

**Árni Hjartarson
Magnús Ólafsson**

Hveravellir

Könnun og kortlagning háhitasvæðis

Unnið fyrir Orkustofnun

ÍSOR-2005/014

Maí 2005

ISBN 9979-780-22-3

ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Reykjavík: Orkuagarður, 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.: ÍSOR-2005/014	Dags.: Apríl 2005	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Hveravellir Könnun og kortlagning háhitasvæðis	Upplag: 40	Fjöldi síðna: 44 s. og kort í kápuvasa
Höfundar: Árni Hjartarson og Magnús Ólafsson	Verkefnisstjóri: Ragna Karlsdóttir	
Gerð skýrslu / Verkstig: Rannsókn jarðhitasvæðis, kortlagning og efnagreiningar	Verknúmer: 8-520116	
Unnið fyrir: Orkustofnun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: <p>Könnun og kortlagning á jarðhita og jarðfræðilegum aðstæðum á Hveravöllum og í nágrenni þeirra var gerð í ágúst 2004. Gert var jarðfræðikort í kvarða 1:25.000 af helstu jarðmyndunum svæðisins, síru bergi Þjófadalaeldstöðvar, móbergshryggjum, ísaldar- og nútímahraunum. Almennu vatnafari er lauslega lýst en í Seyðisárdrögum og í Beljandatungum eru stór lindasvæði. Háhitasvæðið á Hveravöllum hefur löngum verið tengt við Þjófadalaeldstöðina svonefndu. Það tengist þó hvorki öskjurima hennar né sprungukerfum sem eiga rætur í henni. Höggun á háhitasvæðinu bendir til nánari tengsla þess við Kjalhraunsdyngjuna en við Þjófadalaeldstöðina. Háhitasvæðið á Hveravöllum er stærra að flatarmáli en gefið hefur verið upp hingað til. Ef miðað er við útbreiðslu sjóðandi hvera og ummyndunar er það 5 km að lengd frá Hveravöllum norður að hvernum Einbúa í Beljandatungum en ekki nema 0,5 km á breidd. Flatarmálið er því um 2,5 km². Volgrur finnast mun lengra til norðurs og hafa verið raktar um Beljandatungur og norður að Kúluvísl. Þannig er heildarsvæðið um 14 km að lengd. Breiddin er víðast á 1-2 km en flatarmálið 20 km². Líklega teygir svæðið sig lengra í suður en séð verður því Kjalhraun þekur það. Gígarnir við Strýtur er í beinu framhaldi af svæðinu til suðurs og þar eru ummerki kulnaðs jarðhita.</p> <p>Safnað var 14 sýnum úr gufuaugum, hverum, volgru og kaldri lind. Vatnið á Hveravöllum er kísilríkt, hæsti styrkur kísils mældist 662 mg/l, og því engin furða að kísilútfellingar eru miklar og fallegar. Efnasamsetning og samsætuhlutföll vatnsins úr hverunum sýna að það hefur soðið og volgt vatn ber merki blöndunar jarðhitavatns og kalds vatns. Uppruna jarðhitavatnsins má rekja annað hvort til úrkomu sem fallið hefur á norðanverðan Langjökul og/eða Hofsjökul eða til staðbundinnar úrkomu frá kaldari tímabilum síðustu alda. Hiti í jarðhitakerfinu reiknast á bilinu 260 til 290°C og því ekki óvarlegt að áætla að hann geti legið nærri 280°C. Samanburður efnagreininga á vatni úr sömu hverum frá árunum 1969, 1985 og 2004 sýna allnokkrar breytingar, einnig í hita og rennsli.</p>		
Lykilorð: Hveravellir, Þjófadalaeldstöð, Kjalhraun, háhitasvæði, lindasvæði, hverir, volgra, laug, vatnshver, leirhver, goshver, efnagreiningar, efnahiti, kísilútfellingar, kísilpaldrar Gagnagrunnslyklar: H-10177 og H-10822 til 10990, K-746	ISBN-númer: 9979-780-22-3	Undirskrift verkefnisstjóra:
	Yfirfarið af: HÁ, RK	

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR.....	7
2	JARÐFRÆÐI HVERAVALLA.....	7
2.1	Líparít.....	8
2.2	Móberg.....	9
2.3	Hlýskeyðshraun.....	9
2.4	Kjalhraun.....	10
2.5	Nafnlaus hraun við Langjökul.....	11
3	HÖGGUN.....	12
4	VATNAFAR.....	13
4.1	Kaldar lindir og lindár.....	13
5	HÁHITASVÆÐIÐ.....	15
5.1	Hveravellir.....	16
5.2	Hitastaðir norðan Hveravalla.....	16
6	KULNAÐ HVERASVÆÐI VIÐ ODDNÝJARHNJÚK.....	20
7	SÖFNUN SÝNA OG EFNAGREININGAR.....	20
8	STAÐARÁKVÖRÐUN SÝNATÖKUSTAÐA.....	21
9	LÝSING SÝNATÖKUSTAÐA.....	22
10	EFNI Í GUFU.....	30
11	EFNI Í VATNI.....	31
11.1	Hiti í jarðhitakerfinu.....	35
11.2	Breytingar á efnasamsetningu hveravatns.....	36
12	HELSTU NIÐURSTÖÐUR.....	37
13	HEIMILDIR.....	39
	VIÐAUKI: Hitamæliger í hverum og gufuaugum á Hveravöllum 1996 og 2004.....	41

JARÐFRÆÐIKORT í mælikvarða 1:10.000..... í kápuvasa

TÖFLUR

Tafla 1.	<i>Yfirlit um sýnatökustaði á Hveravöllum, ágúst 2004.</i>	20
Tafla 2.	<i>Hnit sýnatökustaða á Hveravöllum í ágúst 2004.</i>	21
Tafla 3.	<i>Styrkur gass í gufu.</i>	30
Tafla 4.	<i>Styrkur ýmissa efna í gufusýnum.</i>	30
Tafla 5.	<i>Styrkur efna í vatni (mg/l).</i>	31
Tafla 6.	<i>Efnahiti í hverum.</i>	35
Tafla 7.	<i>Samanburður á styrk efna í nokkrum hverum 1969, 1985 og 2004.</i>	37

MYNDIR

Mynd 1.	<i>Hveravellir úr lofti (Ljósmynd Oddur Sigurðsson).</i>	7
Mynd 2.	<i>Líparítfjallið Fagrahlíð.</i>	8

Mynd 3. <i>Oddnýjarhnjúkur</i>	9
Mynd 4. <i>Nútímahraun hjá Fögruhlíð sunnan við Jökulkrók</i>	11
Mynd 5. <i>Skjálftavirkni í grennd við Hveravelli 199–2004</i>	12
Mynd 6. <i>Beljandi er dæmigerð lindá með tiltölulega jöfnu rennsli</i>	13
Mynd 7. <i>Upptakasvæði Þegjanda í Tjarnardölum</i>	14
Mynd 8. <i>Hveravellir</i>	15
Mynd 9. <i>Einbúi, nyrsti suðuhver Hveravallasvæðisins</i>	17
Mynd 10. <i>Sýnatökustaðir á Hveravöllum</i>	22
Mynd 11. <i>Brennir, sýnatökustaður H-10800</i>	23
Mynd 12. <i>Öskurhóll, sýnatökustaður H-10800</i>	23
Mynd 13. <i>Eimur, sýnatökustaður H-10980</i>	24
Mynd 14. <i>Bræðraauga, sýnatökustaður H-10906</i>	24
Mynd 15. <i>Nýihver, sýnatökustaður H-10874</i>	25
Mynd 16. <i>Fagrihver, sýnatökustaður H-10841</i>	25
Mynd 17. <i>Eyvindarhver, sýnatökustaður H-10889</i>	26
Mynd 18. <i>Grænihver, sýnatökustaður H-10899</i>	26
Mynd 19. <i>Bræðrahver, sýnatökustaður H-10902</i>	27
Mynd 20. <i>Rótandi, sýnatökustaður H-10886</i>	27
Mynd 21. <i>Einbúi, sýnatökustaður H-10177</i>	28
Mynd 22. <i>Beljandavolgra, sýnatökustaður H-10958</i>	29
Mynd 23. <i>Þegjandi, sýnatökustaður K-746</i>	29
Mynd 24. <i>Tvívetnisgildi í mánaðarlegum úrkomusýnum</i>	32
Mynd 25. <i>Samsætur vetnis og súrefnis í heitu, volgu og köldu vatni</i>	33
Mynd 26. <i>Hlutfallslegur styrkur súlfats, klóríðs og karbónats</i>	34
Mynd 27. <i>Kísil-vermi blandlíkan</i>	36

1 INNGANGUR

Könnun og kortlagning á jarðhitnum á Hveravöllum og jarðmyndunum, lindum og volgrum þar í kring 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. Í úrvinnslu gagna sá Árni um kortagerðina ásamt Guðrúnu Sigríði Jónsdóttur en Magnús annaðist efnagreiningar og túlkun þeirra. Svæðið sem rannsakað var markast af Langjökli í vestri, Kjalvegi í austri, Kjalhrauni í suðri og Sandkúlufelli í norðri.

Jarðhitasvæðið á Hveravöllum hefur mikið verið rannsakað enda nærri alfaraleið yfir Kjöl. Helgi Torfason (1997) hefur rakið rannsóknarsöguna allítrlega í skýrslu sinni „Jarðhitarannsóknir á Hveravöllum 1996“. Sú saga verður því ekki endurtekin hér enda er umfjöllum Helga ágæt og henni fylgja gamlar myndir og kort.



Mynd 1. *Hveravöllir úr lofti (Ljós. Oddur Sigurðsson).*

2 JARÐFRÆÐI HVERAVALLA

Háhitasvæðið á Hveravöllum hefur löngum verið talið tengt við megineldstöð í norðanverðum Langjökli, Þjófadalaeldstöðina svonefndu. Líparítmyndanir sem tilheyra henni raða sér þar meðfram jökulröndinni vestur af Hveravöllum. Þær komu fram á jarðfræðikorti Guðmundar Kjartanssonar frá 1965 og á öllum yfirlitskortum síðar. Piper (1973) nefndi fyrstur manna að þarna væri megineldstöð og kallaði hana „*The Thjófadalafljöll Silicic Center*“ Kristján Sæmundsson (1982) taldi að greina mætti öskju, að mestu jökulfyllta, á svæðinu milli Fjallkirkju og Hengibjarga. Á höggunarkorti Hauks Jóhannessonar og Kristjáns Sæmundssonar (1998) er þessi askja ekki sýnd en hins vegar er dreginn öskjurimi um Þjófadalafljöll þar skammt norðan við. Riminn er sýndur

á jarðfræðikortinu aftast í þessari skýrslu. Sprungurein teygir sig til norðurs frá öskjunni norður á Stórasand. Hveravellir eru við austurmörk eldastöðvarinnar við jaðar Kjalhrauns. Suðurhluti hverasvæðisins er á hrauninu en aðalhverirnir eru norðan þess þar sem berggrunnurinn er gerður úr gömlum ísaldarhraunum sem að mestu eru þakin jökulurð, hverahrúðri og hveraleir.



Mynd 2. Líparít fjallið Fagrahlíð. Laggangur sjást í súru móberginu. Fremst er vel gróið nútímahraun en kargaklettur stendur upp úr gróðurþekjunni.

2.1 Líparít

Líparítmyndanir á svæðinu virðast að mestu hafa orðið til undir jökli og vera í formi súrs móbergs. Aðalsvæðið er í sunnanverðum Þjófadafjöllum. Bergið er veðrað og nokkuð ummyndað. Líparít sem að öllum líkindum tilheyrir þessari myndun sést ganga innundir móbergsfellið Stélbratt. Móberg og hlýskeiðshraun sem liggja ofan á því benda til að myndunin sé ekki yngri en frá næstsíðasta jökulskeiði. Líparítblettir eru líka í norðanverðum Þjófadafjöllum en það svæði var lítið skoðað sumarið 2004. Unglegra líparít er í Rauðkollu og Fögruhlíð.

Súrt eða ísúrt berg sést við Þegjanda norður af Hveravöllum en svæðið þar er að mestu hulið lausum jarðlögum svo útbreiðsla þessa bergs og afstaða til annarra myndana er óljós.

2.2 Móberg

Móbergsfjöll rísa upp yfir jafnlendið beggja vegna Hveravalla. Austan þeirra eru Rjúpnafell og Dúfunefsfell sem sennilega eru jafnaldra og mynduð við gos á sprungu með N-NNV stefnu. Í suðri er stapinn Kjalfell. Í austri eru Þjófafell, Stélbrattur og norðurhluti Þjófadafjalla sem öll virðast liggja ofan á súra móberginu í fjöllum. Í framhaldi af Þjófadafjöllum mynda Búrfjöll móbergshrygg með stefnu til NNV og í norðri lokar Sandkúlufell móbergsfjallahringnum.



Mynd 3. Oddnýjarhnjúkur

Oddnýjarhnjúkur er smá goseining úr basísku kubbabergi sem orðin er til við gos undir jökli og hvílir á brúnu og gulleitu móbergstúffi Þjófadafjalla. Bergið í hnjúknum er með smáum þéttum plagióklasdílum og stökum pýroxendílum.

Oddnýjarhryggur er nýnefni sem hér er notað um lágan bólstrabergshrygg sem stefnir austur-vestur á vatnaskilum Norður- og Suðurlands milli Oddnýjarhnjúks og Langjökuls. Bergið er blöðrótt þóleiít með smáum plagóóklasdílum, misþéttum. Sýslumörk Árnessýslu og Húnavatnssýslu liggja um hrygginn. Norðan hans kemur Dauðsmannskvísl undan jöklunum og fellur um Djöflasand í Hvannavallakvísl. Sunnan hryggjar eru efstu lænur Fúlukvíslar.

2.3 Hlýskeiðshraun

Svæðið kringum Hveravelli og norður af Kjalhrauni er víðast hvar hulið jökulruðningi og öðrum lausum jarðmyndunum. Berggrunnurinn er illa opinn þótt hér og hvar sjáist á klapparkolla. Sundurgreining jarðlaga er því örðug. Næst Hveravöllum, á Breiðamel og undir veðurathugunarstöðinni gömlu, ber mest á plagióklasdílóttu hlýskeiðshrauni.

Norðan við Hvannavallakvísl fer að bera á unglegu og lítt veðruðu dyngjuhrauni undir jökulurðinni sem þar hylur berggrunninn. Þótt ekki hafi verið ráðrúm til að kortleggja útbreiðslu þess eða rekja það til uppruna síns bendir margt til þess að það hafi flætt úr Hundadölum, niður Djöflasand. Hundadalir eru þaktir ungu en ísnúnu dyngjuhrauni sem

kemur undan jaðri Langjökuls og hefur runnið upp að Þjófadalaflöllum og Oddnýjarhnjúki frá eldstöð sem nú er undir ísnum. Þetta er mjög fersklegt hraun, grátt, finmillikorna ólívínbasalt með smáum plagióklasdílum, misþéttum. Yfirborðið er allt plokkað eftir jökul, hvalbök eru faguð en jökulrispur eru þó sjaldgæfar. Hraunið kemur undan jöklinum beggja vegna Oddnýjarhryggjar. Sá hluti þess sem kom niður norðan hryggjarins þekur Hundadali og nær allt norður að Hundavötnum. Meginstraumur hraunsins hefur síðan flætt um skarðið milli Þjófadalaflalla og Búrfjalla, niður Djöflasand og breitt úr sér í Beljandatungum og myndar þar hrauntungu milli Sandkúlufells og Hvannavallakvíslar. Sá hluti dyngjuhraunsins sem kom niður sunnan Oddnýjarhryggjar rann eftir Hundadöllum til suðurs en syðst endar það í háu klettaklifi sem þvergirðir dalina. Þar verður 80–100 m hæðarbreyting á stuttum kafla, mest í klifinu áður nefnda. Þarna virðist dyngjuhraunið hafa runnið upp að jökuljaðri. Neðst í klifinu er gamalt móberg en ofan á því er bólstraberg og beltótt dyngjuhraun efst, undir lausri jökulurðinni. Aðstæður minna á lýsingu Guðmundar Kjartanssonar (1964) á Leggjabrjóti, sem hann telur að sé myndaður í dyngjugosi við jökuljaðar í lok síðasta jökulskeiðs. Hér hefur þó jökullinn náð að vaxa á ný og kaffæra dyngjuna svo hraunið allt er bæði jökulnúið og stráð grettistöfum sem eru að mestu plokkuð upp úr því sjálfu. Jökulrispur á hrauninu eru athyglisverðar. Þeim má skipta í tvö kerfi sem sorfin eru af sitt hvorum skriðjökli Langjökuls, Hundadalajökli og Leiðarjökli. Yngra kerfið er innan jökulgarða litlu ísaldar og stefnir til suðausturs frá Hundadalajökli. Eldra kerfið hefur stefnu sem er nærri hornrétt á þessa þ.e. til norðausturs (N52°) og kemur frá Leiðarjökli. Um aldur þessarar hraundyngju er ekki gott að dæma en hugsanlega er hún ekki eldri en frá ísaldarlokum og hefur þá orðið til á hlýviðriskafli á undan framgangsskeiði jökla á Kili.

