

Álagsprófun hverfils Hitaveitu Suðurnesja í  
orkuveri 5, Svartsengi: mælingar á gasi og  
meðburði steinefna í gufu

Jón Örn Bjarnason

Greinargerð JÖB-99-04

## ÁLAGSPRÓFUN HVERFILS HITAVEITU SUÐURNESJA Í ORKUVERI 5, SVARTSENGI: MÆLINGAR Á GASI OG MEÐBURÐI STEINEFNA Í GUFU

Þegar hinn nýi hverfill Hitaveitu Suðurnesja var gangsettur í Orkuveri 5 í Svartsengi í nóvember 1999, voru rekstrarskilyrði hans könnuð með ýmsum mælingum. Meðal þeirra voru efnagreiningar á gufu og þéttivatni.

Hverfillinn var prófaður við stigvaxandi áraun: 7,8 MW, 16 MW og 23,3 MW. Þessi þrep samsvara álagi að liðugum fjórðungi, ríflega helmingi og rúmum þremur fjórðungum. Loks var vélin reynd við 30 MW, en það er hámarksafli hennar. Við hvert álagsþrep var tekið eitt sýni af inntaksgufu vélarinnar og annað af frárennslisþéttivatni hennar. Sams konar sýni voru tekin þegar vélin var í tómagangi.

Styrkur gass í gufu þeirri sem knýr hverfilinn var ákvarðaður. Inntakslagnir hverfilsins eru tvær, og voru sýni af gufunni tekin um stút sem soðinn hafði verið á vestari lögnina í þessu skyni. Gufunni var safnað í lofttæmda flösku, sem þó hafði að geyma u.þ.b. 50 ml af rammri vítissóðalausn, og látin þéttast þar. Styrkur koldíoxíðs og brennisteinsvetnis í gufunni var síðan fundinn með títrun lútarglundursins. Styrkur annarra lofttegunda í gufunni var ekki mældur sérstaklega í þessum sýnum, enda er hann samtals innan við einn af hundraði gassins og ætlunin aðeins að ákvarða heildarstyrk gass í gufunni. Sú stærð skiptir máli í rekstri hverfilsins, því gasið dregur úr orkunýtingu gufunnar.

Fyrirhugað hafði verið að taka „ísókínetísk“ sýni, sem svo eru kölluð, af gufunni sem leidd er inn á hverfilinn, og skyldi mæla í þeim meðburð steinefna. Til þessa verks hefði þurft að reka inn í gufulögnina sérstakan sýnatökustút, en hann er gatað rör, gert eftir nákvæmri forskrift. Að vel athuguðu máli var þó ekki talið öruggt að stúturinn þyldi álagið af gufustreyminu. Færi svo, að hann léti undan, gætu brotin borist inn í hverfilinn og valdið þar miklum usla. Var því horfið frá þessu ráði.

Í staðinn voru sýni tekin af þéttivatni því sem hverfillinn skilar frá sér. Þau fengust um stút á lóðréttri lögn við glugga á vesturvegg orkuversins. Þessi lögn losar allt þéttivatn frá hverflinum, en í honum þéttist öll gufa sem inn kemur. Styrkur steinefna í þessu þéttivatni hlýtur því að vera hinn sami og í inntaksgufunni, og fékkst á þennan hátt vitneskja um meðburð í gufunni. Má raunar færa að því rök, að þessi aðferð sé síst lakari til að mæla meðburðinn en „ísókínetísk“ sýnataka. Styrkur natríums, kalíums, magnesíums, kalsíums, klóríðs og kísildíoxíðs var ákvarðaður í öllum þéttivatnssýnunum, og styrkur járn í tveimur. Leiðni allra sýna var ákvörðuð.

Niðurstöður greininga allra sýnanna er að finna í töflu 1. Eins og áður segir voru tekin tvö sýni við hvert álagsþrep, eitt af gufu til að ákvarða gasstyrk og annað af þéttivatni til að mæla meðburð steinefna. Styrkur einstakra efna er gefinn sem mg í hverju kg vatnsgufu, en heildarstyrkur gass í gufu er einnig skráður sem hundraðshluti massa.

