

Framtíðarhorfur um gufuöflun í Kröflu

Ásgrímur Guðmundsson

Greinargerð ÁsG-97-09A

Framtíðarhorfur um gufuöflun í Kröflu

Gufuöflun í Kröflu lá niðri á árunum frá 1991 er hola KG-26 var boruð og til sumarsins 1996. Í millitíðinni voru í gangi rannsóknir á jarðhitasvæðinu, sem leiddu af sér áhugaverðar niðurstöður um Krölusvæðið. Í ljósi þeirrar þekkingar hafa verið lagðar fram hugmyndir um áframhaldandi gufuöflun bæði hvað varðar viðhaldsgufu og áframhaldandi gufuöflun fyrir stækkun virkjunarinnar upp í 60 MW.

Verkefnið Lúkning Kröfluvirkjunar hófst um mitt ár 1996 og er áætlað að því ljúki undir lok ársins 1998. Það felur í sér að setja niður vél 2 í Kröflu og ljúka öflun gufu fyrir 60 MW rafmagnsframleiðslu. Fyrir framkvæmdir var staðan í gufumálum metin sem hér segir, annars vegar í tengdum holum (tafla 1) og hins vegar ótengdum (tafla 2) (VGK og Rafteikning 1996, Kröfluvirkjun staða og horfur í apríl 1996):

Tafla 1. Tengdar holur 1996

Svæði	Háprýstigufa kg/s	Lágprýstigufa kg/s
Leirbotnar	15,5	13,3
Suðurhlíðar	24,4	0,7
Hvíthólar	19,0	
Samtals	63,0	14,0

Tafla 2. Ótengdar holur.

Svæði	Háprýstigufa kg/s	Lágprýstigufa kg/s
Leirbotnar	7,0	7,9
Suðurhlíðar	3,0	
Hvíthólar	5,0	
Samtals	15,0	7,9

Miðað við þessar forsendur var gerð áætlun um gufuöflun fyrir árið 1996 og var þar lögð höfuðáhersla á öflun lágprýstigufu, en auk þess voru tvö önnur borverkefni. Verkefni 1996 voru sem hér segir:

- *Hola KJ-27 borun eftir lágprýstigufu*
- *Hreinsun holu KG-26*
- *Endurvinnsla holu KG-25*
- *Borun holu KJ-28 eftir lágprýstigufu*

Hola KJ-27 var boruð niður á rúmlega 1100 m dýpi og skilaði það ekki árangri. Hreinsun holu KG-26 tókst að því er best var séð, en þegar holan var mæld skömmu eftir hreinsun reyndist botnfall vera komið í svipað horf og fyrir og mistókst aðgerðin þar af leiðandi. Vegna óhappa við framkvæmd holu KG-25 varð að ganga frá því verki án þess að komast nálægt upphaflegum markmiðum. Hola KJ-28 var boruð niður á um 1000 m dýpi og reyndist vera mjög aflmikil og

afkastaði um 15 kg/s af lágþrýstigufu við um 8 bar toppþrýsting. Ekki var árangurinn 1996 eins og vonast hafði verið eftir en þó hafði tekist að ná nokkurn veginn þeirri lágþrýstigufu sem til stóð.

Orkustofnun hefur frá upphafi Kröfluvirkjunar verið hennar helsti ráðgjafi í jarðhitamálum og fylgst náið með vinnslu og áhrifum vinnslunar á jarðhitasvæðið. Stöðugt hefur verið í mótun og endurskoðun áætlun um áframhaldandi gufuöflun. Markviss stefna var mörkuð í þeim efnum og hefur hún verið birt í greinargerðum og í skýrslum á undanförunum árum. Lögð var fram á vormánuðum 1997 greinargerð um áætlun um frekari gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun (ÁSG-97/01). Innhald hennar byggir á rannsóknnum Orkustofnunar og annarra á jarðhitasvæðinu við Kröflu. Megininntak greinargerðarinnar er kynning á þeim svæðum eða stöðum sem vænlegt er að bera niður í við gufuöflun og eru þeir sem hér segir:

