

Árni Hjartarson
Magnús Ólafsson

Kerlingarfjöll

Könnun og kortlagning háhitasvæðis

Unnið fyrir Örkustofnun

ÍSÖR-2005/012

Apríl 2005

ISBN 9979-780-21-5

ÍSLENSKAR ÖRKURANNSÖKNIR

Reykjavík: Örkugarður, Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1699

Akureyri: Rangárvöllum, P.O. Box 30, 602 Ak. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1599

isor@isor.is – www.isor.is

Skýrsla nr.: ISOR-2005/012	Dags.: Apríl 2005	Dreifing: ☒ Opin ☐ Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Kerlingarfjöll Könnun og kortlagning háhitasvæðis		Upplag: 40
		Fjöldi síðna: 60 s. og kort í kápuvasa
Höfundar: Árni Hjartarson Magnús Ólafsson		Verkefnisstjóri: Ragna Karlsdóttir
Gerð skýrslu / Verkstig: Rannsókn jarðhitasvæðis, kortlagning og efnagreiningar		Verknúmer: 8-520117
Unnið fyrir: Orkustofnun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Könnun og kortlagning á jarðhita og jarðfræðilegum aðstæðum í Kerlingarfjölum var gerð í ágúst 2004. Gert var jarðfræðikort 1:10.000 af Hveradölum og næsta nágrenni þeirra sem nær m.a. yfir ferðamannaaðstöðuna við Ásgarð. Háhitasvæðið er þrískipt. Meginvirknin er í Neðri-Hveradölum og tengist rima aðalöskju fjallanna. Annar staður er í Efri-Hveradölum, vel innan öskjunnar. Þriðja hitastaðurinn er í Hverabotni og þar virðist hitinn tengdur broti vesturöskjunnar. Svæðið sem einkennist af suðu og ummyndun er um 7 km². Hveravirkni er mikil og óvída á háhitasvæðum munu laugar, hverir og gufuaugu jafn þéttstæð. Það þýðir að fá svæði eru jafn orkurík á flatareiningu. Gufuaugu, gufuhverir, soðpönnur og leirhverir eru algengustu hverirnir. Litríkar útfellingar af brennisteini og söltum eru víða kringum gufuaugu og fjölbreytilegt litaspil í hveraleirnum. Hverahrúður, gífs og sambökunarhellur eru hins vegar nær óþekkt. Ummyndun er mikil og veðrun ör. Hitasvæðin eru öll sundursoðin og einstök hveraaugu taka örum breytingum, gamlir hverir hverfa en nýir taka við. Tekið var 21 sýni af vatni og gufu. Styrkur gass í gufu mælist á bilinu 90-525 mmól/kg og er meginþáttur þess koldíoxíð. Gasstyrkur er mestur í Hverabotni og minnstur í Efri-Hveradölum. Volgt vatn við Árskarösa er karbónatríkt eins og títt er um afrennsli frá háhitasvæðum. Efnahitamælar gefa til kynna að mestur hiti sé undir Hverabotni, því næst í Neðri-Hveradölum en lægstur hiti undir Efri-Hveradölum, og að meðaltali um 300°C. Tvær borholur við Árskarösa gefi mikið magn af volgu vatni (25-35°C). Vatnið er nýtt til baða og í heita potta.		
Lykilorð: Kerlingarfjöll, Hveradalir, Hverabotn, askja, öskjufylling, háhitasvæði, jarðfræðikortlagning, hverir, sýnataka, efnagreiningar, gashiti Gagnagrunnslyklar: H-10800 til H-10821, K-745, B-91053, B-91055		ISBN-númer: 9979-780-21-5
		Undirskrift verkefnisstjóra:
		Yfirfarið af: RK, HJÓ, PI

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR.....	9
1.1	Fyrri rannsóknir.....	9
1.2	Örnefni.....	11
2	JARÐFRÆÐI HVERADALA OG NÁGRENNIS.....	12
2.1	Gamlar móbergsmýndanir.....	13
2.1.1	Árskarðsmóberg (ag1).....	13
2.1.2	Dílótt móberg (ag2, ag3 og ag 4).....	13
2.1.3	Hveradalahnjúksmóberg (ag5).....	14
2.1.4	Kubbaberg suður af Árskarðsfjalli (ag6).....	14
2.1.5	Giljabrúnamóberg (ag7).....	14
2.2	Undirfjallasyrpan.....	14
2.2.1	Undirfjallamóberg (un1).....	14
2.2.2	Undirfjallabasalt (un2).....	15
2.2.3	Tröllabarmsmóberg (un3).....	15
2.3	Hlýskeiðshraun.....	15
2.3.1	Þóleiít austan Kerlingarsprænu (hh1).....	15
2.3.2	Þóleiítgarður við Keis (hh2).....	15
2.3.3	Dílótt hlýskeiðshraun við Hveradalahnúk (hh3).....	16
2.3.4	Þóleiít við rafstöð (hh4).....	16
2.3.5	Jökulfallspóleiít (hh5).....	16
2.4	Líparítsyrpan (ke).....	16
2.4.1	Súrt eða ísúrt túff (ke0).....	17
2.4.2	Eystri hvirfing.....	17
2.4.3	Vestari hvirfing.....	18
2.5	Ungar móbergsmýndanir (um).....	18
2.5.1	Efra-Hveradalamóberg (um1).....	18
2.5.2	Svart túff (um2).....	18
2.5.3	Árskarðsfjall (um3).....	19
2.5.4	Keis (um4).....	19
2.5.5	Móberg við Kerlingará (um5).....	19
3	HÖGGUN.....	19
3.1	Gliðnunarprungur.....	19
3.2	Öskjurnar tvær.....	20
3.2.1	Vestari askjan.....	20
3.2.2	Eystri askjan (aðalaskjan).....	21
3.2.3	Öskjufyllingin.....	21
4	YFIRBORÐSSETLÖG.....	22
5	HÁHITASVÆÐIÐ.....	23

5.1	Neðri-Hveradalir.....	24
5.2	Efri-Hveradalir.....	28
5.3	Hverabotn	28
6	SÖFNUN SÝNA OG EFNAGREININGAR	30
7	STAÐARÁKVÖRDUN SÝNATÖKUSTAÐA.....	31
8	LÝSING SÝNATÖKUSTAÐA	32
9	EFNI Í GUFU	45
9.1	Gas í gufu	45
9.2	Gashiti.....	49
9.3	Önnur efni í gufu	54
10	EFNI Í VATNI	55
11	BORANIR VIÐ ÁRSKARÐSÁ.....	57
12	HEIMILDIR	59

JARÐFRÆÐIKORT í mælikvarða 1:10.000

í kápuvasa

TÖFLUR

Tafla 1.	<i>Stærð hitasvæðanna</i>	24
Tafla 2.	<i>Yfirlit um sýnatökustaði í Kerlingarfjöllum, ágúst 2004.....</i>	30
Tafla 3.	<i>Hnit sýnatökustaða efnasýna í Kerlingarfjöllum í ágúst 2004.</i>	31
Tafla 4.	<i>Styrkur gass í gufu (mmól/kg).</i>	46
Tafla 5.	<i>Gashiti í gufuaugum, -hverum og -pönnum.</i>	50
Tafla 6.	<i>Styrkur ýmissa efna í sýnum úr gufuaugum, -hverum og -pönnum.....</i>	54
Tafla 7.	<i>Styrkur ýmissa efna í sýnum úr gufuaugum, -hverum og -pönnum.....</i>	56
Tafla 8.	<i>Borholur við Árskarðsá.....</i>	57

MYNDIR

Mynd 1.	<i>Kort L. Wunders af Kerlingarfjöllum frá 1912.....</i>	10
Mynd 2.	<i>Kerlingarfjöll úr lofti 23. ágúst 1998.....</i>	11
Mynd 3.	<i>Árskarðsgjúfur.</i>	13
Mynd 4.	<i>Fannborg og Hverahnjúkur.</i>	17
Mynd 5.	<i>Öskjubrotið þar sem það gengur yfir Árskarðsá.</i>	20
Mynd 6.	<i>Setlög frá ísaldarlokum í gili Árskarðsár hjá Ásgarði.....</i>	22
Mynd 7.	<i>Hverir við öskjubrotið innst í Vesturdölum.....</i>	25
Mynd 8.	<i>Hverasvæði í Neðri-Hveradölum neðanundir Hveradalapröskuldi.</i>	26
Mynd 9.	<i>Efri-Hveradalir, Snækollur fyrir miðju, Snót t.v.....</i>	28
Mynd 10.	<i>Hverabotn.</i>	29
Mynd 11.	<i>Sýnatökustaðir í Kerlingarfjöllum (kortblað 1814-2).....</i>	32
Mynd 12.	<i>Neðri Hveradalir í Kerlingarfjöllum 17. ágúst 2004.....</i>	33
Mynd 13.	<i>Sýnatökustaður H-10800.</i>	33

Mynd 14. Sýnatökustaður H-10801.	34
Mynd 15. Sýnatökustaður H-10802.	34
Mynd 16. Sýnatökustaður H-10814.	35
Mynd 17. Sýnatökustaður K-745.	35
Mynd 18. Sýnatökustaður H-10818.	36
Mynd 19. Sýnatökustaður H-10803.	36
Mynd 20. Sýnatökustaður H-10804.	37
Mynd 21. Sýnatökustaður H-10805.	37
Mynd 22. Sýnatökustaður H-10813.	38
Mynd 23. Sýnatökustaður H-10806.	38
Mynd 24. Sýnatökustaður H-10807.	39
Mynd 25. Sýnatökustaður H-10808.	39
Mynd 26. Sýnatökustaður H-10809.	40
Mynd 27. Sýnatökustaður H-10817.	40
Mynd 28. Sýnatökustaður H-10815.	41
Mynd 29. Sýnatökustaður H-10816.	41
Mynd 30. Hverabotn í Kerlingarfjöllum.	42
Mynd 31. Hverabotn 19. ágúst 2004 og sumarið 1941.	42
Mynd 32. Sýnatökustaður H-10810.	43
Mynd 33. Sýnatökustaður H-10811.	43
Mynd 34. Sýnatökustaður H-10812.	44
Mynd 35. Sýnatökustaður B-91055, borhola KF-4.	44
Mynd 36. Heitur pottur við KF-4.	45
Mynd 38. Styrkur koldíoxíðs í gufu (kortblað 1814-2).	47
Mynd 39. Styrkur brennisteinsvetnis í gufu.	47
Mynd 40. Styrkur vetnis í gufu.	47
Mynd 41. Styrkur metans í gufu.	48
Mynd 42. Styrkur köfnunarefnis í gufu.	48
Mynd 43. Styrkur argons í gufu.	48
Mynd 44. Heildarstyrkur gass í gufu.	49
Mynd 45. Koldíoxíðhiti í gufu.	51
Mynd 46. Brennisteinsvetnishiti í gufu.	52
Mynd 47. Vetrishiti í gufu.	52
Mynd 48. Hlutfallshiti koldíoxíðs og köfnunarefnis í gufu.	52
Mynd 49. Hlutfallshiti brennisteinsvetnis og argons í gufu.	53
Mynd 50. Hlutfallshiti vetnis og argons í gufu.	53
Mynd 51. Meðaltal gashita í gufu.	53
Mynd 52. Samsætur vetnis og súrefnis í gufu og vatni.	55
Mynd 53. Hitamælingar í borholum KF-2 og KF-3.	58

1 INNGANGUR

Könnun og kortlagning á jarðhitnum í Kerlingarfjölum var gerð að undirlagi Orkustofnunar sumarið 2004. Höfundar skýrslunnar skiptu með sér verkum þannig að í mörkinni sá Árni Hjartarson um jarðfræðikortlagningu en Magnús Ólafsson valdi sýnatökustaði og tók sýni af jarðhitavatni og gufum. Saman unnu þeir að kortlagningu jarðhitans. Í úrvinnslu gagna sá Árni um kortagerðina ásamt með Guðrúnu Sigríði Jónsdóttur en Magnús annaðist efnagreiningar og túlkun þeirra. Svæðið sem rannsakað var markast að mestu af jarðhitnum sem vart verður á yfirborði en það nær frá ferðamannamiðstöðinni Fannborg við Ásgarð í norðri og suður fyrir hitasvæðið í Dalabotnum og frá Hverabotni í vestri og austur fyrir Efri-Hveradali.

1.1 Fyrri rannsóknir

Háhitasvæðið í Kerlingarfjölum hefur ekki mikið verið rannsakað.

Björn Gunnlaugsson kom ekki í Kerlingarfjöll en merkti þó jarðhitann á Íslandskort sitt. Þorvaldur Thoroddsen kom þangað fyrstur fræðimanna með fylgdarmönnum sínum, Ögmundi Sigurðssyni og Snorra Jónssyni í ágúst 1888. Þeir skoðuðu vesturhluta fjallanna, komu í Hverabotn og fóru þaðan yfir í Hveradali um skarðið hjá Kerlingarskyggni. Þorvaldi þótti mikið til um svæðið skrifaði ágæta lýsingu á því og hveravirkninni þar í Ferðabók sína. Lýsing hans er að nokkru tekin upp hér aftar.

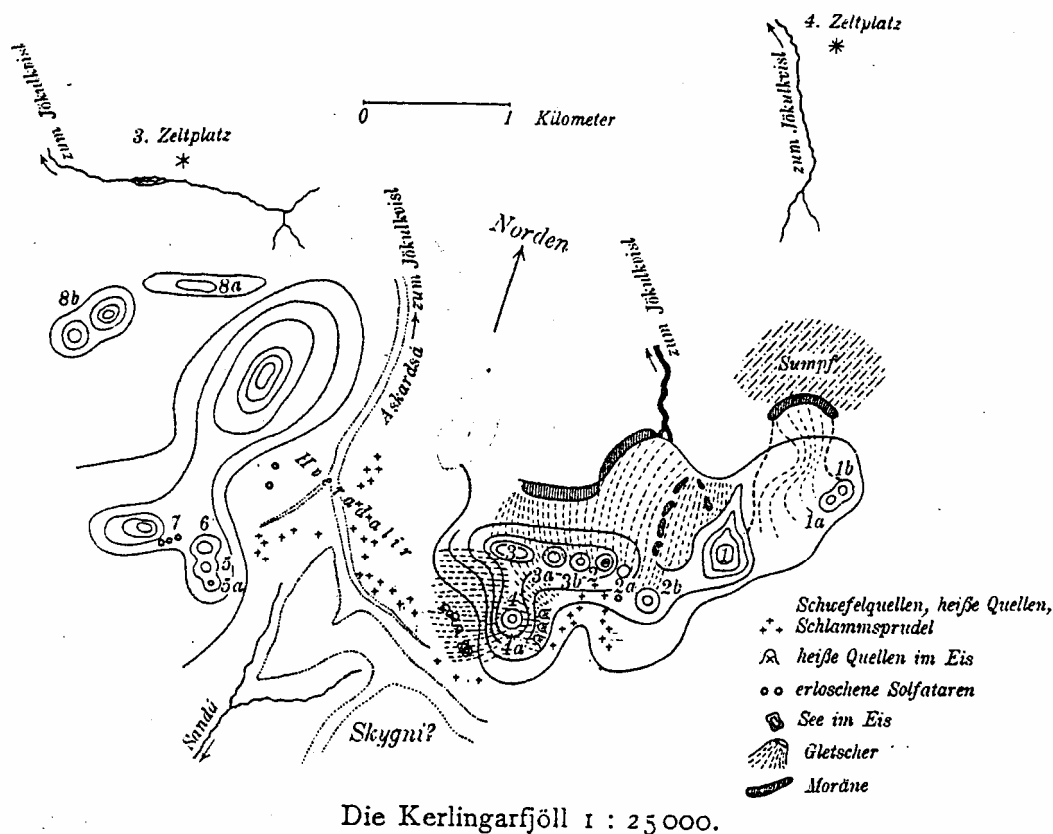
Daniel Bruun höfuðsmaður, kom við í Kerlingarfjölum í ágúst 1897 á leið sinni yfir Kjöl, tók þar ágætar myndir og lýsti því sem hann sá.

Þorkell Þorkelsson (1910, 1940) kom í Kerlingarfjöll í leiðangri sínum sumarið 1906 og lýsti hveravirkninni í Neðri-Hveradölum. Hann taldi að skipta mætti jarðhitasvæðinu í þrennt, Vestur-Hveradali, Mið-Hveradali og Austur-Hveradali og hefur sú skipting haldist frá því. Í Austurdölunum nefnir hann einn hver sérstaklega sem hann líkir við Öskurhól á Hveravöllum en segir að hann sé mun öflugri. Þennan hver nefndi hann Öskrandu. Þorkell safnaði vatnssýnun og birti nokkrar efnagreiningar á gastegundum (CO_2 , H_2 og H_2S) í hveravatninu.

L. Wunder (1912) fór víða um Kerlingarfjöll sumarið 1911, teiknaði kort af norðurhluta þeirra, mældi fjallahæðir og gerði ýmsar athuganir á jarðfræði, jöklum og hverum (sjá mynd 1). Hann nefnir jarðhitann í Efri-Hveradölum fyrstur manna og sýnir hann á kortinu. Á það merkir hann líka íshella yfir hverum.

Danskur jarðfræðingur, Johs. Humlum, fór í rannsóknarleiðangur til Kerlingarfjalla sumarið 1935 og skoðaði þá jarðhitann í Neðri-Hveradölum og birti lítið kort af honum. Hann er ekki í vafa um að þarna sé öflugasta jarðhitasvæði á Íslandi og e.t.v. í öllum heiminum (Humlum 1936).

Sumarið 1941 gerði Ferðafélag Íslands út leiðangur í Kerlingarfjöll til að safna efni til heildarlýsingar á svæðinu og til ljósmyndunar. Lítið var þá um örnefni í fjöllum en leiðangursmenn bættu úr því og gerðu tillögur um yfir 100 nýnefni. Lýsing þeirra birtist síðan í Árbók FÍ 1942 (Jón Eypórsson o.fl. 1942). Betri heildarlýsing hefur ekki verið gerð eftir það. Jóhannes Áskelsson var jarðfræðingur leiðangursins. Hann skrifaði jarðfræðikafla um fjöllin í árbókina svo og lýsingu á jarðhitnum. Viðhorf manna til fræðanna hafa breyst verulega síðan svo greinin hefur meira gildi sem sögulegt plagg en jarðfræðilegt.



Mynd 1. Kort L. Wunders af Kerlingarfjöllum frá 1912.

Karl Grönvold varði árið 1972 við Oxfordháskóla doktorsritgerð sína Structural and Petrochemical Studies in the Kerlingarfjöll Region, Central Iceland. Með ritgerðinni fylgir lítið jarðfræðikort þar sem útbreiðsla helstu jarðmyndana er sýnd og dreifing jarðhitans. Í ritgerðinni eru birtar nokkrar efnagreiningar vatns af svæðinu.

Kristján Sæmundsson (1982) benti á það í grein sinni um Íslenskar öskjur í afmælisriti Sigurðar Þórarinssonar að sjá mætti ummerki eftir öskjumyndun í Kerlingarfjöllum. Rannsóknir hans voru einkum byggðar á skoðun úr lofti og myndatúlkun.

Gerðar hafa verið tilraunir til að bora eftir heitu vatni í grennd við ferðamannaaðstöðuna og í tengslum við það fóru fram smávægilegar yfirborðsrannsóknir þar um kring sem lesa má um í greinargerðum frá Orkustofnun (Ingvar Birgir Friðleifsson o.fl. 1975 og 1979, Guðjón Guðmundsson o.fl. 1987, Kristján Sæmundsson 2003, 2004).

Í Árbók FÍ 1996 er stutt lýsing á helstu kennileitum í Kerlingarfjöllum (Ágúst Guðmundsson 1996) og Oddur Sigurðsson hefur lýst helstu jöklum í Kerlingarfjöllum í Árbók FÍ 2001 (Arnór Karlsson og Oddur Sigurðsson 2001).

Á jarðhitakorti Helga Torfasonar (2003) er alfarið stuðst við athuganir Karls Grönvold og sömu sögu er að segja af jarðhitakorti Kristjáns Sæmundssonar og Hauks Jóhannessonar (2005).

Mynd 2 er ljósmynd af Kerlingarfjöllum tekin úr lofti.



