

Styrkur gass í gufu úr borholum í Svartsengi
árin 1999 og 2000. Breytingar eftir
gangsetningu hverfils í orkuveri.

Jón Örn Bjarnason

Greinargerð JÖB-2000-02

STYRKUR GASS Í GUFU ÚR BORHOLUM Í SVARTSENGI ÁRIN 1999 OG 2000: BREYTINGAR EFTIR GANGSETNINGU HVERFILS Í ORKUVERI 5.

Í nóvember 1999 tók Hitaveita Suðurnesja í not nýjan 30 MW hverfil í Orkuveri 5 í Svartsengi. Mælingar skömmu síðar leiddu í ljós, að minna gas var í inntaksgufu hans en við hafði verið búist. Hverfillinn tekur inn blöndu af gufu úr nokkrum holum, og getur hlutur hvernar holu verið nokkuð misjafn. Nú er gasstyrkur í gufu mjög mismikill eftir holum. Því geta nokkrar sveiflur í gasstyrk inntaksgufu hverfilsins átt sér nærtækar skýringar. Engu að síður þótti styrkur gass í gufunni minni en líkleg blöndunarhlutföll gáfu ástæðu til að ætla.

Holur 10 og 16 skila þurri gufu, og hola 14 einnig, að kalla má, og er styrkur gass langmestur í gufu úr þessum holum. Aðrar holur í Svartsengi gefa hins vegar blöndu vatns og gufu. Eftir að blandan hefur verið skilin fæst gufa, sem inniheldur miklu minna gas en gufan úr „þurru“ holunum. Af þessum sökum vöknudú fljótt grunsemdir um að styrkur gass í gufu úr „þurru“ holunum hefði minnkað, því minnkun gasstyrks í „blautu“ holunum gæfi varla svigrúm til að skýra breytinguna í inntaksgufunni.

Tafla 1. Efnasamsetning gufu og þéttivatns við hverfil í Orkuveri 5, Svartsengi. Efnastykur í mg/kg.

Dagsetning Tími	1999-11-17 17:20	1999-11-17 18:20	2000-03-01 -	2000-03-01 -	2000-05-11 13:50	2000-05-11 14:15
Númer sýnis	1999-0534	1999-0535	2000-0040	2000-0041	2000-0150	2000-0151
Staður	gufuinntak hverfils	þéttivatn frá hverfli	gufuinntak hverfils	þéttivatn frá hverfli	gufuinntak hverfils	þéttivatn frá hverfli
Koldíoxíð (CO ₂)	16245	-	17100	-	17673	-
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	220	-	250	-	262	-
Gas í gufu, hundraðshluti massa	1,65	-	1,74	-	1,79	-
Leiðni (µS/cm / 25°C)	-	29	-	30	-	30
Kísildíoxíð (SiO ₂)	-	0,10	-	0,36	-	0,04
Natríum (Na)	-	0,19	-	0,15	-	0,08
Kalíum (K)	-	0,04	-	0,26	-	0,07
Magnesíum (Mg)	-	0,004	-	<0,003	-	-
Kalsíum (Ca)	-	0,03	-	0,01	-	0,04
Klóríð (Cl)	-	0,17	-	-	-	-
Járn (Fe)	-	0,056	-	-	-	0,025

Styrkur gass í inntaksgufu hverfilsins í Orkuveri 5 er sýndur í töflu 1, en þar eru skráð sýni frá þremur mismunandi tímum. Fyrsta gufusýnið var tekið við álagsprófun hverfilsins í nóvember 1999, skömmu eftir gangsetningu hans, en þó þegar hámarksálagi hafði verið náð. Fleiri áþekk sýni voru tekin um sama leyti, en niðurstöður greininga þeirra hafa áður komið fram (Jón Örn Bjarnason, 1999: *Álagsprófun hverfils Hitaveitu Suðurnesja í Orkuveri 5, Svartsengi: Mælingar á gasi og meðburði steinefna í gufu*. Orkustofnun, greinargerð JÖB-99/04). Styrkur koldíoxíðs (CO_2) og brennisteinsvetnis (H_2S) er gefinn í mg á hvert kg gufu, en samtals mynda þessar lofttegundir, reiknaðar til massa, talsvert meira en 99 af hundraði gass í gufu í Svartsengi. Heildarstyrkur gass er einnig gefinn sem hundraðshluti massa. Öll gufusýnin voru tekin úr stút á vestari inntakslögn hverfilsins.