- ☞ *Borun í svæðið í ofanverðu Hveragili og austan Vítis.*
- ☞ *Skoða möguleika á endurvinnslu holu KG-25.*
- ☞ *Borun í Leirbotnasvæðið. Það er vannýtt í dag og e.t.v. má nýta hluta af eldri mannvirkjum og lækka þannig borkostnað. Það hefur ekki verið í umræðunni um stækkun virkjunarinnar, þar sem því var ætlað að anna gufuþörf vélar 1.*
- ☞ *Borun í Suðurhlíðar. Vissar vísbendingar hafa verið að koma fram í eftirlitsmælingum um að niðurdráttur hafi verið ofmetinn í vinnsluspám.*
- ☞ *Borun á Sandabotnaþfalli og í Sandabotnaskarði.*

Þar var getið um þau svæði sem talin voru áhugaverðust en auk þess voru taldir upp fjöldi möguleika á staðsetningum borhola. Sá fyrirvari var gerður í áætluninni að tekið yrði mið af niðurstöðum forðafræðilíkans fyrir Kröflusvæðið sem þá var verið að vinna á Forðafræðideild Orkustofnunar. Líkanið samanstendur af fjölda eininga. Allar þessar einingar eru stilltar í hita, þrýstingi og flæði þannig að sem líkast er jarðhitasvæðinu í Kröflu. Fyrst er búið til svo kallað “natural state” líkan, sem líkir eftir svæðinu eins og það er þekkt nú. Næsta stig er svo kallað “well by well” líkan þar er hermt eftir áhrifum vinnslu hola úr svæðinu. Markmiðið með gerð líkansins er að það hermi viðbrögð jarðhitakerfisins í Kröflu við vinnslu. Þannig verður hægt spá fyrir um vinnslugetu einstakra svæða.

Lögð var fram áætlun á vormánuðum um 5 borverkefni. Gert var ráð fyrir borun tveggja beinna hola einnar stefnuborunar og endurvinnslu tveggja hola, sem jafnframt fóll í sér stefnuboranir.

- ✓ *Borun austan skiljustöðvar, en þar var fyrir borplan kjallari og 60 m djúp höggborshola (hola KJ-29).*
- ✓ *Stefnuborað frá borplani KJ-19 norður undir vesturhlíðar Kröflu (hola KJ-30).*
- *Borun beinnar holu á borplani austan Vítis en þar var höggborað 1991.*
- ✓ *Endurvinnsla á holu KJ-16 og borða út úr henni til NV.*
- ✓ *Dýpkun holu KJ-27 niður í neðra kerfi Leirbotna.*

Öll verkefnið miðuðust við öflun háþrýstigufu. Vegna lítillar vinnslu úr Leirbotnasvæðinu var talið eðlilegt að byrja boranir þar áður en niðurstöður hermireikninga lágu fyrir. Einnig var stuðst við upplýsingar, sem komu fram við boranir árið áður, um legu sprungna innan Leirbotnasvæðisins. Lögð hafði verið áhersla á að skoða suðurhlíðar Kröflu í hermireikningunum og sjá hvernig svæðið mundi bregðast við aukinni vinnslu. Niðurstöður líkansins gáfu til kynna að auka mátti vinnslu úr Suðurhlíðum sem næmi 60 kg/s án þess að það gengi of nærri svæðinu. Þegar þetta lá fyrir var ákveðið að hálfu Landsvirkjunar að fresta borunum að sinni hjá Víti. Þess í stað skyldi bora í Suðurhlíðum og var holu KJ-31 því valinn staður á borplani KJ-20, en hún var stefnuboruð árið 1982 til norðurs. Ákveðið var að bora holu KJ-31 beint niður. Breytingin á upphaflegri áætlun tók mið af því að lítill kostnaður yrði við að tengja holu í Suðurhlíðum við gufuveituna ásamt því að holan kæmi miklu fyrir í gagnið.

Mat á ásætlanlegum árangri fyrir borvertíðina var það að Leirbotnaholur gæfu ekki undir 7 kg/s af háþrýstingufu og Suðurhlíðaholur ekki undir 8 kg/s. Hvort tveggja er yfir núverandi meðalafköstum á svæðunum.

Framkvæmdir og árangur 1997

Laugardaginn 8. nóvember 1997 var borframkvæmdum í Kröflu lokið. Lokið var öllum verkefnum eins og til stóð. Fyrir borvertíðina var áveðið að nota stefnuborunartæki við borun þriggja hola, en þegar upp var staðið höfðu þau verið notuð við fjögur verkefni af fimm. Ýmis tæknileg vandamál komu upp eins og eðlilegt er við slíkar aðstæður, en á þeim fengust alltaf úrlausnir. Helst ber að nefna þá uppgötvun hér á landi, sem fólst í margföldun á borhraða með stefnuborunartækjunum, en ýmsir fylgikvillar fylgdu þeim. Í heildina séð skiluðu framkvæmdirnar góðum árangri.

