. Svæðinu hefur verið raskað með borholum, en stórt borplan og steypumannvirki eru á því. Lagðir hafa verið vegir að svæðinu og framkvæmdasvæðið er girt af.



8. mynd. Séð yfir hverasvæðið í fjöruborði Kleifarvatns, á stöku stað vex skriðlíngresi í sandinum. Ljós. BM.



9. mynd. Gufuaugu í fjöruborði Kleifarvatns. Ljós. BM.



10. mynd. Í Hverahlíð eru hverir í vatnsborði og jarðhita gætir í tjörninni. Ljós. BM.



11. mynd. Laugasef vex næst vatnshverunum í Hverahlíð. Ljós. BM.



12. mynd. Illa hefur verið gengið um svæðið í Hverahlíð og lágu rör og fleira drasl við hverina en vatn hafði verið leitt úr þeim. Ljós. BM.



13. mynd. Við Seltún eru ummerki jarðhitans fjölbreytileg. Á svæðinu hafa verið byggðir pallar til að auðvelda aðgengi ferðamanna. Ljós. BM.



14. mynd. Brennisteinsútfelling í Seltúni. Ljós. BM.



15. mynd. Innst í gílinu í Seltúni er ummyndaður jarðvegur áberandi. Ljós. BM.



16. mynd. Heitur og kaldur lækur mætast fyrir neðan hverasvæðið í Seltúni. Í heita læknum vex gróskumikill gróður, t.d. gulstör og klófifa. Ljós. BM.



17. mynd. Hér sjást vel áhrif jarðhitans á gróður við heita lækinn í Seltúni, þar sem hitans gætir er gróður grænn en hann er sölnaður þar sem hitans gætir ekki. Ljós. BM.



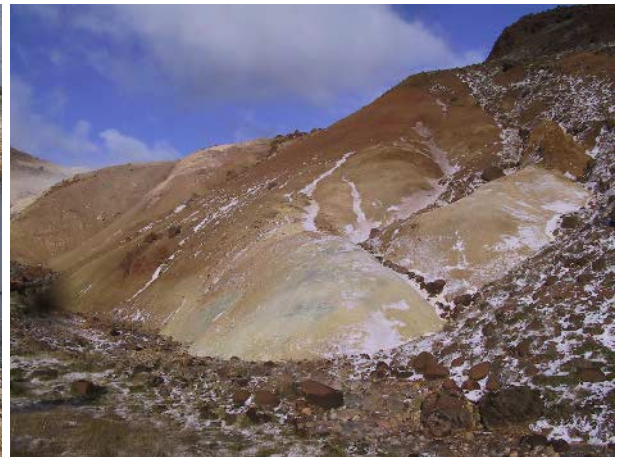
18. mynd. Vatnshverir og útfellingar í jaðri tjarnar neðan Seltúns. Hveramýri er upp af tjörninni og mældist hiti í jarðvegi 20–30°C. Ljósm. BM.



19. mynd. Séð yfir Austurengjahver til norðurs, umhverfis hverinn er lítt gróinn melur. Ljósm. BM.



20. mynd. Við Austurengjahver eru jarðhitumyndanir og útfellingar. Ljósm. BM.



21. mynd. Jarðhitagil ofan við bæinn í Krýsuvík. Þar er grýtt, jarðvegur mikið ummyndaður og víða útkulnaður. Ljósm. BM.



22. mynd. Séð yfir grasigróna brekku fyrir ofan Krýsuvíkurbæ. Jarðvegshiti mældist 25–30°C og rann volgur lækur niður brekkuna. Ljósm. BM.



23. mynd. Séð yfir nyðra svæðið á Höskuldarvöllum. Svæðið er lítið og með gufuaugum. Í baksýn sést í gjallgíg þar sem vikur hefur verið tekinn. Ljósm. BM.



24. mynd. Jarðhitategundin naðurtunga vex í breiðum á syðra svæðinu á Höskuldarvöllum. Ljós. BM.



25. mynd. Naðurtunga vex eingöngu í volgum jarðvegi. Ljós. BM.



26. mynd. Á syðra svæðinu á Höskuldarvöllum var hraunið úfnara og þar gróðurinn þess merki að yfirborð hafi hitnað snögglega. Hér sést breiða af mosa og stinnastör sem hefur drepist. Ljós. BM.