Mynd 2. *Kerlingarfjöll úr lofti 23. ágúst 1998. Mænir vinstra megin, Hveradalir á miðri mynd. Fannborg og Snækollur hægra megin og neðan undir þeim eru Efri-Hveradalir. (Ljós. Oddur Sigurðsson).*

1.2 Örnefni

Um örnefnanotkun í eftirfarandi texta er það að segja að farið er eftir Árbók FÍ 1942 svo langt sem hún nær. Allmjög er á reiki hvort menn nota Ásgarð- eða Árskarð- sem fyrrihluta í ýmsum örnefnum á svæðinu s.s. Árskarðsá eða Ásgarðsá o.s.frv. Við notum alltaf Árskarðs-tilbrigðið nema í þeim nöfnum sem tilheyra ferðamannamiðstöðinni Fannborg og hafa verið markaðssett sem slík.

2 JARÐFRÆÐI HVERADALA OG NÁGRENNIS

Kerlingarfjöll hafa til að bera flesta þá þætti sem prýða fullþroska megineldstöðvar, fjölbreytilegar gosmyndanir, reisulega líparítgúla, öskjubrot og háhitasvæði. Þau eru vel afmörkuð landfræðilega þar sem tignarlegur og litríkur fjallaklasi rís upp yfir hálendið við suðvesturhorn Hofsjökuls milli Kjalar og Þjórsárvera. Um aldur megineldstöðvarinnar er lítið vitað. Ekki eru þekktar neinar bergmyndanir eldri en frá núverandi segulskeiði, sem hófst fyrir um 780.000 árum, en mikil eldvirkni hefur verið innan hennar á síðustu jökul- og hlýskeiðum ísaldar.

Á umliðnum árþúsundum hefur verið kyrrt yfir eldvirkninni. Einungis er vitað um eitt nútímahraun á svæðinu. Það er Illahraun (Kisuhraun, Setuhraun) sem komið er upp í gígum við Þverfell skammt austur af Kerlingarfjöllum. Tengsl þess við megineldstöðina í Kerlingarfjöllum og sprungukerfi hennar eru þó alls óljós. Aldur þess er óþekktur en þó virðist það allgamalt og er vafalítið frá fyrri hluta nútíma.

Kristján Sæmundsson (1982) varð fyrstur til að benda á að öskjusig hefði orðið í Kerlingarfjöllum og raunar sá hann ummerki eftir tvær öskjur og vísi að þeirri þriðju. Um aldur askjanna er ekkert vitað og ekki eru þekkt nein gjóskulög, sem rakin verða til Kerlingarfjalla. Jarðmyndunum fjallanna má skipta í þrennt eftir aldri: 1) Eldri móbergsmýndanir og hlýskeiðshraun. 2) Líparítgúlar og öskjur. 3) Ungar móbergsmýndanir og hraun. Megineldstöðin í Kerlingarfjöllum er um 140 km² að flatarmáli. Rannsóknin sumarið 2004 beindist þó að mun takmarkaðra svæði eða að þeim stöðum þar sem jarðhita verður vart á yfirborði. Kortið sem fylgir skýrslunni þekur þessi svæði að mestu en það er 6 x 8 km að stærð. Háhitasvæðið í Kerlingarfjöllum er þrískipt. Aðal jarðhitinn er í Hveradölum eða Neðri-Hveradölum, vestast í meginöskjunni, í dæld við öskjurimann. Þessu svæði höfum við skipt í þrjú svæði, Vesturdali, Miðdali (Fannardal) og Austurdali. Hverasvæðið í Efri-Hveradölum er innan sömu öskju en tengist ekki öskjubrotinu. Þriðja svæðið er í Hverabotni og virðist tengjast öskjubroti vesturöskjunnar.

Hér á eftir verður jarðmyndunum svæðisins lýst og farið eftir líklegri aldursröð. Að vanda er byrjað á þeim sem elstar eru og liggja neðst í staflanum. Víða er þó mjög óvíst um afstæðan aldur og nánari rannsóknir munu vafalaust hnika þessari röð allverulega til. Þetta eru þó ekki elstu jarðlög Kerlingarfjalla því eldri lög koma fram neðar með Jökulfallinu. Þar á meðal eru þykkar setmyndanir sem sjást við brúna og ekkert verður rætt um hér.



Mynd 3. Árskarðsgljúfur.

2.1 Gamlar móbergsmýndanir

Elstu jarðlögin sem fram koma á jarðfræðikortinu eru móbergsmýndanir sem koma fram í neðanverðu gili Árskarðsár og við Kerlingarsprænu. Bergið er víða talsvert ummyndað.

2.1.1 Árskarðsmóberg (ag1)

Elsta berg á svæðinu sem kortið nær yfir virðist vera bólstraberg rétt neðan við ármót Árskarðsár og Jökulfallsins. Myndunina má svo rekja upp með Árskarðsánni alllangt upp fyrir ferðamannamiðstöðina Fannborg. Þetta er fingert bólstraberg með kubbabergskleggjum hér og þar. Það er nær dílalaust en þó má sjá staka dökka díla í því. Veðrunar- og sprungufletir eru brúnir að lit. Við Jökulfallið leggst miklu yngra hlýskeiðshraun ofan á myndunina en annars staðar sjást skil hennar við aðliggjandi lög ekki.

2.1.2 Dílótt móberg (ag2, ag3 og ag 4)

Á giljamótum nokkru neðan við borholu 2 virðast vera skil í bólstraberginu því þar ofan við tekur við dílótt bólstraberg með 5% plagíóklas dílum sem eru allt að 5 mm í þvermál (ag2). Veðrunarhúð og bólstrafletir eru brún og ummyndun bergsins virðist meiri en á neðra bólstraberginu.

Í neðstu opnu við Kerlingarsprænu austur af Árskarðsfjalli sér einnig í dílótt móberg (ag3) á litlum bletti sitt hvoru megin ár.

Við Kerlingarsprænu og í ásunum austan við hana er stakdílótt móberg (1% plagíóklas), Kerlingarsprænumóberg ag4. Það er víða allummyndað. Yfirborð þess er veðrað og eytt svo upprunaleg form gosmyndunarinnar eru horfin með öllu.

2.1.3 Hveradalahnjúksmóberg (ag5)

Í Hveradalahnúk eru tvær móbergsmýndanir sem aðskildar eru af dílóttu hlýskeiðshrauni (hh3). Eldri myndunin, Hveradalahnjúksmóberg (ag5), sést hvíla á dílóttu móberginu (ag2) í gljúfri Árskarðsár. Nokkurra metra þykkt túfflag markar þar botn þess en ofan á því er bólstraberg og síðan þétt dökkt túff sem myndar margra tuga metra þykkt lag án innri lagskiptingar í gljúfrinu austanundir Hveradalahnúk. Þar sjást gangar kvíslast um það. Bergið er dílalaust. Móbergið hverfur undir yngri myndanir til beggja handa við gljúfrið.

2.1.4 Kubbaberg suður af Árskarðsfjalli (ag6)

Suður af Árskarðsfjalli er ávalur móbergsháls milli Kerlingarsprænu og Árskarðsár. Besta opnan í myndunina er þar sem Árskarðsá hefur skorið sig í gegn um vesturhorn hennar. Þar sér í basískt fínkorna kubbaberg, sveipstuðlað með 1–2% plagíóklas dílum. Veðrunar- og stuðlafletir eru rauðbrúnir og gera lagið líparítlegt úr fjarlægð séð.

2.1.5 Giljabrúnamóberg (ag7)

Í Giljabrún og Hveradalahnúk er allvíðáttumikil móbergsmýndun sem gengur inn undir Mæni en heldur áfram sunnan hans og myndar þar móbergshrygg milli Hveradala og Kerlingarár. Einnig virðist það ganga inn undir Hött. Öskjubrot vesturöskjunnar skerst í gegn um það á þessum slóðum. Bergið er gropið með ljósbrúnan grunnmassa og í því er mikið af súrum gjallmolum. Sums staðar verður litur þess brúnyrjóttur af þessum sökum t.d. í Hveradalahnúk. Hvergi sást neitt annað en túff í mynduninni. Móbergið er líklega súrt eða ísúrt.

2.2 Undirfjallasyrpan

Undirfjallasyrpan nær yfir jarðmyndanir sem eiga það sameiginlegt að liggja undir líparítmyndunum meginfjallanna, þ.e. Fannborgar, Snækolls og Loðmundar en gjægjast útundan þeim. Hvergi er skörun við gömlu móbergsmýndanirnar sem um er rætt í kaflanum hér á undan svo ekkert er vitað um afstæðan aldur þar á milli.

2.2.1 Undirfjallamóberg (un1)

Undirfjallamóberg er sennilega fleiri en ein goseining. Um er að ræða móberg sem stendur út undan líparíti Snækolls og Fannborgar og liggur þannig undir fjöllunum eins og nafn þess gefur til kynna. Norðan fjallanna sér í það sitt hvoru megin við Kerlingarsprænu og þar líkist það litlum móbergshrygg. Vestan fjallanna myndar það undirhlíðar Hveradala og sunnan þeirra sér í það við Efri-Hveradali.

2.2.2 Undirfjallabasalt (un2)

Undirfjallabasalt er nafn á nokkrum hlýskeyðshraunum sem gjægjast fram í undirhlíðunum vestur af Kerlingarsprænu þar sem hún fellur niður á flatlendið norðan fjallanna. Hér er um að ræða 5–6 fremur þunn þóleiðthraun, rétt segulmögnuð og án millilaga. Hraunin virðast leggjast ofan á Undirfjallamóbergið.

2.2.3 Tröllabarmsmóberg (un3)

Tröllabarmsmóberg er stór móbergsmyndun sem kennd er við Tröllabarm, hinn stórbrotna öskjurima austan í Kerlingarfjöllum. Vesturjaðar myndunarinnar nær inn á jarðfræðikortið en meginhluti hennar er austan kortsins og myndar undirstöður Kerlingarfjalla að austan og er í öskjurimanum sem þar setur svip sinn á landið. Efnagreiningar sýna að bergtegundin er andesít, nánar tiltekið íslandít (Karl Grönvold 1972). Í handsýni greinir það sig lítt frá basísku móbergi. Í norðurhlíðum fjallanna er skilflötur móbergsins og súru myndananna sem yfir liggja auðsær og þar virðist nokkurra metra þykkt túfflag liggja á mörkunum. Skilfletinum hallar upp á við til austurs og er um 100 m uppi í hlíðinni við öskjubrotið í Tröllabarmi. Tröllabarmsmóbergið myndar því ekki aðeins öskjurimann heldur einnig botn öskjunnar að austan. Það gegnir nokkurri furðu að sjá botninn hátt uppi í hlíð en þarna lenti öskjubrotið utan í háum móbergshrygg. Hæsti hluti hans var innan öskjunnar og þótt hann sigi niður um einhverja hundruði metra rís hann enn vel yfir umhverfi sitt með Loðmund á herðum sér.

2.3 Hlýskeyðshraun

Jökulskafin hlýskeyðshraun finnast allvíða kring um aðalfjallaklasa Kerlingarfjalla. Innan jarðfræðikortsins eru þessir flákar mest áberandi austan við Kerlingarsprænu. Um aldur þeirra og innbyrðis aldursröð er fátt vitað þannig að sú röð sem hér er upp talin er tilviljunarkennd.

2.3.1 Þóleiit austan Kerlingarsprænu (hh1)

Í melunum austan við Kerlingarsprænu eru þóleiitskæklar sem hvíla á Kerlingarsprænumóberginu. Þetta er veðrað og jökulskafið berg sem myndar áberandi klettahausa hér og hvar. Hvergi sést nema eitt hraun með vissu. Mesta mæld þykkt er um 10 m þar af 2 m sem botnkargi. Bergið er grófstuðlað með smáum stökum pýroxen dílum.

2.3.2 Þóleiitgarður við Keis (hh2)

Sérkennilegur basaltgarður, sem við fyrstu sýn lítur út eins og berggangur með stefnu norður-suður, liggur meðfram lækjargili við veginn upp Keis. Þetta er straumflögótt þóleiit með stökum smáum pýroxen dílum. Líklega er þetta mjór hrauntaumur sem þarna hefur flætt niður hlíðina á íslausri tíð.

2.3.3 Dílótt hlýskeiðshraun við Hveradalahnúk (hh3)

Við Hveradalahnúk sér í dílótt hlýskeiðshraun á tveimur stöðum. Stærri flákin er sunnan hnúksins og þekur þar dálítinn mel við öskjubrotið. Norðanundir hnúknum glittir í sviplíkt hraun sem skilur að misgamlar móbergsmýndanir.

2.3.4 Þóleiít við rafstöð (hh4)

Við rafstöðina í Árskarðsánni er berghaft úr fínkorna þóleiíthrauni með stökum smáum plagióklas dílum. Bergið er dökkt í sár með gráum og brúnum veðrunarflötum. Sælufoss er þar sem áin fellur fram af haftinu. Fossinn og flúðin ofan við hann eru um 8 m há. Þar er stífla og rafstöð. Stöðin er 40 kW, reist 1972. Hlýskeiðshraunið er grafið undir hina miklu setlagabunka sem þekja berggrunninn á þessum slóðum, svo hvergi sér í það nema þarna.

2.3.5 Jökulfallsþóleiít (hh5)

Í bökkum Jökulfalls vestan við ós Árskarðsár sér í hlýskeiðshraun beggja vegna ár. Þetta er stórstuðlað þóleiít, ögn straumflögótt með stóra staka pýroxen díla og dílahópa. Segulmæling sýnir að hraunið er rétt segulmagnað (N).

Berggangur gengur upp í lagið á þessum slóðum með stefnu N66°. Þetta er hugsanlega fæðigangur þess. Hann er rétt segulmagnaður (N). Segulstefnan er (N). Þetta hraun má rekja áfram niður með Jökulfallinu en það var ekki gert enda komið út fyrir jarðhitasvæðið sem rannsóknin beindist að.

2.4 Líparítsyrpan (ke)

Líparítgúlar Kerlingarfjalla eru langtílkomumestu jarðmyndanir svæðisins og gefa landslaginu þann tignarsvip sem það ber. Karl Grönvold (1972) telur að þeir séu að mestu myndaðir við gos undir jökli og að sum fjöllin hafi hlaðist upp úr jökli og myndað súra stapa t.d. Höttur. Jarðlagaskipan innan þessara myndana var ekki mikill gaumur gefinn. Í heild þekja þær um 36 km² á yfirborði og þá er átt við allt líparítið í fjöllum. Rúmmál líparítsins er á bilinu 5–6 km³. Á kortinu er því skipt í tvær sýrpur og er þar fetað í fótspor Karls Grönvold (1972) sem flokkaði þær í tvo hópa, eystri og vestri hvirfingu (Eastern and Western Cluster). Bergfræðilegur munur er þó sáralítill á þeim og skiptingin því einkum byggð á landslagseigindum. Um aldur er ekkert vitað en veðrunarstig og rofform benda til þess að fjöllin séu fremur ung. Mjög fáar jarðmyndanir sjást leggjast upp að þeim en það bendir sömu leiðis til lágs aldurs. Afstæður aldur hvirfinganna tveggja er einnig óþekktur en eftir útliti að dæma eru þær af líkum aldri. Að öllu samanlögðu gæti meginhluti líparítsins verið kominn upp á síðasta jökulskeiði. Talið er að samfara þessum miklu líparítgosum hafi orðið öskjusig á svæðinu og öskjurnar tvær, eystri og vestri askjan, hafi myndast þá. Um þær verður rætt í kaflanum um höggun hér aftar.



Mynd 4. Fannborg og Hverahnúkur. Á milli þeirra sér í hátinda Snækolls. Höggið sést sem dökkleitir stallur í undirhlíðum Fannborgar.

2.4.1 Súrt eða ísúrt túff (ke0)

Súr eða ísúr gjóskulög finnast undir líparítgúlunum neðan við Jökulkinn og neðst í Loðmundi. Þykkt þeirra vestur af Kerlingarsprænu er um 50 m. Neðst í Loðmundi eru þau þynnri en þar skilja þau að Tröllabarmsandesítið og líparítið. Lög þessi eru sýnd sem ein og sama myndun en hafa þó ekki verið rannsökuð af neinu gagni.

2.4.2 Eystri hvirfing

Eystri hvirfingin, og hugsanlega sú eldri, er innan aðalöskjunnar. Þar er einkum um að ræða hina miklu gúla sem mynda hátinda Kerlingarfjalla á þessum slóðum, Fannborg, Snækoll, Loðmund, Hverahnúk, Snót, Höllu og Eyvind. Þeir hafa aldrei verið rannsakaðir til neinnar hlýtar t.d. er engan veginn ljóst hvort hér er um eina goseiningu að ræða eða margar. Karl Grönvold telur þó einingarnar vera nokkrar en skiptir þeim ekki upp á korti sínu. Hann telur að fjöllin hafi að mestu orðið til við gos undir jökulís. Gosin hafi brætt miklar hvelfingar í ísinn en bræðsluvatnið streymt burtu jafnóðum og því ekki haft mikil áhrif á kvikuna sem upp tróðst. Hins vegar mótuðu hvelfingarnar gúlana og gerðu þá hærri og brattari en þeir hefðu ella orðið á jökullausu landi. Hann telur einnig að Loðmundur, sem er rúmir 1430 m á hæð, hafi náð upp úr ísnum enda hefur bergið þar annað og dekkra yfirbragð en er á hátindunum í kring. Hann er þó ekki hæsti tindur fjallanna, það er Snækollur, um 1480 m hár. Undirlag þeirra er all mishátt en er víða á bilinu 1000–1100 m y.s. Tölvert mikil upphleðsla hefur því verið búin að eiga sér stað í megineldstöðinni áður en líparítgosin urðu og öskjusigið átti sér stað.

Þetta aðallíparítvæði Kerlingafjalla er um 14 km^2 að flatarmáli. Rúmmál líparítsins er áætlað um 3 km^3 .

Höggið er lítið líparíthraun í undirhlíðum Fannborgar upp af Hveradölum, sem skriðið hefur út á móbergshöfða sem myndar undirlag þess. Yfirborð hraunsins er líparít-sambreyskja, 1 m, en hreint hraun er undir henni, 5 m þykkt. Neðst er súr sambreyskju-sóli, um 5 m þykkur. Karl Grönvold (1972) telur að hraunið hafi runnið fram í hvelvingu sem jarðhitinn hafi haldið opinni undir ísaldarjökli.

Í miðjum Hveradölum er stakur líparíthöfði sem Tjarnarhöfði heitir, eftir lítilli tjörn, Grænutjörn, sunnan undir honum. Jarðhiti er víða utan í höfðanum en hefur ekki umbreytt berginu mikið nema helst í norðurendanum. Hvergi sér þar í fastan berggrunn en hann er þakin ljósri og víða nær hvítri straumflögóttu líparítmöl og skífum. Þetta er líklega sjálfstæð gosmyndun, hugsanlega orðin til utan jökuls. Hún er ávalari en aðrar myndanir hér og ofan á henni sjást hvorki grettistöð né jökulurð af neinu tagi.

2.4.3 Vestari hvirfing

Í vestari líparíthvirfingunni eru mikil fjöll ekki síður en í þeirri eystri, svo sem Röðull og Höttur, Ögmundur, Tindur og Mænir. Fátt eitt er vitað um aldur og innbyrðis afstöðu þessara gosmyndana eða hve margar þær eru. Af þessum fjöllum eru það einungis Höttur og Mænir sem koma við sögu á kortblaðinu en það fyrrnefnda rekur aðeins bláhornið inn á blaðið. Höttur, sem er súr stapi, er hluti af stóru líparítvæði með nokkrum samvöxnum gúlum sem er samtals um 12 km^2 að flatarmáli. Mænir er skilinn frá aðalsvæðinu af setlagafyllu í Sléttaskarði sem myndar fallegan sléttlendan dalbotn í skarðinu. Mænir er reisulegt líparítfjall um 1340 m hátt með hvassbrýnda fjallsöxl með stefnu til suðvesturs frá hátindinum sem myndar þann mæni sem fjallið tekur nafn sitt af. Fjallsgrunnurinn er víðast í 1000–1100 m hæð og hvílir á Giljabrunamóbergi. Súri gúllinn sjálfur er því ekki nema um 300 m hár og um 2 km^2 að flatarmáli. Mænir er vafalítið ein sjálfstæð goseining. Öskjubrot vestari öskjunnar virðist liggja inn undir hann og hugsanlega hefur hann orðið til á gossprungu sem tengist því.

