



**ORKUSTOFNUN**

**Heitavatsborun á Minnivöllum í Landssveit**

**Kristján Sæmundsson**

**Greinargerð KS-90-04**

## HEITAVATNSBORUN Á MINNIVÖLLUM Í LANDSSVEIT

Í okt. 1989 var borað eftir heitu vatni á Minnivöllum í Landssveit. Holan var staðsett 7-8 m vestan við 60 m djúpa rannsóknarholu (holu 7) sem boruð hafði verið árið áður (md.1). Nýja holan er nefnd hola 8. Holan var boruð með bornum Glaumi frá Jarðborunum hf. Forsenda staðsetningarinnar var hækkandi hiti niður eftir rannsóknarholunni, 43-44°C í botni (md.2), og efnainnihald vatnsins sem benti á líkan hita djúpt í jarðhitakerfinu og áður hafði fundist í Landssveit t.d. í Klofa, á Skammbeinsstöðum og í Hvammi (tafla 1).

Samanburður á vatni úr borholum í Landssveit

	Minnivellir	Stóri Klofi	Skammbeinsst.	Flagbjarnarh.	Hvammur
Hiti v. sýnatöku	43°C	54,5°C	53°C	54°C	56°C
pH/°C	10,3/24	10,3/16	10,5/24	10,0/20	10,1/22
SiO <sub>2</sub>	72,9	62,9	80,5	71,0	72,1
t <sub>kalsedon</sub>	32	36	24	55	46
t <sub>kvarts</sub>	64	69	57	85	78
hæsti hiti í borholu	43,8°C	>57°C	54,6°C	63,2°C	56,5°C

### Gangur borunar

Gangur borunar sést af md.3. Holan var fódruð með 10 3/4" í 30 m og síðan boruð með 7" lofthamarskrónu í 128 m og þaðan með 6 3/4" hjólakrónu í 243 m. Borunin gekk seint framan af vegna hruns og steypinga efst í hrauninu. Eftir fódrun fór fljótlega að koma vatn í holuna. Hitinn á því var 38-39°C. Steypt var í allar æðar niður í 105 m bæði til að útiloka vatnið sem ekki var nógu heitt fyrir hitaveitu og líka til að geta notað lofthamarinn við borunina. Hann er að jafnaði fljótvirkari en tannhjóla króna, en vann ekki þegar vatnsæðarnar (um 20 l/s) voru opnar. Eftir steypingar opnuðust alltaf nýjar æðar álíka heitar og vatnsmiklar. Var þessum aðgerðum loks hætt eftir steypingu í æðakafla milli 88 og 105 m. Eftir opningu í 126-127 m var hætt að nota lofthamarinn og hjólakróna sett undir. Fór verkið þá loks að ganga og voru boraðir tæpir 70 m fyrsta daginn sem hjólakrónan var notuð. Hitamæling morgunninn eftir, þegar holan var 194 m djúp sýndi mikla kólnun. Var þá haft samband við bændurna á Minnivöllum og þeim ráðlagt að hætta borun. Fleiri munu hafa lagt til ráð og var borað í einn dag í viðbót og síðan hætt þegar holan var 243 m.

### Vatnsæðar og hiti

Þegar hola 8 var staðsett var ætlunin að hitta í sprungu sem óljóst sést móta fyrir í hrauninu skammt suður af holu 7. Árangurinn af borun holu 7 þótti benda til að þarna væri vesturhallandi sprunga og heitavatsuppstreymið væri tengt henni. Í 17 m dýpi er komið ofan í berglög tilheyrandi Hreppamyndun (þ.e. gamla berggrunninum), og er holufylling í þeim töluverð. Vatnsæðar í þess háttar berglögum eru yfirleitt tengdar ungum sprungum. Var því nokkur bjartsýni ríkjandi í byrjun um að þarna næðist sæmilegur árangur með dýpri borun. Fljótt sást þó teikn á lofti um að önnur kynni að verða raunin. Fyrsta hitamæling eftir fódrun var