27. mynd. Á syðra svæðinu á Höskuldarvöllum var tjörn í hraunbolla. Vatnshitinn var 17°C og þar uxu þörungar. Ljós. BM.

2.3 Suðurhluti Hengils

Hengilsvæðið er suðvestur af Þingvallavatni og er eitt af stærstu háhitasvæðum landsins eða um 100 km² að stærð og liggur í 30–800 m h.y.s. Svæðið einkennist af móbergshryggjum en einnig koma fyrir grágrýti og hraun runnin á nútíma, vestast á Hengilssvæðinu finnst súrt gosberg (Kristján Sæmundsson og Sigmundur Einarsson 1980). Hengill og næsta nágrenni er á náttúru-minjaskrá, einkum vegna stórbrotins landslags, fjölbreyttrar jarðfræði og jarðhita (Náttúru-verndarráð 1996). Fjórir jarðhitastaðir voru kannaðir á suðurhluta Hengilsvæðisins (3. mynd).

Innstidalur

Í Innstadal (H1) er mikil hveravirkni í Hveragili sem er um 1 km að lengd (28. mynd).

Jarðhiti: Margvíslegar gerðir hvera er að finna í giliinu, m.a. vatns-, gufu- og leirhveri (1. tafla). Efst í giliinu eru stórir og öflugir hverir sem sýður í. Jarðvegshiti er fremur staðbundinn því hiti í jarðvegi mælist í flestum tilfellum einungis við hverina. Þó mældist hiti sumsstaðar í hlíðunum þar sem jarðvegur er ljós og ummyndaður, en að mestu leyti eru þessar hlíðar þó kaldar og bera merki um útkulnaðan jarðhita. Miklar brennisteinsútfellingar eru á svæðinu, ásamt fleiri gerðum útfellinga og ummyndana (29. mynd). Um gilið rennur

lækur og mældist vatnshitinn ofarlega í gílinu um 41°C en kólnaði eftir því sem neðar dró og var sýrustig vatnsins hlutlaust (pH 7).

Gróður: Gilið er gróðurlaust þar sem hiti og ummyndanir eru mestar en strjálíngur er af túnvingli og fleiri tegundum meðfram læknum. Ofan við gilið er mólendisgróður og mosapembugróður. Víða í Innstadal má sjá ummerki um kulnaðan jarðhita þar sem eftir standa ljósar og gróðurlausar leirskellur í hlíðum.

Rask: Rask í gílinu sjálfu er lítið. Nálægt hveragílinu er skáli og hefur vatn verið leitt til hans úr gílinu.

Miðdalur

Miðdalur (H2) einkennist af miklu vatni, gróskumiklum gróðri og þykkum jarðvegi (30. mynd).

Jarðhiti: Í dalnum eru vatns-, leir- og gufuhverir (1. tafla, 34. mynd). Í dalnum er jarðvegshiti ekki eingöngu bundinn við svæði næst hverum heldur mælist hiti (um 20°C) víða á svæðinu. Lækir liðast um dalinn og er hitinn í þeim allt að 50°C, en flestir eru ylvolgir, og sýrustig hlutlaust (31. mynd). Vart var við silung í lækjunum. Þetta mikla samspil jarðvegshita og vatns gerir dalinn mjög gróskulegan og sérstæðan.

Gróður: Landið er deigt í dalbotninum og þar eru gróskumiklar hveramýrar. Skörp skil sjást oft á gróðri þar sem áhrif jarðhitans hættir að gæta (33. mynd). Mosi vex næst leirhverunum en utar tekur við graslendi eða hveramýri þar sem klófifa og mýrastör eru mest áberandi (35. og 36. mynd). Lækirnir eru víða vaxnir þörungum, laugabrúðu og laugadeplu, en kjörlendi laugadeplu er í laugum og volgum lækjum (31. og 32. mynd).

Rask: Ljótir jeppaslóðar liggja upp í dalbotninn, þeir sundurskera gróðurlendi og stórspilla ásýnd svæðisins (37. mynd).

Fremstidalur

Fremstidalur er austastur Hengladalanna og í honum eru öflug og nokkuð stór hverasvæði (1. tafla). Í dalnum voru tvær hveraþyrpingar skoðaðar (38. mynd).

a) *Jarðhiti:* Á vestara svæðinu (H3) í jaðri flatlendisins í Fremstadal eru vatns- og leirhverir. Útfellingar og ummyndaður jarðvegur er allra næst vatnsborði hveranna. Af svæðinu leggur mikla gufu og mældist hiti um 50°C í vatnshverum og pH 6 (39. mynd). Í bökkunum í kring var hitinn um 18°C á 30 cm dýpi en hiti í jarðvegi var yfir 10°C í 10–20 m út frá hverunum. Stök hveraaugu fundust á svæðinu og var vel gróið umhverfis þau (40. mynd). Frá hverasvæðinu rennur volgur lækur.