2.5 Ungar móbergsmýndanir (um)

Undir þessa syrpu falla unglagar móbergsmýndanir á svæðinu sem að öllum líkindum hafa orðið til á síðasta jökulskeiði eftir að öskjurnar voru orðnar til. Allt eru þetta fremur litlar goseiningar sem skarast ekki innbyrðis svo aldursröð þeirra hefur hvergi verið ákvörðuð.

2.5.1 Efra-Hveradalamóberg (um1)

Efra-Hveradalamóberg er lítil móbergsmýndun sem liggur utan á líparítinu í sunnanverðri vesturhlíð Efri-Hveradala og þar vestur af er smá móbergshóll sem líklega er hluti af henni. Hún er vart nema 60 m þar sem hún er þykkust og virðist vera úr basísku bergi.

2.5.2 Svart túff (um2)

Í Jökulkinn austur af Jökulgarði ræður kolsvart túff ríkjum í berggrunni á dálitlu svæði sem er nýkomið undan sísnævi. Ekki gafst ráðrúm til að kanna það að neinu gagni svo

afstaða þess til annarra jarðlaga er óþekkt með öllu en það er nefnt hér til þess að það liggi ekki alveg óbætt hjá garði í þessari lýsingu.

2.5.3 Árskarðsfjall (um3)

Árskarðsfjall er órofin og unleg móbergsmyndun sem líta má á sem bæjarfjall byggðarinnar í Kerlingarfjöllum. Það er um 920 m hátt en grunnflöturinn liggur í um 700 m hæð. Það er lítið eitt ílangt í stefnu norður suður, 1700 m langt. Hér er því um litla gosmyndun að ræða. Berggerðin er dílalaust þóleiit. Hvergi sér í undirlag fjallsins því þykk yfirborðssetlög liggja að því allt um kring.

2.5.4 Keis (um4)

Keis er lítil móbergsmyndun í undirhlíðum Fannborgar. Berggerðin virðist vera dílalaust þóleiit. Hvergi sér í annars konar berg en smágrýtt brúnt túff. Myndunin er lítið rofin og unleg að sjá. Hún er augljóslega yngri en austuraskjan og leggst yfir öskjubrotið.

2.5.5 Móberg við Kerlingará (um5)

Við Kerlingará, syðst í Sléttaskarði, undir austurhlíðum Hattar, er smámóbergsmyndun sem skilur sig frá Giljabrunamóberginu sem það hvílir á bæði í lit og veðrunaráferð. Þetta er í raun ekki annað en höll en þó sjálfstæð goseining sem ekki virðist eiga sér framhald í suðri eða norðri. Bergerðin er þóleiit sem komið hefur upp í örgosi á öskjubroti vesturöskjunnar.

3 HÖGGUN

Kerlingarfjöll hafa sérstæða stöðu innan gosbeltanna og mynda suðurenda á gliðnunarbelti því sem oft er kennt við Hofsjökul eða Mið-Ísland. Höggunarsprungur eru einkum af tvennum toga. Í fyrsta lagi eru það gliðnunarsprungur og misgengi og í öðru lagi eru þar öskjubrot sem tengjast súrri eldvirkni í fjöllum.

Mjög lítil skjálftavirkni er í Kerlingarfjöllum. Í gagnabanka jarðskjálftadeildar Veðurstofu Íslands eru aðeins skráðir fjórir smáskjálftar þar á síðustu 10 árum. Kvikuhólfið undir fjöllum hefur því verið aðgerðalaust og er e.t.v. ekki virkt lengur. Jarðfræðingar hafa þó jafnan talið fjöllin til virkra eldstöðva.

3.1 Gliðnunarsprungur

Ekki er hægt að sjá að sprungurein tengist megineldstöðinni í Kerlingarfjöllum og e.t.v. má halda því fram að það sé sérkenni þeirra hve lítið ber á línulegu sprungumynstri. Ákveðinnar hryggjastefnu verður heldur ekki vart. Háhitinn er fyrir vikið bundinn við kjarna eldstöðvarinnar. Sprunguskarar eru þó í nágrenni fjallanna en ekki er vitað um jarðhita í tengslum við þá. Einn slíkur, með stefnu til norðausturs, er til dæmis sunnan þeirra, við Litla-Leppi og Rauðkolla. Hann stefnir upp í Hofsjökul norðan við Arnarfell og gæti hugsanlega tengst megineldstöð þar. Áberandi sprunguskari með stefnu til norðvesturs er á flatlendinu í Jökulkróki milli Kerlingarfjalla og Hofsjökuls. Árskarð-

gljúfrið leggst líka í þessa stefnu á kafla þar sem það er einna dýpst. Þetta er óvenjuleg sprungustefna a.m.k. þegar um er að ræða ungar og áberandi sprungur og kann að stafa af sérkennilegri stöðu Kerlingarfjalla innan gosbelta landsins.

3.2 Öskjurnar tvær

Megineldstöðin í Kerlingarfjöllum er um 140 km² að flatarmáli og er þá miðað við það sem kalla mætti óðal eldstöðvarinnar sem markast af súrum og ísúrum gosmyndunum sem talist geta til hennar. Kristján Sæmundsson (1982) varð fyrstur til að benda á að öskjusig hefði orðið í fjöllum og raunar sá hann merki um tvær öskjur og vísi að þeirri þriðju sunnar. Um aldur askjanna er ekkert vitað og ekki eru þekkt nein gjóskulög, hvorki á landi né í sjó sem hafa verið rakin til Kerlingarfjalla en líklegast er að myndun þeirra tengist hinum miklu troðgosum sem urðu þegar líparítgúlarnir hlóðust upp og minnst var á hér framar. Hér verða öskjurnar tvær nefndar eystri- og vestari askja.

3.2.1 Vestari askjan

Vestari askjan er mun minni en aðalaskjan. Hún umlykur vestari líparíthvirfinguna að nokkru en er þó minni en hún svo líparítið flæðir út yfir barma hennar. Mænir og Tindur virðast vera yngri en askjan og hafa orðið til við troðgos á öskjurimanum. Hún er ógreinileg í landslaginu og var nánast ekkert skoðuð sumarið 2004. Samkvæmt kortskissu Kristjáns Sæmundssonar frá 1982 er hún ílöng frá vestri til austurs, um 5 km á lengd og 3,4 km á breidd og um 14 km² að flatarmáli.



Mynd 5. Öskjubrotið þar sem það gengur yfir Árskarðsá. Setlög öskjufyllingarinnar leggjast þar upp að móbergsvegg brotsins.

3.2.2 Eystri askjan (aðalaskjan)

Eystri öskjuna mætti kalla aðalöskjuna því hún er bæði stærri og greinilegri en hin vestari. Hún umlykur aðal líparítvæði fjallanna, Loðmund Snækoll, Fannborg, Eyvind, Höllu o.fl. Askjan er þríhyrningslaga um 6 km löng í stefnu norðnorðvestur-suðsuðaustur. Hún víkkar til norðurs og er breiðust nyrst, um 5,8 km. Flatarmálið er því 17–18 km². Til samanburðar má nefna að Hofsjökulsaskjan er um 50 km² og Kröfluaskjan yfir 60 km². Brotið markast víða af skýrum stalli sem er allt að 200 m hár. Það kemur glögglega fram í landslaginu vestan og sunnan Kerlingarfjalla og markar norður- og vesturhlíðar Neðri-Hveradala (Vestur-, Mið- og Austurdala) frá Giljabrún og suður með Mæni og Kerlingarskyggni og nær allt suður að ánni Kisu. Þar tekur það krappan sveig til norðurs og sést einkar vel þar sem Tröllabarmur myndar öskjurima austan undir Loðmundi. Norðurjaðarinn er nokkuð glöggur vestast þar sem brotið leggst í krappan sveig til austurs og gengur yfir Árskarðsgljúfrið en síðan hverfur það undir Keismóbergið sem er yngra en askjan. Austan við Keis sér í öskjubrotið á ný í gljúfri Kerlingarsprænu en svo hverfur það undir yfirborðssetlögin norðan fjallanna og deyr þar e.t.v. út á kafla. Um upprunalega dýpt öskjunnar er erfitt að dæma en vart hefur hún verið undir 250 m. Sé reiknað með því jafnaðardýpi er rúmmál hennar 4,5 km³. Þetta er sínu meira en áætlað rúmtak þeirra gosmyndana sem tengjast öskjunni (3 km³). Mismunurinn gæti legið í gjósku sem borist hefur burt frá eldstöðinni.

3.2.3 Öskjufyllingin

Gosmyndanir eystri líparíthvirfingar fylla öskjuna að mestu og líklega hafa þær orðið til um líkt leyti og hún myndaðist. Loðmundur virðist lítið eitt yngri en hún. Vestasti hluti öskjunnar, þar sem Hveradalir eru nú, fylltist þó ekki af gosmyndunum. Þar hefur verið mikil lægð, lokuð á allar hliðar. Á jökulskeiðum hefur hún verið full af ís eða ísi þöktu bræðsluvatni. Á hlýskeiðum var þarna öskjuvatn sem náði frá öskjubrotinu í norðri og suður að Tjarnarhöfða. Askjan virðist þó ung og hefur vart lifað mörg hlýskeið. Hafi öskjuvatnið haft afrennsli hefur það verið til norðurs, annað hvort á svipuðum stað og Árskarðsgljúfrið er nú ellegar eftir farvegi í átt að Kerlingarsprænu sem Keis hefur lokað. Hugsanlega hefur annað en minna vatn verið sunnan Tjarnarhöfða og náð að Höllubarmi. Þar eru nú sléttir aurar Dalabotna en um þá liðast lækir sem falla til Kisu. Askjan hefur sennilega verið fljót að fyllast af seti. Þetta set, sem víða er tugir metra að þykkt, myndar nú öskjufyllingu sem háhitavirkni hefur umbreytt mjög og roföflin eru sem óðast að rjúfa burtu. Innviðir hennar sjást víða í giljum en vegna umbreytingar efnisins er erfitt að ráða í uppruna þess. Í gljúfri Árskarðsár er þó sæmileg opna í setið rétt ofan við öskjubrotið. Þar sér í lárétt lagskipt fingert set neðst, að mestu úr súru efni, a.m.k. 18 m þykkt. Ofan á því er malarríkara set þar sem basískt berg er áberandi. Efst er opnan afar vond en þar eru setlög af sundurleitri gerð. Efnið er tiltölulega laust í sér, lítið saman runnið og auðrjúfanlegt. Í heild er fyllan þarna um 100 m þykk. Í grennd við þennan stað hefur orðið allmikið framskrið í fyllunni og þar eru efnishaugar í hlíðinni upp af ánni sem minna á framhlaupshóla. Á nokkrum stöðum eru líka litlar berghlaupsurðir sem hlaupið hafa úr öskjubrotinu niður á fyllinguna.

Í upphafi nútíma þegar ísaldarjökullinn hörfaði af Kerlingarfjallasvæðinu virðist öskjuvatnið hafa verið orðið fullt, eða nánast fullt, af seti. Árskarðsáin hefur kvíslast um fyllinguna sem þá hefur verið tiltölulega sléttlend í um 980 m hæð. Gljúfrið þar norður af hefur þá ekki verið til en áin hefur þó strax hafið sinn giljagröft og ekki verið lengi að

sverfa sig niður í laus yfirborðslögin upp af Jökulfallinu. Gljúfrið hefur síðan grafist hægt og hægt í auðrjúfanlegt móbergið sem þar er undir og lengst jafnt og þétt til suðurs jafnframt því sem það dýpkaði. Að lokum skar það djúpt skarð í þröskuldinn eða öskjurimann sem áður hélt uppi öskjuvatninu og þegar þeim áfanga var náð gat áin farið að rjúfa sundur öskjufyllinguna sjálfa. Hveravirknin á svæðinu hefur hraðað rofinu með því að sjóða sundur jarðlögin og breyta þeim í linan og skriðgjarnan leir. Jökulfannir í hlíðum hafa einnig lagt sitt af mörkum til veðrunarinnar. Saman hafa hin útrænu og innrænu öfl skapað það giljalandslag sem nú einkennir Hveradalina og eru enn að því rofið gengur svo hratt að auðsæjar breytingar verða frá ári til árs.



Mynd 6. Setlög frá ísaldarlokum í gili Árskarðsár hjá Ásgarði. Lárétt lagskipt straumvatnaset hvílir þar á skálaga lónaseti. Myndin er tekin úr hóteldyrinum.

4 YFIRBORÐSSETLÖG

Við rætur Kerlingarfjalla að norðan eru víðáttumikil og þykk setlög. Í fljótu bragði virðist umfjöllun um þau vart eiga heima í greinargerð um háhita, því þau hafa lítil eða engin áhrif á hann, en hér verður því haldið fram að þau séu með nokkrum hætti afurð hans og verðskulda því sína umræðu. Á jarðfræðikortinu eru þessi lög fyrirferðarmikil enda er hér um óvenju efnismikla setlagafyllingu að ræða. Innri gerð hennar var þó nánast ekkert skoðuð í rannsókninni sumarið 2004. Þversnið í gegn um hana blasir samt sem áður við frá ferðamiðstöðinni þar sem Árskarðsá hefur skorið sig í gegn um hana (mynd 6). Þarna eru setlögin um 70 m þykk. Þversniðið tekur aðeins yfir neðri hluta þeirra. Neðst er skálaga vatna- eða lónaset en lárétt eða vægt hallandi straumvatnaset þar ofan á. Annars staðar þar sem til sést virðist um straumvatnaset að ræða og úr því er fyllan að mestu gerð. Sums staðar eru þó óreglur í lagskiptingunni og sjá má innri giljagröft í henni og iðukastaset. Neðan við baðlaugina í gljúfrinu og borholurnar þar er

fillan 110 m þykk og við þverbeygjuna þar ofan við er hún 80-90 m. Setbunkarnir mynda ekki skýran hjallaflöt og strandlínur verða ekki séðar á þeim enda eru þeir máðir á yfirborði eftir jökul sem gengið hefur yfir þá án þess þó að móta þá verulega. Hins vegar skildi þessi jökull eftir sig grettistök á setlagabunkanum og sum þeirra risastór. Stærsta grettistakið er líklega samrýskjubjarg sem liggur á Árskarðshjöllunum við gönguleiðina upp í Hveradalaklif. Það er 5x3 m að grunnfleti og 4 m á hæð og um 40 m³. Það er ekkert niðurgrafið. Niðri við Jökulfallið eru lægri og yngri hjallar sem áin hefur hlaðið upp í ísaldarlok og sjást beggja megin ár. Á þeim eru engin grettistök. Þar hefur Haukur Jóhannesson (munnl. uppl.) fundið Saksunarvatnsgjóskuna, en hún féll í miklu gjóskugosi í Grímsvötnum fyrir um 9000 geislakolsárum. Guðmundur Kjartansson (1964) rakti jökulborna ljósgrýtisdreif frá Kerlingarfjöllum norður um Kjöl og út alla Eyvindarstaðaheiði. Þetta sýnir, ásamt með jökulrispum, að í ísaldarlok lágu ísaskil meginjökulsins langt sunnan og austan Kerlingarfjalla.

Setbunkarnir miklu eru líklega jökulhlaupaset sem hlaðist hefur upp við endurtekin hlaup úr Hveradölum í ísaldarlok þegar skriðjökulstungur úr austri, frá jökli með miðju yfir Tungnaáröræfum, lá niðri við Jökulfall og stíflaði upp lítið lón vestan við Árskarðsfjall. Á sama tíma var Hveradalur fullur af ís og mikill jökull í öllum dölum Kerlingarfjalla. Hveradalir voru þá lokaðir af öskjurímanum við Keis svo í dalnum voru aðstæður ekki ólíkar því sem eru í Grímsvötnum í dag. Endurtekin hlaup á nokkurra alda löngu tímabili hafa fyllt jökullónið, byggt upp fylluna og mótað setlagabunkana. Seinna virðist jökullinn hafa vaxið á ný og gengið yfir allt svæðið og skildi þá eftir ummerki sín á setinu, áður en hann hörfaði síðan endanlega af svæðinu. Sænskur jarðfræðingur, Cecilia Möne, skrifaði meistaraprófsritgerð við Uppsalaháskóla 1997 um þessar hjalla-myndanir.

5 HÁHITASVÆÐIÐ

Háhitinn í Kerlingarfjöllum er bundinn við kjarna megineldstöðvarinnar og öskjubrotin þar. Enginn sprungurein er til staðar sem gerir hitanum kleyft að leita burt. Háhitasvæðið er í aðalatriðum þrískipt. Meginhitinn er í Neðri-Hveradölum, sem skipt er í Vesturdali, Miðdali (Fannardal) og Austurdali, og tengist broti aðalöskjunnar þar. Annað svæði er í Efri-Hveradölum, vel innan öskjunnar. Þriðja og minnsta svæðið er í Hverabotni og þar virðist hitinn tengdur broti vesturöskjunnar. Háhitasvæðið hefur lítið verið rannsakað og lýsingar af því eru fáorðar. Í yfirlitsritum um háhitasvæði landsins er það gjarnan talið vera um 11 km² að flatarmáli og er þá miðað við yfirborðshita og ummyndun (Valgarður Stefánsson o.fl. 1982, Guðmundur Pálmason o.fl. 1985, Iðnaðar-ráðuneytið 1994). Þetta virðist vera fullhætt mat því kortlagningin 2004 sýnir að svæðið þar sem suða og ummyndun einkennir hveravirknina er einungis um 7 km² að flatarmáli. Ef sleginn er hringur um hvert og eitt hverasvæði er flatarmálið enn minna, eða 4 km², eins og kemur fram í töflu 1. Ef dreginn er rammi um allan þekktan jarðhita Kerlingarfjalla verður svæðið 24 km².

Hveravirkni er mikil og óvída munu laugar, hverir og gufuaugu jafn þéttstæð og þar. Það þýðir að fá svæði eru jafn orkurík á flatareiningu. Gufuaugu, gufuhverir, pönnur og leirhverir eru algengustu hverirnir á svæðinu en í þessari hæð er suðumark vatns 96–98°C. Sá greinarmunur sem gerður er á gufuauga annars vegar og gufuhver hins vegar er oft handahófskenndur en algengt er að kalla öflugustu augun gufuhverir. Útstreymisop þeirra eru oft stærri og gufan blautari og þeir sjást því vel úr fjarska. Soðpönnur eru víða á jarðhitasvæðunum en þær eru örgrunnir pollar, sísjóðandi. Litríkar útfellingar af

brennisteini og söltum eru víða kringum gufuaugu og fjölbreytilegt litaspil í hveraleirnum. Hverahrúður, gifs og sambökunarhellur eru hins vegar nær óþekkt, en brennisteinsþúfur finnast á svæðinu. Ummyndun er mikil og veðrun ör. Hitasvæðin eru öll sundursoðin og þótt þar sé mikil og stöðug virkni taka einstök hveraaugu örum breytingum, gamlir hverir hverfa en nýir taka við. Fyrir einu til tveimur árum komu t.d. upp leirhverir á merktri gönguleið á háum og mjóum hrygg milli djúpra gilja í Vesturdölum. Nú eru þar ólgandi pyttir í víðum leirgígum sem sletta úr sér steingráum aur á vegfarendur. Jarðhitinn leggur líklega drýgstan skerf til veðrunarinnar á svæðinu með efnavirkni sinni. Jöklar og fannir hafa verið á undanhaldi á síðustu árum svo íshellar þeir sem Hveradalir státuðu eitt sinn af, og víða er getið um í ritum, virðast allir horfnir. Hvergi varð vart við hverri undir jökli eða sísnævi.

Jarðhita verður vart utan við öskjunnar á þremur stöðum. Allmargar volgrur eru niður með Árskarðsá þær neðstu alveg niðri við ferðamiðstöðina. Hitinn er lágur og tengist lárétu grunnvatnsstreymi út frá háhitasvæðinu. Smá hitavottur er í vætlum í Aldísarhlíðum norðan undir Loðmundi en því miður gleymdist hitamælirinn þegar farið var þar um hlíðarnar. Áberandi járnrauðar útfellingar eru í vætlunum en þær eru taldar bera vott um ölkelduvatn. Í Árbók FÍ 1942 segir að lítilsháttar jarðhiti sé í Bríkargili, niður með upptakakvísl Kisu suðaustan í Kerlingarfjöllum. Þar sást líka ummerki eftir allmikinn jarðhita sem nú er kulnaður. Þessi staður hefur ekki komist á skrá og er hvergi sýndur á kortum. Ekkert er vitað um hita né vatns magn. Ekki gafst kostur á að skoða Bríkargil sumarið 2004. Hér á eftir verður aðalhitasvæðunum þremur lýst hverju og einu, en stærð þeirra er sýnd í töflu 1.

