

Grændalur, athugun á gufuaugum

Halldór Ármannsson

Greinargerð HÁ-2001-02



22-01-2001

GRÆNDALUR, ATHUGUN Á GUFUAUGUM

Inngangur

Til er allmikið safn upplýsinga um gasstyrk gufu á Hengilssvæðinu og hefur sumt birst í skýrslum og greinum (Arnórsson & Gunnlaugsson 1985; Gretar Ívarsson 1996, Ívarsson 1998) en annað er geymt í gagnasafni Orkustofnunar. Vegna áætlaðrar borunar í Grændal var farið yfir þessi gögn og reiknaður gashiti í nágrenni fyrirhugaðrar holu (Halldór Ármannsson o.fl. 2000). Talið var líklegt að hiti gæti orðið allt að 270°C á þessu svæði en tiltölulega fá sýni voru til úr næsta nágrenni og var því mælt með að þess yrði freistað að ná nokkrum sýnum þaðan og þetta þannig gagnanetið.

Sýnataka og niðurstöður

Dagana 5. og 6. september 2000 var safnað sjö sýnum af þeim stöðum sem sýndir eru á 1. mynd. Niðurstöður efnagreininga eru í töflu 1 og sýna að á öllum þessum stöðum hafa fengist viðunandi niðurstöður um styrk koldíoxíðs í gufu. Tvö sýni reyndust menguð af andrúmslofti (nr. 295 og 300) og nýtast þá niðurstöður um brennisteinsvetni og argon ekki til túlkunar. Þá reyndist argon neðan greiningarmarkna í einu sýni (nr. 292) og nýtist sú niðurstaða ekki til að reikna hita á grundvelli argonstyrks.

Túlkun

Í fyrri umfjöllunum um gashita á svæðinu (Arnórsson & Gunnlaugsson 1985; Gretar Ívarsson 1996, Ívarsson 1998; Halldór Ármannsson o.fl. 2000) hefur verið beitt gashitamælum þeim er Arnórsson & Gunnlaugsson (1985) settu fram. Sá galli er á þeim að kvörðun á H₂S- og H₂-mælum miðast við tvenn skilyrði (annars vegar Cl > 500 ppm, t°C > 200°C; Cl < 500 ppm; t°C > 300°C; hins vegar Cl > 500 ppm, t°C < 200°C, Cl < 500 ppm, t°C > 200°C). Zhao Ping og Ármannsson (1996) komust að raun um að erfitt væri að segja hvaða formúlu skyldi nota á bilinu 240-290°C en það er einmitt það bil sem flest þeirra sýna sem nú eru athuguð falla á. Arnórsson o.fl. (1998) settu fram nýja kvörðun gashitamæla sem gildir fyrir öll skilyrði og var hún notuð við sýnin frá Grændal sem safnað var í september 2000 og virðist gefa góða raun. Þá bættu þeir H₂S/Ar og H₂/Ar-hita við í safnið og var hvorum tveggja beitt á sýnin sem tekin voru í september 2000. Ar hafði ekki verið mælt sérstaklega í eldri sýnum en CO₂-, H₂S- og H₂-hiti var endurreiknaður fyrir nokkur eldri sýni úr grenndinni og stuðst við hina nýju kvörðun. Niðurstöður allra gashitareikninga eru í töflu 2. Taka verður tillit til að meðaltöl eru ekki byggð á sömu mælum í öllum tilvikum.

Á mynd 2. má sjá að vestan fyrirhugaðrar holu í Grændal fæst jafnan gashiti > 250°C en austan hennar lækkar hann töluvert. Þá virðist og vera hitnunartilhneiging til norðurs. Því má ætla að vænlegt sé til árangurs að bora til vesturs og norðurs frá fyrirhuguðu borstæði. Áhrif hinnar nýju kvörðunar eru að heldur hærri H₂S- og H₂-hiti fæst einkum þegar miðað hafði verið við skilyrðin (Cl < 500 ppm; t < 300°C). Niðurstöðurnar breyta engu um fyrri túlkanir um hækkandi hita til norðurs og norðvesturs.