2.4 Kjalhraun

Kjalhraun er dyngjuhraun sem komið er upp í gíg við Strýtur um 5 km í hásuður frá Hveravöllum. Hraunið myndar flatvaxna dyngju sem ber sama nafn og hraunið allt. Kjalhraun er í hópi 10 stærstu dyngja landsins (Árni Hjartarson, 2003). Hraunið er dæmigert helluhraun og hefur verið þunnfljótandi er það rann. Hraunjaðrar eru alstaðar lágir, víðast 1–2 m. Hellar eru í hrauninu og er Grettishellir þeirra þekktastur. Strýtur eru á vatnaskilum milli Hvítár og Blöndu en ljóst er að áður en dyngjan hlóðst upp hafa vatnaskilin legið nokkru norðar og undirlag hennar hallast í stórum dráttum til suðurs enda náðu hraunstraumar frá gígunum 20 km í þá áttina en einungis 6 km til norðurs þar sem nyrstu totur hraunsins teygjast niður í Tjarnadali norðvestur af Hveravöllum. Lægsti staður vatnaskila á Kili (varpið) er nú í 655 m hæð við hraunjaðarinn hjá Fjórðungsöldu. Guðmundur Kjartansson (1964) telur að gömlu vatnaskilin hafi verið um 25 m lægri eða í um 630 m y.s. einhvers staðar undir hrauninu. Þorvaldur Thoroddsen kom í gígin við Strýtur á ferð sinni um Kjöl 1888 og lýsir honum ágætlega. Pálmi Hannesson og dönsku jarðfræðingarnir Nielsen og Andersen rannsökuðu Kjöl og fóru um Kjalhraun á þriðja áratug 20. aldar. Þá fann Andersen steinrunnar plöntuleifar í hverahrúðri við hraunbrúnina hjá Hveravöllum. Hann taldi að hraunið lægi ofan á hrúðrinu á þessum stað og væri því yngra en það (Pálmi Hannesson, 1928). Aðrir jarðfræðingar hafa ekki skoðað þennan stað þótt undarlegt megi virðast.

Guðmundur Kjartansson (1943, 1964) rannsakaði Kjalhraun og kortlagði. Hann telur m.a. að hraunið hafi runnið allt suður í Hvítárvatn. Síðar hefur Fúlakvísl hlaðið fram óseyri í vatnið svo nú er nokkur spöln frá hrauni út í vatn.

Flatarmálið hraunsins er 180 km². Þykkt þess er hvergi vel þekkt. Jaðrarnir eru alstaðar lágir, 1–2 m, og bera þess vitni að það hefur verið þunnfljótandi er það rann. Rúmtakið

má meta á tvennan hátt. Jón Jónsson (1978) taldi að meðalþykkt dyngjuhrauna á Reykjanesskaga væri um 40 m og mat rúmmál hraunanna með tilliti til þess. Með þeirri aðferð verður rúmtak Kjalhrauns $7,2 \text{ km}^3$. Þetta verður þó að teljast ónákvæmt mat. Rossi (1996) beitti þeirri aðferð að skipta dyngjuhraunum í tvennt þ.e. í hraunkeilu og hraunsvuntu og reiknaði rúmmálið í tvennu lagi. Ef sú aðferð er notuð fæst eftirfarandi:

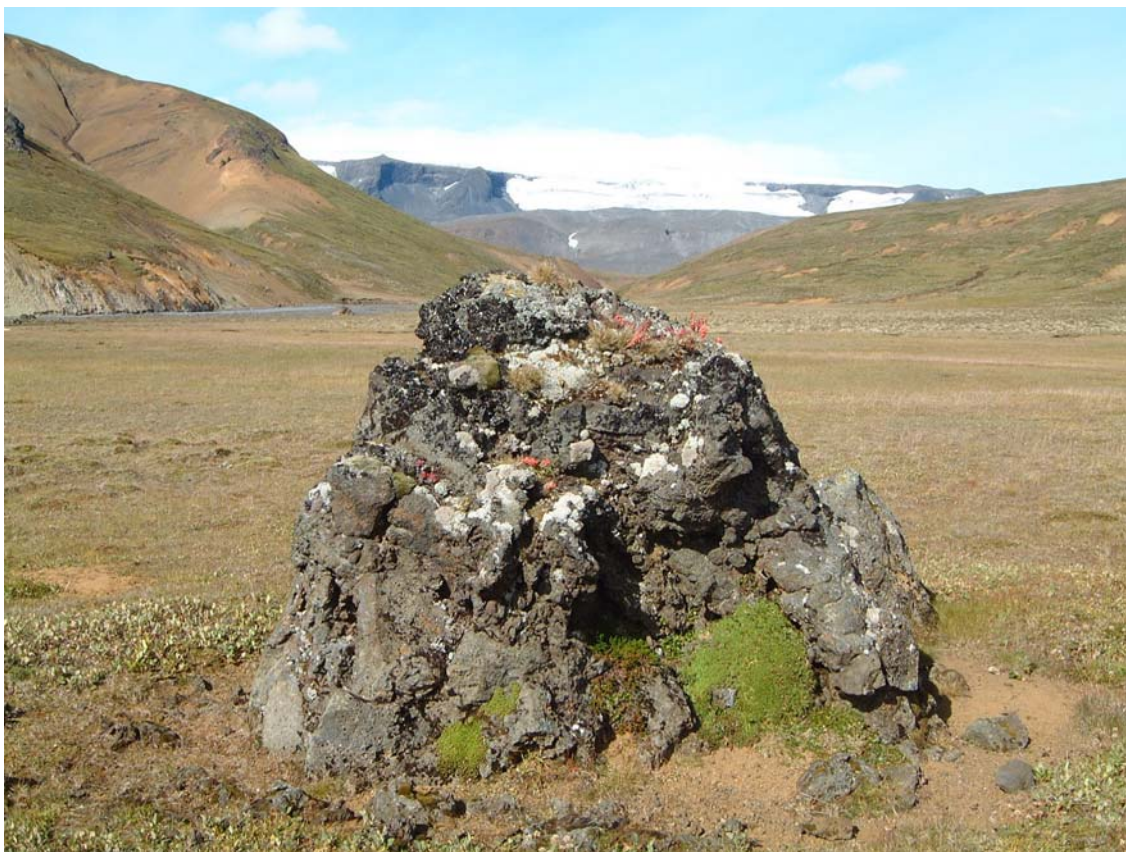
Keilutoppur er í 820 m y.s. undirlagið er nokkurn veginn flatt í 680 m. Þvermál keilubotns er 8 km \Rightarrow Keiluhæð 0,140 km, radíus 4 km. (Rossi (1996) notar hæðina 140 m og keilubvermál 7250 m við mat sitt á Kjalhrauni).

Rúmmál keilu: $V = \pi r^2 h \frac{1}{3} \Rightarrow V = \pi \times 16 \text{ km}^2 \times 0,14 \text{ km} \times \frac{1}{3} \Rightarrow V = 2,35 \text{ km}^3$.

Ef meðalþykkt hraunsvuntanna er 20 m fæst rúmtakið $3,6 \text{ km}^3$.

Heildarrúmmálið er því: $2,35 + 3,6 = \sim 6 \text{ km}^3$.

Aldurinn er 7800 ár skv. veggspjaldi frá Sinton og Karli Grönvold (2001) og virðist sá aldur byggður á gjóskulögum.



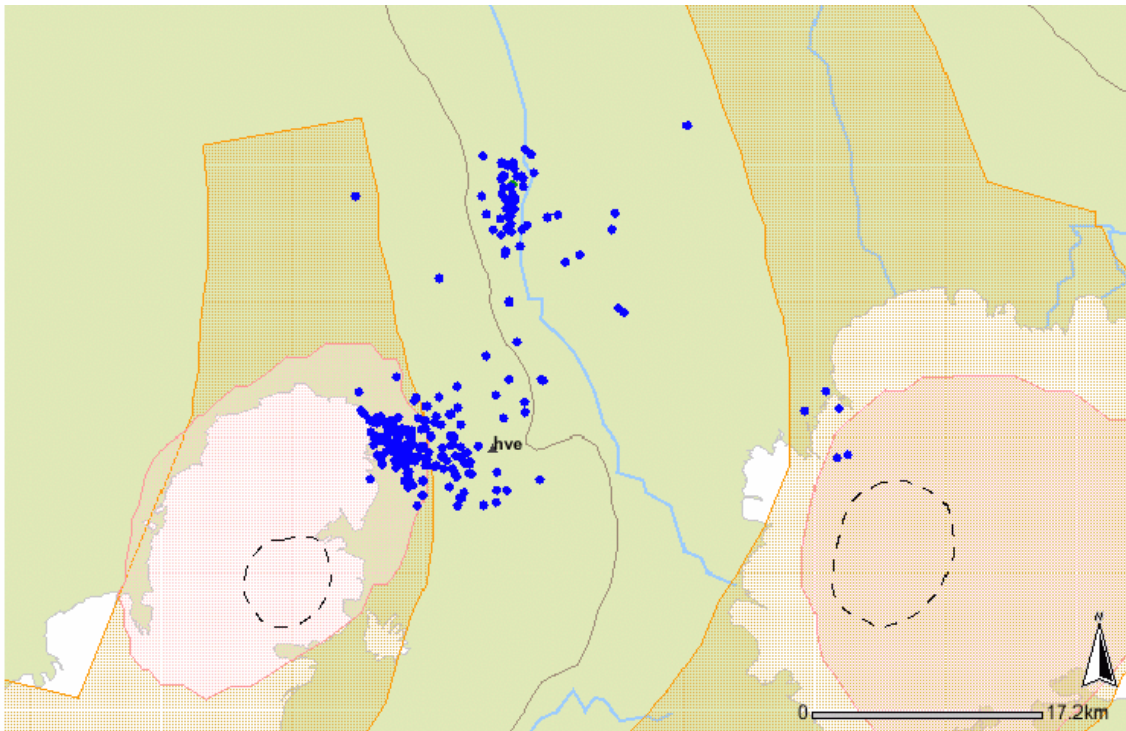
Mynd 4. Nútímahraun hjá Fögruhlíð sunnan við Jökulkrók. Gosstöðvarnar eru undir Langjökli.

2.5 Nafnlaus hraun við Langjökul

Tvö nútímahraun koma undan brún Langjökuls vestur af Hundadölum. Hið syðra þeirra virðist koma undan jöklinum vestur af Rauðkollu en þar glittir í það undir ungri jökulurðarkápu syðst í Hundadölum. Þar hefur það fallið í fossi fram af háum klettastalli sem þvergirðir dalinn og niður í Jökulkrók og síðan runnið niður með farvegi Fúlukvíslar

vestan við Fögruhlíð og stöðvast sunnan hennar. Sýnilegt flatarmál hraunsins er um 1 km². Gígarnir eru undir jöklinum. Hraunið er fremur ellilegt að sjá og syðstu totur þess huldur jarðvegi.

Nyrðra hraunið kemur undan jökulurðunum vestur af Oddnýjarhnjúk og hefur runnið þvert yfir Hundadalina og stöðvast við Þjófadalafljóll þar sem efstu lænur Fúlukvíslar renna milli hrauns og hlíða. Hraunjaðarinn þar er um 20 m hár en lægri annars staðar. Sýnilegt flatarmál hraunsins er um 1 km². Eldstöðvarinnar eru undir jökli. Hraunið er unglegt, lítið fok á því og vindsvörfun lítil en gráir mosaflákar sjást hér og hvar.



Mynd 5. Skjálftavirkni í grennd við Hveravelli 1995–2004. Myndin er fengin af vefsíðu Veðurstofu Íslands.

3 HÖGGUN

Höggunarsprungur eða misgengisstallar eru ekki áberandi í nágrenni Hveravalla. Á norðanverðum Kili austan Kjalhrauns má þó greina tvöfalt sprungu- og misgengjakerfi. Annars vegar eru nokkuð greinilegar brotalínur og misgengi með stefnu til norðausturs en hins vegar eru daufari brotalínur með stefnu til norðnorðvesturs. Einnig virðist örla á þessari stefnu í Beljandatungum norðan Hveravalla. Í Kjalhrauni, sem talið er um 7800 ára, verður mjög lítið vart við höggunarsprungur. Á loftmyndum má þó greina daufar línur í hrauninu sunnan Hveravalla með stefnu NNW. Ekki verður séð að hiti eða gufur tengist þeim. Þessi stefna kemur einnig fram í móbergshryggjunum Rjúpnafell-Dúfunefsfell og Búrfjöllum og á fleiri hryggjum á Auðkúluheiði.

Á hinum meinta öskjurima Þjófadalaeldstöðvar verður hvorki vart við misgengisstalla né sprungur, hins vegar virðist hann einkennast af sveiglaga móbergshryggjum. Sprungurein sem gengur í gegn um eldstöðina hefur norðlæga eða norðnorðvestlæga

stefnu. Á henni eru t.d. móbergshryggurinn Krákur á Sandi og gossprungur Kráks-
hrauns.

Mikil skjálftavirkni er á Hveravöllum og þar í grennd. Mynd 3 er fengin af vefsíðu
Veðurstofu Íslands og sýnir skjálftavirkni í nágrenni við Hveravelli frá 1995 til mars
2004. Þeir hópa sig einkum á tvö svæði, þ.e. í Þjófadalaflöllum og við Blöndu
norðvestur af Sandkúlufelli. Skjálftavirknin í Þjófadalaflöllum hefur orðið í nokkrum
smáhrinum, þeirri stærstu líklega í sambandi við Suðurlandsskjálftana sumarið 2000.
Norðvestur af Sandkúlufelli varð hins vegar allmikil skjálftahrina í mars 2004 og virtust
skjálftarnir raða sér á línu með stefnu N-S. Skjálftarnir þá voru flestir grunnir, aðallega á
dýptarbilinu 1–4 km.

Á lista Veðurstofunnar um skjálfta sem stærri eru en 4 stig á Richter frá 1706–1990 er
aðeins einn skjálfti á Kili, en hann varð 27.7.1985. Skjálftamiðjan er talin hafa verið 7
km SSA af Hveravöllum, þ.e. nálægt Strýtum í Kjalhrauni, en stærð skjálftans var 4,1.

Að öllu samanlögðu virðast Hveravellir ekki vera á sprungukerfi sem tengist Þjófadala-
eldstöðinni. Hins vegar virðist Kjalhraunsdyngjan vera á sama sprungukerfi og þeir.