Tafla 1. Stærð hitasvæðanna.

<i>Svæði</i>	<i>m y.s.</i>	<i>Stærð km²</i>
Neðri Hveradalir	900-1040	3,2
Efri-Hveradalir	1020-1150	0,75
Hverabotn	950-1000	0,16
Alls	900-1150	4

5.1 Neðri-Hveradalir

Neðri-Hveradalir greinast í Vesturdali, Miðdali (Fannardal) fyrir miðjum dölum og Austurdali. Fleirtölumyndin í ornefninu er réttmæt því svæðið er allt sundurskorið af giljum og gljúfrum sem sum eru það víð að vel má kalla dali. Þeir eru nánast allir á vatnasviði Árskarðsár en syðst í Austurdölum er þó komið inn á vatnasvið Kisu. Svæðið er rúmir 3 km² að flatarmáli. Jarðhitinn dreifist um alla dalina en nokkuð ójafnt þó. Nyrstu og lægstu hverirnir eru í 900 m hæð í Árskarðsgljúfri skammt ofan við þann stað þar sem öskjubrotið þversker það. Hæstu augun eru í undirhlíðum Hverahnúks innan við Höggið í 1040 m y.s. Víðast hvar eru um gufu- og leirhverir að ræða oft með suði og bullugangi en með litlu sem engu frárennsli vatns. Algengur æviferill hvers er að hann byrjar sem gufuauga sem smám saman sýður sundur setlögin og bergið í kring um sig svo úr verður sjóðandi leirpyttur. Leirinn stiflar svo að lokum augað og gufan leitar sér nýrrar leiðar til yfirborðs. Víða renna lækir ofan í eða yfir hveraaugu og þar er oft mikill

gusugangur og hávaði þegar vatn og yfirhituð gufa eigast við. Við þetta breytast gufu-
augu í vatnshverir. Slíkir hverir hafa verið nefndir lækjargosar. Á þessu sést að þarna er
enginn eðlismunur á gufuhver, leirhver eða vatnshver það eru einungis aðstæður á
yfirborði og staða grunnvatns sem ráða því hvaða mynd hverinn tekur á sig.

Hitasvæðið nyrst í Vesturdölum er frábrugðið öðrum hlutum svæðisins því það er í
stórgrýttri berghlaupsurð sem hrunið hefur úr öskjubrotinu sem myndar vesturhlíð
dalsins. Annarsstaðar í Hveradölum er lítið um stórgrýti en þess meira af hveraleir.

Lítið er um það að einstakir hverir hafi nöfn. Snorrahver er þó undantekning frá því en
Þorvaldur Thoroddsen nefndi hann í höfuðuð á fylgdarmanni sínum, Snorra Jónssyni frá
Hörgsholti, er þeir skoðuðu svæðið í ágúst 1888. Hann er nyrst í Vesturdölunum í jaðri
berghlaupsurðarinnar neðanundir öskjubrotinu. Þegar Þorvaldur var þarna á ferð voru
jöklar og fannir í hlíðum Vesturdala. Sumarið 2004 var allur jökull horfinn og snjólaust.
Gaman er að bera hina rúmlega aldargömlu lýsingu Þorvaldar við aðstæður í dag. Hann
segir:



Mynd 7. Hverir við öskjubrotið innst í Vesturdölum. Neðri reykurinn á myndinni stígur
upp af Snorrahver.

“Efst í dalbotninum ... eru stóreflis urðir. Er þar móbergshöfðum alla vega tildrað saman, og
liggur víða gamall jökull undir urðunum. Norðan við lækinn, sem rennur eftir dalnum, efst í
dalskorunni, komum við að afarstórum leirhver, sem ég kallaði Snorrahver. Þar er vellandi, blár
leirgrautur í flatrí skál, sem er um 20 m að þvermáli. Niður með öllu gilinu er allt sundurskorið
af grafningum og bríkum til beggja hliða, og eru hliðarnar allar mislitar. Þar eru gulgrænar
skellur af brennisteini, hvítt hverasalt, mislitur leir, ótal sjóðandi leirpyttir, dökkbláir, ljósbláir,
dökkgrænir, ljósgrænir, gulir, hvítir og rauðir. Hvar sem lítið er, eru ótal augu og alls staðar
gufustrókar upp úr hverri rifu. Á einum stað er blár toppmyndaður hver hæst uppi í snarbratti
hlíð að norðanverðu, og stendur þaðan gufustrókur beint í loft upp. ... Við vorum við og við að
heyra drunur neðanjarðar, eins og þegar eldgosadynkir heyrast í fjarska, og þegar neðar kom í
gilið, fundum við, að jörðin smákipptist til og hristist. Þótti okkur þetta mjög kynlegt þangað til
við fundum orsökina. Neðan í einum höfðahnúskinum, er gengur niður að gilinu að sunnan, sást

op af hellisskúta, sem þó var ekki víðara en svo, að inn hefði mátt ganga boginn, eins og um lágar hesthúsdýr. Út úr þessum dýrum kom ákafur reykur, og var eigi hægt að ganga móti, því bæði fylgdi gufunni brennisteinssvæla og ofsahiti. Ég hélt hitamæli augnablik í gufunni, og sté hann þegar upp í 60°. Lengur þoldi ég ekki að halda henndinni í gufunni, því alltaf komu brennheitar strokur að innan úr hellinum. ... Eigi var hægt fyrir gufu og myrkri að sjá, hvernig þar var umhorfs, en þaðan heyrðust þungar dunur, þegar leiröldurnar í einhverjum ósýnilegum leirhver skullu í hellisveggina. Var það að heyra eins og þungur skyrstrokkur væri skekinn niðri í jörðunni, og smáhrístist jörðin allt í kring. Stuttan spöl fyrir neðan þennan hverhelli komum við að stórum gufuhver. Vatnsgufan þýtur þar upp um mjótt gat á jörðinni með svo miklu orgi, að við heyrðum ekki hvor til annars, þótt við kölluðum sem hæst við máttum, og stóðum þó þétt hvor hjá öðrum. Þar sem gufan kemur upp úr jörðunni, sést hún varla, en þéttist von bráðar og verður að gufustrók, sem er 2-3 mannhæðir á hæð og hér um bil faðmur að ummáli. Illt er að komast að hvernum fyrir heitum leir og smápyttum. ... Neðst fyrir framan þessa dalskoru rennur Ásgarðsá, og nálægt henni er annar hellishver.. ... Rétt hjá er stór sjóðandi leirhver sem kastar leirnum 1,5-2 m í loft upp, og hefir myndast leirskál í kring 3-6 m á hæð” (Ferðabók II, 194-5).



Mynd 8. *Hverasvæði í Neðri-Hveradölum neðanundir Hveradalapröskuldi. Brennisteinsskánir eru í kring um hveraaugun.*

Lýsing Árbókar FÍ 1942 á jarðhitanum í Vesturdölum er stutt enda er lýsing Þorvaldar þar tekin upp í heild sinni. Þar kemur þó í ljós að Snorrahver er allmikill og vel virkur leirhver og síðan er nefnt að góðum spöl neðan við hann sé einn mesti gufuhverinn í Hveradölum, Hvergelmir. Þessi hver er hugsanlega sá organdi gufuhver sem Þorvaldur lýsti.

Í dag er Snorrahver ekki hreinn leirhver. Lækur rennur yfir hann svo að nú er þarna mikill og bullandi vatnshver sem skvettir úr sér við stóran stein neðan undir öskjubrotinu. Frá honum runnu 1–2 l/s af ögn leirlitu vatni. Mikil gufa stígur upp af honum. Í

kring eru víða gufuaugu og miklar útfellingar. Lækurinn sem hér á upptök sín fellur niður gilið til suðausturs og vex hægt og hægt uns hann sameinast Árskarðsá.

Í urðinni beint suður af Snorrahver er skemmtilegur staður þar sem allvatnsmikil köld lind og heitur hver koma upp hlið við hlið. Hverinn er um 80°C en lindin 3,2°C. Vatnsmagn lækjarins er 8 l/s. Lækurinn er hvítur að sjá því botn hans er þakinn hvítum útfellingum. Ögn ofar, að baki feikna stórra bjarga úr súru móbergi, er bullandi grár vatnspollur í einskonar gíg í stórgrýtinu sem er um 10 m víður. Pollurinn niðri í honum er 2x4 m. Vatnshitinn er um 50°C.

Neðar í gílinu er mikið gufu og leirhverasvæði um 400 m². Einn hverinn er langstærstur með mörgum augum og mikilli gufu og hvíssi. Hugsanlega Hvergelmir sá sem nefndur er í Árbók FÍ 1942. Þar sem lækurinn fellur í Árskarðsá er mikið og bullandi leirhverasvæði en sú mikla leirhversskál sem Þorvaldur nefnir er horfin. Hellishverir eins og hann lýsir eru heldur ekki lengur á þessu svæði. Einn slíkur hellishver er þó í brattri gilbrekku á mótum Vesturdala og Miðdala, rétt hjá merktum göngustíg. Opið er 3 m á lengd og 1 m á vidd. Gufan kemur á ská út úr hlíðinni með hviðum og hvæsi. Hitastafur sýndi um 95°C í gufunni í opinu en þá fékk jarðfræðingurinn þúst framan í sig, æði heitt, og hrökklaðist burt.

Í Miðdölum (Fannardal) og Austurdölum ber minna á vatnshverum og lækjargosum enda minna framboð á vatni. Virknin er mikil og víða þéttstæð en þó minni en í Vesturdölum. Hverinn Öskrandi, sem Þorkell Þorkelsson (1906) nefnir, virðist horfinn. Innstu hverirnir eru í Dalabotnum á vatnasviði Kisu, rétt sunnan vatnaskila. Wunder (1912) merkir íshella í Austurdölunum neðst í Hverahnúk. Allur ís er nú horfinn þaðan.

Hveravirknin í Neðri-Hveradölum virðist standa í tengslum við öskjubrot aðalöskju Kerlingarfjalla en dalirnir eru í norðvesturhorni hennar og teygja sig meðfram suðvestur brún öskjunnar.



Mynd 9. Efri-Hveradalir, Snækollur fyrir miðju, Snót t.v.

5.2 Efri-Hveradalir

Efri dalirnir skilja sig frá þeim neðri með dálitlum líparíthálsi sem gengur suður úr Hverahnúk. Svæðið er allt á vatnasviði Kisu. Það er einungis um $0,75 \text{ km}^2$ að flatarmáli. Syðstu hverirnir eru í gljúfri Kisu við Höllubarm í 1020 m hæð en efstu augun eru í undirhlíðum Snækolls í 1150 m hæð en það eru jafnframt þau hitaaugu sem hæst liggja í Kerlingarfjölum. Hveravirknin fylgir mest lækjargiljum sem þarna greinast upp í hlíðarnar. Gilin sjálf eru afleiðing hveravirkinnar því þau hafa grafist þar sem jarðhitinn hefur soðið undirlagið sundur. Hér kemur framlag efnaveðrunar til landslagsmótunar skýrt fram. Í Efri-Hveradölum voru íshellar yfir jarðhitnum hjá Skálarklifi sem nú eru horfnir.

5.3 Hverabotn

Hverabotn er smátt og mjög afmarkað svæði sem virðist standa í tengslum við vesturöskju Kerlingarfjalla. Hann er í hálflokaðri skál sunnan undir Mæni. Líparítmýndanir Mænis hvíla þar á ísúru Giljabrúnamóbergi. Í skálinni eru efstu drög Kerlingarár. Líklegast er að skálin sjálf hafi orðið til þegar hverirnir suðu sundur móbergið í hlíðinni og breyttu því í leir sem yfirborðsvatnið skolaði síðan burt. Svæðið er einungis $0,16 \text{ km}^2$ að flatarmáli ef miðað er við hita og ummyndun og liggur á hæðarbilinu 950–1000 m y.s. Þrátt fyrir smæð svæðisins eru hverirnir bæði margir og kraftmiklir.



Mynd 10. *Hverabotn. Reykur stígur upp af heitasta hvernnum. Þar mældust 145-150 °C í gufuauga. Neðan við botninn er Sléttaskarð. Handan þess eru Höttur og Ögmundur. Ruðningshólar Hattarjökuls liggja á flatlendinu við fjallsræturnar.*

Öflugasti hverinn er blásandi gufuhver í lækjargili undir brattri hlið Mænis. Lækur, sem stundum rennur yfir hverinn, eykur við gufumyndunina og lætin í honum. Þarna mældist hæsti hiti í öllum Kerlingarfjöllum, 145–150°C. Þetta er ein hæsta skráða hitamæling í náttúrulegu gufuauga á landinu. Mælingin var gerð með tveimur hitastöfum og bar þeim þokkalega saman. Hér er því um yfirhitaða gufu að ræða. Í gufuauganu liggja hnefastórir steinar og þegar hitastaf var stungið milli þeirra dúuðu þeir upp og niður og flutu til enda kom í ljós að þeir svifu um í gufublæstrinum. Á ljósmynd sem Þorsteinn Jósefsson tók í Hverabotni árið 1941 sést þessi hver (mynd 31). Yfirhitið gufa mældist í nokkrum augum annars staðar í botninum og raunar einnig í Neðri-Hveradölum en þar er yfirhitinn aðeins örfáar gráður (100–102°C). Lækurinn sem rennur yfir hverinn hitnar ekki mikið. Rennslið var um 5 l/s. Ofan hvers mældist hann 8,5°C en neðan hans 12,9°C.

Á jarðhitasvæðunum í Torfajökli, einkum nærri Hrafninnuskeri, hefur mælst 145 til 150°C hiti í nokkrum gufuaugum og -hverum (Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 2001), en ekki er vitað um þekkt tilfelli um yfirhitaða gufu á öðrum íslenskum háhitasvæðum. Yfirhitið gufa er einnig þekkt í gufuhverum á erlendum jarðhitasvæðum. Árið 1976 mældist t.d. 159°C hiti í gufuhver á Bumpass Hell jarðhitasvæðinu í Lassen þjóðgarði í Kaliforníu (Truesdell o.fl., 1983). Það var þá talin einhver hæsti mældur hiti í gufuhver á jarðhitasvæði og ekki af eldfjalla uppruna (non-volcanic).

Með vísan í fasalínurit vatns, þar sem sýnt er samband þrýstings og vermis, má skýra tilvist yfirhitaðrar gufu á yfirborði. Gufa sem skilst frá vatni við 169°C (7,7 bar-a) og flyst til yfirborðs án varmataps (adiabatískt) er 145°C heit við yfirborð þegar þrýstingur hefur fallið í eina loftþyngd. Ef aftur á móti er gert ráð fyrir varmatapi á leið gufunnar til yfirborðs þá gæti hún hafa skilist frá við hærri hita, jafnvel allt að 300°C.

6 SÖFNUN SÝNA OG EFNAGREININGAR

Sýnum af gufu og vatni var safnað í ágústmánuði 2004 á jarðhitasvæðinu í Kerlingarfjöllum í eindæma veðurbliðu. Alls var safnað 21 sýni. Átján þessara sýna voru tekin úr gufuaugum, -hverum eða -pönnum, eitt af vatni í kaldri lind, eitt úr sjóðandi vatnshver og eitt af vatni úr borholu. Í töflu 2 er að finna skrá um sýnin sem sýnir **staðarnúmer** (fastnúmer staðar í gagnagrunni ÍSOR), **staðarheiti**, **svæði** (tilgreinir hvar í Kerlingarfjöllum staðinn er að finna), **tegund staðar** (greinir frá því um hvers konar stað sé að ræða), **hita**, mældan við sýnatöku, **sýni númer** (skráningsnúmer sýnis í gagnagrunni efnagreininga á ÍSOR) og loks **dags**, sem segir hvenær sýnið var tekið. Sýnatökustöðum er lýst nánar í kafla 8.

Tafla 2. Yfirlit um sýnatökustaði í Kerlingarfjöllum, ágúst 2004.

Staðar númer	Staður	Svæði	Tegund	Hiti (°C)	Sýni númer	Dags.
H-10800	KE01	Vesturdalir	Gufuhver	96,3	20040292	17.08.2004
H-10801	KE02	Vesturdalir	Gufuhver	96,8	20040293	17.08.2004
H-10802	KE03	Vesturdalir	Gufuauga	99,8	20040294	17.08.2004
H-10803	KE04	Mið-Hveradalir	Gufupanna	98,0	20040295	17.08.2004
H-10804	KE05	Mið-Hveradalir	Gufuauga	96,9	20040296	18.08.2004
H-10805	KE06	Mið-Hveradalir	Gufuauga	96,9	20040297	18.08.2004
H-10806	KE07	Austur-Hveradalir	Gufupanna	96,9	20040298	18.08.2004
H-10807	KE08	Austur-Hveradalir	Gufuauga	97,4	20040299	18.08.2004
H-10808	KE09	Austur-Hveradalir	Gufuauga	97,0	20040300	18.08.2004
H-10809	KE10	Austur-Hveradalir	Gufuauga	97,0	20040301	18.08.2004
H-10810	KE11	Hverabotn	Gufuhver	145	20040302	19.08.2004
H-10811	KE12	Hverabotn	Gufuauga	97,0	20040303	19.08.2004
H-10812	KE13	Hverabotn	Gufuhver	97,1	20040304	19.08.2004
H-10813	KE14	Mið-Hveradalir	Gufuauga	97,0	20040305	19.08.2004
H-10814	KE15	Vesturdalir	Gufuauga	97,5	20040306	19.08.2004
H-10815	KE16	Efri-Hveradalir	Gufuauga	96,6	20040307	20.08.2004
H-10816	KE17	Efri-Hveradalir	Gufuauga	96,6	20040308	20.08.2004
H-10817	KE18	Austur-Hveradalir	Gufuauga	98,3	20040309	20.08.2004
K-745	KE19	Vesturdalir	Köld lind	2,2	20040310	21.08.2004
H-10818	KE20 / Snorrahver	Vesturdalir	Hver	97,7	20040311	21.08.2004
B-91055	KE21 / KF-04	Árskarösgljúfur	Borhola	32,2	20040312	21.08.2004

Sýnin voru tekin með stöðluðum aðferðum líkt og venja er til á rannsóknarstofu ÍSOR og áður á Orkustofnun og lýst hefur verið í skýrslu (Magnús Ólafsson 1987). Frá þeim tíma hafa aðferðir varðandi sýnatöku vatnssýna lítið breyst, en aðferðir við töku sýna af gufu hafa þróast nokkuð. Gufusýnum eru safnað í lofttæmdar flöskur með lögg af lútarlausn. Lúturinn bindur súru gösin (CO_2 og H_2S) og er styrkur þeirra mældur með hefðbundinni titrun. Ósúru gösin (H_2 , CH_4 , N_2 og Ar) eru torleyst í lútnum og mynda gasbólur sem flýtur ofan á lútnum og er styrkur þeirra mældur í sérútbúnum gasgreini. Í flestum gufusýnum var auk nefndra gastegunda greindur styrkur bórs, klóríðs, súlfats og kvikasílfurs. Einnig voru samsætuhlutföll súrefnis og vetnis ákvörðuð. Í heilsýnum af vatni var mældur styrkur allra helstu aðal- og snefilefna, auk þess sem samsætuhlutföll

súrefnis og vetnis voru mæld. Efnagreiningar á aðal- og snefilefnum voru gerðar á rannsóknarstofum ÍSOR og hjá Analytica í Luleå í Svíþjóð. Samsætuhlutföll súrefnis og vetnis væru mæld af Dr. Osamu Matsubaya við Akita University í Japan og hjá Raunvísindastofnun Háskólans.

7 STAÐARÁKVÖRÐUN SÝNATÖKUSTAÐA

Hnattstaða allra staða var ákvörðuð með GPS tækjum. Í fyrsta lagi með Garmin 12 XL tæki þar sem tekin var ein stök mæling á hverjum stað og hins vegar með Geoexplorer II og skráðir u.þ.b. 150 punktar á hverjum stað og staðsetning leiðrétt eftir. Þannig fæst staðarákvörðun sem talin er vera með nákvæmni upp á a.m.k. ± 5 m. Með Geoexplorer II var einnig skráð hæð yfir sporvölu, og hæð yfir sjó fundin með forriti Gunnars Þorbergsson, *ell2ele* (óvissa hæðarákvarðana er talin vera tvöföld á við óvissu í lengd og breidd). Staðarmælingar voru allar gerðar í hnattthnitum með WGS-84 viðmiðun og eru niðurstöður sýndar í töflu 3.