Gróður: Næst vatnshverunum er lítið ógróið moldarsvæði en síðan tekur við gróður þar sem finnugur, skriðlíngresi og laugasef voru áberandi. Er fjær dregur tekur við gróskumiklar hveramýrar með klófifu, stinnastör og blávingli ríkjandi í gróðurþekju (41. mynd).

Rask: Ekkert rask var sjánlegt næst hveraþyrpingunni

b) *Jarðhiti:* Austar í dalnum, í Svínahlíð er önnur hveraþyrping (H4) sem var könnuð (42. mynd). Þar eru stórir sjóðandi leirhverir, rjúkandi gufuaugu, heit jörð og mikið um hveraútfellingar og ummyndanir. Næst hverunum er nokkð breið spilda af hveraleir og er hann víða útkulnaður. Jarðvegshiti var 20–41°C í um 100 m fjarlægð frá hveramiðjunni.

Gróður: Hveraleirinn næst hverunum er lítið gróinn en þó finnst þar mosi og grös. Þar sem jarðvegshita gætir eru mosablettir og þar vex m.a. jarðhitamosinn laugaslyðra (Ásrún Elmarsdóttir o.fl. 2003). Þar sem landið kólnar tekur við mosþemba og vel gróin graslendi (38. mynd).

Rask: Ekkert rask var sjánlegt næst hveraþyrpingunni.

Ölkelduháls

Á Ölkelduhálsi eru margar hveraþyrpingar og víða eru ummerki um jarðhita á yfirborði.

Jarðhiti: Hverasvæðið við Ölkelduháls (H5) nær yfir nokkuð stórt svæði og er fjölbreytileiki mikill. Þar finnast vatnshverir, leirhverir, gufuhverir, gufuaugu, heitir lækir og hveramýrar (1. tafla). Svæðið er víða grýtt. Í kringum hverina er ummyndaður jarðvegur og er hitinn í leirnum allt frá 10°C og upp í 100°C (43. og 47. mynd). Víða eru litríkar útfellingar og meðal annarra brennisteinsútfellingar (44. mynd). Á svæðinu eru hverir sem gefa frá sér tilkomumikil hljóð og leggur mikla gufu af svæðinu (45. mynd). Hitinn í vatnshverunum var um 80–100°C og pH 6.

Gróður: Lítil sem enginn gróður vex í ummynduðum jarðvegi umhverfis hverina. Hins vegar er víða gróskulegur gróður á bökkum vatnshveranna þar sem stinnastör og hálingresi eru ríkjandi. Við volga lækir og uppsprettur eru mosar ráðandi en af háplöntum vaxa þar aðallega skriðlíngresi og laugasef (46. mynd).

Rask: Svæðinu hefur verið raskað talsvert með borholum og vegaframkvæmdum vegna nýtingar. Einnig er háspennulína mjög áberandi á Ölkelduhálsi (43. mynd).



28. mynd. Séð yfir Hveragil í Innstadal. Jarðvegurinn í brekkunum er ummyndaður, víðast eru þær gróðurlausar og enginn hiti í jarðvegi. Ljós. BM.



29. mynd. Gufuhverir og útfellingar í Hveragili í Innstadal. Ljós. BM.



30. mynd. Séð yfir Miðdal. Lækir renna um dalinn og er hann gróskulegur. Ljós. BM.



31. mynd. Volgir lækir eru algengir í Miðdal og vex laugadepla í sumum þeirra. Hér var vatnshiti 17°C og sýrustig hlutlaust. Ljós. BM.



32. mynd. Mjög heitur lækur (53°C) í Miðdal, vaxinn þörungum í botni. Ljós. BM.



33. mynd. Hverir í Miðdal. Næst hverunum vex mosi en fjær taka klóffifa og mýrarstör við. Ljós. BM.



34. mynd. Leirhver í Miðdal. Ljós. BM.



35. mynd. Mosarnir mýrhaddur og laugaslyðru vaxa við leirhveru í Miðdal. Jarðvegshitinn var 46°C. Ljós. BM.