Undir lok árs 1997 lágu fyrir eftirfarandi niðurstöður um afköst hola eins og kemur fram í töflu 3. Ekki er búist við að tölur liggi fyrir um afköst holu KJ-27 fyrr en eftir áramót en óhætt er að fullyrða að hún komi til með að vera yfir þeim mörkum sem lögð voru til grundvallar sem ásætlanleg afköst fyrir Leirbotnaholur.

Tafla 3. Afkastamælingar á Kröfluholum boruðum 1996 og 97.

Holu-númer	Dags.	Topp-prýstingur (bar)	Heildar afköst kg/s	Gufa við 7 bar-g	Gufa við 1 bar-g	Miðað við ásætlanlegt
KJ-28	10.12.97	6,5	58,8		13,3	
KJ-29	18.09.97	12,8	9,2	8,8	0	+ 1,8
KJ-30	19.11.97	24,8	32,8	28,6	0,4	+ 20,6
KJ-16	10.12.97	12	5	4,1	0,1	- 3,9
KJ-31	8.12.97	11,6	9,7	9,3		+ 1,3
Samtals			115,5	50,8	13,8	+ 27,6

Ljóst er að gufuöflun fram til þessa hefur skilað góðum árangri, en til þess að vélar virkjunarinnar afkasti 60 MW þá þarf að auka við gufuöflun með borunum. Rekstartímabil Kröfluvirkjunar hefur miðast við þann tíma þegar virkjunin er gangsett að hausti eða seinni hluta sumars og síðan stoppuð í byrjun sumars árið eftir. Afkastamælingar á nýtanlegum tengdum holum á svæðinu utan nýborana voru sumarið 1997 eins og fram kemur í töflu 4 (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1997).

Tafla 4. Afkastamælingar í Kröflu sumarið 1997 á holum sem voru í rekstri.

Svæði	Heildar afköst kg/s	Gufa við 7 bar-g kg/s	Gufa við 1,2 bar-g kg/s
Leirbotnar efri	39,8	0	11,5
Leirbotnar neðri	55,5	16,2	3,6
Suðurhlíðar	28,1	23,4	0,5
*Hvíthólar	40,8	19,6	0
Samtals	164,0	59,2	15,6

* Skiljuþrýstingur í Hvíthólum er 10 bar-g

Til þess að meta gufuþörf þá þarf að skoða allan gufubúskapinn þar með talið forða einstakra svæða og afdvínun milli ára. Einnig er spurning hvort tæknilegar framfarir við nýtingu jarðhitavökvans geri það kleyft að betri nýting fái úr því sem nú þegar er til staðar. Í forsendum

fyrir gufubörf virkjunarinnar var talað um 74 kg/s af gufu fyrir hvora vél um sig, sem skiptist þannig 2 x 56 kg/s af háþrýstigufu við 6 bar-g og 2 x 18 kg/s af lágþrýstigufu við 1,2 bar-g. Ef gengið er út frá ofangreindum tölum er ljóst að öflun háþrýstigufu er nálægt því að vera fullnægt, en skortur er á lágþrýstigufu. Rétt er að hafa í huga að gufubúskapurinn nú segir ekki nákvæmlega til um tiltæka gufu og má í því sambandi benda á að forðafræðilíkan af Hvíthólum gaf til kynna að varasamt væri að nýta svæðið meira en 9 mánuði í senn og að best væri að hvíla það næstu þrjú mánuði. Þaðan koma um 20 kg/s af háþrýstigufu, en lágþrýstigufu og skiljuvatni er hent. Efnagreiningar á vökvunum úr holu KJ-21 í Hvíthólum sýna lækkun í Cl og SiO₂ ásamt hækkun í SO₄ og eru það vísbendingar um kólnun. Einnig er full ástæða til að skoða möguleika á því að nýta lágþrýstigufu frá svæðinu.