4 VATNAFAR



*Mynd 6. Beljandi er dæmigerð lindá með tiltölulega jöfnu rennsli þannig að gróður vex
alveg niður að vatnsborði á bökkum hans.*

4.1 Kaldar lindir og lindár

Hveravellir eru á vatnasviði Seyðisár en hún er flokkuð sem hrein lindá hjá Sigurjóni
Rist (1990) með 330 km² vatnasvið. Í raun hefur hún þó allmikinn dragárþátt. Vatna-
mælingar Orkustofnunar reka vatnshæðarmæli í ánni (vhm 250) en lítið hefur verið

unnið úr honum til þessa. Þó eru til nokkrar rennslismælingar í Seyðisá og þverlækjum hennar. Freysteinn Sigurðsson (1990) telur meðalrennslíð vera um $6 \text{ m}^3/\text{s}$. Rennslí árinna sveiflast þannig að lágrennslíð seinnipart vetrar er um $4 \text{ m}^3/\text{s}$ en sumarrennslíð um $8 \text{ m}^3/\text{s}$. Skammt ofan við brúna á Kjalvegi greinist Seyðisá í þrennt, nyrsta kvíslin heldur Seyðisárnafninu, Beljandi er í miðið og Þegjandi syðst.

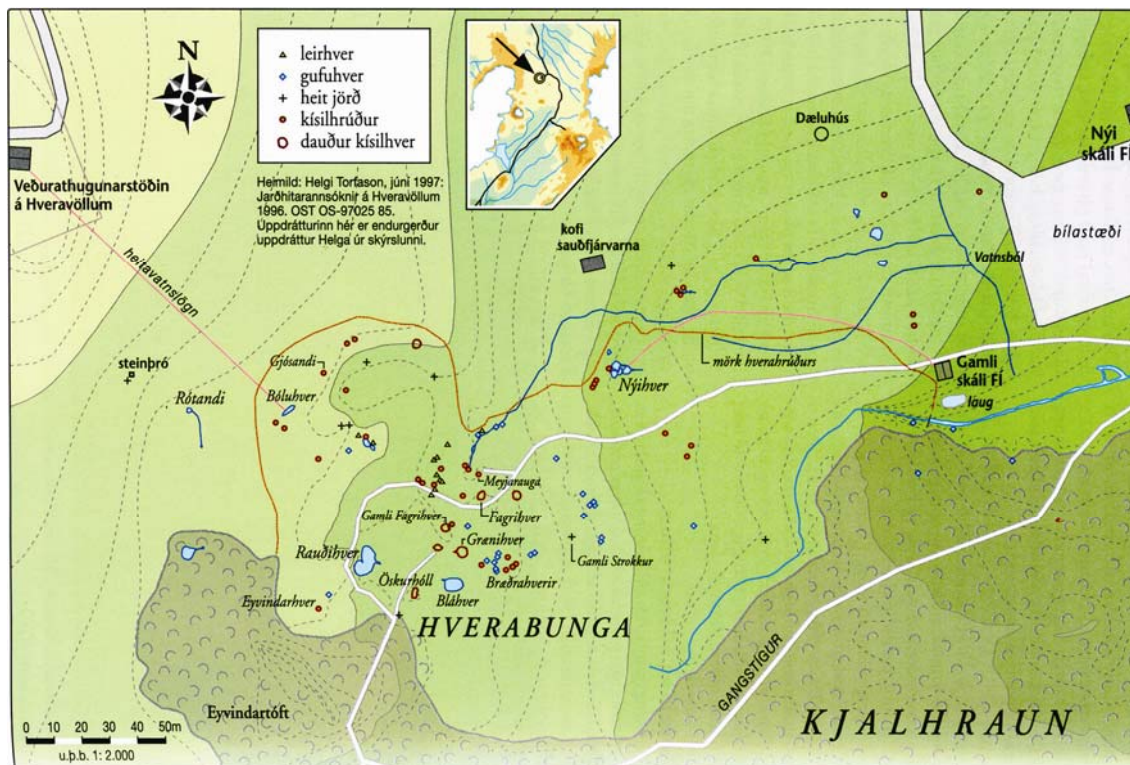
Um tveimur kílómetrum ofan ármótanna greinist Seyðisárkvíslin upp í tvær álíka vatnsmiklar álmur. Sú nyrðri er aðalkvísl árinna og kemur úr Efri- og Neðri-Seyðisárdrögum. Þar eru lindir sem ekki voru skoðaðar en farvegurinn ber þó með sér að allnokkur dragárþáttur sé í henni. Syðri álman sýnist vera lindakvísl og kemur af Djöflasandi. Við kvíslamót virtust þær ámóta stórar í ágúst 2004, eða um $2 \text{ m}^3/\text{s}$ hvor.

Mikið lindasvæði er í Beljandatungum þar sem lækurinn Beljandi kemur upp á þröngum bletti í um 640 m hæð. Lindasvæðið er um 750 m á hverja hlið ($0,6 \text{ km}^2$). Þar koma að jafnaði upp 2–3 m^3/s . Vatnshiti mældist á bilinu 2,9–3,7°C. Líklegast er að sprungur í berggrunni veiti grunnvatninu til yfirborðsins. Þarna verður einnig vart við jarðhita eins og rakið er hér á eftir.

Þegjandi er draglækur að stofni til en lindir eru þó við hann hér og þar. Neðstu lindirnar koma úr móbergi norðan við Dúfunefsfell. Rennslíð er um 100 l/s samtals og vatnshiti 3,7–4,5°C. Ofar koma lindir undan nyrstu totum Kjalhrauns. Þær köllum við Þegjandalindir. Rennslíð frá þeim var um 50 l/s og vatnshitinn 2,2–2,3°C. Þetta eru einu umtalsverðu lindirnar sem koma undan norðurjaðri Kjalhrauns og einu stöðugu hraunalindir Þegjanda. Ljóst er því að vatnaskil grunnvatnsins liggja skammt suður af hraunjaðrinum. Vatn Þegjandalinda er að uppruna til úrkoma sem fallið hefur á nyrstu og vestustu skækla Kjalhrauns og á móbergshlíðarnar þar um kring. Það er því mjög staðbundið og ætti að gefa góða mynd af efnainnihaldi og samsætuhlutfalli úrkomunnar. Megnið af úrkomunni sem fellur á Kjalhraun kemur upp í miklum lindum undan hraunjaðrinum í suðri og austri á vatnasviði Hvítár og þar eiga lindarnar Svartá og Tjarná upptök sín.



Mynd 7. *Upptakasvæði Þegjanda í Tjarnardölum. Oddnýjarhjúk ber við himin.*



Mynd 8. Hveravellir (Arnór Karlsson, 2001, eftir korti Helga Torfasonar, 1997).

5 HÁHITASVÆÐIÐ

Hveravellir eru eitt minnsta háhitasvæði landsins samkvæmt rannsóknum Orkustofnunar og skráum um orkulindir. Það er einungis talið um 1 km² að flatarmáli og er þá miðað við útbreiðslu sjóðandi hvera og ummyndunar (Valgarður Stefánsson o.fl., 1982; Guðmundur Pálmason o.fl., 1985; Iðnaðarráðuneytið, 1994; Guðmundur Pálmason, 2005). Þetta mun þó vanmat eins og rætt verður um síðar.

Hveravellir eru í um 600 m hæð við Kjalveg og tilheyra Svínavatnshreppi í Austur-Húnavatnssýslu. Svæðið er jafnlent og aðgengilegt til skoðunar. Það var friðlýst sem náttúruvætti 1960. Staðurinn hefur verið þekktur áningarstaður á Kjalvegi síðan á landnámsöld og er nefndur í fornsögum, annálum og þjóðsögum en er þar oft kallaður Hvinverjadalur. Ferðamenn allra tíma, gangnamenn, útilegumenn og auðnuleysingjar, veðurathugunarmenn og jarðfræðingar hafa haft þar aðsetur. Sæluhús hafa verið þar í hrauninu frá ómunatíð. Elsta húsið sem þar er nú var reist á kostnað vegamálastjóra árið 1922 og Ferðafélag Íslands reisti sér þar hús 1938. Um árabíl (1963–2003) rak Veðurstofan athugunarstöð þar. Umferð hefur farið stigvaxandi og er nú í raun meiri en svæðið ber.

Aðalhverasvæðið er í norðurjaðri Kjalhrauns þannig að syðstu gufur eru inni á hrauninu en aðalhverirnir eru utan hrauns. Þeir eru allfjölbreyttir að gerð, gufuhverir, leirhverir, suðuhverir, vatnshverir, laugar og volgrur. Svæðið er þekkt fyrir goshveri en þeir sem eru virkir í dag gjósa einungis óreglulegum smágosum. Útfellingar eru áberandi, hverahrúður og kísilbungur og segja má að þær einkenni svæðið. Á Breiðamel (eða Breiðmel) norður af völlum eru gufuhverir þar sem menn hafa útbúið bakstursholur og seytt rúgbrauð og þar norður af eru ummyndunarskellur, hveraleir, laugar og volgrur. Um þremur kílómetrum norðar, við Þegjanda, er nyrsti suðuhverinn en síðan verður vart við

volgrur áfram til norðurs um Beljandatungur og allt að Kúlukvísl. Þannig er heildarsvæðið um 14 km að lengd. Breiddin er hins vegar víðast á bilinu 1–2 km en flatarmálið 20 km². Háhitasvæðið er mun minna. Ef miðað er við yfirborðsmerki, þ.e. suðuhveri og ummyndun, mælist það 5 km að lengd en vart nema 0,5 km á breidd. Flatarmálið yrði því um 2,5 km².

Líklegt verður þó að telja að svæðið teygi sig mun lengra í suður en séð verður því Kjalhraun þekur það. Gígarnir við Strýtur er í beinu framhaldi af svæðinu til suðurs. Arnór Karlsson (2001) getur þess í lýsingu sinni af Strýtum að í nyrðri gígnum megi á tveimur stöðum sjá af lit hraunsins að þar hafi áður verið jarðhiti. Hugsanlega mætti finna vott um jarðhita undir hrauninu í grunnvatnsafrennsli frá því t.d. í einhverri af lindum Svartár. Höggun á svæðinu bendir til nánari tengsla háhitasvæðisins við dyngjuna en við Þjófadalaeldstöðina. Tengsl háhitasvæða við dyngjur eru ekki óþekkt. Fremrinámar í Suður-Þingeyjarsýslu eru t.d. í gíg Ketildyngju.

5.1 Hveravellir

Hverasvæðinu á Hveravöllum verður ekki lýst hér að ráði enda eru til ágætar lýsingar á því og nægir að vísa til Helga Torfasonar (1997) í því efni. Í skýrslu sinni lýsir Helgi hverasvæðinu ítarlega og hefur dregið upp kort í kvarða 1:500 sem sýnir hver, gufuaugu og annað þess háttar í smáatriðum. Einnig er þar ágætt yfirlit um fyrri rannsóknir á svæðinu.

Í ágúst 2004 var hitamælt í hverum og augum á hverasvæðinu og stuðst þar við kort Helga. Niðurstöður eru sýndar í töflum í viðauka 1 og til samanburðar er þar einnig sýndur sá hiti sem Helgi mældi sumarið 1996. Nokkrar breytingar koma fram í mældum hita frá einum hver eða auga til annars, en þegar á heildina er litið eru breytingar ekki miklar.

Stefán Arnórsson tók sýni til efnagreininga á Hveravöllum á sjöunda áratug síðustu aldar og birti niðurstöður greininganna í doktorsritgerð sinni 1969. Eitt af þeim sýnum sem hann tók var sýni W334, úr vatnshver í hrauninu um 600 m sunnan við aðal hverasvæðið. Hver þessi er nú horfinn og var ekki virkur 1996 þegar Helgi Torfason skoðaði Hveravelli. Þar er nú allstór flekkur af hverahrúðri.

5.2 Hitastaðir norðan Hveravalla

Hér á eftir verður hitastöðum norðan Hveravalla lýst eins og þeir komu fyrir sjónir í júlí og ágúst 2004. Hitamælingar voru gerðar með hitastaf en rennsli var einungis áætlað en ekki mælt. Orðanotkunin er þannig að lindir með hita 10–25°C eru nefndar volgrur, 25–75°C eru laugar en í hverum er hitinn er meiri en 75°C. Þetta er í samræmi við flokkunina á Jarðhitakorti Kristjáns Sæmundssonar og Hauks Jóhannessonar 2004.

Tjarnadalalaugar

Í eyrum við austurbakka Þegjanda skammt upp af ármótunum við Hvannavallakvísl eru tveir hitablettir. Á efri staðnum er lítill pollur á sendinni smámalareyri. Hæsti hiti mældist með hitastaf á 50 cm dýpi 28,6°C. Sjáanlegt frárennsli er mjög lítið. Nokkrum tugum metra neðar eru jarðhitaummerki meðfram ströndinni á um 40 m löngum kafla. Þar sjást slý og hvítar útfellingar. Mesti hitinn er fyrir miðju svæðinu, 53,7°C á um 50 cm dýpi. Frárennsli verður ekki metið enda er staðurinn í læknum. Nafnið Tjarnadalalaugar sem hér er notað er nýnefni. Helgi Torfason (1997) fékk ögn lægri hita á þessum stað eða 50,6°C en ljóst er að vatnsmagn í Þegjanda hefur áhrif á hitann í laugunum. Um 400 m

suðaustan við þennan stað, skammt frá hesthúsunum undir Breiðamel, ber hveraleir vott um kulnaðan jarðhita.

Þegjandalaugar

Laug og volgrur eru við vesturbakka Þegjanda um 3,5 km norður af Hveravöllum. Þeim hefur ekki verið lýst fyrr og eru ekki á jarðhitakorti Helga Torfasonar (2003). Þegjandalaugar er því nýnefni. Þarna virðist vera misgengi í berggrunninum með stefnu til NNA því á vesturbakkanum er dyngjubasalt en á austurbakkanum er súrt eða ísúrt berg.

Efsti staðurinn er heitastur. Þar kemur vatnið upp úr stórgrýttri eyri, á steinum eru hvítar útfellingar og rauðbrúnt slý flýtur á heita vatninu. Hitinn er 51,5°C. Þetta er smápollur á eyrinni og vatnið sem seytlar frá honum hverfur fljótt í grjótið. Hvítar kísilskánir fljóta í vatnsskorpunni yfir heitasta stað. Þegjandalaug mætti staðurinn heita.

Innar á eyrinni er stærri pollur. Hæsti hiti þar er 20,0°C. Ekkert frárennsli er sjáanlegt en volgt vatn gæti seytilað um eyrina neðanjarðar.

Upp við grasbakkann hjá eyrinni er allstór pollur, 20 x 4 m. Hitinn þar er 21,0°C. Frá pollinum gengur farvegur til norðurs meðfram grasbakkanum. Þar mælist hiti í smápollum á bilinu 15–20°C, kólnandi til norðurs. Ekkert rennsli var í farveginum en við herra grunnvatnsborð en var sumarið 2004 rennur vatn eftir honum til Þegjanda.

Um 100 m norðar með læknum er volgra. Þar sjást hvítar skánir og rauðbrúnt slý við smávætlum sem kemur úr leirbakka. Hiti 23,5°C.