36. mynd. Klóffifa og mýrarstör taka við af mosapekjunni sem er næst leirhverunum. Hér var jarðvegshitinn lægri, eða 29°C. Ljós. BM.



37. mynd. Jeppaslóðar liggja upp botn Miðdals og hafa stórspillt svæðinu. Ljós. BM.



38. mynd. Séð yfir Fremstadal frá Svínahlíð. Fjær undir hjallanum á miðri mynd er vestara svæðið sem kannað var en í forgrunni sést í hluta af hverasvæðinu í Svínahlíð. Ljós. BM.



39. mynd. Vatnshver á vestara svæðinu í Fremstadal. Vatnshiti var 50°C og pH 6. Næst hvernum er gróðurlaust en fjær tekur við gróskumikið graslendi og hveramýri. Ljós. BM.



40. mynd. Hveraauga á vestara svæðinu í Fremstadal. Hér var jarðvegshitinn 64°C og pH 3,5. Ljós. BM.



41. mynd. Hiti var í jarðvegi næst hverunum í Fremstadal en þar eru mjög gróskulegar hveramýrar. Ljós. BM.



42. mynd. Á hverasvæðinu í Svínahlíð í Fremstadal var ummyndaður og lítt gróinn jarðvegur ríkjandi næst hverunum. Ljós. BM.



43. mynd. Svæðið á Ölkelduhálsi er ummyndað og gróðursnautt þar sem hiti er mestur en vel gróið þar sem jarðhiti er minni. Háspennulinur eru áberandi í landslagi. Ljós. BM.



44. mynd. Á Ölkelduhálsi eru litríkar útfellingar. Ljósm. BM.



45. mynd. Gufuhver á Ölkelduhálsi sem mikill hávaði var í. Ljósm. BM.



46. mynd. Hér er vatn á yfirborði á Ölkelduhálsi og er hveraleirinn vaxinn mosum, skriðlíngresi og laugasefi. Jarðvegshitinn mældist um 50°C og pH 6,5. Ljósm. BM.



47. mynd. Á Ölkelduhálsi finnast stór leirflög þar sem hiti í jarðvegi er um 10–20°C. Næst hverunum eru litríkar útfellingar. Gufur og hverahljóð eru hluti af náttúrufrýrbærinu. Ljósm. BM.

3 ÁLYKTANIR OG UMRÆÐA

Niðurstaða vettvangsferðana er að háhitasvæðin eru mjög fjölbreytileg hvort sem litið er til hvera, jarðhitamyndana, gróðurs eða útlits svæðanna. Svæðin eru misjafnlega umfangsmikil, en hverirnir sem skoðaðir voru eru allt frá því að vera litlir afmarkaðir hverir upp í víðáttumeiri hveraþyrpingar, með volgum lækjum og hveramýrum. Ummerki um jarðvegshita eru í flestum tilfellum á afmörkuðum og smáum blettum á yfirborði, en á nokkrum svæðum er jarðvegshiti allútbreiddur í yfirborði og ekki bundinn við hveramiðjur. Hiti í jarðvegi er oftast við suðumark næst hverunum en hitinn lækkar eftir því sem fjær dregur. Fjölbreytileiki hvera á hverjum stað var einnig mismikill svo og ummyndun jarðvegs og útfellingar. Gróðurfur næst hverunum er jafnframt mismunandi, á sumum svæðanna er að mestu gróðurlaust næst hverunum en annars staðar vex gróður alveg upp að þeim.

Markmið verkefnisins var að kanna hvort að nota megi líffræðieinkenni, t.d. útbreiðslu og tegundasamsetningu mosa, ásamt landslagsfyrirbærum, til að flokka háhitasvæði og meta verndargildi þeirra. Niðurstaða okkar er sú að þessi nálgun sé ekki fullnægjandi og að afla þurfi frekari upplýsinga um náttúrufar á háhitasvæðum landsins. Þessi nálgun er ekki ákjósanleg m.a. vegna þess að mosar finnast ekki á öllum háhitasvæðum. Vegna jarðhitans á

yfirborði skapast sérstakar aðstæður sem eru ólíkar því sem finnst í öðrum vistkerfum og þarf að afla upplýsinga sem lýsa þessum aðstæðum. Því þarf einnig að líta til jarðfræðilegra og líffræðilegra einkenna svæðanna, svo sem hvaða hveragerðir er að finna á svæðunum, jarðhitamyndanir og gróður. Nauðsynlegt er að fá gott yfirlit yfir náttúrufar háhitasvæða landsins til að geta borið þau saman og í framhaldi af gagnasöfnun verður hægt að nota upplýsingarnar til að meta verndargildi þeirra.