Skoða þarf hvernig nýting á gufu hefur verið inn á vél 1 í Kröflu og hvaða áhrif til betri nýtingar núverandi framkvæmdir hafa leitt af sér. Ennfremur verður að horfa á afldvínun sem verður milli ára og þá reynslu sem fengist hefur af mælingum á nýjum holum á fyrsta blástursári. Ef gengið er út frá því að gufumagn sé nú eins og getið er um í töflum 3 og 4 hér að framan og hola KJ-27 verði yfir meðallagi þá þýðir það að háþrýstigufa er nokkurn vegin komin miðað við hönnunarforsendur. Þá er reiknað með að hola KJ-21 verði nýtt á fullu allt árið (um eða yfir 8000 stundir/ári). Aftur á móti vantar þá um 6 kg/s af lágþrýstigufu. Ef taka á tillit til aflminnkunar í holum milli ára og sérstakra rekstrarskilyrða Hvíthóla þá er ljóst að auka þarf einnig við háþrýstigufu.

Reiknað var með því að með lækkun á rekstrarþrýstingi lágþrýstihola mætti auka magnið úr þeim, en ekki er ljóst hvort það gangi eftir þegar þetta er ritað. Einnig virðist óvíst hvort nýta megi holu KJ-3A eins og áætlað var, en hún gefur tæp 3 kg/s. Ef árangur úr borunum eftir lágþrýstigufu og breytingar á gufuveitu hafa verið ofmetnar þá er ljóst að bora þarf eina lágþrýstiholu á næsta ári.

Tillögur um áframhaldandi gufuöflun

Ekki hafa orðið neinar stórar áherslubreytingar í tillögum um gufuöflun frá því á síðastliðnu ári. Enn er mjög áhugavert að kanna hvort möguleiki er á að nýta súra vökvann úr Vítismóssvæðinu og full ástæða er til að skoða nánar svæðið í ofanverðu Hveragili og austan Vítis. Til lengri tíma litið er ástæða til að skoða Sandabotnasvæðið og mætti til dæmis byrja þar með 1000 - 1200 m djúpa rannsóknarholu. Allar þessar hugmyndir hafa í raun komið fram áður og er hér aðeins verið að ítreka þær.

Að fenginni reynslu af borunum eftir háþrýstigufu í neðra kerfi Leirbotna og Suðurhlíðasvæðið þá er ekki að vænta þar neinnar lágþrýstigufu sem hliðarafurð vegna hás varmainnihalds. Aftur á móti kæmi það til með að verða svo með nýtingu í Vítismó, þar sem um væri að ræða samnýtingu efra- og neðra kerfis í sömu holunni. Nauðsynlegt má því vera að bora þurfi sérstaklega eftir lágþrýstigufu á Leirbotnasvæðinu, en það skýrist betur þegar líða tekur á veturinn 1997/98.

Eftirfarandi tillaga tekur mið af því hvíla þurfi Hvíthólasvæðið um 3 mánuði á ári og þarf því að bæta við gufu sem því nemur til að halda uppi 60 MW framleiðslu Kröfluvirkjunar á næstu árum. Einnig er það viss öryggisþáttur að hafa umframgufu ef til þess kemur að taka þurfi út holu eða holur úr rekstri vegna ófyrirsjáanlegra atvika. Auk þess kemur árangur framkvæmda til með veita upplýsingar um hvort stækka megi virkjunina á næstu árum og þá með hliðsjón af forðafræðilíkani sem kemur til með að liggja fyrir.

Lagt er til að áætla þrjú borverk á árinu 1998 í Kröflu:

- *Tvö borverk fyrir öflun háþrýstigufu*
- *Eitt borverk fyrir öflun lágþrýstigufu eða endurvinnna holu KG-25*

Niðurlag

Við það að tvöfalda afl virkjunarinnar verður nauðsynlegt að gaumgæfa nánar að öllu affallsvatni og hvernig best sé staðið að förgun þess. Við stækkun virkjunarinnar á sér stað meira en tvöföldun á affallsvatni, þar sem meiri massataka fylgir hverju kg/s af lágþrýstigufu heldur en þeirri háþrýstu. Full ástæða er til að sýna gott fordæmi í umhverfismálum þegar úrlausnar verður leitað. Margir möguleikar eru fyrir hendi og ekki einsýnt hver lausnin verður. Til dæmis má skoða frekari nýtingu á varmanum sem hentar fyrir þetta svæði og er þá haft í huga þaðvatn að hætti Svartsengis eða ræktun matjurta og ávaxta í gróðurhúsum. Niðurdæling getur orðið nauðsynleg til þess að halda uppi svæðisþrýstingi og hugsanlega má Hlíðardalslækurinn renna óáreittur áfram niður í Búrfellshraun. Mikilvægast er að vera fljótur til að leysa öll mál um förgun eða frekari nýtingu á affallsvatninu.