H₂S– styrkur mælist yfirleitt heldur lágur enda H₂S– hvarfgjarnt og má búast við lágum niðurstöðum. Því gildir um hita sem byggir á H₂S (H₂S–hiti, H₂S–Ar-hiti) að hann hefur tilhneigingu til að vera í lægra lagi. Á gömlum jarðhitasvæðum er oft ofgnótt CO₂ og hiti byggður á styrk þess oft í hærra lagi. Styrkur H₂ er líklega minnst truflaðurog með nýrri kvörðun eru líkur á aðH₂–hiti og H₂–Ar-hiti sé öruggastur þeirra mæla, sem hér voru notaðir, til mats á hita jarðhitakerfisins..

Uppruni

Niðurstöður samsætumælinga eru alldreifðar og benda til þess að uppruni vatnsins sé ekki alls staðar hinn sami: Að visu er hlutfall samsætna í gufu breytilegt eftir suðuhita en mismunur í þessu tilviki er meiri en svo að líklegt sé að hann megi rekja til þess eins. Annars vegar er gufa með mjög lágt δD-hlutfall (-79 o/oo - -85 o/oo SMOW) en hins vegar með tiltölulega hátt δD-hlutfall (-62 o/oo - -72 o/oo SMOW). Sé uppruni nútíma úrkoma má ætla að gufan með lága hlutfallið gæti verið úr vatni ættuðu úr Langjökli, svipuðu og virðist fæða Nesjavallakerfið og Ölkelduháls (Böðvarsson o.fl.1990, Benedikt Steingrímsson o.fl. 1997) en gufan með háa hlutfallið úr vatni sem er skemmra að runnið, t.d. úr Þingvallavatni eða frá Lyngdalsheiði eins og álitnið er um vatn í Ölfusdal og Hveragerði (Árnason 1976). Svipað lágt hlutfall finnst og í vatni frá Kolviðarhóli (Benedikt Steingrímsson o.fl. 1997). Niðurstöður samsætumælinga í holum í Hveragerði og Ölfusdal hafa einnig verið túlkaðar þannig að marktækur hluti þess sé ísaldarvatn með lágt tvívætnishlutfall (Arnórsson 1995). Selta er heldur hærri en búast mætti við af úrkomu eða grunnvatni í Hveragerði, Ölfusdal, Ölkelduhálsi og er hún álitin stafa af sjó frá ísöld er liggja undir stórum hluta Suðurlandsundirlendisins (Arnórsson o.fl. 1993). Hins vegar er selta sérlega lág í hinum nýtta hluta Nesjavallakerfisins og á Kolviðarhóli (Böðvarsson o.fl. 1990, Benedikt Steingrímsson o.fl. 1993). Niðurstöður um klór benda fremur til saltara vatnsins en hins ósalta í Grændal.

Heimildir

Arnórsson, S. 1995: Geothermal systems in Iceland: Structure and conceptual models – I. High-temperature areas. *Geothermics*, 24, 561-602.

Arnórsson, S. & Gunnlaugsson, E. 1985: New gas geothermometers for geothermal exploration – calibration and application. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 49, 1307-1325.