Mynd 9. *Einbúi, nyrsti suðuhver Hveravallasvæðisins*

Einbúi

Nyrsti suðuhver Hveravallasvæðisins hefur ekkert nafn en verður nefndur Einbúi í skýrslu þessari. Hann er í lækjarfarvegi sem gengur til vesturs frá Þegjanda, fjóra kílómetra norður af Hveravöllum skammt frá gömlu reiðleiðinni. Smávætlur eru í farveginum við lækjarmótin en ofar er hann þurr nema í vætutíð og leysingum. Hverinn er í

miðjum farveginum og rýkur talsvert úr honum. Þar sýður vatn á 3-4 m langri sprungu með stefnuna N342°. Rennslið frá hvernunum er 0,1–0,2 l/s en vatnið hverfur fljótt í mölina. Rekja má hvítar og gulleitar útfellingar frá þessari vætlu um 60 m niður fyrir hverinn. Hverahrúðrið virðist þunnt og hefur ekki byggt upp neinn hól. Lítill hrúðurhóll, 3 m í þvermál, er hins vegar sunnan við sprunguna. Þar er ekkert vatn eða gufa en hiti á yfirborði og spark eftir sauðfé sem þykir notalegt að liggja á volgri jörðinni. Sunnan við hólinn er smáraki og gufa og suður við farvegsbakkann er volg hrúðurhella. Við norðurbakka farvegarins í beina sprungustefnu frá hvernunum eru gamlar hrúðurhellur og þar hjá sér í helluhraun með fallegum hraunreipum eins og á nútímahrauni væri. Ummerki benda til þess að hér hafi lengi verið hveravirkni. Svæðið gæti hafa verið stærra fyrrum en líklegra er að hverinn hafi fært sig til í farveginum og hugsanlega verið misöflugur frá einum tíma til annars og breytilegur eftir grunnvatnsstöðu. Helgi Torfason (1997) telur þó að þessi hver sé tiltölulega nýmyndaður og Arnór Karlsson (2001) tekur þá skoðun upp, líklega eftir Helga.

Þorvaldur Thoroddsen rakst á hver á þessum slóðum er hann fór um Kjöl í ágúst 1888. Hann segir í Ferðabók II, s. 219:

„Í Beljanditungum, beint á móti Sandfelli, fann ég dálitinn hver. Þar rýkur mikið og vatnið spýttist upp um þrjú göt, sem liggja í röð til suðausturs. Hraunhellur koma þar upp úr mölinni á bletti, og líklega er víðar hraun undir sandinum. Þetta eru ef til vill sandorpnar kvíslar af Kjalhrauni“.

Helgi Torfason telur að þessi staður sé norðar í Beljanditungum en Einbúi er en nefnir ekki á hverju hann byggir þá skoðun. Arnór Karlsson getur sér þess til að hverinn sem Þorvaldur lýsir hafi verið á mel skammt vestan Seyðisár milli Neðri-Seyðisárdraga og Beljandatungna, þar sé kísill sem kunni að vera minjar um þennan hver. Staðsetning Einbúa við gömlu reiðleiðina og lýsing Þorvaldar á aðstæðum við hverinn benda þó eindregið til að hér sé um sama hver að ræða. Athugasemd hans um hraun undir sandinum kemur vel heim við aðstæður hjá Einbúa en þar er þó ekki um Kjalhraun að ræða heldur unglegt ísaldarhraun sem flætt hefur úr Hundadölum.

Volgra á vesturbakka Þegjanda

Á vesturbakka Þegjanda um 1 km suður af Seyðisárbrú er volgra sem kemur upp úr ármöl, 12,4°C, rennsli um 4 l/s. Hún hefur ekki komist á kort fyrr.

Volgrur við Beljanda

Upp með Beljanda að sunnan eru volgrur á nokkrum stöðum. Freysteinn Sigurðsson sýnir jarðhita á þeim slóðum í grein sinni um grunnvatn frá jökulsvæðum á Íslandi (1990) en nefnir einungis að hiti sé >10°C. Helgi Torfason (1997, 2003) tekur þær upplýsingar upp á kort sín.

Tveir fallegir malarásar hlykkjast um mýrarnar sunnan við ána og í gegn um þá hefur hún skorið sig. Neðsti jarðhitastaður er rétt innan við vestari ásin. Þar er pollur á árbakkanum sem loftbólur sjást stíga úr. Mesti hiti í honum er 15,7°C en frárennslið er 3-4 l/s. Þar var vatnshitinn 14,7°C í ágúst 2004.

Þarna rétt hjá fellur lækur úr mýrinni til árinna, 20–25 l/s. Vatnshitinn í lækjarósnum var 16°C þegar hann var skoðaður í ágúst 2004 og þar var mergð af smásilungi. Aðalupptök lækjarins eru í mýrinni hátt í kílómetra suðvestar. Vatnshitinn hækkar hægt og stígandi upp í 18,7°C rétt neðan efstu linda. Þar er lækurinn um 15 l/s. Smávætlur eru víða í vinstri bakka lækjarins sem hækka í hita líkt og lækjarvatnið eftir því sem ofar dregur. Um 50 m neðan efstu upptaka er eina umtalsverða lindin, 2–3 l/s, 18,7°C.

Hámarkshiti í efstu upptökum er 20,4°C. Þau eru á mörkum gróðurs og örfoka lands. Fiskur er í læknum allt upp undir efstu lindir en þær nefnum við Beljandavolgrur.

Í bakka Beljanda beint norður af þessum stað seytla vatn úr nokkrum augum í sprungnum sandsteini. Vatnsmagnið er 3–4 l/s en vatnshiti er 11,7–12,4°C.

Rétt neðar mynda volgrur lítinn læk, hitinn er 12,6–13,6°C. Þar sem lækurinn rennur í Beljanda er hann um 8 l/s.

Jarðhitinn þarna virðist standa í sambandi við sprungu með norðlægri stefnu sem greina má á loftmyndum.

Seyðisárvolgra

Við Kjalveg skammt norðan við Seyðisárbrú er lind í lækjarbakka. Vatnið flæðir úr sprungu í setbergsklöpp. Hitastigið er allbreytilegt 3,4–8,7°C, lægst efst og nyrst en hæst neðst og syðst. Vatnsmagnið er 5–6 l/s. Nokkrum tugum metra sunnar er volgra sem kemur upp í ólivínbasalti. Hitinn er 16,0–19,1°C en vatnsmagnið 1–2 l/s. Staðurinn hefur hvorki komist á skrá né kort fyrr en fær hér nafnið Seyðisárvolgra.

Volgrur við Kúlukvísl

Kúlukvísl er lindá og kemur að mestu upp suðaustanundir Sandkúlufelli. Vatnsmagnið var um 600 l/s í ágúst 2004 og virðist afar stöðugt. Helgi Torfason (1997) hefur það eftir Jóni Jónssyni að jarðhiti sé einhvers staðar í grennd við kvíslina en sýnir hann þó ekki á jarðhitakorti sínu frá 2003.

Við kvíslina neðan Kjalvegar er fallega hlaðinn torfkofi. Þar er stallur í landslaginu sem virðist vera misgengi með stefnu N340° og fall að austan. Smáskjálftar eru tíðir á þessum slóðum. Við kofann kemur upp lind um sprungu í stórum polli með stefnu N313°. Mikið bólustreymi er úr sprungunni. Lindarhitinn er 7,5°C. Frárennslið úr pollinum er um 10 l/s. Þar er hitinn 7,7°C svo lindin er greinilega hlýrri úti í pollinum þar sem ekki náðist til með hitamelistafnum. Kúlukvísl rennur þarna hjá og handan hennar, gegnt pollinum, eru lindir og volgra. Vatnið kemur úr malarbakka á um 20 m langri línu. Vatnshiti er 7,7–10,3°C, heitast austast. Rennslið er 2–3 l/s.

Í móamýri um 1 km suðaustur af torfkofanum er volgra sem hér með fær nafnið Kúlukvísl. Mikið er af kindasporum og sparki kring um hana sem sýna að hún er vinsælt vatnsból. Vatnshitinn er 13,7°C og rennsli tæpur 1 l/s. Hitinn í frárennslinu hækkar í 14,2°C án sýnilegs innrennslis. Eitthvað um 50–100 m austar er misgengi með stefnu N340° og 1–1,5 m fall að austan.

Engum sögum fer af jarðhita norðar en þó er ekki ólíklegt að hans yrði vart ef leitað væri. Virk jarðskjálftasprungu virðist vera við Blöndu norðaustur af Sandkúlufelli sem teygir sig til norðurs frá volgrunum og allt að Helgufelli.

6 KULNAÐ HVERASVÆÐI VIÐ ODDNÝJARHNJÚK

Í Þjófadalafjöllum er kulnað hverasvæði sem stundum hefur verið kennt við Oddnýjarhnjúk. Haukur Jóhannesson fann staðinn einhvern tíma upp úr 1982 og sýnir hann á jarðhitakorti ÍSOR (Kristján Sæmundsson og Haukur Jóhannesson, 2004). Arnór Karlsson nefnir staðinn í Árbók Ferðafélagsins 2001 en að öðru leyti hefur því hvergi verið lýst. Svæðið var skoðað sumarið 2004. Aðalsvæðið er miðja vegu milli Oddnýjarhnjúks og Rauðkolls. Það er um 0,5 km² að flatarmáli. Þar er uppbrotið hverahrúður og hveraleir alláberandi í ummynduðu líparítmóbergi. Hvergi varð vart við hita, hvorki í jarðvegi né í vætlum á svæðinu sem raunar eru fáar og afar smáar. Nær Oddnýjarhnjúki eru ljósir ummyndunarblettir í móbergi með bollum sem líkjast hverabollum en þar er hvorki leir né hrúður svo óvíst er hvort um hitaminjar sé að ræða.

7 SÖFNUN SÝNA OG EFNAGREININGAR

Í eindæma veðurbliðu í ágústmánuði 2004 var sýnum af gufu og vatni safnað á jarðhitasvæðinu á Hveravöllum. Alls var safnað 14 sýnum, fimm af gufu úr gufuaugum og hverum, níu úr vatnshverum, eitt sýni var tekið úr volgru og eitt úr kaldri lind. Í töflu 1 er að finna skrá um sýnin sem sýnir **staðarnúmer** (fastnúmer staðar í gagnagrunni ÍSOR), **staðarnafn** og „**gælunafn**“ (sjá yfirlit um sýnatökustaði á mynd 10), **tegund staðar** (greinir frá því um hvers konar stað sé að ræða), **hita** mældan við sýnatöku, **sýni númer** (skráningarnúmer sýnis í gagnagrunni efnagreininga á ÍSOR) og loks **dags**. sem segir hvenær sýnið var tekið. Sýnatökustöðum er lýst nánar í kafla 9.

Tafla 1. Yfirlit um sýnatökustaði á Hveravöllum, ágúst 2004.

Staðar númer	Staðarnafn	"Gælunafn"	Tegund	Hiti °C	Sýni númer	Dags.
H-10955	Brennir	HV-01	Gufuauga	98,0	20040313	23.08.2004
H-10895	Öskurhóll	HV-02	Gufuhver	98,4	20040314	23.08.2004
H-10980	Eimur	HV-03	Gufa	93,0	20040315	23.08.2004
H-10906	Bræðrauga	HV-04	Hver	97,0	20040316	23.08.2004
H-10874	Nýihver	HV-05	Hver	96,4	20040317	24.08.2004
H-10841	Fagrihver	HV-06	Hver	93,5	20040318	24.08.2004
H-10889	Eyvindarhver	HV-07	Hver	97,6	20040319	24.08.2004
H-10899	Grænihver	HV-08	Hver	96,5	20040320	24.08.2004
H-10902	Bræðrahver	HV-09	Hver	99,1	20040321	24.08.2004
H-10886	Rótandi	HV-10	Hver	97,3	20040322	24.08.2004
K-746	Þegjandi	HV-11	Köld lind	1,8	20040323	25.08.2004
H-10177	Einbúi	HV-12	Hver	98,0	20040324	25.08.2004
		HV-13			20040325	
H-10958	Beljandavolgra	HV-14	Volg lind	20,3	20040326	26.08.2004

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). Litlar breytingar hafa orðið á sýnatöku vatnssýna, en aðferðir við töku sýna af gufu hafa þróast nokkuð. Gufusýnum eru safnað í lofttæmdar flöskur með lögg af lútarlausn. Lúturinn bindur síru gösin (CO₂ og H₂S) og er styrkur þeirra mældur með hefðbundinni baktítrun. Ósíru gösin (H₂, CH₄, N₂ og Ar) eru torleyst í lútnum og mynda gasbólur sem flýtur ofan á honum og er styrkur þeirra mældur í sérútbúnum gasgreini. Í flestum gufusýnum var auk nefndra gastegunda greindur styrkur bórs, klóríðs, sulfats og kvika-silfurs. 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. Tvö gufusýni, annað úr hraungjótu sem nefnd er Eimur (H-10980) og hitt úr Einbúa (H-10177), reyndust vera menguð af andrúmslofti og gasgreining þeirra því marklítill.

8 STAÐARÁKVÖRÐUN SÝNATÖKUSTAÐA

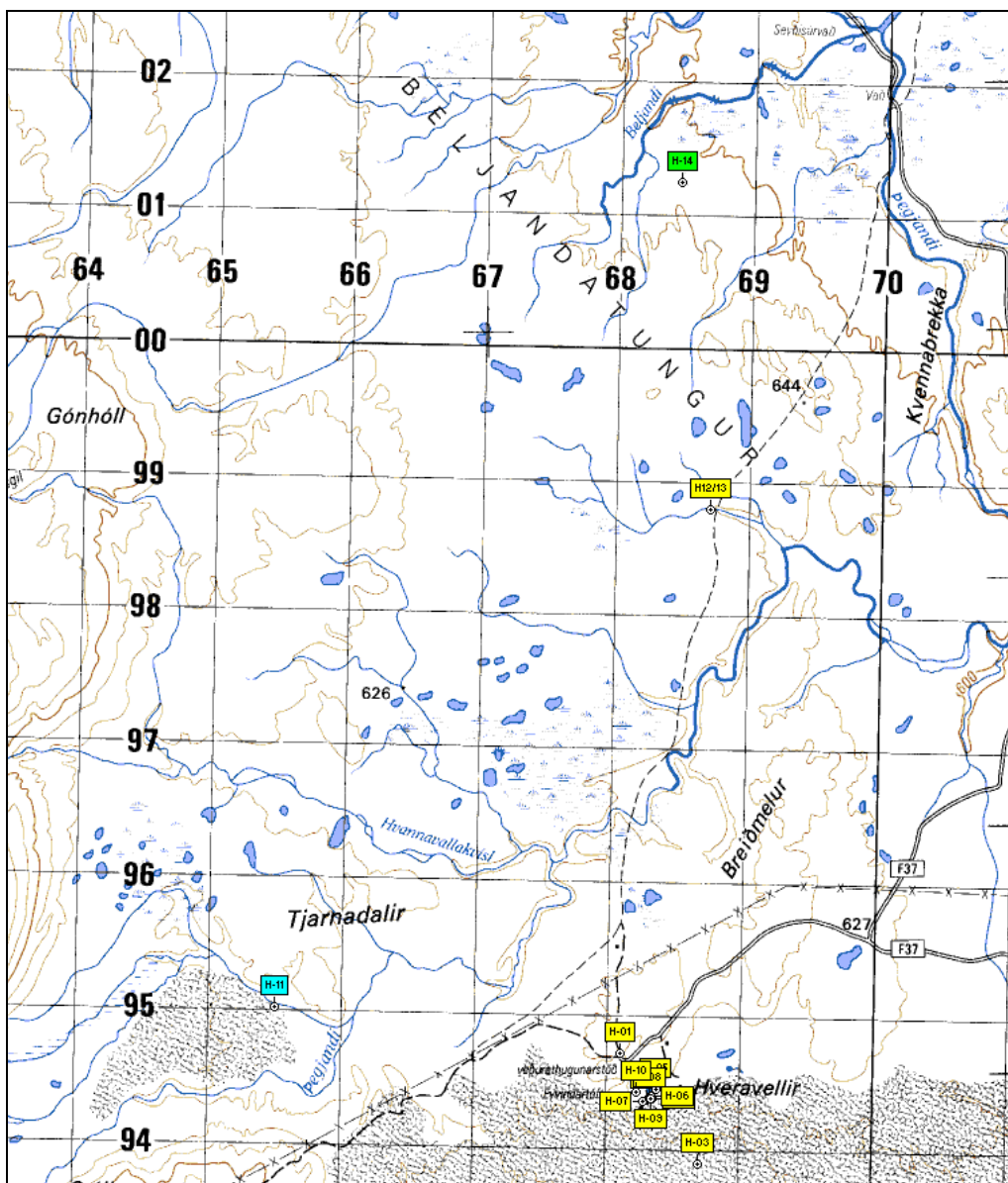
Hnattstaða allra staða var ákvörðuð með GPS tækjum. Í fyrsta lagi með Garmin 12 XL tæki þar sem tekin var ein stök mæling á hverjum stað og hins vegar með Geoexplorer II og skráðir u.þ.b. 150 punktar á hverjum stað og staðsetning leiðrétt eftir. Þannig fæst staðarákvörðun sem talin er vera með nákvæmni upp á a.m.k. ±5 m. Með Geoexplorer II var einnig skráð hæð yfir sporvölu, og hæð yfir sjó fundin með forriti Gunnars Þorbergssonar, *ell2ele* (óvissa hæðarákvarðana er talin vera tvöföld á við óvissu í lengd og breidd). Staðarmælingar voru allar gerðar í hnatthnitum með WGS-84 viðmiðun og eru niðurstöður sýndar í töflu 2. Hnit sýnis úr Þegjanda var eingöngu skráð með Garmin 12 XL tæki.

