

## Heitavatnsborun á Hlemmiskeiði vorið 1987

**Kristján Sæmundsson**

**Greinargerð KS-88-03**

## HEITAVATNSBORUN Á HLEMMISKEIÐI VORIÐ 1987

Vegna ófullnægjandi árangurs af borholu 2 á Hlemmiskeiði vorið 1987 hefur verið óskað eftir álitum jarðhitadeildar á því verki öllu og jafnframt að athugað verði hvaða ráð eru til úrbóta.

### Breytingar á holu 1

Hola 1 var boruð með höggbor haustið 1949. Hún er fódruð einungis í 6,5 m (6" rör) niður í heillegt hraun. Í lok borunar gaf holan 2 l/s af 72° gráðu heitu vatni úr æðum neðarlega í holunni. Kælingar af völdum grunnvatns í hrauninu virðist ekki hafa gætt. Rennsli minnkaði þó með árunum og hiti lækkaði. Fram til 1982 mun hiti vatns sem dælt var úr holu 1 (1-2 l/s) hafa verið um 67°. Vorið 1982 var gerð dæluprófun í holu 1. Dælt var mest um 10 l/s og lækkaði hiti vatnsins þá í 64°. Eftir dæluprófunina virðist hiti vatns sem dælt var úr holu 1 (svipað vatnsmagn og fyrr) hafa verið um 64,5°. Fyrir og fyrst eftir dæluprófunina var holan hrein niður í botn (82 m), en vorið 1987 reyndist hún stífluð í 65 m. Við dæluprófunina virðist rennsli úr æðunum í botni hafa tregast vegna botnfalls, og rennsli úr efri æðum holunnar jafnframt aukist (sjá hitamælingar 29.6.'82 og 13.4.'87). Þegar hola 2 var boruð, stóð loft- og vatnsstrókur upp úr holu 1. Við þetta hefur hola 1 hreinsast að nokkru og er nú opin niður í 72 m. Eftir borun holu 2 var dælt úr holu 1 eins og áður fram til 20.nóv. 1987. Hiti vatns í dælingu þennan tíma var um 67° (2 l/s), þannig að hola 2 virðist hafa hreinsast við blásturinn og gaf jafnheitt vatn og fyrir dæluprófunina 1982.

### Dæling úr holu 2

Dæling úr holu 2 hófst í nóv. 1987. Fyrst eftir að dæla var sett í holu 2 var dælt samtímis úr báðum holunum, 3 l/s úr holu 1 og 5 l/s úr holu 2. Hiti vatnsins úr holu 1 hækkaði við þetta um 1-2°, en hiti vatnsins sem dælt var úr holu 2 var 66-67° (md 1). Eftir að dælingu var hætt úr holu 1 lækkaði hiti vatnsins sem dælt var úr holu 2 og er nú 61-62,5° (dælt er 3-4 l/s). Vatnið sem dælt er úr holu 2 virðist hafa farið kólnandi frá því í des. 1987.

### Nýjar hitamælingar í holum 1 og 2 og skýring á kólnun.

Holur 1 og 2 voru hitamældar í lok des. '87 og í febr. 1988 (md. 2 og 3). Vatnsstaða var 50 cm hærrí í lok desember en í febrúarmælingunni. Milli mælinganna hefur hola 2 kólnað um 2°C. Kælingin neðan 72 m dýpis er um 7° frá því að hola 2 var boruð. Hola 1 sýnir viss einkenni niðurrennslis í fyrri mælingunni (27.12.'87). Það gæti stafað af hærri vatnsstöðu þá og

jafnframt meiri dælingu úr holu 2. Um niðurstreymi er ekki að ræða í holu 1 þegar seinni mælingin var gerð (24.2.1988). Þá er hola 1 köldust í 70 m dýpi (um 58°C) en 4-6° heitari þar ofan við. Hola 2 er fódruð í 72 m og mest kæling í henni er á milli 70 og 80 m. Ljóst virðist af þessu að kólnun vatnsins í holu 2 stafar ekki af niðurrennsli í holu 1, heldur frá vatnsæðum neðan 72 m sem draga að 58° heitt vatn eða kaldara úr jarðlögum umhverfis holurnar, líklega gegnum sprungu, sem er opin til yfirborðs. Vel má vera að holur 1 og 2 séu nærri jaðrinum á heita uppstreyminu. Loftborun holu 2 með tilheyrandi skápamyndun í hrungjörnum jarðlögum gæti þá hafa opnað leið fyrir "kalt" aðstreymi. Mest hættu á slíku er í grunnnum holum eins og hér.

### Ráð til úrbóta

Vandséð er hvaða aðgerða er þörf til að ná upp hærri hita. Eftirfarandi kemur til greina.