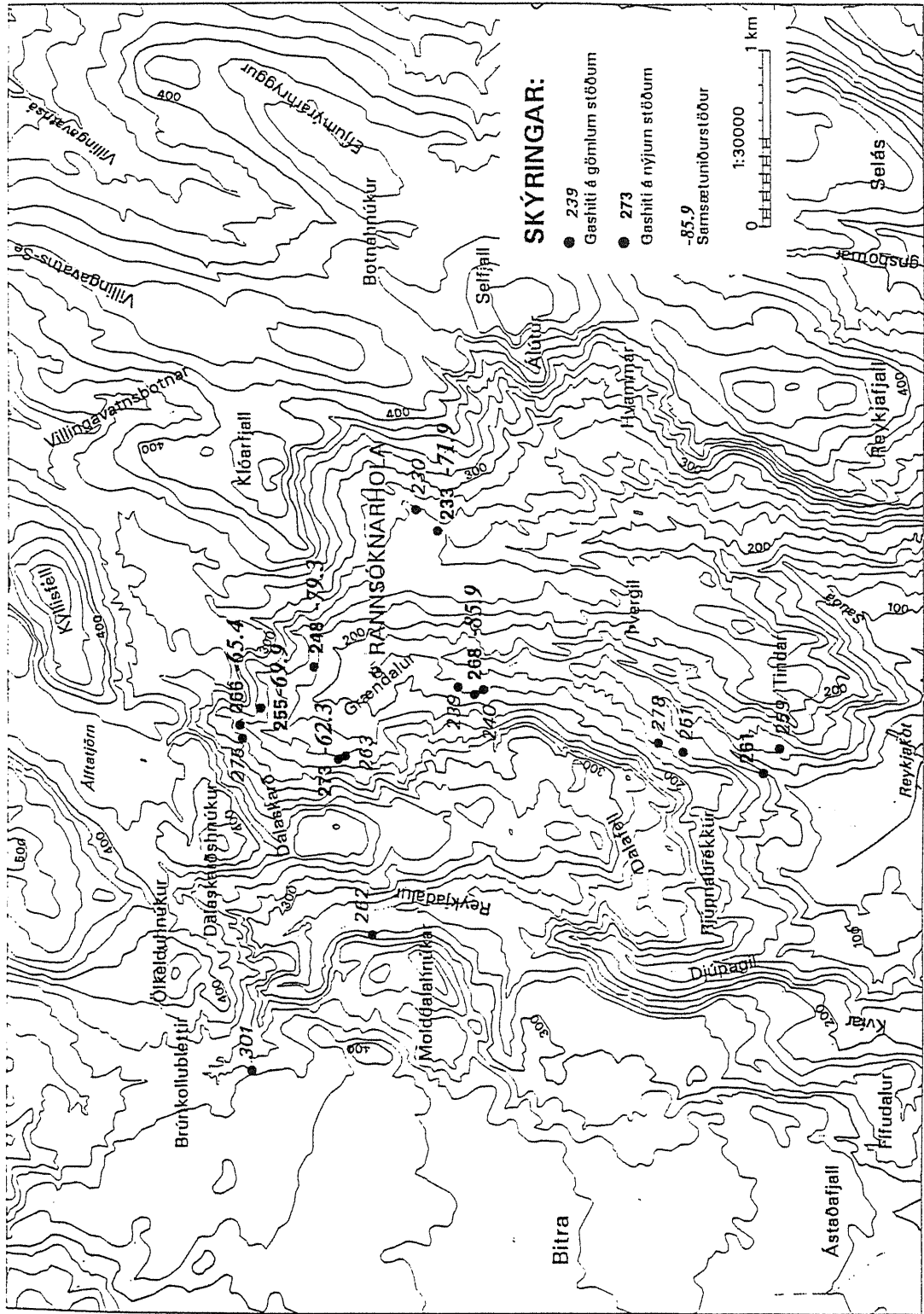
Arnórsson, S., Andrésdóttir, A. & Sveinbjörnsdóttir, Á.E. 1993: The distribution of Cl, B, δD and δ¹⁸O in natural waters in the Southern Lowlands of Iceland. In *Geofluids '93. Contribution to an International Conference on Fluid Evolution, Migration and Interaction in Rocks* (Editors: Parnell, J., Ruffell, A.H. and Moles, N.R.), British Gas, U.K., 313-318.

Arnórsson, S., Friðriksson, Th. & Gunnarsson, I. 1998: Gas geochemistry of the Krafla geothermal field, Iceland. In *Water-Rock Interaction* (Editors, Arehart, G.B. & Hulston, J.R.), Balkema, Rotterdam, 613-616.

Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Einar Gunnlaugsson, Guðjón Guðmundsson, Hjálmar Eysteinnsson & Ómar Sigurðsson. *Kolviðarhóll, hola KhG-1. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Lokaskýrsla. Orkustofnun OS-93007/JHD-03*, 176 bls.