**Tafla 1. Efnasamsetning gufu og þéttvatns við hverfil í Orkuveri 5, Svartsengi. Efnastyrkur í mg/kg.**

Álag hverfils (MW)	0	0	7,8	7,8	16,0	16,0	23,3	23,3	30,0	30,0
Dagsetning	1999-11-02	1999-11-02	1999-11-02	1999-11-02	1999-11-03	1999-11-03	1999-11-08	1999-11-08	1999-11-17	1999-11-17
Tími	17:45	18:20	23:00	22:30	20:45	21:10	18:15	19:00	17:20	18:20
Númer sýnis	1999-0430	1999-0431	1999-0433	1999-0432	1999-0442	1999-0443	1999-0472	1999-0473	1999-0534	1999-0535
Staður	gufuinntak hverfils	þéttvatn frá hverfli	þéttvatn frá hverfli	gufuinntak hverfils	gufuinntak hverfils	þéttvatn frá hverfli	gufuinntak hverfils	þéttvatn frá hverfli	gufuinntak hverfils	þéttvatn frá hverfli
Koldíoxíð (CO <sub>2</sub> )	24069	-	-	30039	24495	-	17649	-	16245	-
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	289	-	-	437	365	-	243	-	220	-
Gas í gufu hundradshluti massa	2,44	-	-	3,05	2,49	-	1,79	-	1,65	-
Leiðni (µS/cm / 25°C)	-	31	31	-	-	32	-	29	-	29
Kísildíoxíð (SiO <sub>2</sub> )	-	0,14	0,21	-	-	0,11	-	0,05	-	0,10
Natríum (Na)	-	0,95	0,46	-	-	0,29	-	0,12	-	0,19
Kalíum (K)	-	0,75	0,39	-	-	0,22	-	0,08	-	0,04
Magnesium (Mg)	-	0,005	0,004	-	-	0,001	-	0,003	-	0,004
Kalsíum (Ca)	-	0,12	0,10	-	-	0,06	-	0,05	-	0,03
Klóríð (Cl)	-	0,02	0,06	-	-	0,04	-	0,17	-	0,17
Járn (Fe)	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	0,05
Ammóníak (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	-	2,78	3,18	-	-	3,46	-	3,39	-	3,49

Styrkur gass í inntaksgufu hverfilsins reyndist nokkuð breytilegur milli þrepa. Þetta stafar væntanlega af því að gasstyrkur í gufu er mismikill í vinnsluholunum, og hlutur hverrar holu í vinnslunni mismikill milli álagsþrepa. Mestur er gasstyrkurinn í „þurru“ holunum austast á svæðinu, en minni í hinum. Í inntaksgufunni reyndist heldur minna gas en búist hafði verið við. Fyrstu niðurstöður efnagreininga á efnavöktunarsýnum sem tekin voru í desember 1999 benda einmitt til þess að gasstyrkur í gufu úr þurru holunum sé nú talsvert minni en áður hefur verið. Ekki er ólíklegt að hér valdi stóraukin vinnsla úr gufusvæðinu.

Hlutföll steinefnanna eru ekki nákvæmlega hin sömu og í jarðsjó, eins og þó hefði mátt búast við. Einkum er styrkur kalíums, borinn saman við natríum og kalsíum, hlutfallslega miklu meiri en í jarðsjó, og hefur þessa raunar einnig orðið vart við rannsókn á gæðum gufu á Reykjanesi (Jón Örn Bjarnason og Sæþór L. Jónsson, 1993: *Mæling gufugæða fyrir Hitaveitu Suðurnesja á Reykjanesi*. Orkustofnun, greinargerð, JÖB-SLJ-93/01). Við þá athugun var styrkur katjónanna ákvarðaður með atómgleypigreiningu, en nú með jónaskiljun. Klóríðstyrkur mælist nú hlutfallslega miklu minni en í jarðsjó, sé mið tekið af katjónunum, en ástæða þessa er ekki kunn. Á Reykjanesi reyndist hlutfall klóríðs og natríums í þéttivatni hins vegar miklu herra en það mælist nú.

Skiljunýtni á grundvelli steinefnamælinga reiknast um 99,998%, og hlýtur að teljast ágæt.

Við katjónagreiningu með jónaskiljun mældist svolítið ammóníak í þéttivatni, og er styrkur ammóníumjónarinnar skráður í töflu 1. Hann er lítill, enda er ammóníakið bersýnilega mjög lítt hluti af gasinu í gufunni. Ammóníak finnst í jarðhitagasi víða um heim, en þetta er í fyrsta sinn sem það mælist í Svartsengi, enda hefur ekki sérstaklega verið að því leitað. En nú er fyrirhugað að mæla styrk þess í gufu og jarðsjó í einsökum holum.

Af töflu 1 má sjá að styrkur steinefna í þéttivatni var mestur þegar hverfillinn var fyrst gangsettur, en lækkaði síðan heldur er frá leið. Erfitt er að fullyrða mikið um ástæðu þessa, en vera má að svolítil óhreinindi hafi verið að skolast út úr hverflinum, gufulögnum eða öðrum búnaði í upphafi vinnslu. Þá kann að valda nokkru að vinnsluholunnar lögðu ekki jafnmikinn hluta gufu til allra álagsþrepa.

Enda þótt skýringar á mismunandi hlutföllum steinefna liggi ekki fyrir virðist hitt fullljóst að gufan er afbragðsgóð.

Jón Örn Bjarnason