Tafla 3. Hnit sýnatökustaða efnasýna í Kerlingarfjölum í ágúst 2004.

Staðarnúmer	Staður	Garmin 12 XL		Geoexplorer II			Fjöldi
		N - S	A - V	N - S	A - V	Hæð y. sjó (m)	
H-10800	KE01	64°38,963'	19°18,140'	64,649368164°	19,302334986°	1050	163
H-10801	KE02	64°38,916'	19°18,074'	64,648563692°	19,301230881°	1020	158
H-10802	KE03	64°38,673'	19°17,637'	64,644526914°	19,294004822°	983	159
H-10803	KE04	64°38,624'	19°17,281'	64,643716772°	19,287950772°	918	158
H-10804	KE05	64°38,203'	19°16,936'	64,636702769°	19,282230831°	996	163
H-10805	KE06	64°38,096'	19°16,850'	64,634893300°	19,280826864°	955	163
H-10806	KE07	64°37,906'	19°15,648'	64,631728503°	19,260689761°	1020	174
H-10807	KE08	64°37,660'	19°15,445'	64,627684708°	19,257326550°	1006	162
H-10808	KE09	64°37,744'	19°15,782'	64,629261353°	19,263260425°	1018	155
H-10809	KE10	64°38,014'	19°16,509'	64,633619622°	19,275198722°	972	184
H-10810	KE11	64°37,958'	19°18,885'	64,632654222°	19,314695936°	962	158
H-10811	KE12	64°37,922'	19°18,837'	64,632033314°	19,313931878°	965	157
H-10812	KE13	64°37,968'	19°18,708'	64,632855847°	19,311764064°	976	159
H-10813	KE14	64°38,509'	19°17,403'	64,641766258°	19,290019147°	941	157
H-10814	KE15	64°38,727'	19°17,453'	64,645442944°	19,290841458°	926	104
H-10815	KE16	64°38,120'	19°13,881'	64,635319578°	19,231303758°	1146	159
H-10816	KE17	64°38,243'	19°13,733'	64,637439092°	19,228871414°	1149	156
H-10817	KE18	64°37,563'	19°14,740'	64,626064356°	19,245634639°	1026	158
K-745	KE19	64°38,933'	19°18,167'	64,648863375°	19,302713253°	1044	156
H-10818	KE20	64°38,936'	19°18,129'	64,648934339°	19,302042681°	1022	159
B-91055	KE21 / KF-04	64°40,416'	19°17,597'	64,673670597°	19,293385897°	702	21
B-91053	KF-02	64°40,667'	19°18,094'				
H-10819	Áslaug	64°40,674'	19°18,035'				
H-10820	Ásgerður	64°40,237'	19°17,494'				
H-10821	Hrúðurflúð	64°40,371'	19°17,682'				

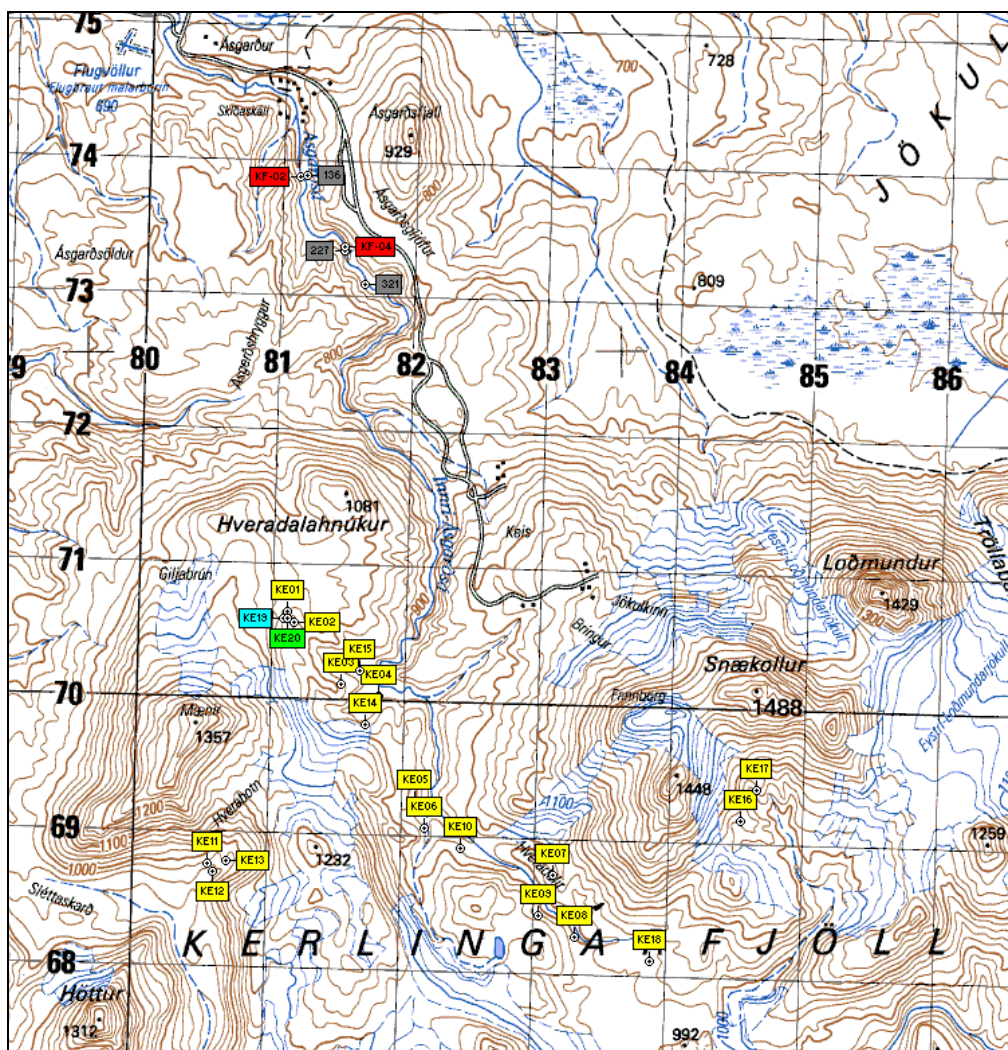
Hnattstaða borholna og “eldri” sýnatökustaða var mæld með Garmin 12 XL tæki eða lesin af landakorti og eru niðurstöður sýndar neðst í töflu 3.

8 LÝSING SÝNATÖKUSTAÐA

Í ágúst mánuði 2004 voru tekin sýni úr 18 gufuaugum, -hverum og -pönnum í Kerlingarfjölum og fengu þau heitið KE-01 til KE-18. Þessir staðir eru sýndir með gulum merkjum á mynd 11. Að auki var tekið eitt sýni úr kaldri uppsprettu, merkt með bláu merki KE-19 og úr sjóðandi vatnshver KE-20 merktur með grænum lit, en það mun vera hverinn Snorrahver, sem Þorvaldur Thoroddsen nefndi svo. Loks var tekið sýni úr nýlegri borholu, KF-04 (merkt með rauðu). Á kortinu eru einnig sýndir eldri sýnatökustaðir, borholan KF-02 merkt með rauðu og laugar 136, 227 og 321, merktar með gráum lit. Hér að neðan verður sýnatökustöðum lýst og eru þeir flokkaðir eftir staðsetningu innan jarðhitasvæðisins í Kerlingarfjölum, en þau eru:

- Neðri-Hveradalir, sem skiptast í Vesturdali, Miðdali og Austurdali
- Efri-Hveradalir
- Hverabotn

Helstu örnefni í Kerlingarfjölum sem stuðst er við í skýrslu þessari eru sýnd á korti sem fylgir með í kápuvasa.



Mynd 11. Sýnatökustaðir í Kerlingarfjölum (kortblað 1814-2).

VESTURDALIR



Mynd 12. Neðri Hveradalir í Kerlingarfjöllum 17. ágúst 2004. Myndin er tekin í vesturbotni Vesturdala og útsýnið er til austurs, Fannborg efst til vinstri og Dalakollur í fjarska hægra megin.

Staðarnúmer: H-10800

Sýni númer: 20040292

Staður: KE-01

Öflugur gufuhver á öskjubrotinu uppi á vesturbrún Vesturdala. Gufur frá hvernum sjást langt að.



Mynd 13. Sýnatökustaður H-10800.

Staðarnúmer: H-10801

Sýni númer: 20040293

Staður: KE-02

Gufuhver við litfagran stóran stein vestast í botni Vesturdala skammt neðan við Snorrahver. Lítill lækur rennur við hverinn og er því líklegt að hverinn geti verið talsvert blautur í rigningatíð.



Mynd 14. *Sýnatökustaður H-10801.*

Staðarnúmer: H-10802

Sýni númer: 20040294

Staður: KE-03

Gufuauga í suðurhlíðum Vesturdala, hallar mót norðri. Sísjóðandi svæði í ummyndaðri urð. Lítill leir.



Mynd 15. *Sýnatökustaður H-10802.*

Staðarnúmer: H-10814

Sýni númer: 20040306

Staður: KE-15

Gufuauga við lækinn sem rennur niður (austur) eftir Vesturdölum. Allstórt svæði, mikið sjóðandi, aðallega sunnan megin í gilinu. Gönguleið (#7) liggur hér rétt við ofan í gilið, frá gönguleiðinni á norðurbrún Vesturdala.



Mynd 16. Sýnatökustaður H-10814.

Staðarnúmer: K-745

Sýni númer: 20040310

Staður: KE-19

Köld lind sem kemur upp í öskjubrotinu innst í botni Vesturdala, ca. 30 m ofan við Snorrahver. Rennsli áætlað 0,5 l/s.



Mynd 17. Sýnatökustaður K-745.

Staðarnúmer: H-10818

Sýni númer: 20040311

Staður: KE-20; Snorrahver

Efst í Vesturdölum er Snorrahver, nefndur svo af Þorvaldi Thoroddsen á ferð um Kerlingarfjöll sumarið 1888. Kenndur við fylgdarmann Þorvaldar, Snorra Jónsson frá Hörgsholti. Sjóðandi vatnshver, leirkenndur, ca. 1x2 m og rennsli áætlað 1–2 l/s. Hverinn er að hluta undir og á bak við stóran stein.



Mynd 18. *Sýnatökustaður H-10818.*

MIÐDALIR (FANNARDALUR)

Staðarnúmer: H-10803

Sýni númer: 20040295

Staður: KE-04

Gufupanna í sísjóðandi svæði vestast í Miðdölum, gengt gönguleið niður af Hveradala-pröskuldi.



Mynd 19. *Sýnatökustaður H-10803.*

Staðarnúmer: H-10804

Sýni númer: 20040296

Staður: KE-05

Gufuauga í slakka á Hverahjalla, nærri gönguleið suðaustur eftir hjallanum. Allstórt sísjóðandi svæði, brennisteinn víða í augum og opum. Staðurinn er ofarlega í slakkanum, en honum hallar til norðurs niður í djúpt gilið í Miðdölum.



Mynd 20. Sýnatökustaður H-10804.

Staðarnúmer: H-10805

Sýni númer: 20040297

Staður: KE-06

Gufuauga í giliinu milli Hverahjalla og ranans sem gengur norðvestur úr Tjarnarhöfða. Handan gilsins, gengt staðnum, ris allhár klettadrangur, 3 til 4 mannhæðir, upp úr rananum.



Mynd 21. Sýnatökustaður H-10805.

Staðarnúmer: H-10813

Sýni númer: 20040305

Staður: KE-14

Gufuauga vestast (nyrst) í Miðdölum rétt við gönguleið #7 og sunnan við stóra “gufugímaldið”. Sjóðandi hver, ca. 2 m í þvermál og leirblandaður, er hér 10 m vestar.



Mynd 22. *Sýnatökustaður H-10813.*

AUSTURDALIR

Staðarnúmer: H-10806

Sýni númer: 20040298

Staður: KE-07

Staðurinn er bullsjóðandi gufupanna í Austurdölum, norðan gilsins og neðan undir Hverahnúk austan við Fannborgarslakka.



Mynd 23. *Sýnatökustaður H-10806.*

Staðarnúmer: H-10807

Sýni númer: 20040299

Staður: KE-08

Hvæsandi gufuauga í lítið hallandi urðargeil, suðaustarlega í gili Austurdala, austur undir Dalabotnum. Geilin eða skálin veit mót Hverahnúk og er vestan/sunnan megin lækjar sem rennur um gilið, en það er hér orðið grunnt.



Mynd 24. Sýnatökustaður H-10807.

Staðarnúmer: H-10808

Sýni númer: 20040300

Staður: KE-09

Gufuauga í klettanefi allhátt uppi í þvergili til suðurs frá aðalgili Austurdala. Annað álíka gufuauga er í eystri hlið þvergilsins.



Mynd 25. Sýnatökustaður H-10808.

Staðarnúmer: H-10809

Sýni númer: 20040301

Staður: KE-10

Hvæsandi gufuauga í sjóðandi urð í gildragi á austanverðu nefinu sem gengur norður úr Tjarnarhöfða. Gildragið er vestan eða sunnan lækjarins og gilsins sem gengur suður með Tjarnarhöfðanum gengt Högginu.



Mynd 26. *Sýnatökustaður H-10809.*

Staðarnúmer: H-10817

Sýni númer: 20040309

Staður: KE-18

Á flatanum í Dalabotnum, nánast á vatnaskilum milli Efri- og Neðri Hveradala er sjóðandi svæði með gufuaugum, ca. 20 m í þvermál. Svæðið er norðan við lítinn læk sem rennur til suðurs og austurs í átt til Kisu. Um 50 m SV við gufusvæðið er mikill leirhver, ca. 2x5 m.



Mynd 27. *Sýnatökustaður H-10817.*

EFRI HVERADALIR

Staðarnúmer: H-10815

Sýni númer: 20040307

Staður: KE-16

Vestan til í Efri-Hveradölum, neðan undir kolli Hverahnúks, í allstóru sísjóðandi svæði við lækjardrag. Brennisteinn sést allvíða og er sýnatökustaður gufuauga með brenni-
steini umhverfis.



Mynd 28. Sýnatökustaður H-10815.

Staðarnúmer: H-10816

Sýni númer: 20040308

Staður: KE-17

Ofarlega í austurhlíðum “aðal” gilsins sem liggur upp eftir Efri-Hveradölum upp í suðurhluta Snækolls er allstórt sjóðandi svæði í líparítskriðu. Sýnatökustaðurinn er neðan undir klettanefi í skriðunni.



Mynd 29. Sýnatökustaður H-10816.

HVERABOTN



Mynd 30. Hverabotn í Kerlingarfjöllum. Höttur á miðri mynd, Ögmundur til hægri og Hattarkluftir á milli þeirra. SA hlið Mænis í hægri jaðri myndar. Myndin var tekin í slakkanum milli Kerlingarskyggis og Mænis 19. ágúst 2004.



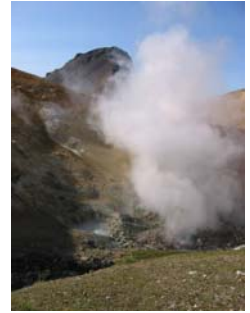
Mynd 31. Hverabotn 19. ágúst 2004 (að ofan) og sumarið 1941 (til hliðar, Þorsteinn Jósefsson, Árbók FÍ, 1942).

Staðarnúmer: H-10810

Sýni númer: 20040302

Staður: KE-11

Mjög öflugur gufuhver í vestara lækjardraginu í Hverabotni neðanundir SA hliðum Mænis. Hverinn er í lækjarfarveginum og stundum rennur lækurinn ofan í hann. Vatns- hver, u.þ.b. 1 m í þvermál, er í lækjardraginu 2-3 m ofar. Þegar sýnataka fór fram var hverinn þurr og hiti í opinu mældist 145–150°C. Er það hæsti hiti sem mælst hefur í hver á Íslandi. Til hitamælinga voru notaðir tveir hitamælistafir og var kvörðun annars könnuð nokkru síðar og reyndist rétt.



Mynd 32. *Sýnatökustaður H-10810.*

Staðarnúmer: H-10811

Sýni númer: 20040303

Staður: KE-12

Sunnarlega á ummyndaða rananum í Hverabotni er gríðarstór sjóðandi leirhver, ca. 10 m í þvermál, í e.k. hveraskál sem veit mót eystra lækjardraginu undir brattri hlið Kerlingarskyggnis. Brennisteinspúfur eru á rananum. Í nefndri skál eru víða gufuaugu og er sýnatökustaðurinn gufuauga í norður jaðri skálarinnar.



Mynd 33. *Sýnatökustaður H-10811.*

Staðarnúmer: H-10812

Sýni númer: 20040304

Staður: KE-13

Ofarlega á rananum í Hverabotni er skál sem veit mót austri með hveravirkni og brennisteinsþúfum. Innst í skálinni er hvæsandi gufuhver og er það sýnatökustaðurinn.



Mynd 34. Sýnatökustaður H-10812.

ÁRSKARÐSGLJÚFUR

Tvær borholur eru í Árskarðsgljúfri, KF-2 og KF-4. Í ágúst 2004 var tekið sýni af vatni úr holu KF-4 og í gagnasafni ÍSOR eru til sýni úr holu KF-2 frá árinu 1986. Að auki eru til sýni úr þremur laugum í gljúfrinu nærri borholunum.



Mynd 35. Sýnatökustaður B-91055, borhola KF-4.



Mynd 36. Heitur pottur við KF-4.



Mynd 37. Borhola KF-2.

9 EFNI Í GUFU

Megintilgangur þess að safna sýnum til efnagreininga á jarðhitasvæðinu í Kerlingarfjöllum var sá að kanna efnasamsetningu jarðhitavökvans, einkum með tilliti til þess að meta hita í jarðhitakerfinu. Í þessum tilgangi var safnað sýnum af gufu (gasi og þéttivatni) úr átján gufuaugum, -hverum og -pönnum og reiknaður gashiti þeirra allra.

9.1 Gas í gufu

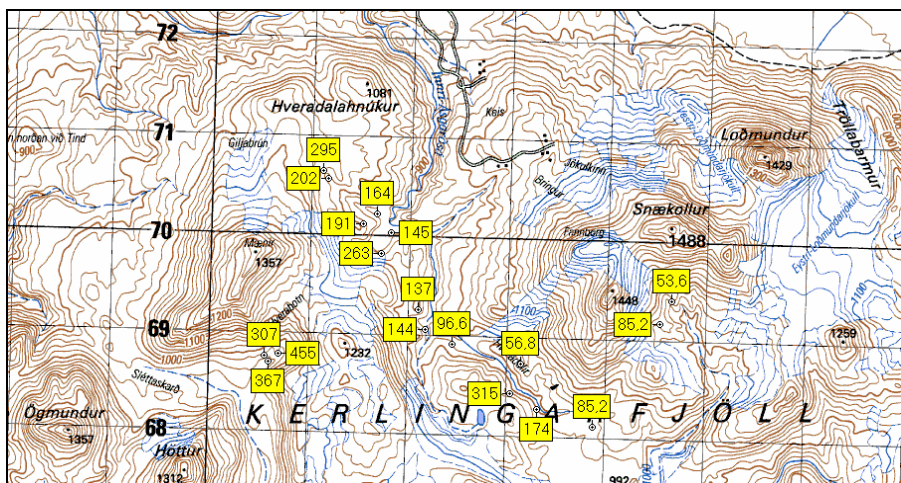
Styrkur koldíoxíðs (CO_2), brennisteinsvetnis (H_2S), vetnis (H_2), metans (CH_4), köfnunarefnis (N_2) og argons (Ar) var mældur í öllum gufusýnum. Niðurstöður eru sýndar í töflu 4. Í aftasta dálki töflunnar er að auki skráður heildargasstyrkur hvers sýnis. Í neðstu línu töflunnar er sýnt meðaltal fyrir hverja gastegund. Þar sést að meðaltalsgasstyrkur þeirra átján sýna sem safnað var er 261 mmól/kg. Niðurstöðurnar sýna að styrkur gass er nokkuð á því bili sem algengt er á öðrum háhitasvæðum landsins.

Tafla 4. Styrkur gass í gufu (mmól/kg).