Mynd 1. Grændalur. Gamliir og nýir sýnatökustaðir. Fyrirhuguð rammsóknarhola sýnd



Mynd 2. Gashiti á gömlum og nýjum stöðum. Samsætuníðurstöður (δD -hlutfall o/oo) fyrir nýja staði

Tafla 1. Niðurstöður efnagreininga á gufusýnum úr Grændal sem safnað var 5. og 6. september 2000

Sýni nr.	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	Ar	l gas/kg þéttivatn	CO ₂	H ₂ S	B	Cl	SO ₄	δD ‰	δ ¹⁸ O ‰
291	68.84	0.00	32.44	2.12	0.60	0.0902	5731.9	202.3	<0.03	0.30	4.79	-69.9	-9.71
292	86.55	0.00	12.71	0.74	0.00	0.149	5934.5	389.4	<0.03	0.18	3.51	-65.4	-8.18
293	87.36	0.00	10.92	1.45	0.27	0.156	6288.1	341.5	0.14	<0.5	0.87	-62.3	-7.27
294	45.08	0.00	52.13	1.71	1.08	0.047	1714.8	126.6	<0.03	0.23	0.95	-71.9	-9.77
295	0.90	18.65	79.57	0.00	0.88	6.568	3148.5	0	<0.03	0.19	0.99	-79.3	-10.62
300	4.19	10.65	84.12	0.10	0.95	2.544	5671.1	112	<0.03	0.25	1.43	-85.9	-12.36
301	65.28	0.00	32.93	1.19	0.60	0.542	4364.4	317.8	0.05	<0.1	0.85		

Tafla 2. Gashiti fyrir sýni frá 5. og 6/9/2000 og endurreiknaður gashiti fyrir nokkur eldri sýni úr grennd

Sýni/ <i>Staður</i> nr.	CO ₂ -hiti °C	H ₂ S -hiti °C	H ₂ -hiti °C	H ₂ S/Ar- hiti °C	H ₂ /Ar-hiti °C	Gashiti °C Meðaltal
291	269	232	250	263	260	255
292	271	253	274			266
293	273	249	275	285	282	273
294	227	217	224	253	242	233
295	247		250			248
300	269		267			268
301	259	246	309	229	261	261
<u>55</u>	322	267	314			301
<u>101</u>	254	220	216			230
<u>217</u>	281	242	265			263
<u>218</u>	321	243	261			275
<u>220</u>	252	225	241			239
<u>221</u>	252	223	245			240
<u>223</u>	269	188	297			251
<u>224</u>	262	239	277			259
<u>225</u>	272	243	319			278
<u>243</u>	280	242	264			262

Benedikt Steingrímsson, Helga Tulinius, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson, Einar Gunnlaugsson & Gestur Gíslason 1997: Ölkelduháls, hola ÖJ-1. *Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Lokaskýrsla.* Orkustofnun OS-97019, 190 bls.

Böðvarsson, G.S., Björnsson, G., Gunnarsson, Á., Gunnlaugsson, E., Sigurðsson, Ó., Stefánsson, V. & Steingrímsson, B. 1990: The Nesjavellir geothermal field, Iceland; Part 1. Field characteristics and development of a three-dimensional numerical model. *Geothermal Sci. Tech.*, 2, 189-228.

Gretar Ívarsson 1996: *Jarðhitagas á Hengilsvæðinu. Söfnun og greining 1993-1995.* Hitaveita Reykjavíkur, 42 bls.

Halldór Ármannsson, Vigdís Harðardóttir & Hrefna Kristmannsdóttir 2000 *Grændalur, samantekt eldri efnafræðigagna.* Orkustofnun, HÁ-VH-HK-2000/01, 4 bls.

Ívarsson, G. 1998: Fumarole gas geochemistry in estimating subsurface temperatures at Hengill in Southwestern Iceland. In *Water-Rock Interaction* (Editors, Arehart, G.B. & Hulston, J.R.), Balkema, Rotterdam, 459-462.

Zhao Ping & Ármannsson, H. 1996: Gas geochemistry in selected Icelandic geothermal fields with comparative examples from Kenya. *Geothermics*, 25, 307-347.