Tafla 2. Hnit sýnatökustaða á Hveravöllum í ágúst 2004.

Staðar númer	Staðarnafn	HeTo staður	Garmin 12 XL		N - S	Geoexplorer II A - V	Hæð	Fjöldi
			N - S	A - V				
H-10955	Brennir	H-213	64°52,088'	19°33,781'	64,868121089°	19,562952203°	636,4	155
H-10895	Öskurhóll	H-208g	64°51,899'	19°33,524'	64,864957453°	19,558730164°	631,2	159
H-10980	Eimur	H-225a	64°51,642'	19°33,054'	64,860710158°	19,550923031°	641,0	106
H-10906	Bræðraauga	H-209i	64°51,906'	19°33,479'	64,865042336°	19,558095589°	620,3	377
H-10874	Nýihver	H-205a	64°51,944'	19°33,435'	64,865735411°	19,557265847°	630,6	158
H-10841	Fagrihver	H-203i	64°51,915'	19°33,491'	64,86528975°	19,558291161°	622,4	156
H-10889	Eyvindarhver	H-208a	64°51,895'	19°33,566'	64,864898881°	19,559475508°	622,8	151
H-10899	Grænihver	H-209b	64°51,907'	19°33,502'	64,865110236°	19,558336722°	634,8	50
H-10902	Bræðrahver	H-209e	64°51,906'	19°33,494'	64,865077408°	19,558204511°	629,9	156
H-10886	Rótandi	H-206a	64°51,934'	19°33,627'	64,865552719°	19,560435219°	632,7	50
K-746	Þegjandi		64°52,282'	19°37,068'	64,87135°	19,61780°	638	1
H-10177	Einbúi	H-215	64°54,276'	19°32,898'	64,904596419°	19,548303008°	621,9	158
H-10958	Beljandavolgra	H-216	64°55,597'	19°33,152'	64,926614744°	19,552468272°	598,3	156

9 LÝSING SÝNATÖKUSTAÐA

Í ágúst mánuði 2004 voru tekin 12 sýni úr gufuaugum og hverum, eitt sýni úr volgri lind og annað úr kaldri lind á Hveravöllum og í nágrenni þeirra. Til bráðabirgða voru sýnatökustöðum gefin númer frá H-01 til H-14. Sýnatökustaðir eru sýndir á mynd 10, gufuaugu og hverir með gulu merki, volgra í Beljandatungum með grænu og ein af upptakalindum Þegjanda er merkt með bláa merki. Nánari staðsetning er sýnd á korti sem fylgir í kápuvasa.



Mynd 10. Sýnatökustaðir á Hveravöllum (kortblað 1814 IV).

Hér á eftir fylgir stutt lýsing á sýnatökustöðum og mynd. Jafnframt er skráð númer hvers staðar eins og Helgi Torfason gerði 1996 og lýst er í ítarlegri skýrslu hans um jarðhita á Hveravöllum (Helgi Torfason, 1997). Nöfn á hverum eru flest gömul og notuð með sama hætti og Helgi gerir (mynd 8).

Staðarnúmer: H-10955

Sýni númer: 20040313

Staður: Brennir

Nýleg ummyndun og gufuaugu á Syðri Breiðamel um 100 m norðan við Veðurathugunarstöð. Hitasvæðið er um 35 m (N-S) x 15 m (A-V), þar eru bökuð brauð. Brennisteinn og hverasölt sjást á yfirborði. Hiti 98°C. Staður H-213 hjá Helga Torfasyni, 1997. Nýtt staðarnafn.



Mynd 11. Brennir, sýnatökustaður H-10800.

Staðarnúmer: H-10895

Sýni númer: 20040314

Staður: Öskurhóll

Gufuhver með stöðugu gufugosi og miklum hávaða. Hiti 98,4°C. Staður H-208g hjá Helga Torfasyni, 1997).



Mynd 12. Öskurhóll, sýnatökustaður H-10800.

Staðarnúmer: H-10980

Sýni númer: 20040315

Staður: Eimur

Hraunsprunga u.þ.b. 600 m sunnan við gamla skála FÍ. Hiti 93°C og talsvert gufustreymi og vel sýnilegt. Sýnið reyndist mengað af andrúmslofti. Staður H-225b hjá Helga Torfasyni, 1997. Nýtt staðarnafn.



Mynd 13. *Eimur, sýnatökustaður H-10980.*

Staðarnúmer: H-10906 Sýni númer: 20040316 Staður: Bræðrauga
Hvæsandi gufuauga austan við Bræðrahver. Brennisteinsútfellingar við opið. Lítilsháttar vatnsrennsli er frá auganu (<0,1 l/s). Hiti 97°C. Staður H-209i hjá Helga Torfasyni, 1997.



Mynd 14. *Bræðrauga, sýnatökustaður H-10906.*

Staðarnúmer: H-10874 Sýni númer: 20040317 Staður: Nýihver
Vatnshver, samtengdur þremur öðrum. Þessi er sá vatnsmesti og þar sýður mest. Vatn úr hvernem er tekið í platsrör og notað í sundlaug og skálum. Hiti 96,4°C. Staður H-205a hjá Helga Torfasyni, 1997.



Mynd 15. *Nýihver, sýnatökustaður H-10874.*

Staðarnúmer: H-10841

Sýni númer: 20040318

Staður: Fagrihver

Sporöskjulaga vatnshver um 1,5 m í stefnu N-S og 1 m á breidd. Mjög fallegir kísilpaldrar umhverfis hverinn. Hiti 93,5°C. Staður H-203i hjá Helga Torfasyni, 1997.



Mynd 16. *Fagrihver, sýnatökustaður H-10841.*

Staðarnúmer: H-10889

Sýni númer: 20040319

Staður:

Eyvindarhver

Sjóðandi vatnshver um 0,5 m í þvermál, sem gýs annað slagið. Hiti 97,6°C. Staður H208a hjá Helga Torfasyni, 1997.



Mynd 17. *Eyvindarhver, sýnatökustaður H-10889.*

Staðarnúmer: H-10899 **Sýni númer: 20040320** **Staður: Grænihver**
Vatnshver, sem gýs annað slagið í u.þ.b. 0,5 m. Rennsli áætlað 0,2 l/s um skarð vestan megin í skálinni. Hiti 96,5°C. Staður H-209b hjá Helga Torfasyni, 1997.



Mynd 18. *Grænihver, sýnatökustaður H-10899.*

Staðarnúmer: H-10902 **Sýni númer: 2004032** **Staður:**
Bræðrahver
Vatnshver í fallegri hringlaga skál. Hverinn gýs litlum gosum (10–20 cm) annað slagið. Hiti 99,1°C. Staður H-209e hjá Helga Torfasyni, 1997.



Mynd 19. *Bræðrahver, sýnatökustaður H-10902.*

Staðarnúmer: H-10886

Sýni númer: 20040322

Staður: Rótandi

Hringlaga vatnshver, u.þ.b. 2 m í þvermál í grónu svæði vestarlega á hverasvæðinu. Rennsli ~ 0,1 l/s og hiti 97,3°C. Staður H-206a hjá Helga Torfasyni, 1997.



Mynd 20. *Rótandi, sýnatökustaður H-10886.*

Staðarnúmer: H-10177

Sýni númer: 20040324/5

Staður: Einbúi

Nyrsti suðuhver á Hveravallasvæði, í lækjarfarvegi um 4 km norðan Hveravalla og um 3 km vestur frá Dúfunefsfalli, skammt frá gömlu reiðleiðinni (sjá nánari lýsingu í kafla 5). Hiti 98°C. Staður H-215 hjá Helga Torfasyni, 1997.



Mynd 21. Einbúi, sýnatökustaður H-10177.

Staðarnúmer: H-10958
Beljandavolgra

Sýni númer: 20040326

Staður:

Upp með Beljanda, sunnan megin, um 2 km vestan vegar við brú á Seyðisá. Volgran kemur upp efst í lækjardragi um 0,5 km sunnan Beljandi. Hiti 20,4°C. Staður H-216 hjá Helga Torfasyni, 1997.



Mynd 22. *Beljandavolgra, sýnatökustaður H-10958.*

Staðarnúmer: K-746

Sýni númer: 20040323

Staður: Þegjandi

Ein af efstu lindum Þegjandi í Tjarnardölum um 3 km vestan við Hveravelli. Hiti 1,8°C.



Mynd 23. *Þegjandi, sýnatökustaður K-746.*

10 EFNI Í GUFU

Á fimm stöðum var safnað sýnum af gufu í þeim tilgangi að reikna s.k. gashita í jarðhitakerfinu. Sýnataka af gufu var einnig reynd í aumum gufuaugum sunnan við Gamla Skála FÍ og í leirfluginu suður í hrauninu, en án árangurs. Styrkur gastegunda var mældur í sýnunum fimm og eru niðurstöður sýndar í töflu 3. Í öllum sýnum mældist gasstyrkur lágur og tvö þeirra reyndust menguð af andrúmslofti og því ekki brúklegr.

Tafla 3. Styrkur gass í gufu.

Staður	Staður númer	Sýni númer	CO ₂	H ₂ S	H ₂ (mmól/kg)	CH ₄	N ₂	Ar	Gasstyrkur (mmól/kg)
Brennir	H-10955	20040313	7,95	2,3	0,046	0,006	0,81	0,018	11
Öskurhóll	H-10895	20040314	9,09	0,73	0,058	0,038	2,83	0,045	13
Eimur	H-10980	20040315	42,4		Menguð af andrúmslofti				
Bræðraauga	H-10906	20040316	40,0	6,5	0,226	0,151	4,67	0,094	52
Einbúi	H-10177	20040324	16,9		Menguð af andrúmslofti				

Þrátt fyrir að gufusýnin væru ekki góð var gashiti reiknaður fyrir þau þrjú sem ekki voru menguð af andrúmslofti. Til þess voru notaðir gashitamælar frá Stefáni Arnórssyni o.fl. (1998). Reyndist gashiti sýna úr Brenni (H-10955) og Öskurhóli (H-10895) vera um 200°C en nær 220°C í sýni úr Bræðrauga. Er þetta nokkuð lægri efnahiti en t.d. Stefán Arnórsson (1985) hefur reiknað fyrir Hveravelli. Nánar verður fjallað um hita í jarðhitakerfinu í kafla 11 um efni í vatni hér að aftan.

Styrkur nokkurra efna, auk gastegunda, var mældur í gufusýnum. Þessi efni eru bór (B), klóríð (Cl), sulfat (SO₄), auk kvikasilfurs (Hg) í tveimur sýnum. Að auki voru samsætu- hlutföll vetnis og súrefnis mæld í sýnunum. Niðurstöður eru sýndar í töflu 4.

Greinilegt er að í sýninu úr Öskurhóli gætir áhrifa frá vatni sem frussaðist með gufunni upp úr hólnum. Þetta sést jafnt í styrk þeirra efna sem voru mæld og í samsætu- hlutföllum. Styrkur kvikasilfurs er lágur í sýnunum tveimur úr Brenni og Öskurhóli, u.þ.b. stærðargráðu lægri en t.d. í gufusýnum frá Kerlingarfjöllum (Árni Hjartarson og Magnús Ólafsson, 2005).

Tafla 4. Styrkur ýmissa efna í gufusýnum.

Staður	Staður númer	Sýni númer	B	Cl (mg/kg)	SO ₄	Hg	δD (‰ SMOW)	δ ¹⁸ O
Brennir	H-10955	20040313	< 0,03	0,05	4,36	0,00006	-117	-15,6
Öskurhóll	H-10895	20040314	0,28	39,0	80,3	0,00007	-95	-11,7
Eimur	H-10980	20040315						
Bræðrauga	H-10906	20040316	< 0,03	0,35	2,02	-	-120	-16,0
Einbúi	H-10177	20040324	0,07	6,85	2,71	-	-116	-15,4

11 EFNI Í VATNI

Á Hveravöllum var aðaláhersla lögð á sýnatöku úr hverum í þeim tilgangi að meta, út frá efnasamsetningu vatnsins, hita í jarðhitakerfinu, auk þess að greina ítarlega efnasamsetningu þess. Sýni voru tekin úr sjö „sjóðandi“ hverum, einni volgru í Beljanda-tungum og að auki í Þegjandalind, einni af upptakalindum Þegjanda. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflu 5.

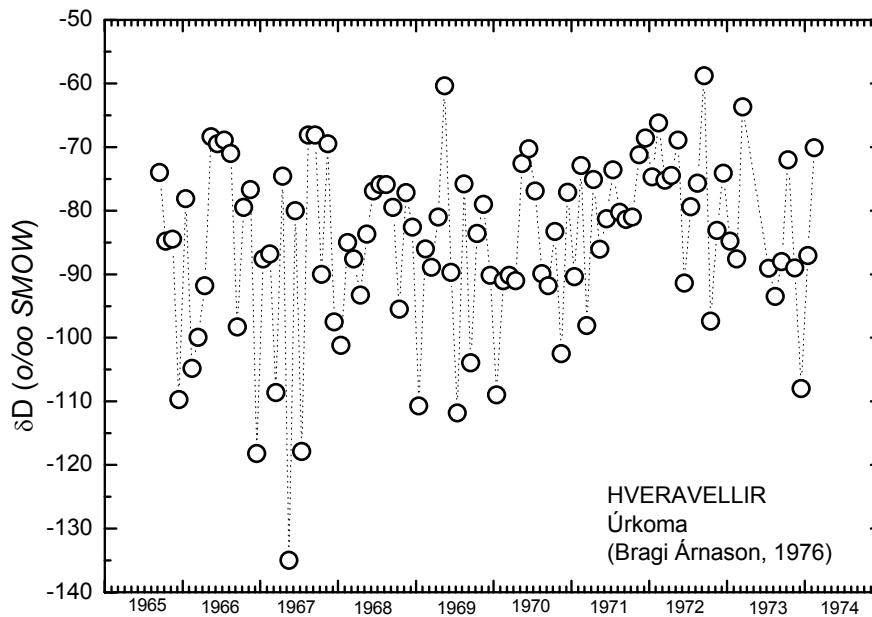
Tafla 5. Styrkur efna í vatni (mg/l).