1. Nota holu 1 sem dæluholu. Frá því að hola 2 var boruð og fram í miðjan nóv. var hún notuð sem dæluholu og gaf þá 67°C heitt vatn skv. mælingu Hlemmiskeiðsbænda. Vatnsæðar ofan 70 m í holu 1 virðast draga inn heitara vatn en botnæðin sem hefur beint samband út í skápinn neðan fódringar í holu 2.
2. Fódra holu 2 dýpra, þ.e. niður fyrir versta hrunkaflann, niður í ca. 115 m. Ólíklegt er að allt vatn yrði fódrað af með því móti.
3. Leita með grunnnum borholum að heitasta uppstreyminu og bora síðan nýja vinnsluholu.

### Borun holu 2

Undirritaður fylgdist með borun holu 2 með símtölum við bormenn, og kom einu sinni á borstað þegar holan var um 140 m á dýpt. Þá var komið fyrir V-laga yfirfalli í frárennsliskurði frá holunni. Borskýrsla virðist ekki hafa verið haldin, en borverktaki lét í té yfirlit um gang borunarinnar. Ákvarðanir um dýpi vinnslufóðringar og endanlegt bordýpi voru teknar í samráði við undirritaðan. Lengdin á ytri fóðringunni, 17 m, sýnist vera ofrausn þar sem heillegt hraun var í holu 1 frá 6-8 m niður í 17 m. Umfram það sem fram kemur í "borskýrslu" hefur undirritaður skrifað hjá sér eftirfarandi:

**14. maí.** kl. 15. Dýpi 34 m. Óhemju vatn og grjótkast neðan við hraunið (21 m). Berg frá 26 m. Vatnsæð og sprungið í 31 m.

Seinna sama dag. Hrun í 65-70 m.

**18. maí.** Kom á borstað um miðjan dag. Hrun hafði verið til leiðinda niður undir 130 m, en var þá rétt nýlega yfirunnið. Vatnsrennsli hafði aukist frá því um morguninn, neðan 108 m. Sett var V-laga yfirfall í skurð sem frárennslið rann eftir. Mæling í því sýndi meðalrennsli um 50 l/s, meira í gusum. Hiti var 66,6°C í loftblæstri við holuna. Blástur stóð einnig upp úr holu 1. Reynt hafði verið að setja í hana tappa, en dugði ekki til að þétta. Dýpi kl. 18:30 var orðið 144 m. Ákveðið með heimamönnum að halda við upphaflega áætlun um borun í 200 m.

### Staðsetning holunnar

Þegar verk eins og þetta er skoðað eftir á er eðlilegt að spyrja fyrst hvort kenna megi staðsetningunni um hvernig fór, þ.e. að borinn skyldi lenda í jafnslæmum hrunkafla og raun varð á. Áður en hola 2 var endanlega staðsett var gert hitakort af nánasta umhverfi holu 1. Fram kom eindregin vísbending um sprungu með NA-SV-stefnu mjög nærri holu 1. Ekki þótti ástæða til að hvika frá fyrri staðsetningu sem var 5-8 m NV af holu 1, og var hola 2 boruð 5 m frá henni, en 7-8 m frá áætlaðri sprungu.

Þegar borskýrsla um holu 1 var yfirfarin s.l. vor kom fram að hrun olli erfiðleikum í borun frá 65 m niður í 70 m. Í 82 m skrúfaðist meitillinn neðan úr og náðist ekki upp. Bormenn töldu hrundið vera afleiðingu af því að hraunklumpar hafi fallið niður í holuna úr hraunbotninum sem er í 17 m dýpi. Þetta er náttúrulega engan veginn víst og hefði allt eins mátt túlka hrun á höggborinn sem vísbendingu um hrungjörn jarðlög neðar í holunni. Fátt segir um vatnsæðar í holu 1 eftir að kemur í berg. Vatnsæð er nefnd í 55-60 m dýpi, og í lok borunar runnu úr holunni 2 l/s eftir að hún var fóðruð. Rennsli hafði verið að smáaukast eftir 60 m.

Ljóst virðist að holurnar á Hlemmiskeiði eru boraðar í opið, þrýstingslítið en vatnsmikið kerfi. Við vinnslu vatns úr holu 1, þótt ekki næmi nema 2 l/s, hefur hiti lækkað um nokkrar gráður á mörgum árum. Greiður samgangur er úr holu 1 út í grunnvatnið kringum jarðhitasvæðið, vegna þess hve stutt hún er fóðruð (6,5 m). Slíkur samgangur er líklega jafnt fyrir hendi þótt hola 1 kæmi ekki til, því að sprungurnar á jarðhitasvæðinu eru opnar niður. Þess vegna er talað um opið jarðhitakerfi, en þrýstingur í slíkum kerfum er jafnan lágur, a.m.k. í grunnum borholum.