Á Nýja-Sjálandi hefur verið þróuð aðferð til að meta verndargildi jarðhitasvæða út frá einkennum þeirra, þar sem áhersla er á jarðfræðileg einkenni svæðanna og líffræðileg fyrirbæri (Ronald F. Keam o.fl. 2005). Í hnotskurn gengur kerfi Nýsjálendinga út á að fyrirbæri tengd jarðhitnum hafa verið skilgreind eða flokkuð (t.d. hverir, laugar, heit jörð og gufuaugu). Þá er verndargildi fyrirbæranna metið út frá því hversu algeng þau eru og hvers næm þau eru fyrir breytingum á umhverfi, bæði náttúrulegum og af manna völdum. Það er mat NÍ að nota megi þessa aðferð til grundvallar við þróun aðferðar til að flokka og meta verndargildi háhitasvæða hér á landi.

Samhliða þessari vinnu sem hér hefur verið kynnt var sett fram verkáætlun¹ um frekari rannsóknir og öflun gagna á háhitasvæðum. Meginmarkmið verkefnisins er að;

- a) afla þekkingar um hverir og aðrar jarðhitamyndanir og um gróður og landgerðir á háhitasvæðum
- b) þróa aðferðir til að meta verndargildi háhitasvæða og verður það metið út frá hverum, jarðhitamyndunum, gróðri, landgerðum og öðrum verndarviðmiðum
- c) koma niðurstöðum á framfæri til þeirra sem fara með verndun, nýtingu, skipulag og aðrar ákvarðanatökur sem lúta að háhitasvæðum

Verkefnið er sett upp til fimm ára og verður fyrsta árið notað til að móta aðferðir í gagnasöfnun.

¹ Náttúrufræðistofnun Íslands 2005. Náttúrufar og verndargildi háhitasvæða. Drög að verkáætlun 2005-2009. Unnið fyrir Rammaáætlun vegna nýtingar vatnsafls og jarðvarma, Reykjavík, 15 bls.

4 HEIMILDASKRÁ

- Ásrún Elmarsdóttir, María Ingimarsdóttir, Iris Hansen, Jón S. Ólafsson og Sigurður H. Magnússon 2003. Gróður og smádyr á sex háhitasvæðum. Náttúrufræðistofnun Íslands og Líffræðistofnun Háskólans, Reykjavík, 73 bls.
- Burns, B. 1997. Vegetation change along a geothermal stress gradient at the Te Kopia steamfield. *Journal of The Royal Society of New Zealand* 27 (2): 279–294.
- Iðnaðarráðuneytið 1994. Innlendar orkulindir til vinnslu raforku. Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík, 153 bls. Reykjavíkur, Landmælingar Íslands.
- Kristján Sæmundsson og Sigmundur Einarsson 1980. Jarðfræðikort af Íslandi, blað 3, Suðvesturland. 1:250.000. Náttúrufræðistofnun Íslands og Landmælingar Íslands, Reykjavík. Önnur útgáfa.
- Morgunblaðið 2005. Minni umhverfisáhrif en meiri óvissa. Viðtal við Sveinbjörn Björnsson. Morgunblaðið, 6. febrúar 2005.
- Náttúruverndarráð 1996. Náttúruminjaskrá, sjöunda útgáfa. (ritstj. Kristján Geirsson) Náttúruverndarráð, Reykjavík, 64 bls.
- Ronald F. Keam, Katherine M. Luketina og Leonie Z. Pipe 2005. Definition and listing of significant geothermal feature types in the Waikato region. *Proceedings World Geothermal Congress 2005*, Anatlya, Turkey, 24–29, April 2005.
- Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson og Hörður Svavarsson 1980. Uppleyst efni í jarðhitavatni og ummyndun. *Náttúrufræðingurinn* 50 (3–4): 189–205.
- Umhverfisstofnun 2003. Náttúruverndaráætlun 2004–2008 – Aðferðafræði. Tillögur Umhverfisstofnunar um friðlýsingar. Umhverfisstofnun, UST–2003/14, 291 bls.