Samhliða sýnum af inntaksgufunni voru tekin sýni af þéttivatni því sem hverfillinn skilar frá sér. Þau fengust um stút á lóðréttri lögn við glugga á vesturvegg orkuversins, en sú lögn losar allt þéttivatn frá hverflinum. Þessi sýni veita því vitneskju um meðburð steinefna í gufunni. Eins og sjá má á töflu 1 er styrkur steinefna lítill. Nokkru meira mældist af kísildíoxíði og kalíum í sýninu sem tekið var í mars en í hinum, en ekki er kunnugt um ástæðu þessa. Hlutföllum steinefnanna bregður nokkuð frá hlutföllum þessara efna í jarðsjó. Þetta hefur margoft komið fram við mælingar á efnastyrk í þéttivatni í Svartsengi og á Reykjanesi, en ástæðan er enn ókunn. Engu að síður er ljóst að gufan er harla góð.

Tafla 2 sýnir styrk gass í gufu úr Svartsengisholum á árunum 1999 og 2000, og eru þar skráð öll sýni sem tekin hafa verið á þessu tímabili. Auk styrks koldíoxíðs og brennisteinsvetnis, í mg á hvert kg gufu, er þar skráður heildarstyrkur gass í gufunni, reiknaður sem hundraðshluti massa eins og áður. Í töflu 2 er miðað við að þrýstingur gufunnar sé 6,5 bar-absolute. Þetta samsvarar 162°C skiljuhita fyrir rennið úr „blautu“ holunum. Gasstyrkur í gufu úr öllum holum er einnig dreginn á meðfylgjandi mynd.

Styrkur gass í gufu úr holum 18 og 19 er meiri en í gufu úr holu 9, en minni en í gufu úr öðrum holum suður- og vestursvæðisins. Röð holnanna þar eftir styrk er þá þessi: 9, 18, 19, 8, 7 og 11. Ljóst er þó að mjög litlu munar á styrk gass í gufu úr holum 18 og 19.

Styrkur gass í gufu úr „þurru“ holunum er miklu meiri en í hinum „blautu“ eins og fyrr greinir, og er það ekki ný vitneskja. Hitt er nýlunda, að styrkur gass í þeim fyrrnefndu virðist hafa fallið mjög skyndilega eftir að hverfillinn í Orkuveri 5 var gangsettur. Styrkur koldíoxíðs í gufu úr holu 10 hafði verið á bilinu 30.000 - 40.000 mg/kg fyrir gangsetningu, og raunar nálægt 50.000 mg/kg nokkrum árum fyrr, en hafði fallið niður undir 20.000 mg/kg þann 6. desember 1999. Styrkur gass í holu 14 féll samtímis talsvert niður fyrir 20.000 mg/kg, en hafði áður verið u.þ.b. 25.000 - 30.000 mg/kg.

Skýringarinnar á þessari skyndilegu lækkun á styrk gass í gufu úr „þurru“ holunum er trúlega að leita í stórauðinni vinnslu úr gufupúðanum austast í jarðhitasvæðinu. Vinnsla úr holu 10 var u.þ.b. 29 kg/s þann 25. mars 1999, svo dæmi sé tekið, en vinnsla úr holu 14 var þá 9 kg/s. Vinnsla úr holu 16 var þá ekki hafin. Séu þessar tölur margfaldaðar með gasstyrk þeim sem skráður er í töflu 2, kemur í ljós að gaslosun úr gufupúðanum var hér um bil 1,4 kg/s á þessum tíma. Þann 6. desember 1999 skilaði hola 10 hins vegar 38 kg/s, hola 14 u.þ.b. 10 kg/s, en hola 16 nálægt 30 kg/s. Margföldun gasstyrks og vinnslu sýnir að heildarlosun gass úr gufupúðanum var þá orðin 1,7 kg/s. Gaslosunin jókst þannig

Tafla 2. Styrkur gass í guflu úr borholum í Svartsengi, við 6,5 bar-a þrýsting. Styrkur koldíoxíðs (CO₂) og brennisteinsvetnis (H₂S) er gefinn í mg/kg. Gas-% er heildarstyrkur gass í guflu sem hundradshluti massa.