Staður	Nýihver	Fagrihver	Eyvindar-hver	Grænihver	Bræðra-hver	Rótandi	Einbúi	Beljanda-volgra	Þegjandi
Staðarnúmer	H-10874	H-10841	H-10889	H-10899	H-10902	H-10886	H-10177	H-10958	K-746
Sýni númer	20040317	20040318	20040319	20040320	20040321	20040322	20040325	20040326	20040323
Hiti (°C)	96,4	93,5	97,6	96,5	99,1	97,3	98,0	20,3	1,8
Rennsli (l/s), áætlað	2	0,01	0	0,2	0,01	0,05	0,1	5	15
Sýrustig (pH/°C)	9,77 / 19,5	8,64 / 20,1	9,35 / 20,9	9,60 / 21,8	9,67 / 22,7	8,80 / 23,3	9,49 / 22,3	7,89 / 22,6	7,16 / 22,5
Karbónat (CO ₂ (t))	12,6	73,7	38,2	32,8	22,3	43,2	23,5	45,3	27,5
Súlfíð (H ₂ S)	3,12	1,02	3,12	3,34	3,45	0,19	2,02	<0,03	<0,03
Leiðni (µS/cm v. 25°C)	798	820	717	828	826	629	728	42,5	70
Kísill (SiO ₂)	648	549	437	662	654	241	544	42,5	14,5
Bór (B)	0,53	0,54	0,48	0,54	0,55	0,43	0,69	0,05	<0,03
Líþíum (Li)	0,25	0,24	0,12	0,27	0,26	0,041	0,10	0,004	<0,001
Natríum (Na)	162	162	142	163	165	122	142	20,8	4,46
Kalíum (K)	14,8	14,2	7,15	15,6	15,5	4,82	10,6	2,05	0,28
Magnesium (Mg)	0,008	0,008	0,008	0,006	0,005	0,053	0,016	1,54	1,43
Kalsíum (Ca)	2,33	2,53	3,75	2,67	2,68	5,76	4,14	6,69	6,51
Strontíum (Sr)	0,0029	0,0037	0,0028	0,0046	0,0059	0,0051	0,0115	0,0076	0,0022
Baríum (Ba)	0,00036	0,00039	0,000365	0,000231	0,000208	0,000461	0,00118	0,000272	0,000335
Flúoríð (F)	3,23	3,13	2,42	3,30	3,30	1,71	2,25	0,23	0,05
Klóríð (Cl)	64,5	63,2	55,1	65,6	65,4	51,9	65,4	7,99	2,22
Súlfat (SO ₄)	148	154	143	152	150	135	134	10,4	1,73
Fosfór (P)	0,00315	0,00299	0,00318	<0,001	0,00146	0,00875	0,00231	0,0551	0,0183
Ál (Al)	0,126	0,0464	0,0714	0,122	0,107	0,0454	0,187	0,00934	0,00175
Krómi (Cr)	0,0000422	0,0000175	0,0000191	<0,00001	<0,00001	0,0000107	<0,00001	0,000803	0,000206
Mangan (Mn)	0,000542	0,000421	0,000331	0,00029	0,000192	0,00151	0,000704	0,0000619	<0,00003
Járn (Fe)	0,0031	0,0017	0,00	0,0004	<0,0004	0,0039	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Kóbalt (Co)	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005	0,0000137	<0,0000005	<0,0000005	<0,0000005
Nikkel (Ni)	0,000184	0,000211	0,000102	0,0000713	0,0000547	0,000192	0,0000805	0,0000655	0,0000918
Kopar (Cu)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,000144	<0,0001	<0,0001	0,000344
Sínk (Zn)	0,000933	0,000829	<0,0002	<0,0002	0,000332	0,000336	0,000503	0,000593	0,0025
Arsen (As)	0,0512	0,0531	0,0257	0,0468	0,045	0,0178	0,100	0,00354	<0,00005
Mólibden (Mo)	0,0329	0,0363	0,0261	0,0323	0,0325	0,031	0,041	0,00357	0,000557
Kadmíum (Cd)	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	0,0000035
Kvikasilfur (Hg)	0,0000311	0,0000537	0,0000136	0,0000156	0,0000111	0,0000176	0,0000233	<0,000002	<0,000002
Bly (Pb)	0,0000227	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,0000102
Uppleyst efni (TDS)	1000	950	790	1000	1000	577	840	103	34
δD (‰ SMOW)	-93,6	-90,1	-87,1	-92,9	-92,9	-93,7	-96,8	-86,1	-80,5
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-10,94	-9,08	-9,77	-10,71	-10,6	-11,05	-11,13	-11,94	-11,42

Vatnið úr hverunum er mjög kísilríkt, hæsti styrkur kísils mældist í Grænahver, 662 mg/l og lítið eitt lægri í Bræðrahver og Nýjahver. Er þetta nokkuð hærri gildi en áður hafa mælst á Hveravöllum og einhver hæsti kísilstyrkur í hveravatni hér á landi. Stefán Arnórsson (1969, 1985) hefur rannsakað efnainnihald í hveravatni og gufu á Hveravöllum. Hann mældi kísilstyrk hæstan 610 mg/l. Þessi há kísilstyrkur í vatninu á að

sjálfsögðu stærstan þátt í því að byggja upp kísilhrúður umhverfis hverina, enda er kísilbungan á Hveravöllum ein sú stærsta á landinu.

Á grundvelli tvívætnismælinga (δD) hefur Bragi Árnason (1976) dregið þá ályktun að uppruna jarðhitavatnsins á Hveravöllum væri að leita á hábungu Langjökuls og/eða Hofsjökuls. Samkvæmt korti Braga er tvívætni í norðanverðum Langjökli -94‰ og það sama í hábungu Hofsjökuls. Samkvæmt sama korti hefur úrkoma á Hveravöllum tvívætnismagn um -83‰, en mælingar í mánaðarlegum úrkomusýnum frá árunum 1965 til 1974 sýna að breytileiki í tvívætnismagni er mikill frá einum mánuði til annars eins og sýnt er á mynd 24. Myndin er unnin upp úr gögnum frá Braga Árnasyni (1976).



Mynd 24. Tvívætnisgildi í mánaðarlegum úrkomusýnum á Hveravöllum 1965 til 1974, eftir Braga Árnasyni (1976).

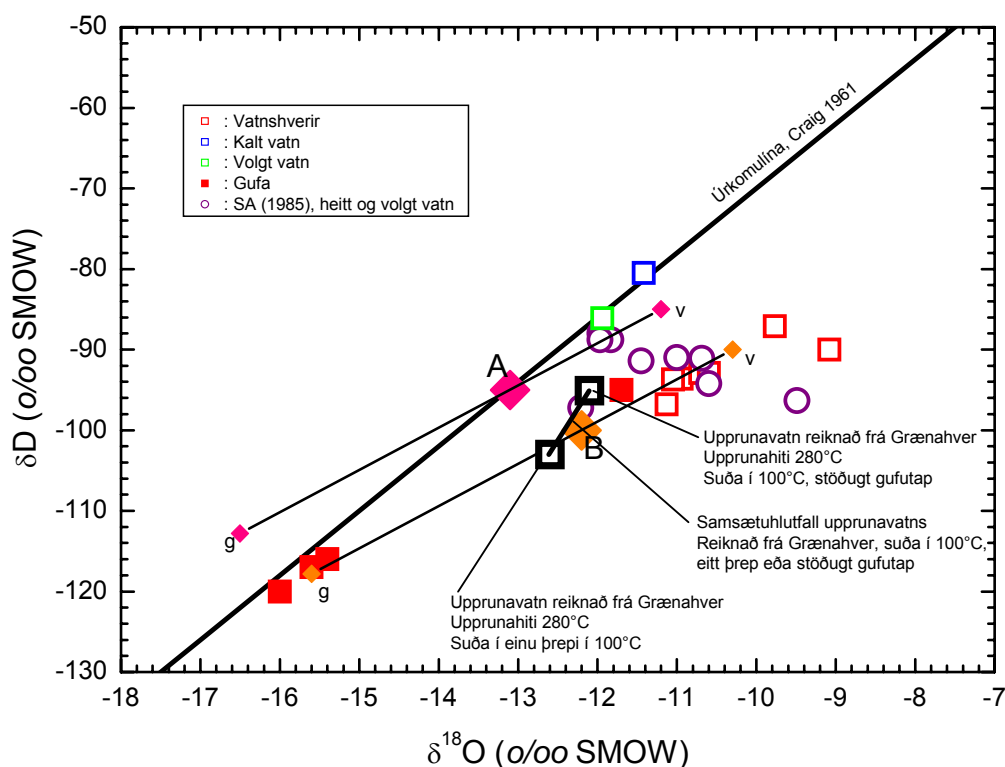
Meðaltal tvívætnisgilda í úrkomu á mynd 24 er -84,8‰, en Bragi reiknað vegið meðaltal m.t.t. mældrar úrkomu í hverjum mánuði og reyndist það vera -83,8‰ og skeikar þar aðeins einu ‰. Sumarið 2004 var tekið sýni úr einni af upptakalindum Þegjanda (Þegjandalind), þar sem hún kemur undan norðvestur horni Kjalhrauns norðan við Stélbratt, u.þ.b. 3 km vestan við Hveravelli. Vatnasvið þessa lindasvæðis er lítið (sjá umfjöllun í kafla 4.1) og lektin trúlega góð. Því má ætla að lindavatnið endurspegli all vel meðaltalsgildi staðbundinnar úrkomu á svæðinu. Vatnið í lindinni hefur tvívætnisgildi -80,5‰, nokkuð hærra en meðaltal úrkomumælinganna, og súrefnishlutfall -11,42‰ og fellur nákvæmlega á úrkomulínuna Craig (1961), eins og sjá má á mynd 25.

Mælingar Braga á fjórum hverum á Hveravöllum gefa meðaltals δD gildi -94,7‰, en það er nánast sama gildi hann fékk fyrir úrkomu sem fellur á Langjökul og Hofsjökul. Þá telur hann að vegna innrænnar suðu vatnsins á ferð sinni úr jarðhitageyminum til yfirborðs geti δD gildi upprunavatnsins verið lægra, eða nærri -100‰.

Stefán Arnórsson (1985) birti niðurstöður mæling á samsætum vetnis og súrefnis í vatni frá Hveravöllum og hann tók undir niðurstöðu Braga um uppruna vatnsins í norðanverðum Langjökli og/eða hábungu Hofsjökuls. Mismunandi samsætuhlutföll einstakra hvera og lauga á Hveravöllum skýrði Stefán með blöndu þessa aðrunna vatns og staðbundinnar úrkomu.

Stefán Arnórsson (1995) tók túlkun Braga síðan til endurskoðunar og telur nú að ekki sé nauðsynlegt að leita uppruna heita vatnsins yfir á Langjökul eða Hofsjökul. Hann telur að tvívetnisgildi í vatni úr hverunum geti vel samræmst því að uppruni þess sé staðbundin úrkoma og að það sé því ekki aðrunnið um langan veg. Smávægilegan mun á hlutfalli vetnissamsætna í heitu vatni annars vegar og í staðbundinni úrkomu hins vegar megi skýra með því að jarðhitavatnið innihaldi mismikinn hluta af nokkur hundrað ára gömlu staðbundnu regnvatni, líklega frá „litlu ísöld“, þegar tvívetnisgildi úrkomu var lægra en á síðastliðnum áratugum.

Mynd 25 sýnir samband samsætna vetnis og súrefnis í vatni og gufu frá Hveravallasvæði. Þar sést að kalt vatn og volgt fellur nánast á úrkomulínu, en heitt vatn úr hverum fellur allt hægra megin línunnar, hefur hærra hlutfall súrefnissamsætna miðað við vetni. Þetta er alþekkt í háhitavatni, nefnist súrefnistilfærsla, eða uppá ensku „oxygen-shift“, og stafar af því að súrefni vatnsins hvarfast við bergið og auðgast við það af þunga súrefninu ^{18}O . Aftur á móti tekur vetnið nánast engan þátt í efnahvörfum við bergið. Niðurstöður Stefáns Arnórsson frá 1985 eru sýndar sem hringir á mynd 25.



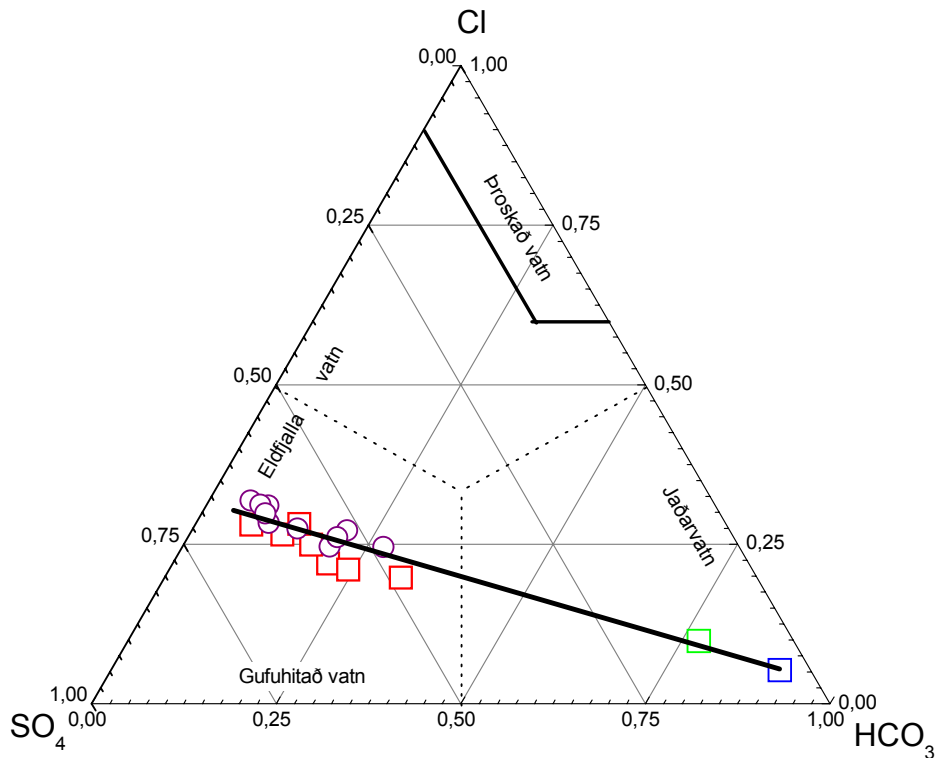
Mynd 25. Samsætur vetnis og súrefnis í heitu, volgu og köldu vatni.

Á mynd 25 eru sýndir tveir punktar, A og B, sem endurspeglar samsætuhlutföll í „hugsanlegu“ upprunavatni. Punktur A hefur δD gildi -95‰ , sem er það tvívetnisgildi sem Stefán Arnórsson (1995) telur vera í upprunavatninu og $\delta^{18}\text{O}$ gildi $-13,1$ sem er fundið út frá úrkomulínu Craig (1961). Frá þessum punkti hefur verið dregin tengilína yfir í punkta g og v, sem sýna reiknuð samsætuhlutföll í vatni (v) annars vegar og gufu (g) hins vegar ef gert er ráð fyrir að upprunahiti vatnsins hafi verið 280°C og það síðan soðið við 100°C . Punktur B hefur δD gildi -100‰ , sem er það tvívetnisgildi sem Bragi Árnason (1976) telur vera í upprunavatninu og $\delta^{18}\text{O}$ gildi $-12,2$ og er þá miðað við að upprunavatnið hafi, vegna efnahvarfa við bergrunn, $1,5\text{‰}$ hærra $\delta^{18}\text{O}$ gildi en það sem samsvarar úrkomulínu. Frá þessum punkti hefur einnig verið dregin tengilína, á sama

hátt og fyrir punkt A, í reiknuð samsætu hlutföll vatns (v) og gufu (g). Tengilína þessi, með endapunkta v og g, fellur ágætlega að mældum niðurstöðum þessarar könnunar og að gögnum Stefáns Arnórsson (1985). Á mynd 25 eru einnig sýndir tveir ferningar. Þeir eru þannig tilkomnir að samsætu hlutföll upprunavatns hefur verið reiknað út frá mældum niðurstöðum í einum af hverunum á Hveravöllum, nefnilega Grænahver, og gert ráð fyrir tvenns konar suðu. Í fyrra tilvikinu (neðri ferningurinn) er gert ráð fyrir suðu í einu þrepi frá upprunahita 280°C í 100°C. Í því seinna (efri ferningurinn) er gert ráð fyrir sama upprunahita (280°C) en suðu með stöðugu gufutapi, einnig í 100°C. Ferningarnir hafa verið tengdir saman með línu, enda má líta svo á að samsætu hlutföll upprunavatns liggi líklega einhvers staðar á milli þessara tveggja tilvika. Á mynd 25 sést að punktur B lendir nánast á nefndri tengilínu og er því dregin sú ályktun að punktur B endurspegli samsætu hlutföll í upprunavatninu og dreifingu mæligilda í hverunum megi skýra með mismikilli suðu nærri yfirborði. Samsætu hlutföll í volgu vatni sýna að þar gæti áhrifa blöndunar upprunavatnsins við staðbundna úrkomu.