gerð í holu 8, þegar hún var 74 m djúp. Mælingin var gerð áður en steipt var í vatnsæðar sem komið höfðu í holuna á 50-74 m dýpi (md.4). Hæstur hiti mældist í 50 m, 40,3°C. Þar fyrir neðan kom fram kólnun, að vísu lítil, en aftur smáhækkun á hita alveg neðst. Hitamælinguna mátti túlka út frá því að holan var 10-15 m til hliðar við uppstreymisrásina (aðalsprunguna). Hún gæti hafa skorið hliðarsprungur og einhver blöndun átt sér stað við kalda grunnvatnið. Hitamælingar voru síðan ekki gerðar, fyrr en holan var orðin 194 m, en hiti á vatni sem blásið var upp úr holunni var alltaf sá sami, 38-39°C, þótt æðar opnuðust á nýjum stöðum frá 74 m niður í 127 m. Þegar loks gafst færi á hitamælingu er holan var orðin 194 m djúp sýndi sig hvers kyns var (md.4): Vatnsæðar í holunni voru á bilinu 30-40° heitar, og öll holan kólnandi niður frá 60 m. Holan var hins vegar mjög vatnsmikil og var rennsli úr henni í loftdælingu, þegar hún var 194 m áætlað 25-30 l/s af 36° heitu vatni. Vatn jókst ekki umfram það þótt borað væri 50 m dýpra. Holan var hitamæld aftur hálfum mánuði eftir borun. Þann 14.11.'89 (md.4). Þar sést að vatnsæðar í holunni ná niður í 140-145 m. Hiti í 220 m er um 20°C og er um það bil að byrja að hækka aftur. Hæstur hiti mældist í holu 8, 39°C í 50 m. Hóla 7 var mæld í sama skipti. Hæstur hiti í henni var 43,4°C í botni (60-61 m). Í holu 7 var þá eins og áður rennsli úr botnæðinni upp í 10 m, þar sem uppstreymið rennur út í hraunið, enda er hóla 7 fódruð einungis með lausri 4" fódruingu í 7 m.

### Skýring á aðstæðum

Náttúrlegur hitastigull á því landsvæði þar sem Minnivellir standa ætti að vera um 80-90°/km. Þau gildi koma vel heim við hitann neðst í holu 8, en hann passar við 80° stigulinn. Berghiti ofan 200 m stafar af aðfluttum varma í jarðhitakerfi. Líklega er um að ræða uppstreymi tengt sprungusvæði nokkuð langt frá holu 8, a.m.k. nokkur hundruð metra. Eðlilegast er að hugsa sér að uppstreymisins sé að leita til norðurs eða suðurs og er þá miðað við mikið kerfi af ungum sprungum sem sjást í hrauninu allt norður að Þjórsá. Sunnan við hitasvæðið mótast fyrir áframhaldi sprunganna, en þar eru þær ógreinilegar (md.6). Hliðrun virðist vera á sprungunum á mótis við hitasvæðið. Frá uppstreymisstað liggur heitur grunnvatnsstraumur eftir sprungukerfinu og í þann grunnvatnsstraum eru holur 7 og 8 boraðar. Þó nokkur munur er á hita og dýpi á hitahámark í holum 7 og 8 (md.5). Bendir það til að megináll heita grunnvatnsstraumsins sé skammt austan við holu 7. Hins vegar verður ekki sagt hversu langt frá hann er, né hversu heitt vatn er í honum þar. Mynd 5 er aðeins hugmynd að þessu leyti.

Fyrstu athuganir á hitasvæðinu á Minnivöllum bentu til uppstreymis á heitu vatni um 100 m SSV frá holum 7 og 8 og lögun hitasvæðisins benti til að það tengdist sprungu með NA-SV-stefnu (greinargerð KS-87/18). Leit með borunum var að sjálfsögðu hafin þar, en vegna hruns varð ekki komist niður úr hrauninu. Var því leitinni beint norðaustur frá hitablettinum, enda þótti líklegast þá að heita vatnið kæmi úr þeirri átt. Fyrir þessu er þó engin vissa. Borhóla við Brúarlund, 10,5 m á dýpt, 650 m norðaustur af holum 7 og 8 sýnir t.d. engan jarðhitavott (3,2°C), en holan heima á Minnivöllum, 10,7 m djúp, 300 m norðvestur frá hitasvæðinu er 6,9°C heit. Í henni gætir jarðhita sem bendir til að hún sé boruð í afrennslið frá hitasvæðinu. Eftir því leitar grunnvatn í hrauninu í norðvestlæga stefnu frá hitasvæðinu austan við Minnivelli. Uppstreymisins gæti eftir því verið að leita í sprungum suður frá hitasvæðinu (md.6). Á grundvelli fyrirbyggjandi gagna verður vart komist nær skilningi á aðstæðum og verða tillögur um frekari aðgerðir að byggja á þessu.

### Fekari rannsóknir

Frekari rannsóknir myndu beinast að því að finna uppstreymisstað heita vatnsins. Öll rök hníga að því að uppstreymisins sé að leita til suðurs frá borholusvæðinu. Tvennt kæmi til greina til að finna uppstreymið: grunnar leitarholur eða viðnámsmælingar.