Hóla 7					Hóla 8					Hóla 9				
Dags.	Númer	CO ₂	H ₂ S	Gas-%	Dags.	Númer	CO ₂	H ₂ S	Gas-%	Dags.	Númer	CO ₂	H ₂ S	Gas-%
1999-05-25	1999-0148	3151	66	0,32	1999-05-18	1999-0142	2582	44	0,26	1999-05-20	1999-0145	1363	38	0,14
1999-12-08	1999-0530	2450	47	0,25						2000-05-11	2000-0152	1190	44	0,12
2000-05-16	2000-0172	3032	62	0,31										
Hóla 11					Hóla 18					Hóla 19				
Dags.	Númer	CO ₂	H ₂ S	Gas-%	Dags.	Númer	CO ₂	H ₂ S	Gas-%	Dags.	Númer	CO ₂	H ₂ S	Gas-%
1999-05-20	1999-0144	3359	73	0,34	1999-08-11	1999-0281	1425	25	0,15	1999-08-26	1999-0300	1568	37	0,16
2000-05-15	2000-0169	4473	103	0,46	2000-05-16	2000-0171	1814	37	0,19	2000-03-01	2000-0042	1780	34	0,18
										2000-05-18	2000-0191	1791	39	0,18
Hóla 10					Hóla 14					Hóla 16				
Dags.	Númer	CO ₂	H ₂ S	Gas-%	Dags.	Númer	CO ₂	H ₂ S	Gas-%	Dags.	Númer	CO ₂	H ₂ S	Gas-%
1999-03-25	1999-0079	38811	479	3,9	1999-03-25	1999-0080	28619	270	2,9					
1999-05-18	1999-0140	31544	388	3,2	1999-05-18	1999-0141	28909	333	2,9	1999-08-12	1999-0289	27053	355	2,7
1999-08-26	1999-0301	38666	503	3,9	1999-08-26	1999-0302	25601	330	2,6	1999-12-06	1999-0527	24160	300	2,4
1999-12-06	1999-0526	20700	300	2,1	1999-12-06	1999-0528	17130	190	1,7	2000-03-01	2000-0038	25100	222	2,5
2000-03-01	2000-0037	20400	333	2,1	2000-03-01	2000-0039	19000	237	1,9	2000-03-07	2000-0044	24000	319	2,4
2000-03-07	2000-0043	20200	318	2,1	2000-03-07	2000-0045	18040	258	1,8	2000-05-11	2000-0149	27109	359	2,7
2000-05-10	2000-0147	20385	297	2,1	2000-05-10	2000-0148	18671	260	1,9	2000-09-07	2000-0303	24412	340	2,5
2000-09-07	2000-0302	21484	344	2,2	2000-09-07	2000-0304	23741	308	2,4					

aðeins um 21% á sama tíma og gufuvinnslan liðlega tvöfaldaðist.

Þrýstilækkun vegna vinnslu úr jarðhitakerfinu hefur valdið því að vökvi sýður nú sums staðar úti í bergi. Holurnar austast á svæðinu, 10, 14 og 16, skila til yfirborðs þorra þeirrar gufu sem þannig myndast. Þegar einhver hluti tiltekins vökvamassa sýður, hverfur yfir í gufuna mikill hluti þess gass, sem bundið er í massanum, og það eins þótt suðuhlutinn sé lítill. Sé suðuhlutinn hins vegar stærri, breytir það því einu að meiri gufa myndast, án þess að meira gas losni að kallast geti. Styrkur gassins í gufunni fellur þá með vaxandi gufuhluta, og er hér væntanlega komin ástæða þynningarinnar á austursvæðinu.

Eftir hina skyndilegu lækkun í nóvember 1999, hefur gasstyrkur í gufu úr holum austursvæðisins haldist stöðugur að kalla. Því má ætla að nýju jafnvægi hafi verið náð í gufupúðanum.

Jón Örn Bjarnason