Hér er ekki tekin afstaða til þess hvort uppruna vatnsins sé að leita í Langjökli eða Hofsjökli annars vegar eða í staðbundinni úrkomu t.d. frá „litlu ísöld“ hins vegar. Ef tekið er mið af því að upptakalindir Þegjanda endurspegli samsætu hlutföll úrkomu dagsins í dag, þá er allavega ljóst að tvívetnisgildi þeirra er of hátt til að þar geti verið að leita upprunans.

Jarðhitavatn er oft á tíðum flokkað á grundvelli hlutfallslegs styrks helstu anjóna, klóríðs (Cl), sulfats (SO₄) og karbónats (HCO₃) í þroskað vatn, jaðar-vatn, gufuhitað vatn og eldfjallavatn (Giggenbach, 1991). Á mynd 26 hafa niðurstöður verið dregnar inn á þríhyrnings línurit kennt við Giggenbach, ásamt niðurstöðum frá Stefáni Arnórssyni, 1985.



Mynd 26. Hlutfallslegur styrkur sulfats, klóríðs og karbónats í heitu og köldu vatni, merkingar þær sömu og á mynd 24.

Mynd 26 sýnir að jarðhitavatnið fellur í flokk með gufuhituðu vatni af eldfjalla toga, en ekki í flokk með því sem kallað er þroskað vatn, líkt og algengt er með sambærilegt vatn erlendis. Súlfat er aðalanjónin en ekki klóríð líkt og víða. Úrkoma á hálendi landsins er mjög klóríðsnaud og endurspeglast það í jarðhitavatninu, en súlfatíð á uppruna sinn í súlfíði sem rekja má til áhrifa frá kviku þeirri sem er hitagjafi jarðhitakerfisins. Mynd sýnir einnig að í köldu og volgu vatni á Hveravallasvæði er karbónat aðalanjónin.

11.1 Hiti í jarðhitakerfinu

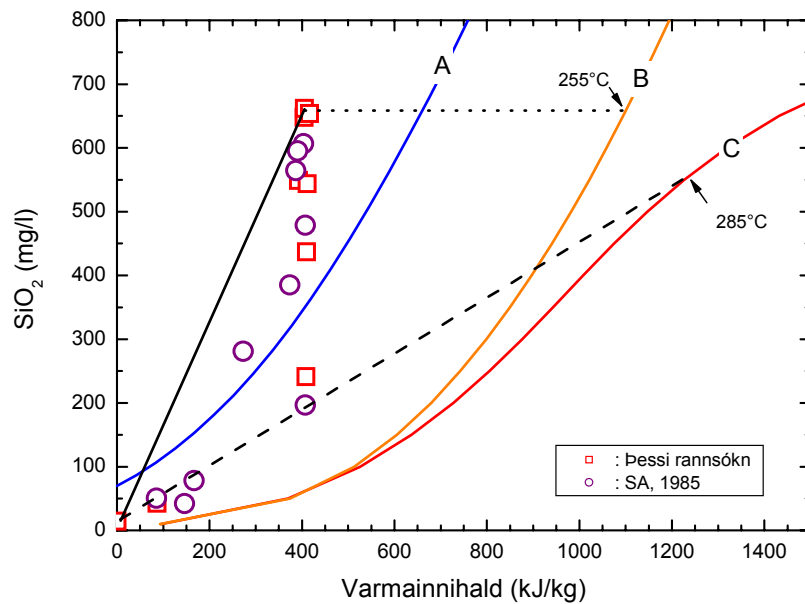
Hita í jarðhitakerfum má meta á margvíslegan hátt út frá efnasamsetningu vatns og gass. Er það gert t.d. með s.k. efnahitamælum eða blöndunarreikningum. Á háhitasvæðum er algengast að nota kvarshitamæli, sem byggir á því að kísilstyrkur vatnsins stjórnist af jafnvægi við kísilsteindina kvars. Einnig hafa gashitamælar talsvert verið notaðir og í kafla 10, um efni í gufu, kom fram að gashiti í fremur lélegum gufusýnum frá sumrinu 2004 reiknaðist um 220°C.

Útreiknaður kvarshiti (Fournier and Potter, 1982) fyrir heitt vatn á Hveravöllum er á bikinu 190 til 265°C eins og sýnt er í töflu 6. Þar er einnig sýndur alkalí-hiti eða s.k. Na/K-hiti (Stefán Arnórsson o.fl., 1983) sömu sýna og reiknast hann í öllum tilvikum umtalsvert lægri. Hæstur kvarshiti reiknast í Grænahver (265°C) og lítið eitt lægri (255–260°C) í Fagrahver, Bræðrahver og Nýjahver. Í Einbúa, u.þ.b. 4 km norðan við Hveravelli reiknast kvarshiti 245°C, og rétt um 230°C í Eyvindahver.

Tafla 6. Efnahiti í hverum.

Staður	Nýihver	Fagrihver	Eyvindahver	Grænihver	Bræðrahver	Rótandi	Einbúi
Staðarnúmer	H-10874	H-10841	H-10889	H-10899	H-10902	H-10886	H-10177
Sýni númer	20040317	20040318	20040319	20040320	20040321	20040322	20040325
Kvarshiti (°C)	255	260	230	265	260	190	245
Na/K-hiti (°C)	190	185	130	190	190	115	170

Í þeim tilgangi að meta upprunahita jarðhitavatns sem hefur blandast köldu eða volgu vatni hafa verið þróuð svokölluð blandlíkön. Þau eru af nokkrum mismunandi gerðum (sjá t.d. Stefán Arnórsson, 2000). Mynd 27 sýnir eitt slíkra blandlíkana fyrir vatn frá Hveravöllum. Þetta er svokallað kísil-vermi blandlíkan.



Mynd 27. Kísil-vermi blandlíkan.

Blár ferill (A) sýnir leysni myndlauss kísils, rauðgular ferill (B) sýnir styrk kísils í vatni sem soðið hefur innrænt við 100°C, og rauður ferill (C) sýnir leysni kvars.

Bein strikálína sem sker leysniferil kvars (C) gerir ráð fyrir því að bein blöndun hafi átt sér stað án þess að suða yrði í kerfinu og er skurðpunkturinn við 285°C. Ef á hinn bóginn er gert ráð fyrir því að vatnið hafi soðið í 100°C og síðan blandast kaldara vatni þá sýnist upprunahiti vatnsins vera 255°C, þ.e. skurðpunktur láréttu punktalinunnar við rauðgula ferilinn (B).

Af ofandregnum vangaveltum er dregin sú ályktun að hiti í jarðhitakerfinu á Hveravöllum sé á bilinu 260 til 290°C og er það í ágætu samræmi við niðurstöður Stefáns Arnórssonar frá 1985, en hann mat hitann um 280°C út frá mismunandi efnahitamælum og blandlíkönum.

11.2 Breytingar á efnasamsetningu hveravatns

Af skrifum Stefáns Arnórssonar 1969 og 1985 má ráða að hann hefur tekið sýni til efnagreininga úr Fagrahver og Bræðrahver í tvígang og líklega úr hvernum Rótanda árið 1969. Einnig bendir flest til þess að hann hafi tekið sýni úr Eyvindahver 1969 og 1985. Sumarið 2004 voru einnig tekin sýni úr þessum hverum. Niðurstöður mælinga á flestum þeim efnum, auk hita og rennslis, sem voru greind í viðkomandi sýnum eru sýndar í töflu 7. Þar má sjá allnokkrar breytingar. Þannig hafa rennslis og styrkur kísils minnkað í Fagrahver, en hiti haldist nokkuð óbreyttur. Í Bræðrahver hefur rennslis minnkað en hiti og kísilstyrkur hækkað. Í Eyvindahver hefur rennslis minnkað, einnig kísilstyrkur en hiti hefur lítið breyst. Í Rótanda hefur rennslis minnkað, hiti hækkað en styrkur kísils lítið breyst. Hér er rétt að reka þann varnagla að á tímabilinu 1969 til 2004 hafa efnagreiningaaðferðir breyst nokkuð, reyndar ekki mikið hvað varðar kísilgreiningar. Einnig er ekki öruggt í öllum tilvikum að um nákvæmlega sömu staði sé að ræða. Þetta ber að hafa í huga við samanburð efnagreininganna.

Tafla 7. Samanburður á styrk efna í nokkrum hverum 1969, 1985 og 2004 (mg/l).

Staður Ár	Fagrhver			Bræðrahver			Eyvindahver			Rótandi	
	1969	1985	2004	1969	1985	2004	1969	1985	2004	1969	2004
Staðarnúmer	H-10841			H-10902			H-10889			H-10886	
Sýni númer	W329	82-125	20040318	W325	82-124	20040321	W326	82-126	20040319	W330	20040322
Hiti (°C)	91	93	93,5	85	96	99,1	88	97	97,6	94	97,3
Rennsli (l/s), áætlað	0,5	0,1	0,01	1	1	0,01	0,1	0,3	0	1	0,05
Sýrustig (pH/°C)	8,8	9,59 / 10	8,64 / 20,1	9,1	9,75 / 10	9,67 / 22,7	7,8	9,26 / 10	9,35 / 20,9	9,1	8,80 / 23,3
Karbonsat (CO ₂ (t))	33,7	26,9	73,7	34,1	16,8	22,3	92,5	47,3	38,2	40,8	43,2
Súlfíð (H ₂ S)	2,6	2,1	1,02	4,1	3,51	3,45	1,3	1,92	3,12	1,1	0,19
Kísill (SiO ₂)	610	595,5	549	610	606,5	654	482	478,8	437	238	241
Bór (B)	0,79	0,54	0,54	0,71	0,51	0,55	0,74	0,46	0,48	0,67	0,43
Natrium (Na)	158,4	159,6	162	161	169,6	165	154	147,5	142	105,6	122
Kalíum (K)	15,9	15,7	14,2	18,2	16,7	15,5	7,7	8,56	7,15	5,5	4,82
Magnesium (Mg)	0,02	0,02	0,008	0,08	0,053	0,005	0,03	0,042	0,008	0,07	0,053
Kalsíum (Ca)	2,5	2,17	2,53	2,7	2,28	2,68	4,3	3,22	3,75	4,5	5,76
Flúoríð (F)	4,0	3,12	3,13	3,6	3,12	3,30	3,20	2,2	2,42	1,9	1,71
Klóríð (Cl)	65,1	73,0	63,2	67,5	70,0	65,4	63,4	67,2	55,1	40,2	51,9
Súlfat (SO ₄)	133,9	142,1	154	133,9	137,3	150	122,6	142,8	143	105,6	135
Járn (Fe)	0,0029		0,0017	0,004		<0,0004	0,0174		0,00	0,103	0,0039
Móllbden (Mo)	0,04		0,0363	0,0336		0,0325	0,0295		0,0261	0,023	0,031
Bly (Pb)	0,2		<0,00001	< 0,002		<0,00001	0,1225		<0,00001	0,034	<0,00001
Uppleyst efni (TDS)	1147		950	1160		1000	989		790	545	577
δD (‰ SMOW)		-91,1	-90,1		-91,0	-92,9		-96,3	-87,1		-93,7
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)		-10,69	-9,08		-11,0	-10,6		-9,49	-9,77		-11,05

12 HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Háhitavæðið á Hveravöllum virðist ekki tengist Þjófadalaeldstöðinni í norðanverðum Langjökli þótt því hafi verið haldið fram (Helgi Torfason, 1997). Líparítmyndanir sem tilheyra henni raða sér meðfram jökulröndinni vestur af Hveravöllum og þar er talið að sjáist í öskjurima en askjan sjálf er þó að mestu hulin jökli. Sprungurein eldstöðvarinnar gengur til norðurs. Þar er móbergshryggurinn Krákur á Sandi og gossprungur Kráks-hrauns. Hveravellir tengjast hvorki öskjubroti né sprungurein eldstöðvarinnar. Svæðið er í jaðri Kjalhrauns, sem er ein af hinum stóru hraundyngjum landsins, um 6 km³ að rúmmáli og 7800 ára gömul. Dyngjugígurinn er 5 km í hásuður af hverasvæðinu. Í honum eru merki um kulnaðan jarðhita. Höggun á Hveravallasvæðinu er ekki áberandi en norðlæg sprungustefna er þó algengust. Gígurinn og háhitavæðið virðast liggja á sömu sprungurein.

Háhitavæðið á Hveravöllum er stærra að flatarmáli en gefið hefur verið upp í skrárm hingað til. Það hefur einungis verið talið um 1 km² og er þá miðað við útbreiðslu sjóðandi hvera og ummyndunar. (Valgarður Stefánsson o.fl., 1982, Guðmundur Pálmason o.fl., 1985; Iðnaðarráðuneytið, 1994; Guðmundur Pálmason, 2005). Athuginin nú sýnir að það er 5 km að lengd frá Hveravöllum norður að hvernium Einbúa í Beljandatungum en vart nema 0,5 km á breidd. Flatarmálið er því um 2,5 km².

Volgrur finnast mun lengra til norðurs og hafa verið raktar um Beljandatungur og norður að Kúlukvísl. Þannig er heildarjarðhitavæðið um 14 km að lengd. Breiddin er hins vegar víðast á bilinu 1–2 km og flatarmálið um 20 km².

Heitt vatn í hverum á Hveravöllum er mjög kísilríkt og finnst vart hærri kísilstyrkur í hveravatni hér á landi ef undan er skilið vatn úr borholum á háhitavæðum. Hæstur styrkur kísils mældist 662 mg/l í Grænahver og lítið eitt lægri í Nýjahver og Bræðrahver. Er því ekki að undra að kísilbungan á Hveravöllum er stór og áberandi.

Út frá samsætu hlutföllum vetnis og súrefnis virðist mega rekja uppruna jarhitavats á Hveravöllum annað hvort til hábungu Langjökuls og/eða Hofsjökuls eða til staðbundinnar úrkomu frá t.d. „litlu ísöld“ þegar tvívetnisgildi úrkomu var lægra en nú um

stundir. Einnig sýnir efnasamsetning þess, t.d. hár kísilstyrkur og samband súlfats, klóríðs og karbónats, að vatnið hefur soðið að einhverju marki.

Efnahitamælar og blöndunarreikningar benda til þess að hiti í jarðhitakerfinu geti verið 260 til 290°C, líklega nærri 280°C.

Samanburður efnagreininga á sýnum úr Fagrahver, Bræðrahver, Eyvindahver og Rótanda sýnir að efnasamsetning vatnsins hefur að nokkru marki. Þó verður hér ð slá þann varnagla að ekki er alveg ljóst hvort sýnin voru tekin nákvæmlega úr sama hvernunum og einnig að efnagreiningaraðferðir hafa breyst talsvert á þessu árabili.