Ef leitað yrði með borunum þyrfti að bora (10-)15 m djúpar holur í fyrstu atrennu. Dýpi á vatnsborð er í kringum 6-7 m og holurnar þyrftu að ná (5-)10 m niður í vatn. Holurnar þyrfti að fódra niður í þétt hraun, skv. fyrri reynslu í 3-9 m. Verð pr. holu yrði líklega 30-50.000 kr. Með 4-8 holum yrði reynt að fá sæmilega gott kort sem afmarkaði hitasvæðið nánar og sýndi hvernig og í hvaða átt heita grunnvatnslagið þykkar. Ef nokkurn veginn skýr mynd fæst, með grunnu holunum, yrði næsta skref dýpri hola á líklegum uppstreymisstað. Hún þyrfti að ná niður í gamla bergið (Hreppamyndunina). Líklega þyrfti að fódra hana niður fyrir hraunið og lausalög undir því. Verð slíkrar holu miðað við 50 m dýpi yrði líklega ekki undir 150.000 kr. Hugsanlega mætti sleppa við að bora þessa holu, ef mjög sannfærandi mynd fæst með grunnu holunum, en bora heldur svera holu sem halda mætti áfram með sem vinnsluholu.

Ef leitað yrði með viðnámsmælingum, yrði byrjað með tveimur línunum ca. 800 m löngum, sem lægju austur-vestur, önnur yfir hitasvæðið, hin 300-400 m sunnar. Ef eitthvert vit kæmi út úr mælingunum þyrfti að mæla fleiri línur annars yrði hætt. Sú mæliaðferð sem beitt yrði var prófuð í Hvammi sumarið 1987. Niðurstaðan varð sú að aðferðin myndi henta til að rekja jarðhitasprungur við þær aðstæður sem eru í Hvammi (heitt vatn í jarðskjálftasprungum). Aðstæður þar eru nánast hinar sömu og á Minnivöllum. Kostnaður við að mæla tvær fyrstu línurnar til að prófa notagildi viðnámsmælinga á Minnivöllum yrði 200.000 kr. Með viðbótarmælingum gætu bæst um 400.000 kr við þá tölu. Loks yrði niðurstöðu mælinganna fylgt eftir með borun a.m.k. einnar rannsóknarholu. Hún þyrfti að ná niður í gamla bergið og verða ca. 50 m djúp.

Til að fá fulla vissu um grunnvatnsrennsli í hrauninu væri æskilegt að mæla hæð vatnsborðs í kaldavatnsholunum á Minnivöllum og við Brúarlund og í tveimur af könnunarholunum, holum 2 og 7 sem báðar eru í sambandi við grunnvatn í hrauninu. Með því fengist vitneskja um halla grunnvatnsborðs og þar með um stefnu grunnvatnsstraumsins.

Til yfirlits eru kostnaðarliðirnir settir upp í eftirfarandi töflu. Varðandi borkostnað er einngöngu um að ræða ágiskun. Réttari tölur myndu borverktakar geta gefið.

A.	Mæling á grunnvatnsborði (1 ferð 2 menn) kr.	<u>60.000</u>
B.	Leit með borunum:	
	1. Staðsetning á grunnum holum, hitamælingar í verklok og úrvinnsla (tvær ferðir)	70.000
	2. Borun 6-8 grunnra hola kr.	200-400.000
	3. borun 50 m djúprar rannsóknarholu kr.	200.000
	4. Hitamælingar og úrvinnsla kr.	30.000
	Samtals kr.	<u>~ 500-700.000</u>
C.	Leit með viðnámsmælingum:	
	1. Fyrstu tvær mæлилínur kr.	200.000
	2. Næstu fjórar mæлилínur kr.	400.000
	3. borun 50 m djúprar rannsóknarholu kr.	200.000
	4. Hitamælingar og úrvinnsla kr.	30.000
	Samtals kr.	<u>~ 830.000</u>

Ef menn eru ófúsir að leggja í kostnað við leit að uppstreymisstað heita vatnsins mætti reyna að bora 60-80 m djúpa holu skammt suðaustur af holum 7 og 8 eða milli hola 1 og 2 100 m sunnar. Með því móti myndi hugsanlega fást 45-50°C heitt vatn sem duga myndi fyrir hitaveitu á Minnivöllum og í fáa sumarbústaði. Hætt er við kólnun ef miklu vatni yrði dælt upp. Slíka

holu þyrfti að fódra niður í fast berg (ca. 20 m). Dugað gæti að bora granna holu með 5" fódruingu. Í því tilfalli gæti reynst nauðsynlegt að grafa dæluhús ofan í hraunið til að ná vatninu upp úr holunni með sogdælu. Vilji menn skoða þessa leið væri rétt að leita eftir upplýsingum um bæði granna og víða borholu (minnst 8" fódruing) hjá borverktökum.

Kristján Sæmundsson