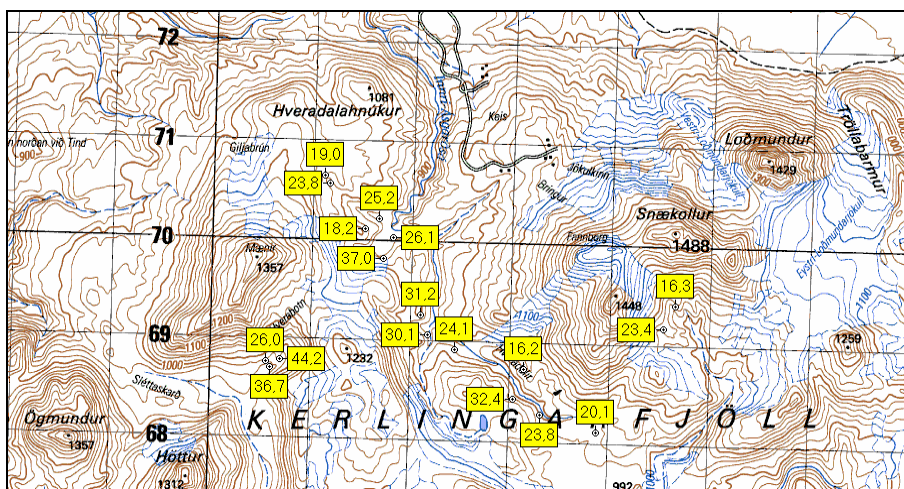
Staður	Staður númer	Sýni númer	CO ₂	H ₂ S	H ₂ (mmól/kg)	CH ₄	N ₂	Ar	Gasstyrkur (mmól/kg)
KE-01	10800	20040292	295	19,0	64,9	0,607	2,65	0,035	382
KE-02	10801	20040293	202	23,8	27,1	0,247	1,36	0,022	255
KE-03	10802	20040294	191	18,2	37,3	0,278	14,2	2,82	264
KE-04	10803	20040295	145	26,1	26,2	0,223	1,72	0,032	199
KE-05	10804	20040296	137	31,2	36,9	0,322	2,21	0,037	208
KE-06	10805	20040297	144	30,1	41,3	0,521	1,17	0,023	217
KE-07	10806	20040298	56,8	16,2	22,2	0,632	1,30	0,021	97,2
KE-08	10807	20040299	174	23,8	39,8	1,01	1,48	0,029	240
KE-09	10808	20040300	315	32,4	53,6	1,47	5,11	0,080	408
KE-10	10809	20040301	96,6	24,1	47,3	0,901	1,71	0,032	171
KE-11	10810	20040302	307	26,0	21,7	0,179	1,47	0,021	356
KE-12	10811	20040303	367	36,7	19,3	0,177	1,28	0,023	424
KE-13	10812	20040304	455	44,2	24,8	0,225	0,942	0,018	525
KE-14	10813	20040305	263	37,0	40,4	0,879	4,17	0,079	346
KE-15	10814	20040306	164	25,2	24,6	0,223	1,64	0,031	216
KE-16	10815	20040307	85,2	23,4	27,7	0,475	9,24	0,124	146
KE-17	10816	20040308	53,6	16,3	19,6	0,482	1,56	0,026	91,6
KE-18	10817	20040309	85,2	20,1	35,2	0,650	4,25	0,063	145
Meðaltal			196	26,3	33,9	0,528	3,19	0,195	261

Tafla 4 sýnir að styrkur einstakra gastegunda er nokkuð breytilegur frá einum sýnatökustað til annars. Þannig spannar t.d. styrkur koldíoxíðs, sem er aðalgastegundin, bilið frá tæplega 54 upp í 455 mmól/kg, en er að meðaltali 196 mmól/kg. Til samanburðar spannar heildar gasstyrkur bilið 91,6 til 525 mmól/kg.

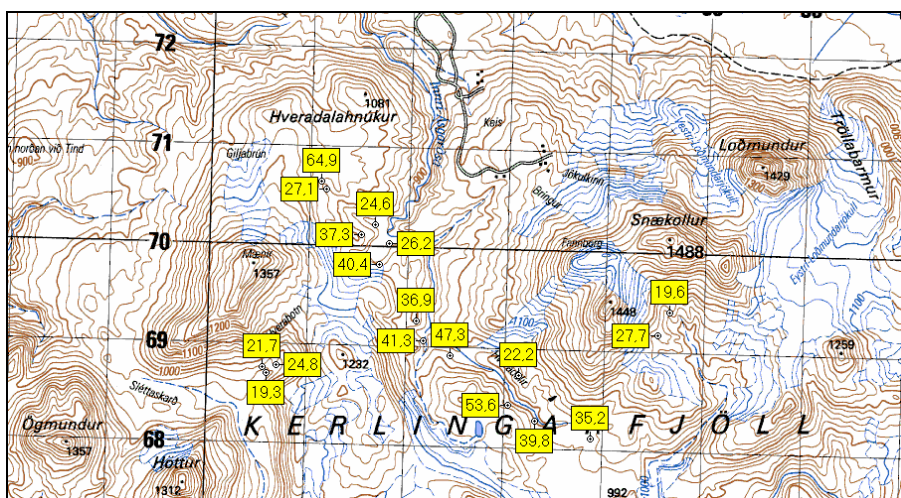
Á myndum 38 til 34 er sýnt hvernig styrkur þessara gastegunda dreifist um jarðhitasvæðið í Kerlingarfjöllum. Þar er styrkur gasstegunda í mmól/kg sýndur við einstaka sýnatökustaði. Mynd 38 sýnir styrk koldíoxíðs í gufu. Hann mælist hæstur í sýnum sem voru tekin á öskjubrotinu nyrst í Vesturdölum (KE-01), í Hverabotni (KE-11, KE-12, KE-13) og í einu sýni í Miðdölum (KE-14). Lægstur mælist styrkur koldíoxíðs í Efri-Hveradölum (KE-16, KE-17). Svipuð dreifing kemur fram í styrk brennisteinsvetnis, sem er sýndur á mynd 39. Styrkur vetnis er nokkuð jafndreifður um svæðið eins og sýnt er á mynd 40, en mælist hæstur í sýni KE-01 á öskjubrotinu nyrst í Vesturdölum. Styrkur metans, köfnunarefnis og argons er sýndur á myndum 41 til 43. Á þeim má m.a. sjá að styrkur metans er fremur lágur í Hverabotni, en að öðru leyti nokkuð jafndreifður um svæðið. Svipað gildir um styrk köfnunarefnis og argons, en þar sker sýni frá KE-03 sig úr með háan styrk þessara gastegunda. Þar gætir líklega áhrifa frá lítillsháttar andrúmsloftsmengun. Loks sýnir mynd 44 heildarstyrk gass í gufu í sýnunum átján. Hann mældist á bilinu 91,6 til 525 mmól/kg og áberandi hæstur í Hverabotni, en lægstur í Efri-Hveradölum. Á svæðinu frá Vesturdölum um Miðdali og í Austurdali mælist gasstyrkur lægstur 97,2 mmól/kg í sýni KE-07, en hæstur í sýni KE-09. Báðir þessir staðir eru sunnarlega í Austurdölum.



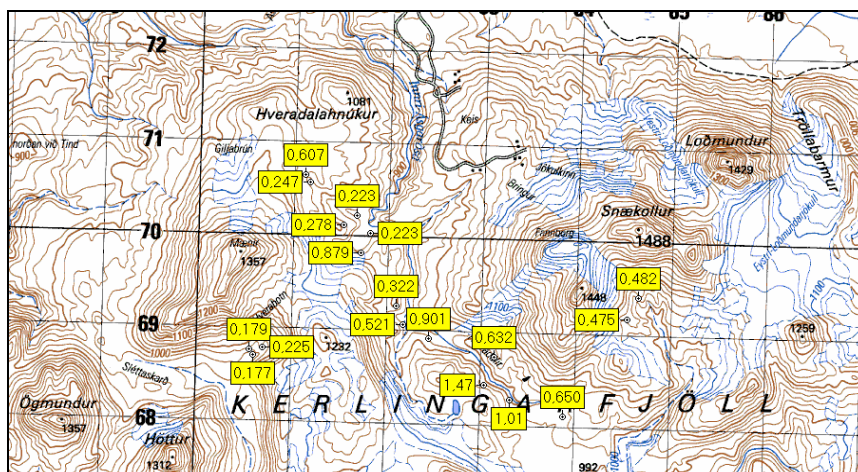
Mynd 38. Styrkur koldíoxíðs í gufu (kortblað 1814-2).



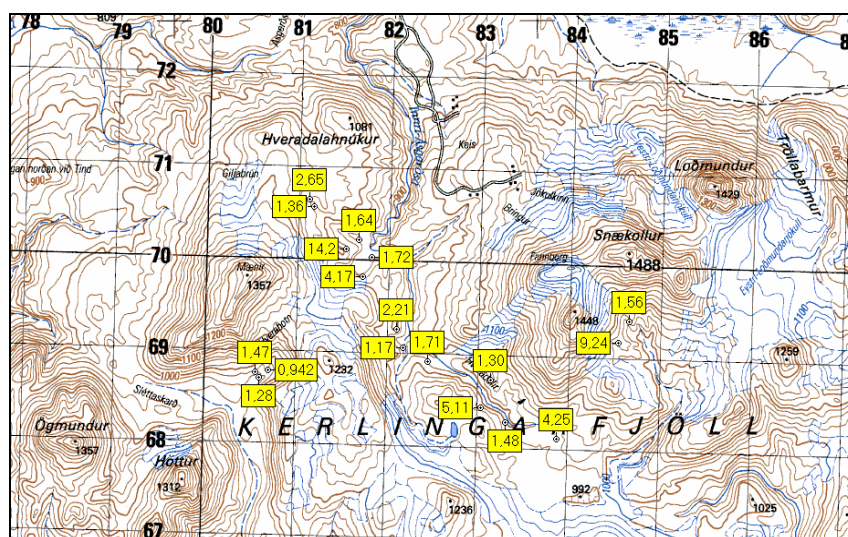
Mynd 39. Styrkur brennisteinsvetnis í gufu.



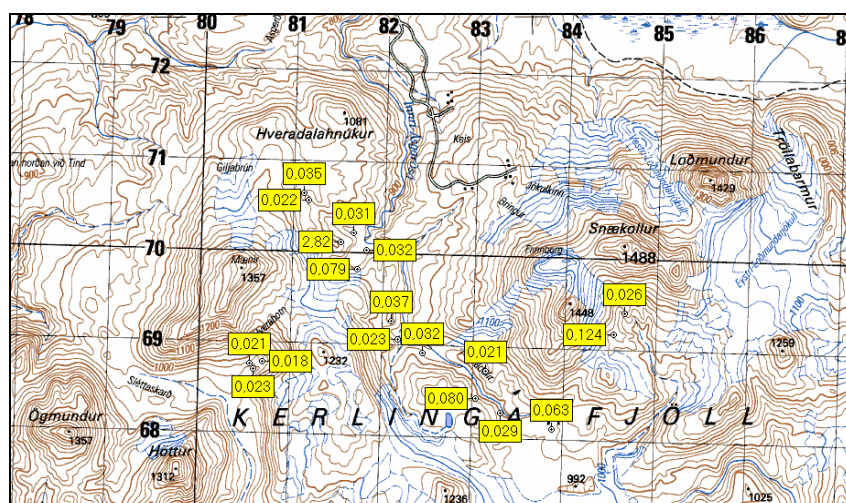
Mynd 40. Styrkur vetnis í gufu.



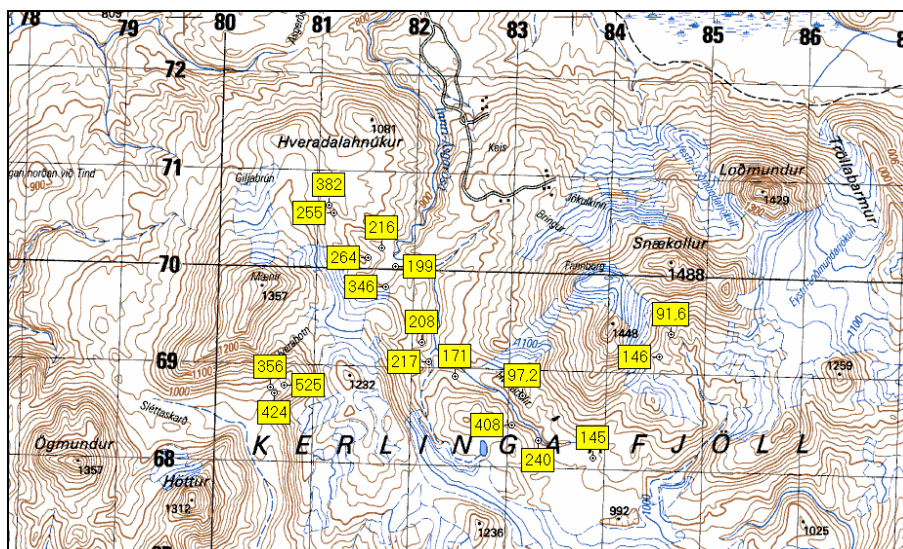
Mynd 41. Styrkur metans í gufu.



Mynd 42. Styrkur köfnunarefnis í gufu.



Mynd 43. Styrkur argons í gufu.



Mynd 44. Heildarstyrkur gass í gufu.

9.2 Gashiti

Styrkur gass í gufu við yfirborð stjórnað að mestu leyti af hita djúpt í undirliggjandi jarðhitakerfi þar sem vatn og gas skildust að. Þannig er styrkur einnar gastegundar, eða styrkhlutfall tiltekinna gastegunda, mælikvarði á hita í jarðhitakerfi því sem gasið á uppruna sinn í. Slíkt samband gasstyrks og hita kallast gashitamælar og hafa allmargir slíkir verið kvarðaðir. Mælar þessir sýna yfirleitt talsvert mismunandi hita og fyrir sýnin úr Kerlingarfjöllum hafa verið valdir sex gashitamælar og voru þeir allir kvarðaðir af Stefáni Arnórssyni o.fl., 1998 (Stefán Arnórsson o.fl. 1998). Þrír mælanna byggja á styrk einnar gastegundar í gufu, koldíoxíðs, brennisteinsvetnis og vetnis en aðrir þrír byggja aftur á móti á styrkhlutföllum gastegunda, nefnilega hlutfalli koldíoxíðs og köfnunarefnis, hlutfalli brennisteinsvetnis og argons og loks á hlutfalli vetnis og argons. Útreiknaður gashiti allra sýna er sýndir í töflu 5. Í aftasta dálki töflunnar er einnig sýndur meðaltals gashiti hvers sýnatökustaðar fyrir sig og neðsta lína töflunnar sýnir meðaltal hvers gashita.

Tafla 5. Gashiti í gufuaugum, -hverum og -pönnum.

Staður	Staður númer	Sýni númer	CO ₂ (°C)	H ₂ S (°C)	H ₂ (°C)	CO ₂ / N ₂ (°C)	H ₂ S / Ar (°C)	H ₂ / Ar (°C)	Meðaltal (°C)
KE-01	10800	2004-0292	303	270	388	320	284	318	314
KE-02	10801	2004-0293	287	278	339	333	304	310	309
KE-03	10802	2004-0294	285	269	356	240	175	219	257
KE-04	10803	2004-0295	273	281	337	308	295	301	299
KE-05	10804	2004-0296	271	287	355	295	296	305	302
KE-06	10805	2004-0297	273	286	361	324	309	318	312
KE-07	10806	2004-0298	240	265	329	281	294	307	286
KE-08	10807	2004-0299	281	278	359	322	296	312	308
KE-09	10808	2004-0300	306	289	376	295	276	297	307
KE-10	10809	2004-0301	258	278	369	291	293	314	301
KE-11	10810	2004-0302	305	281	328	349	308	306	313
KE-12	10811	2004-0303	313	293	323	365	315	302	319
KE-13	10812	2004-0304	324	299	335	392	328	312	332
KE-14	10813	2004-0305	298	293	360	296	280	292	303
KE-15	10814	2004-0306	278	280	334	315	295	301	301
KE-16	10815	2004-0307	254	277	340	229	255	275	272
KE-17	10816	2004-0308	238	265	324	272	288	300	281
KE-18	10817	2004-0309	254	272	352	253	269	294	282
Meðaltal			280	280	348	304	287	299	300

Í töflu 5 sést að gashiti, sem byggir á styrk vetnis, er að jafnaði talsvert hærri en aðrir gashitar, að sýnatökustöðunum þremur í Hverabotni undanskildum (KE-11, KE-12, KE-13).

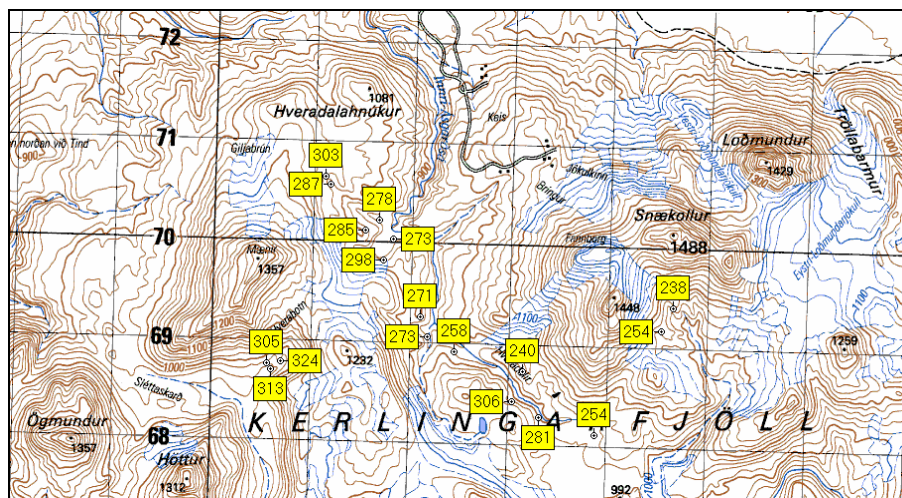
Myndir 45 til 51 sýna hita einstakra gashitamæla og meðaltals gashita eins og hann reiknast fyrir sýnatökustaðina á jarðhitasvæðinu í Kerlingarfjöllum. Á myndunum er gashiti mismunandi gashitamæla sýndur við sýnatökustaðina og í umfjöllun um þá hér á eftir er nokkuð lítið til skiptingar jarðhitasvæðisins í fimm undirsvæði líkt og gert var í kaflanum um lýsingu sýnatökustaðanna hér að framan. Svæðin eru; Vesturdalir (KE-01, KE-02, KE-03, KE-14), Miðdalir (KE-04, KE-05, KE-06, KE-14), Austurdalir (KE-07, KE-08, KE-09, KE-10, KE-18), Efri-Hveradalir (KE-16, KE-17) og Hverabotn (KE-11, KE-12, KE-13).

Á mynd 45 má sjá hvernig koldíoxíðhiti dreifist um svæðið. Hann reiknast á bilinu 240 til 324°C og að meðaltali fyrir svæðið allt 280°C. Ef lítið er til svæðanna fimm þá sést að koldíoxíðhitinn er hæstur í Hverabotni (314°C) og lægstur í Efri-Hveradölum (246°C). Í Vesturdölum reiknast hann 288°C, í Miðdölum 279°C og í Austurdölum 268°C. Meðaltal allra svæðanna er 280°C. Sami meðaltals hiti reiknast fyrir brennisteinsvetnishita, sem sýndur er á mynd 46. Hann er einnig hæstur í Hverabotni og lægstur í Efri-Hveradölum.