Varðandi staðsetningu heitavatnshola á Suðurlandi hefur reynslan kennt að árangur er nokkuð vís af 100-200 m djúpri holu ef borað er í 5-10 m fjarlægð vestan megin við sprungurnar sem gjarnan ráða uppstreyminu. Lega sprungnanna er misvel þekkt þegar hola er staðsett. Á Hlemmiskeiði má kallast að lega aðaluppstreymisins og sennilega sprungunnar sem ræður því hafi verið vel þekkt og holan rétt staðsett miðað við þá vitneskju. Hrundið sem fram kom í holunni var ekki fyrirsjáanlegt, enda var það mest neðan við 83 m, en hola 1 var 82 m djúp. Ef til vill hefur hrun holuveggja orðið meira vegna boraðferðarinnar (loft) og mjög víðrar holu (8 1/2"). Búast mátti við hrundi ef holan hefði lent í mjög opinni sprungu, en þá var jafnframt fenginn sá árangur sem sóst var eftir. Jarðlagagreining (sjá greinargerð GÓF-87/07) leiddi ekki í ljós nein ótvíræð merki um sprungu. Engu að síður er meira en líklegt að los sé í berginu vegna nálægðar við sprungu og greiður samgangur í vatnsæðum út í opna sprungu.

Þar sem vatnið í holu 1 hafði kólnað á löngum tíma og ljóst var að opnar sprungur lágu um jarðhitasvæðið, hefði verið æskilegt að bora holu 2 heldur fjær sprungunni og reyna með því að hitta á vatnsæðar á meira dýpi t.d. kringum 300 m. Þar hefði mátt vænta minni kælingar við hóflega nýtingu. Þurft hefði ca. 115-130 m fóðringu í þá holu eftir því sem nú er vitað.

### Ákvörðun um bordýpi

Þegar holan á Hlemmiskeiði var ákveðin var af hálfu undirritaðs rætt um 200-300 m dýpi. Að venju var hafður fyrirvari um bæði fódringardýpi og endanlegt bordýpi í ljósi þess sem borunin gæfi tilefni til. Fódringardýpi varð 72,5 m í stað 60 m sem upphaflega var rætt um. Réði þar hrunkafla milli 65 og 70 m sem æskilegt þótti að fódra af. Bordýpið varð 200 m. Réði þar mestu að borun var farin að ganga vel eftir að kom niður fyrir 130 m og æskilegt þótti að bora vel niður fyrir vatnsæðarnar sem þegar voru komnar í holuna til að sjá hvert stefndi með hita neðan þeirra. Jafnframt var vonast eftir viðbót af heitara vatni en 70° sem reikna mátti með í æðunum á 75-125 m dýpi. Segja má að þetta hafi verið óskynsamlega ráðið hvað seinna atriðið varðaði umfram góðan kjallara til að taka við botnfalli (ca. 20 m). Holan var þegar orðin mjög vatnsmikil, en hins vegar ekki líkur á það miklu heitara vatni, að nokkru verulegu gæti munað í hita á heildarrennsli. Hitt var aftur möguleiki að fódra af það vatn sem komið var í holuna ofan 125 m og nýta dýpri og heitari æðar eingöngu ef þær fyndust.

### Verklok

Um verklokinn er svo sem engu að bæta við skýrslu Ísbors. Gerð var heiðarleg tilraun til að hreinsa holuna, en því var hætt, þegar sýnt þótti að það yrði árangurslaust (md. 4). Það er ekkert einsdæmi að holur hrynji eða fyrirstöður komi fram í þeim. Hér var það einkum bagalegt vegna þess að verkkaupi og rannsóknaraðili urðu af þýðingarmiklum upplýsingum fyrir seinni tíma ákvarðanir. Hins vegar er óvíst hvort hrunið skipti máli fyrir vatnsgæfni holunnar eða hita á vatninu sem dælt er úr henni. Ef ganga hefði átt frá holunni tryggri fyrir hrunhættu hefði þurft að setja í hana fódringu niður í 115-130 m. Slíkt var ekki rætt þar sem kostnaður við verkið hefði þá farið allmikið fram úr áætlun.

### Hitamælingar og vatnsgæfni

Eftir upptekt bors úr holunni var dælt úr henni með sogdælu 16 l/s. Vatnsborð lækkaði um 1 m, og hiti vatnsins sem dælt var fór upp í 67°C eftir 15 mín. dælingu. Prófun þessi stóð mjög stutt og var eingöngu gerð til að fá vissu fyrir því, að holan væri jafn gjöful og rennsli í loftdælingu hafði bent til. Áður hafði holan verið hitamæld niður á fyrirstöðuna í 100 m, raunar fyrir tilraun til að ná úr henni hruninu. Hitamælingin er sýnd á mynd 2. Hiti á æðum í vatnsgæfa kaflanum er 68,4-70,8°C.

**Myndir.**

Mynd 1. Breytingar á hita vatns úr holum 1 og 2

Mynd 2. hitamælingar í holu 1

Mynd 3. hitamælingar í holu 2

Mynd 4. gangur borunar

Kristján Sæmundsson