13 LOKAORÐ

Ýmislegt er enn óljóst um jarðhitasvæðið á Hveravöllum og þörf er frekari rannsókna á jarðfræði og efnafræði þess. Svæðið er að hluta hulið Kjalhrauni og útbreiðsla þess undir því gæti verið mun meiri en vart verður við á yfirborði. Grunnvatnsskil eru í hrauninu skammt suður af Hveravöllum og afrennsli þaðan er til suðurs og austurs. Hugsanlega má finna ummerki jarðhita í lindum við Kjalfell og víðar suður með hraunjaðrinum. Þetta þyrfti að athuga.

Jarðhitaummerki eru sögð vera í Strýtum í Kjalhrauni en þau hafa ekki verið athuguð af jarðfræðingum. Öruggeri vitneskju um þetta er þörf því tengsl dyngjunnar og háhitasvæðisins er forvitnilegt rannsóknarefni. Einnig væri áhugavert að skoða betur afstöðu hraunsins og háhitamyndana s.s. kísilhrúðurs því hugsanlegt er að dyngjan og háhitasvæðið séu á svipuðum aldri.

Rannsóknirnar sumarið 2004 staðfestu að jarðhitasvæðið er stærra og teygir sig norðar en áður var vitað og hugsanlegt er að það nái enn norðar.

Kolefnissamsætur gætu gefið upplýsingar um aldur vatnsins og gætu hjálpað til að rekja uppruna þess sem enn er mjög á huldu.

Ljóst er að jarðeðlisfræðilegar mælingar (TEM) geta sýnt fram á tengsl eða tengslaleysi háhitasvæðisins við Kjalhraunsdyngjuna og gott er að hafa það í huga þegar mælilínur eru lagðar á svæðinu.

Að öllu samanlögðu má segja að fjölmörgum áhugaverðum spurningum um Hveravelli sé enn ósvarað og að forvitnilegt rannsóknarefni bíði þar enn úrlausnar.

14 HEIMILDIR

- Arnór Karlsson, 2001. Kjölur og kjalverðir. *Árbók Ferðafélags Íslands 200*. (Ritstj. Hjalti Kristgeirsson), Reykjavík, s.7–183.
- Árni Hjartarson og Magnús Ólafsson, 2005. *Kerlingarfjöll. Könnun og kortlagning háhitavæðis*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2005/012, 60 s. + kort.
- Bragi Árnason, 1976. *Groundwater systems in Iceland traced by deuterium*. Vísindafélag Íslendinga, Reykjavík, 236 s.
- Craig, H., 1961. Isotopic variations in meteoric waters. *Science*, Vol. 133, 1702–1703.
- Freysteinn Sigurðsson, 1990. Groundwaters from glacial areas in Iceland. *Jökull* 40, 119–146.
- Fournier, R.O. og Potter, R.W., 1982. A revised and expanded silica (quartz) geothermometer. *Geothermal Resources Council Bulletin*, November, s. 3-12.
- Giggenbach, W. F., 1991. Chemical techniques in geothermal exploration. *Applications of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development*. UNITAR/UNDP Centre on Small Energy Resources, Róm, s. 119-144.
- Guðmundur Kjartansson, 1943. *Árnesingasaga*. Árnesingafélagið, Reykjavík, 268 s.
- Guðmundur Kjartansson, 1964. Ísaldarlok og eldfjöll á Kili. *Náttúrufræðingurinn* 34, 9-38.
- Guðmundur Pálmason, 2005. *Jarðhitabók – Eðli og nýting auðlindar*. Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík.
- Guðmundur Pálmason, Gunnar V. Johnsen, Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gísli Karel Halldórsson, 1985. *Mat á jarðvarma Íslands*. Orkustofnun, OS-85076/JHD-10, 134 s.
- Helgi Torfason, 1997. *Jarðhitarannsóknir á Hveravöllum 1996*. Orkustofnun, OS-97025, 85 s. + 1 kort .
- Helgi Torfason, 2003. *Jarðhitakort af Íslandi og gagnasafn um jarðhita*. Náttúrufræðistofnun Íslands og Orkustofnun, OS-2003/062, 167 s. + 1 kort
- Iðnaðarráðuneytið, 1994. *Innlendar orkulindir til vinnslu raforku*. Iðnaðarráðuneytið, 153 s.
- Jón Jónsson 1978. *Jarðfræðikort af Reykjanesskaga*. Orkustofnun, OS JHD 7831. Reykjavík, 333 s. + kort.
- Kristján Sæmundsson, 1982. Öskjur á virkum eldfjallasvæðum á Íslandi. *Eldur er í Norðri*. Sögufélagið, s. 221–239.
- Kristján Sæmundsson og Haukur Jóhannesson, 2004. *Jarðhitakort af Íslandi*, 6. bráðabirgðaútgáfa. (Í vinnslu).
- Magnús Ólafsson 1987. *Handbók um söfnun vatns- og gassýna*. Orkustofnun. OS-87021/JHD-03, 43 s.
- Pálmi Hannesson, 1927 og 1928. Frá óbyggðum. Arnarvatnsheiði, Kjölur og Eyvindarstaðaheiði. *Réttur* 12. og 13. árg.
- Piper J.D.A., 1972. Volcanic History and Tectonics of the North Langjökull Region, Central Iceland. *Can. J. Earth Sci.* 10, 164-179.

- Rossi, M.J., 1996. Morphology and mechanism of eruption of postglacial shield volcanoes in Iceland. *Bulletin of Volcanology* 57, 530–540.
- Sigurjón Rist, 1990. *Vatns er þörf*. Bókaútgáfa menningarsjóðs, Reykjavík. 248 s.
- Sinton, J., og Karl Grönvold, 2001. *Post-Glacial Eruptive History of the Western Volcanic Zone, Iceland*. (veggspjald).
- Stefán Arnórsson, 1969. *A geochemical study of selected elements in thermal waters of Iceland*. Doktorsritgerð, University of London, 353 s.
- Stefán Arnórsson, 1985. The use of mixing models and chemical geothermometers for estimating underground temperatures in geothermal systems. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Vol. 23, 299-335.
- Stefán Arnórsson, 1995. Geothermal systems in Iceland: Structure and conceptual models – I. High-temperature areas. *Geothermics*, Vol. 24, No. 5/6, 561-602.
- Stefán Arnórsson (ritsj.), 2000. Isotopic and chemical techniques in geothermal exploration, development and use. Sampling methods, data handling, interpretation. *International Atomic Energy Agency*, Vienna, 350 s.
- Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson og Hörður Svavarsson, 1983. The chemistry of geothermal waters in Iceland III. Chemical geothermometry in geothermal investigations. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 47. 567-577.
- Stefán Arnórsson, Þráinn Friðriksson og Ingvi Gunnarsson, 1998. Gas chemistry of the Krafla geothermal field, Iceland. *WRI-9 (ritstj. Arehart & Hulston)*, Balkema, 613-616.
- Valgarður Stefánsson, Gestur Gíslason, Helgi Torfason, Lúðvík S. Georgsson, Stefán G. Sigurmundsson, Sverrir Þórhallsson, 1982: *Áætlun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins*. Orkustofnun, OS-82093/JHD-13, 176 s.
- Þorvaldur Thoroddsen 1958–1960: *Ferðabók, skýrslur um rannsóknir á Íslandi 1882–1898*. Snæbjörn Jónsson, Reykjavík.

VIÐAUKI

Hitamælingar í hverum og gufuaugum á Hveravöllum 1996 og 2004

				1996	2004
Tegund	Staðarnúmer	HeTo-nafn (OS-97025)	Heiti	HeTo-hiti (°C)	MÓ-hiti (°C)
H	10177	H-215	Einbúi	95,3	98
H	10822	H-201 a		89,1	89,2
H	10823	H-201 b		54	53,6
H	10824	H-201 c		57,8	57,6
H	10825	H-201 d		47	47
H	10826	H-202 a		32,4	
H	10827	H-202 b		39,9	39,4
H	10828	H-202 c		15	15,2
H	10829	H-202 d		16	15,4
H	10830	H-202 e		32	32
H	10831	H-202 f		28	27,7
H	10832	H-202 g		36,8	37,1
H	10833	H-203 a		59,8	55,4
H	10834	H-203 b		81,9	78,5
H	10835	H-203 c		97,5	97,2
H	10836	H-203 d		95,7	95,7
H	10837	H-203 e		97,1	97,2
H	10838	H-203 f		96,8	97,3
H	10839	H-203 g		91,3	94,3
H	10840	H-203 h	Meyjarauga	96,2	98,5
H	10841	H-203 i	Fagrihver - Djúpihver	92,8	93,5
H	10842	H-203 j		97,9	97,7
H	10843	H-203 k		96,4	96,6
H	10844	H-203 l		72	70
H	10845	H-203 m			
H	10846	H-203 n		63,3	61
H	10847	H-203 o		87,8	87,9
H	10848	H-203 p		89,5	90,3
H	10849	H-203 q		96,4	92,1
H	10850	H-203 r		71,3	71,1
H	10851	H-203 s		94,7	92,1
H	10852	H-203 t		87,5	87,3
H	10853	H-203 u		96,6	95
H	10854	H-203 v		45,6	43,6
H	10855	H-203 w		81,6	82,4
H	10856	H-203 x		81,6	84,7
H	10857	H-204 a		76,1	74
H	10858	H-204 b		79,6	62
H	10859	H-204 c	Gjósandi	98,6	98,2
H	10860	H-204 d		73,8	
H	10861	H-204 e			
H	10862	H-204 f		82,2	
H	10863	H-204 g		97,1	97,1
H	10864	H-204 h		98,7	94,5
H	10865	H-204 i		97,5	96,6
H	10866	H-204 j		97	94,9
H	10867	H-204 k		97,7	97,7
H	10868	H-204 l	Bólúhver	93	90,2
H	10869	H-204 m		98,5	93,6
H	10870	H-204 n		98,1	97,9
H	10871	H-204 p			
H	10872	H-204 q		94,5	91,7
H	10873	H-204 r		86,9	
H	10874	H-205 a	Nýihver	97,8	96,4

				1996	2004
Tegund	Staðarnúmer	HeTo-nafn	Heiti	HeTo-hiti	MÓ-hiti
		(OS-97025)		(°C)	(°C)
H	10875	H-205 b		97,1	99,6
H	10876	H-205 c		92,4	93
H	10877	H-205 d		95,3	20
H	10878	H-205 e		60	20
H	10879	H-205 f		82,2	96,8
H	10880	H-205 g		94,5	86,4
H	10881	H-205 h		96,4	20
H	10882	H-205 i		66,4	
H	10883	H-205 j		78	70
H	10884	H-205 k		78	72
H	10885	H-205 l		92	87
H	10886	H-206 a	Rótandi	97,5	97,3
H	10887	H-206 b	Steinpró	27,6	26
H	10888	H-207 a	Mýrahver	78	79,4
H	10889	H-208 a	Eyvindahver	95,1	97,6
H	10890	H-208 b		67,7	50
H	10891	H-208 c	Rauðihver	84,7	88
H	10892	H-208 d		90	
H	10893	H-208 e		84,7	
H	10894	H-208 f			
H	10895	H-208 g	Öskurhóll	97,8	98,4
H	10896	H-208 h		52,7	51,8
H	10898	H_209 a	Bláhver	93,1	88,5
H	10899	H-209 b	Grænihver	96,4	96,5
H	10900	H-209 c	Gamli Fagrihver	96,1	95
H	10901	H-209 d		96,4	96
H	10902	H-209 e	Bræðrahver	98,5	99,1
H	10903	H-209 f		98,1	98,3
H	10904	H-209 g		98,8	98,6
H	10905	H-209 h		31,6	
H	10906	H-209 i	Bræðraauga	97,8	98
H	10907	H-209 j		96,4	
H	10908	H-209 k		97,8	97,2
H	10909	H-209 l		97,8	97,2
H	10910	H-209 m		97,8	
H	10911	H-209 n		89	90,7
H	10912	H-209 o		80	
H	10913	H-209 p		90,4	
H	10914	H-209 q		97,8	97,6
H	10915	H-209 r		95,4	96,2
H	10916	H-209 s		67	
H	10917	H-210 a	Nýi Strokkur	97,7	97,5
H	10918	H-210 b		97,7	
H	10919	H-210 c		76,1	
H	10920	H-210 d		48,2	
H	10921	H-210 e		70,6	
H	10922	H-210 f	Gamli Strokkur ?	75	
H	10923	H-210 g		75,2	74,8
H	10924	H-210 h		70	
H	10925	H-210 i		70	
H	10926	H-210 j		80,2	
H	10927	H-210 k		80	
H	10928	H-210 l		84,5	
H	10929	H-210 m		90	
H	10930	H-210 n		80	
H	10931	H-210 o		97,8	
H	10932	H-210 p		49,5	

				1996	2004
Tegund	Staðarnúmer	HeTo-nafn (OS-97025)	Heiti	HeTo-hiti (°C)	MÓ-hiti (°C)
H	10933	H-210 q		91,4	
H	10934	H-210 r		93,4	
H	10935	H-210 s		94,4	
H	10936	H-210 t		93,9	
H	10937	H-210 u		96,1	96,3
H	10938	H-210 v		97,7	98
H	10939	H-210 x		90	
H	10940	H-210 y		94,2	
H	10941	H-210 z		97,7	97,2
H	10942	H-211 a		94,7	92
H	10943	H-211 b		90	92
H	10944	H-211 c		90	92
H	10945	H-211 d		90	92
H	10946	H-211 e		95,3	
H	10947	H-211 f		45,6	
H	10948	H-211 g		56,8	
H	10949	H-211 h			
H	10950	H-212 a	Skálahitur	97,7	97,5
H	10951	H-212 b		97,7	97,5
H	10952	H-212 c		97,9	97,5
H	10953	H-212 d		98	97,7
H	10954	H-212 e		97,8	97,7
H	10955	H-213	Brennir	97,7	98
H	10956	H-214	Pegjandi	50,6	
H	10958	H-216	Beljandavolgra	> 10	20,3
H	10959	H-217	Kúluvolgra		14,2
H	10960	H-218		97,7	
H	10961	H-219		56,3	
H	10962	H-220 a		95,6	
H	10963	H-220 b		50,3	
H	10964	H-220 c		58,2	
H	10965	H-220 d		28,1	
H	10966	H-220 e		53,9	
H	10967	H-221 a		62	
H	10968	H-221 b		21	
H	10969	H-222 a		51,5	
H	10970	H-222 b		34,3	
H	10971	H-222 c		30,6	
H	10972	H-222 d		90	
H	10973	H-222 f		97,6	
H	10974	H-223 a		82,9	
H	10975	H-223 b		92,9	
H	10976	H-223 c		97,8	
H	10977	H-224 a		88,7	
H	10978	H-224 b		78,1	
H	10979	H-224 c		62,6	
H	10980	H-225 a		96,9	
H	10981	H-225 b	Eimur	90,2	93
H	10982	H-225 c		80	
H	10983	H-226 a		65	
H	10984	H-226 b		65	
H	10985	H-226 c		65	
H	10986	H-227 a		42,7	
H	10987	H-227 b		38,8	
H	10988	H-227 c		21,1	
H	10989	H-228 a		44,8	
H	10990	H-228 b		20	

Hveravellir

Jarðfræðikort

Geological map



Tilvísun í kortið:
Arni Hjartarson og Magnús Ólafsson 2005:
Hveravellir, jarðfræðikort, 1:25.000.
Íslenskar orkurannsóknir (ISOR), Reykjavík.

Referer to this map as:
Arni Hjartarson and Magnús Ólafsson 2005:
Hveravellir, Geological Map, 1:25.000
ISOR Iceland GeoSurvey, Reykjavík.

Kortíð fylgir skýrslunni Hveravellir, könnun
og kortlagning háhitasvæðis. ISOR 2005/0014.
Úmáli fyrir Örkustofnun
ISOR, Reykjavík.