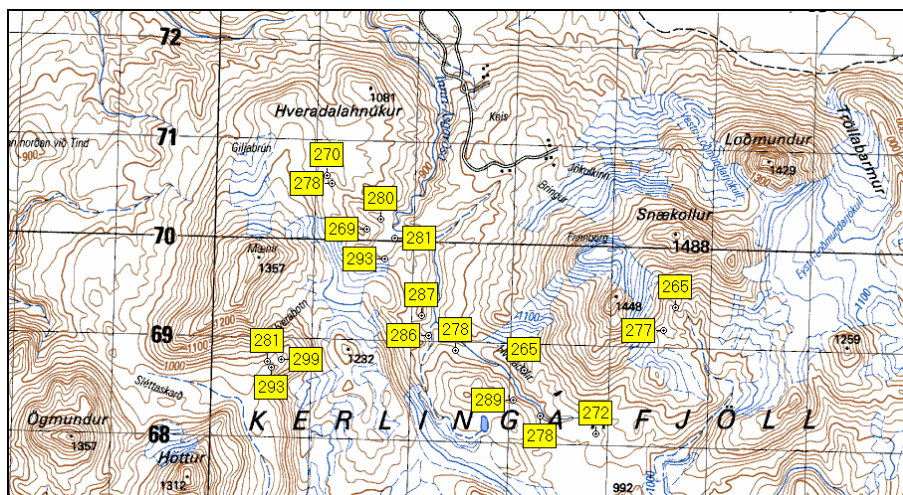
Hæstur gashiti reiknast út frá styrk vetnis í gufunni. Hann er alls staðar vel yfir 300°C og meðaltal svæðisins er 348°C. Niðurstöður eru sýndar á mynd 47. Dreifing hans er frábrugðin dreifingu koldíoxíð- og brennisteinsvetnishita þar sem hann er lægstur í Hverabotni, lítið eitt hærri í Efri-Hveradölum og síðan mjög svipaður í Vesturdölum, Miðdölum og Austurdölum. Mynd 48 sýnir hita fundinn með CO₂/N₂-hitamælinum. Hann reiknast að meðaltali á svæðinu 304°C, hæstur í Hverabotni og lægstur í Efri-

Hveradölum í góðu samræmi við koldíoxíðhiti á mynd 45. Myndir 49 og 50 sýna hita sem byggir á hlutfalli brennisteinsvetnis og argons annars vegar (H_2S/Ar -hitamælir) og á hlutfalli vetnis og argons hins vegar (H_2/Ar -hitamælir). Hiti fundinn með H_2S/Ar hitamæli er að meðaltali $287^\circ C$ á svæðinu. Enn sem fyrr er hiti hæstur í Hverabotni ($317^\circ C$). Á öðrum svæðum er hann á bilinu 265 til $295^\circ C$, lægstur í Vesturdölum. Hiti fundinn með H_2/Ar -hitamæli er sá sami í Hverabotni ($307^\circ C$), Austurdölum ($305^\circ C$) og Miðdölum ($304^\circ C$), en nokkuð lægri í Vesturdölum ($287^\circ C$) og Efri-Hveradölum ($288^\circ C$).

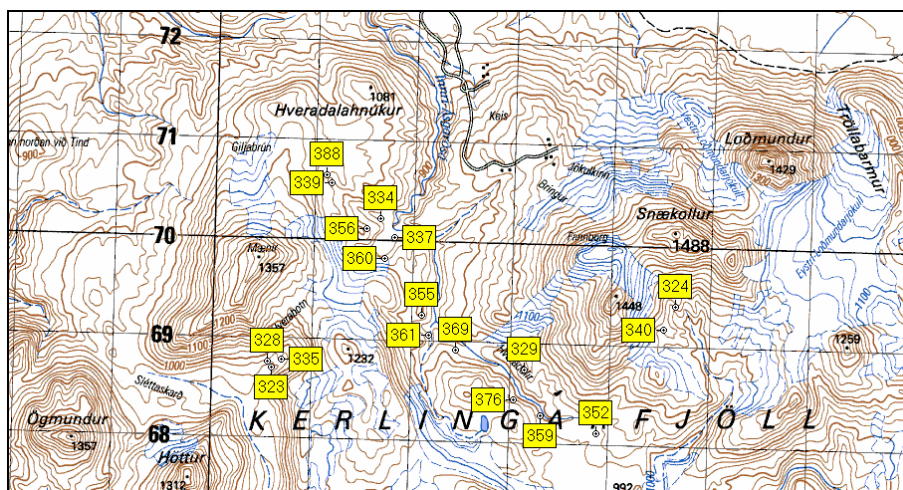
Mynd 51 sýnir að lokum hvernig meðaltals gashiti dreifist um svæðið. Hann er reiknaður út frá þeim sex gashitamælum sem fjallað hefur verið um hér að ofan og reiknast $300^\circ C$. Dreifingin er um margt kunnugleg, lík þeirri á fyrri myndum sem sýna dreifingu gashita í Kerlingarfjölum. Hann reiknast hæstur í Hverabotni, $317^\circ C$. Í Miðdölum er hann $304^\circ C$, í Austurdölum $297^\circ C$ og lítið eitt lægri, eða $295^\circ C$, í Vesturdölum. Lægstur reiknast meðaltalshiti í Efri-Hveradölum, $276^\circ C$.



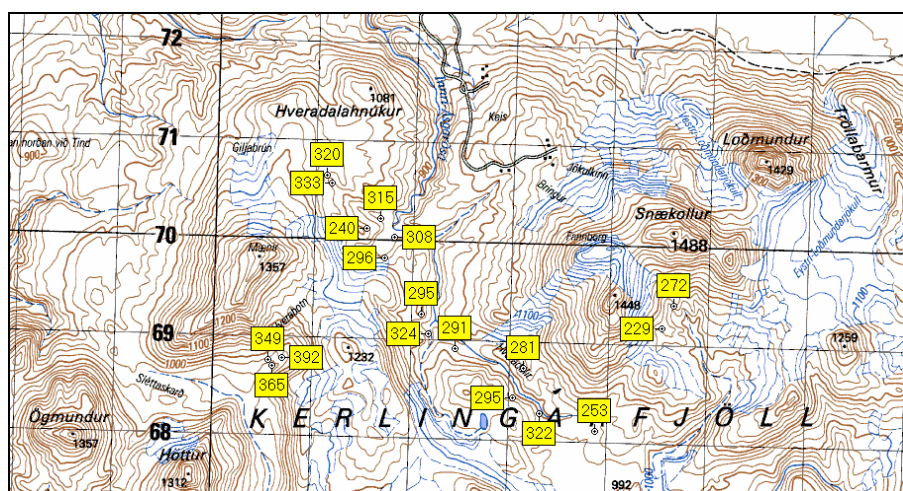
Mynd 45. Koldíoxíðhiti í gufu.



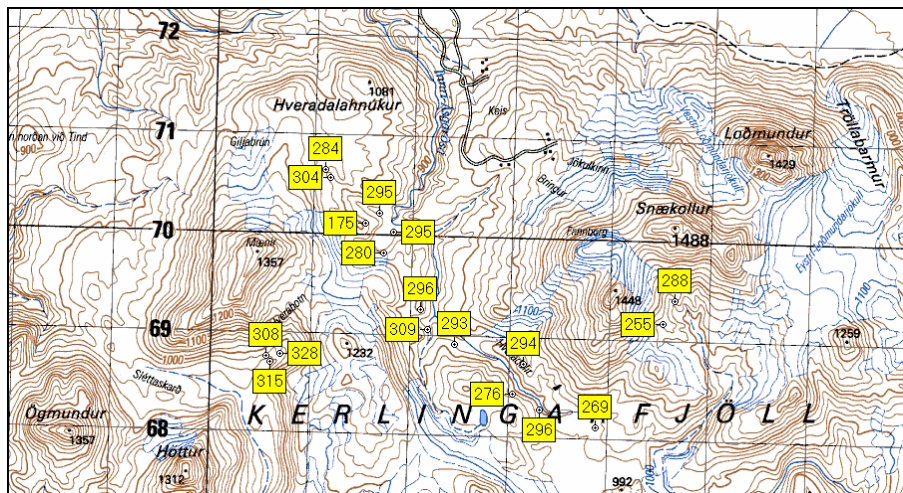
Mynd 46. Brennisteinsvetnishiti í gufu.



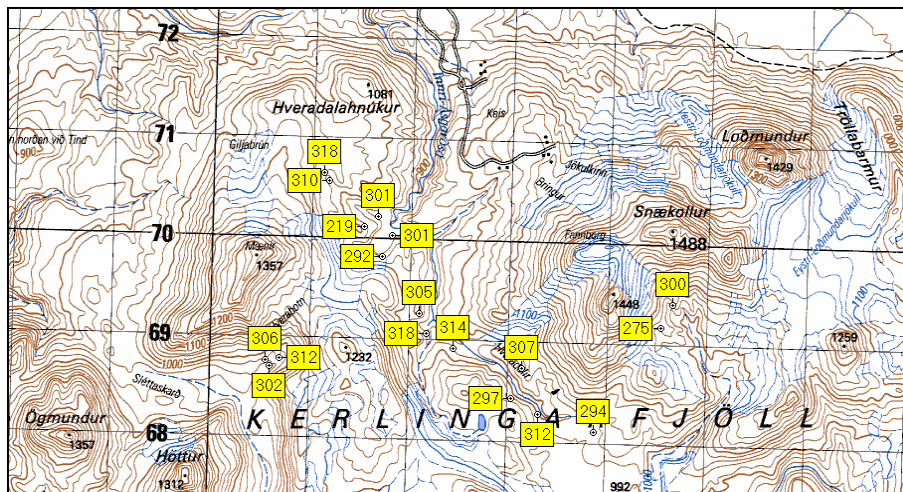
Mynd 47. Vetnishiti í gufu.



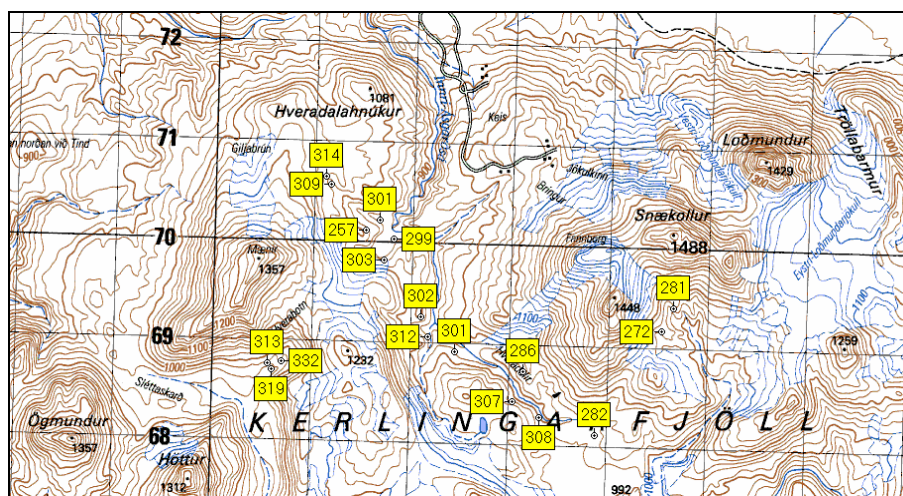
Mynd 48. Hlutfallshiti koldíoxíðs og köfnunarefnis í gufu.



Mynd 49. Hlutfallshiti brennisteinsvetnis og argons í gufu.



Mynd 50. Hlutfallshiti vetnis og argons í gufu.



Mynd 51. Meðaltal gashita í gufu.

9.3 Önnur efni í gufu

Styrkur nokkurra efna, auk gastegunda, var mældur í gufunni. Efni þessi eru bór (B), klóríð (Cl) og súlfat (SO₄), sem voru greind í öllum sýnum nema einu, og kvikasilfur (Hg) sem var greint í átta sýnum. Að auki voru samsætuhlutföll vetnis og súrefnis mæld í öllum sýnum nema einu. Niðurstöður sýndar í töflu 6.

Styrkur bórs mældist í átta sýnum minni en 0,03 mg/kg og hæstur 0,34 mg/kg í sýni KE-11 í Hverabotni. Þar mældist hiti 145°C við sýnatöku. Þar sem eimprýstingur bórs vex hratt með hita er bór í gufu ágæt vísbending um háan hita í jörðu.

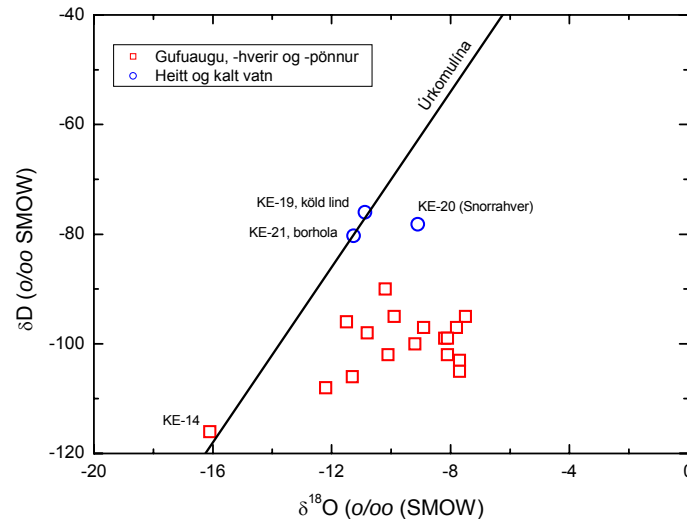
Styrkur klóríðs mældist á bilinu 0,03–0,49 mg/kg. Í tveimur sýnum tókst þó aðeins að ákvarða að styrkur klóríðs væri innan við 2 mg/kg. Klóríð virðist vera fremur jafndreift um svæðið. Sömu sögu er að segja um súlfat, sem mældist á bilinu 1,26–16,4 mg/kg.

Styrkur kvikasilfur í gufu í Kerlingarfjölum mældist lægstur 0,00009 mg/kg, sem samsvarar 90 ng/kg, og hæstur 0,00134 mg/kg, en það samsvarar 1340 ng/kg. Hæsta gildið mældist í sýni KE-14 í Mið-Hveradölum.

Tafla 6. Styrkur ýmissa efna í sýnum úr gufuaugum, -hverum og -pönnum.

Staður	Staður númer	Sýni númer	B	Cl	SO ₄	Hg	δD	δ ¹⁸ O
					(mg/kg)		(‰ SMOW)	
KE-01	10800	20040292	< 0,03	0,06	16,4	0,00080	-100	-9,2
KE-02	10801	20040293	0,09	< 2	14,5	-	-95	-7,5
KE-03	10802	20040294	0,08	0,27	5,94	0,00025	-99	-8,2
KE-04	10803	20040295	< 0,03	0,23	3,17	-	-103	-7,7
KE-05	10804	20040296	0,14	< 2	11,6	-	-97	-7,8
KE-06	10805	20040297	0,04	0,19	12,4	0,00013	-108	-12,2
KE-07	10806	20040298	< 0,03	0,09	7,19	-	-102	-10,1
KE-08	10807	20040299	< 0,03	0,03	5,14	0,00015	-95	-9,9
KE-09	10808	20040300	0,09	0,27	3,33	-	-106	-11,3
KE-10	10809	20040301	0,10	0,15	1,26	-	-97	-8,9
KE-11	10810	20040302	0,34	0,10	7,25	0,00042	-105	-7,7
KE-12	10811	20040303	< 0,03	0,04	9,13	-	-102	-8,1
KE-13	10812	20040304	-	-	-	-	-	-
KE-14	10813	20040305	< 0,03	0,08	6,41	0,00134	-116	-16,1
KE-15	10814	20040306	0,15	0,49	1,51	-	-99	-8,1
KE-16	10815	20040307	0,07	0,47	8,00	0,00009	-90	-10,2
KE-17	10816	20040308	< 0,03	0,08	4,79	-	-98	-10,8
KE-18	10817	20040309	< 0,03	0,12	2,37	0,00020	-96	-11,5

Samsætuhlutfall súrefnis í gufu, δ¹⁸O, spannar bilið frá -7,5 niður í -16,1‰, en hlutfall vetnissamsæta mælist frá -90 niður í -116‰. Niðurstöður eru sýndar sem rauðir ferningar á mynd 42. Inn á myndina hafa einnig verið dregin samsætuhlutföll fyrir kalt vatn (KE-19), volgt vatn úr borholu KF-4 (KE-21) og heitt vatn í Snorrahver (KE-20), sýndir sem bláir hringir.



Mynd 52. Samsætur vetnis og súrefnis í gufu og vatni.

Gufusýnin falla nánast öll hægra megin við úrkomulínuna (Craig, 1961). Sýnin úr köldu lindinni og borholunni falla á úrkomulínuna, en sýnið úr Snorrahver talsvert hægra megin við hana, eins og títt er um soðið jarðhitavatn. Hér verður ekki eytt þúðri í það að túlka niðurstöður samsætumælinganna en þær sýna að jarðhitavökvinn hefur gengið í gengnum flókin ferli suðu og þéttingar auk innbyrðis blöndunar.

10 EFNI Í VATNI

Auk gufusýna, sem greint hefur verið frá hér að ofan, voru tekin þrjú vatnssýni í ágúst 2005. Eitt sýni úr kaldri lind nyrst í Vesturdölum, annað úr sjóðandi hver, Snorrahver, einnig nyrst í Vesturdölum og það þriðja úr borholu KF-4 í Árskarðsgljúfri. Í sýnunum voru auk allra aðalefna og samsætna súrefnis og vetnis mæld ýmiss snefilefni. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflu 7. Þar eru einnig sýndar til upplýsingar niðurstöður efnagreininga á “eldri” sýnum, en ekki verður fjallað frekar um þau hér. Fjögur þeirra voru tekin úr holu KF-2 í september 1986 (Guðjón Guðmundsson o.fl., 1987) og þrjú úr laugum í Árskarðsgljúfri. Þau voru tekin í tengslum við jarðhitaleit og staðsetningu borholu. Til gamans hafa þessum laugum verið gefin nöfnin Áslaug, Hróðurflúð og Ásgerður.

Tafla 7. Styrkur ýmissa efna í sýnum úr gufuaugum, -hverum og -pönnum.

Staður	KE-19	KE-20	KE-21	Áslaug	Hrúðurflúð	Ásgerður	KF-02	KF-02	KF-02	KF-02
Staðarnúmer	K-745	Snorrahver	KF-04				130 m	310 m	úr fóðringu	utan fóðringar
Sýni númer	20040310	20040311	20040312	H-10819	H-10821	H-10820	B-91053	B-91053	B-91053	B-91053
	19860124	19860125	19860126	19750136	20010227	2001-0321	19860124	19860125	19860126	19860127
Hiti (°C)	2,2	97,7	32,2	24	33	41				
Sýrustig (pH/°C)	7,80 / 20,0	6,56 / 22,0	6,83 / 22,9	6,69 / 22,0	6,47 / 19,8	6,48 / 16,6	6,89 / 23,5	7,31 / 23,9	6,88 / 23,7	6,72 / 24,0
Karbnat (CO ₂ (t))	39,9	18,2	468	55,1	614	750	420	611	416	400
Súlfíð (H ₂ S)	< 0,03	0,44	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Leiðni (µS/cm v. 25°C)	109	232	781	654	897	967	704	1143	694	625
Kísill (SiO ₂)	24,8	91,7	134	109	183	210	111	117	110	106
Bór (B)	< 0,03	< 0,03	0,13							
Lítium (Li)	0,001	0,004	0,054							
Natríum (Na)	6,54	15,7	88,9	73,5			83,5	224	79,7	68,2
Kalíum (K)	1,53	3,36	8,65	7,3			6,7	5,75	6,7	7,3
Magnesium (Mg)	3,19	4,95	25,4	24,5			23,7	26,7	23,5	20,7
Kalsíum (Ca)	10,1	15,6	57,7	38,2			46,3	30,4	47,1	43,3
Strontíum (Sr)	0,0208	0,0395	0,109							
Baríum (Ba)	0,000937	0,00888	0,00688							
Flúoríð (F)	0,09	0,22	0,83	0,75			0,65	0,27	0,67	0,73
Klóríð (Cl)	1,75	1,74	6,37	8,2			4,34	5,55	4,2	3,9
Súlfat (SO ₄)	9,84	87,1	46,1	330			28,9	37,5	28,3	25,9
Fosfór (P)	0,0449	0,0328	0,0932							
Ál (Al)	0,00201	0,00876	0,00551							
Krómi (Cr)	0,00006	0,000014	0,000123							
Mangan (Mn)	0,000666	0,334	0,0591							
Járn (Fe)	0,0007	0,0126	1,80							
Kóbalt (Co)	0,000015	0,000112	0,000122							
Nikkel (Ni)	0,00139	0,000239	0,0002							
Kopar (Cu)	0,00169	0,000294	< 0,0001							
Sínk (Zn)	0,0131	0,00698	0,00502							
Arsen (As)	< 0,00005	< 0,00005	0,0000738							
Mólibden (Mo)	0,000174	0,000245	0,00109							
Kadmíum (Cd)	0,0000815	0,000042	0,0000511							
Kvikasilfur (Hg)	0,0000163	0,0000914	0,0000373							
Blý (Pb)	0,0000146	0,0000198	0,00003							
Uppleyst efni (TDS)	71	229	563	513			530	530	519	472
δD (‰ SMOW)	-76	-78,2	-80,3							
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-10,88	-9,10	-11,26							

Vatnið úr köldu lindinni nyrst í Vesturdölum (KE-19) ber lítil merki þess að það komi upp á virku háhitasvæði, nærri blásandi gufuhverum og sjóðandi vatnshverum. Það er ískalt og efnasnautt. Reyndar er styrkur kísils lítið eitt hærri en gengur og gerist grunnvatni almennt, en þá ber þess að gæta að berggrunnur svæðisins samanstendur af súru bergi. Samsætur súrefnis og vetnis sýna að vatnið fellur á úrkomulínuna og er það sýnt á mynd 52.

Vatnið í Snorrahver hefur nokkuð dæmigerða efnasamsetningu fyrir vatn í sjóðandi vatnshver. Styrkur kísils er lágur miðað við hita vatnsins og því ekki ólíklegt að hann hafi fallið út í uppstreymisrásinni eða hveraskálinni. Efnahiti vatnsins reiknast um 285°C á grundvelli Na/K-hitamáli, en aðeins 132°C ef tekið er mið af því að vatnið sé í jafnvægi við kvars. Gashitamælar gefa til kynna að djúpi-hiti í Vesturdölum sé um 295°C (meðaltals-gashiti).

Vatnið úr borholu KF-4 er rúmlega 32°C og er það notað til baða. Hefur í þeim tilgangi verið settur niður heitur pottur umhverfis holutoppinn og má telja það til hagsbóta fyrir badgesti að efnasamsetning badvatnsins sé vel þekkt. Vegna lágs hita vatnsins hefur

ekki verið ráðist að leiða vatnið að húsum Skíðaskólans. Vatnið úr borholunni er fremur súrt og kolsýruríkt og flokkast sem ölkelduvatn. Þannig vatn er algengt sem afrennsli frá háhitasvæðum og kemur yfirleitt upp á jöðrum þeirra, aðrunnið um langan veg. Efnahiti þess reiknast allt frá 130°C upp í 200°C, eftir því við hvaða efnahitamæli er miðað. Þar sem ástæða er til að ætla að ekki ríki jafnvægi milli steinefna í vatninu og steinda í berginu þá er vart mark á slíkum hitaútreikningum takandi.

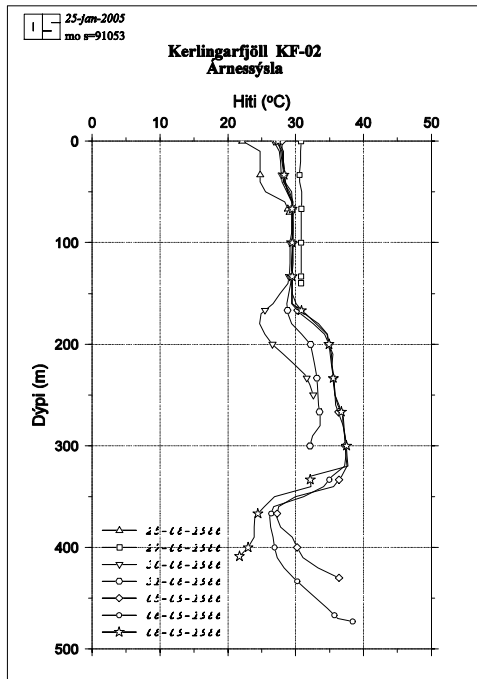
11 BORANIR VIÐ ÁRSKARÐSÁ

Á árunum 1986 og 2002 var borað eftir heitu vatni við Árskarðsá í þeim tilgangi að finna heitt vatn til upphitunar á húsum Skíðaskólans og ferðamiðstöðvarinnar. Yfirlit um borholur er sýnt í töflu 8.

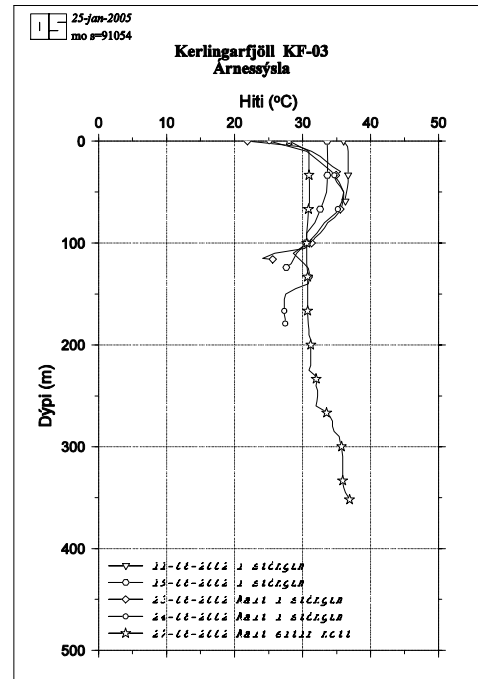
Holur KF-0 og KF-1 eru grunnar holur sem boraðar voru 1968. Hvorki er vitað um dýpi né staðsetningu. Hóla KF-2 var boruð 1986 (Guðjón Guðmundsson o.fl. 1987). Hún er rúmlega 520 m á dýpt, fóðruð í 45 m, og dýpstu vatnsæðar eru 320-330 m og 360 m dýpi. Hiti í þeim er tæplega 40°C. Holan skar mjög vatnsmikið kerfi með fremur köldu vatni. Rennsli úr henni er nokkrir tugir l/s af u.þ.b. 25°C heitu vatni. Holan er vestan við Árskarðsá, í gílinu u.þ.b. 600 m innan (sunnan) við húsapýrpinguna í Árskarði. Holur KF-3 og 4 voru boraðar sumarið 2002 (Kristján Sæmundsson 2003, 2004). Þær eru staðsettar í árgljúfrinu um 700 m innan við holu KF-2, einnig vestan megin ár. Hóla KF-3 er 360 m á dýpt og var boruð með 15° halla frá lóðréttu í stefni SA. Holan skar volgt og mjög vatnsgæft kerfi, líkt og hóla KF-2. Hún er fóðruð í 147 m og æðar neðan fóðringar, allt að 190 m dýpi, voru steiptar af. Við lok borunar gaf holan 7,7 l/s af 31°C heitu vatni og botnahiti var þá 37°C. Hóla KF-4 var síðan boruð í þeim tilgangi að sækja volga vatnið sem fram kom í efri hluta holu KF-3. Um tíu metrar eru á milli holnanna. Holan er 63 m á dýpt, fóðruð í 30 m og sjálfrennsli frá henni var í byrjun um 280 l/s af 36°C heitu vatni. Rennsli dalaði síðan talsvert þegar holan var láti standa fullopin og í mars 2004 var það komið niður í um 130 l/s og en 36°C heitt (Kristján Sæmundsson 2004). Hiti var mældur í ágúst 2004 og reyndist hann þá vera 32,2°C. Umhverfis holutoppinn hefur verið settur niður heitur pottur, sem er vinsæll meðal ferðamanna í Kerlingarfjöllum. Mynd 53 sýnir hitamælingar úr holum KF-2 og 3.

Tafla 8. Borholur við Árskarðsá.

Hóla	Staðarnúmer	Byrjað	Endað	Dýpi	Verkkaupi
KF-0	91051				Skíðaskólinn
KF-1	91052				Skíðaskólinn
KF-2	91053	12.8.1986	8.9.1986	521	Jarðhitadeild
KF-3	91054	6.8.2002	27.8.2002	360	Fannborg
KF-4	91055	27.8.2002	23.9.2002	63	Fannborg



KF-02 í Kerlingarfjöllum.



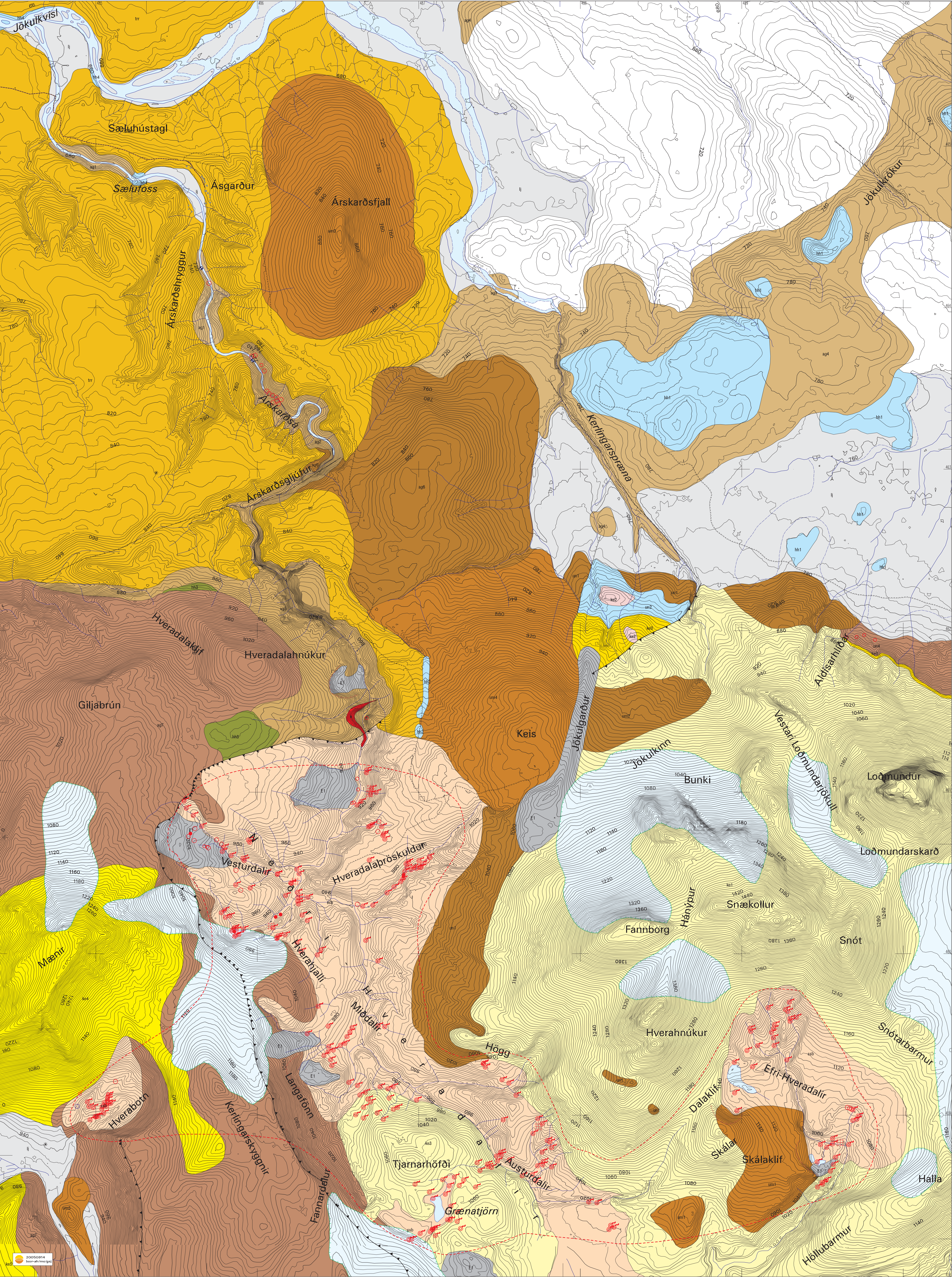
KF-03 í Kerlingarfjöllum.

Mynd 53. Hitamælingar í borholum KF-2 og KF-3.

12 HEIMILDIR

- Ágúst Guðmundsson 1996. Ofan Hreppafjalla milli Hvítár og Þjórsár í Árnessýslu. *Árbók Ferðafélags Íslands* 1996, (ritstj. Hjalti Kristgeirsson). Reykjavík, 270 s.
- Craig, H. 1961. Isotopic variations in meteoric waters. *Science*, Vol. 133, 1702-1703.
- Guðjón Guðmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Kristján Sæmundsson 1987. *Kerlingarfjöll. Borun holu 2*. Orkustofnun, OS-87008/JHD-07 B, 20 s.
- Guðmundur Kjartansson 1964. Ísaldarlok og eldfjöll á Kili. *Náttúrufræðingurinn* 34, 9-38
- Guðmundur Pálmason, Gunnar V. Johnsen, Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Guðmundur Ingi Haraldsson og Gísli Karel Halldórsson 1985: *Mat á jarðvarma Íslands*. Orkustofnun, OS-85076/JHD-10, 134 s.
- Helgi Torfason 2003. *Jarðhitakort af Íslandi og gagnasafn um jarðhita*. Náttúrufræðistofnun Íslands og Orkustofnun. OS-2003/062, 167 bls. + 1 kort
- Humlum, Johs. 1936. Hveradalir in Kerlingarfjöll, Iceland. *Geografisk Tidskrift* 39, 11-34.
- Iðnaðarráðuneytið 1994. *Innlendar orkulindir til vinnslu raforku*. Iðnaðarráðuneytið, 153 s.
- Ingvar Birgir Friðleifsson og Stefán Arnórsson 1975. *Frumathugun á jarðhitalíkum í nágrenni Skíðaskólans í Kerlingarfjöllum*. Orkustofnun, OS-JHD-7553, 5 s.
- Ingvar Birgir Friðleifsson, Axel Björnsson og Ragna Karlsdóttir 1979. Um heitavatnsöflun fyrir Skíðaskálann í Kerlingarfjöllum. GRG IBF-AB-RK 2 s.
- Jón Eyþórsson, Steinþór Sigurðsson o.fl. 1942. *Kerlingarfjöll. Árbók Ferðafélags Íslands* 1942, Reykjavík, 104 s.
- Karl Grönvold 1972. *Structural and petrochemical studies in the Kerlingarfjöll region, central Iceland*. Oxford University of Oxford 237 s.
- Kristján Sæmundsson 1982. Öskjur á virkum eldfjallasvæðum á Íslandi, Í: *Eldur er i Norðri*. Sögufélagið 221-239.
- Kristján Sæmundsson, 2003. *Borun í Kerlingarfjöllum 2002*. Orkustofnun, greinargerð, KS-09/2003.
- Kristján Sæmundsson, 2004. *Rennsli úr borholum í Kerlingarfjöllum*. Íslenskar orkurannsóknir, greinargerð, ÍSOR, KS-04/11.
- Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 2001. *Í Torfajökli. Jarðfræði- og jarðhitakort af Torfajökulssvæðinu*. Orkustofnun, OS-2001/036, 118 s.
- Kristján Sæmundsson og Haukur Jóhannesson 2005. *Jarðhitakort af Íslandi. (Í vinnslu)*.
- Magnús Ólafsson 1987. *Handbók um söfnun vatns- og gassýna*. Orkustofnun, OS-87021/JHD-03, 43 s.
- Möne, Cecilia 1997. *Glacial lake deposits in Kerlingarfjöll, Central Iceland*. MS-ritgerð frá Uppsala Universitet, institutionen för geovetenskap.
- Oddur Sigurðsson 2001. *Kjalverðir – jöklar við Kjöl. Árbók Ferðafélags Íslands 2001, Kjölur og kjalverði*, (ritstj. Hjalti Kristgeirsson). Reykjavík, 184-223.
- Stefán Arnórsson, Þráinn Friðriksson og Ingi Gunnarsson, 1998. *Gas chemistry of the Krafla geothermal field, Iceland*. WRI (ritstj. Arehart & Hulston), Balkema, 613-616.
- Thorkell Thorkelsson 1910. The hot Springs of Iceland. *Vid. Selsk. 7. R. nat.-math. VIII. 4*.
- Thorkell Thorkelsson 1940. *Vísindafélag Íslendinga On thermal activity in Iceland and Geyser action Rv. Vísindafélag Íslendinga. Rit Vísindafélags Íslendinga, XXV*, 139 s.

- Truesdell, A., Mazor, E. og Nehring, N.L. 1983. The origin of thermal fluids at Lassen volcanic national park: Evidence from noble and reactive gas abundances. *GRC, Transactions*, Vol. 7, 343-348.
- Valgarður Stefánsson, Gestur Gíslason, Helgi Torfason, Lúðvík S. Georgsson, Stefán G. Sigurmundsson og Sverrir Þórhallsson 1982. *Áætlun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins*. Orkustofnun, OS-82093/JHD-13, 176 s.
- Wunder, L. 1912. Beiträge zur Kenntnis des Kerlingarfjöllgebirges, des Hofsjökulls und des Hochlandes zwischen Hofsjökull und Langjökull in Island, Berlin, B.G. Teubner, 42 s.
- Þorvaldur Thoroddsen 1958-1960. *Ferðabók, skýrslur um rannsóknir á Íslandi 1882-1898*. Snæbjörn Jónsson, Reykjavík.



KERLINGARFJÖLL
BERGGRUNNSKORT
BEDROCK MAP

SKÝRINGAR / LEGEND

lj	Ármól frá nútíma Fluvial deposits	— —	Misgengi Fault
J1	Þykk jökulurð Tillite	↖ ↗	Óskjurtimí Caldera rim
E1	Berghlaupsurð, þykk jökulurð Scree	↗ ↖	Berghlaupsbrott Scar
ts	Setlagafylla frá ísaldarlöðum Sedimentary deposits	---	Mörk háhitasvæðis Limits of high temperature area
ssb	Háhitauimmyndun (sundurðöðinn berggrunnur) Thermal alteration	---	Jökuláhar Glacier margin
um5	Möberg við Kerlingará Kerlingará hyaloclastite	●	Borholur Borehole
um4	Keis, möberg Keis hyaloclastite	○	Kæld lind Cold spring
um3	Ásgarðsfjall Ásgarðsfjall hyaloclastite	○	Völgna 10-25 °C Warm spring
um2	Svart túft Black tuff	○	Laug 25-75 °C Hot spring
um1	Efra Hveradalarnúkur Efra Hveradalir hyaloclastite	●	Vatnshver 75-99 °C Hot spring
ka5	Höttur, líparit Höttur rhyolite	☼	Gufu- og lauhver > 98 °C Fumaroles and mud pits
ka4	Mænnir, líparit Mænnir rhyolite	▨	Sjóbændi svæði Boiling area
ka3	Tjarnarhöfði, líparit Tjarnarhöfði rhyolite	○	Sýnatalsustakar gufu og vatns Samples
ka2	Súrir eða ísúrir tappar Acidic or intermediate plugs	*	Orttastak Erratic
ka1	Kerlingarfjallalíparit ósundurdeint Kerlingarfjall rhyolite		
ka0	Súrt eða ísúrt túft Acidic or intermediate tuff		
hh4	Þóelst við rafstöð í Árskarbá Tholeiite		
hh3	Dilótt hýakeiðhraun við Hveradalarnúkur Porphyritic interglacial lava		
hh2	Þóelstgarður við Keis Tholeiite		
hh1	Þóelst við Kerlingarsprænu Tholeiite		
un4	Töllabarnsmöberg (landest) Andesite		
un2	Undirfjallabasalt Basaltic lava pile		
un1	Undirfjallamöberg Hyaloclastite		
ug7	Giljabrúamöberg Hyaloclastite		
ug6	Kubbabergamyndun suður af Ásgarðsfjalli Pillow lava		
ug5	Hveradalarnúkmöberg Hyaloclastite		
ug4	Kerlingarsprænumöberg, stakóll 1% víða umm. Kerlingarspræna basalt		
ug3	Dilótt möberg við Kerlingarsprænu Porphyritic hyaloclastite		
ug2	Möberg í möhluta gljúfurum 5% plög. Hyaloclastite		
ug1	Möberg neðst í Árskarönggljúfri, díllaust Hyaloclastite		
in	Innkotsberg Intrusion		

Tilvísun í kortið:
Arni Hjartarson og Magnús Ólafsson 2005:
Kerlingarfjöll, jarðræðikort, 1:10.000.
Íslenskar orkuvæðingarnir (ISOR), Reykjavík.

Referer to this map as:
Arni Hjartarson and Magnús Ólafsson 2005:
Kerlingarfjöll, Geological Map, 1:10,000
ISOR Iceland GeoSurvey, Reykjavík.

Kortíð fylgir skýrslunni Kerlingarfjöll,
kennun og kortlagning háhitasvæðis.ISOR 2005/0012.
Úmóð fyrir Orkuskiðunin
- ISOR, Reykjavík.

