

**Mat á afköstum dýpri æða holu 2 í Vík,  
Mýrdal**

**Grímur Björnsson,  
Guðni Axelsson**

**Greinargerð GrB-GAx-95-09**

22. október, 1995

---

## **MAT Á AFKÖSTUM DÝPRI ÆÐA HOLU 2 Í VÍK, MÝRDAL**

### **Inngangur**

Greinargerð þessi er unnin að beiðni Mýrdalshrepps. Henni er ætlað að gefa mat á þeirri vatnsvinnslu sem dýpri æðar holu 2 í Norður-Vík geta staðið undir til langframa. Hafist var handa við dýpkun holunnar í september 1995, úr 947 m dýpi. Á þessari stundu hefur alls verið borað í 1351 m dýpi. Er svo komið að mikið svarf hefur safnast í holuveggina og telur borstjóri Narfa að óráðlegt sé að bora dýpra án sérstakra aðgerða.

Hugmyndin með dýpkun og örvun Víkurholunnar var að ná sundlaugarvatni úr henni (1-2 l/s af 35-40 °C heitu vatni). Þar sem æð var í blábotni holunnar (930-940 m) þótti rétt að bora niður fyrir hana. Upphaflega var ætlunin að bora ca. 100 m og pakka síðan á dýpri hluta holunnar. Þessari áætlun var fylgt utan hvað borað var 300 m dýpra en upphaflega var ráðgert.

Holan var hitamæld þann 15. október 1995 og sama dag var boðaður opinn fundur af hálfu Mýrdalshrepps þar sem staða og horfur í borun holunnar voru ræddar. Á fundinn mættu hreppsnefndin, áhugamenn um dýpkun holunnar og tveir starfsmenn Orkustofnunar. Eftir framsögu þeirra og nokkrar umræður var ákveðið að hætta við frekari dýpkun og fara frekar í að reyna örvun holunnar með endurteknum loftdælingum og pökkun.

Örvunaraðgerðirnar hófust með loftdælingu þriðjudaginn 17. október. Stangir voru hafðar í 170 m, sem er 10 m uppi í vinnslufóðringu holunnar. Mikið vatn kom úr holunni og mældist það um og yfir 20 l/s. Kemur það mjög á óvart því fyrri prófanir bentu til miklu minni vatnsgæfni. Blásið var í rúma 3 tíma, eða þangað til að skolið virtist nokkuð hreint af svarfi. Þann 18. október var holan hitamæld og síðan var pakkara slakað í 665 m og hann þaninn þar. Við það minnkaði sjálfrennsli holunnar úr 0,6 l/s í 0,3 l/s, og er það magn væntanlega sjálfrennslið úr neðri æðunum. Síðan var byrjað að dæla á holuna á hádegi og stóð ádælingin nánast sleitulaust fram til miðnættis. Holan reyndist treg í pökkuninni og var holutoppsprýstingur að jafnaði 100-110 bör. Ádælingin var í byrjun um 20 l/s en fór síðan hægminnkandi og endaði í 12,5 l/s. Holan var látin standa lokuð fram til morguns, þann 19. október. Þá var afpakkað og hitamælt í botn. Um kaffileytið var búið að hífa pakkarann úr holunni og setja stangir niður í 170 m. Síðan var blásið í rúmar 3 klst og hiti og þrýstingur niðri í holunni mældur á meðan. Lauk svo örvunaraðgerðum um kvöldmat þann 19. október 1995.

## Úrvinnsla hitamælinga

Mynd 1 sýnir hitamælingarnar sem safnað var í borun og örvun holu 2. Myndin sýnir að margar æðar eru í holunni á u.þ.b. 250-450 m dýpi. Síðan eru æðar áberandi í 700 m, 930 m, 1000 m og á u.þ.b. 1220 m dýpi. Æðarnar í 700 og 930 m voru þegar komnar í holuna fyrir dýpkun, en æðin á 1220 m bættist við í dýpkuninni. 1000 m æðin er hins vegar talin hafa bæst við í örvuninni.

Talið er að berghiti holu 2 fylgi línulegum stigli upp á 47°C/km og taki hitagildið 10 °C í yfirborði. Auðvelt er að áætla hvaða magn grynri æðar holunnar gáfu í loftdælingunni eftir pökkun, með orkujafnvægisreikningum við hverja æð. Hiti vatnsins í holunni ofan og neðan við hverja æð er mældur, og hiti vatnsins sem kemur úr æðinni inn í holuna er áætlaður út frá ofanefndum hitastigli. Tafla 1 sýnir gróflega niðurstöður reikninganna.

**Tafla 1:** Áætluð gæfni æða holu 2 í Vík í blæstri.

Dýpi (m)	Hiti æðar (°C)	Hlutfall á blandstað (%)	Magn úr æð (l/s)	Magn undir æð (l/s)	Hlutfall af heildarrensli (%)
0	22			18	100
205	19.6	5	0.9	17.1	5
255	22.0	28	4.8	12.3	26
305	24.2	32	3.9	8.4	21
340	25.9	13	1.1	7.3	6
385	28.0	89	6.5	1.4	35
450	31.0	50	0.7	0.7	4
>450	>40			0.7	4

Þrýstingur holunnar í loftdælingunni féll um hátt í 10 bör. Það þýðir að ofangreindar tölur eiga við um ástand holunnar ef vatnsborð í dælingu er á 100 m dýpi. Ekki er tekið tillit til langtímaniðrúttar í töflunni. Hins vegar má gera ráð fyrir að vatnsborðið nái fyrr eða síðar jafnvægi ef mið er tekið af reynslu fiskeldismanna af langtímadælingu úr holunni.

## Spár um vatnsborð ef djúp fóðring er sett í holu 2

Nú er uppi sú hugmynd að setja djúpa fóðringu í holu 2 og loka þannig úti kaldara vatnið sem kemur úr æðum ofan 500 m dýpis. Hægt er að nota þrýstinginn sem mældist í pökkun holu 2 til að meta langtímafiðbrögð holunnar. Mynd 2 sýnir gögnin sem úrvinnslan byggir á. Notaðar voru hvoru tveggja hefðbundnar aðferðir grunnvatnsfræðinnar sem byggja á hinu klassíska Theis líkani, en einnig voru vinnsluviðbrögð holunnar felld að þjöppuðu geymslíkani.

Túlkun á þrýstibreytingunum sem urðu í pökkuninni sýnir að lekt bergsins neðan 665m er mjög lág. Margfeldi lektar og þykktar jarðlaganna (kh) var áætluð um  $0,5 \times 10^{-12} \text{m}^2$  eða 0,5 Darcymetrar. Þetta er með því lægsta sem áætlað hefur verið fyrir jarðhitaborholur á Íslandi. Í tregum jarðhitaholum er margfeldið oft af stærðargráðunni 1 Darcymetri. Þetta þýðir að mikill niðurdráttur verður í holunni við vinnslu úr neðri hluta hennar og jafnframt að niðurdrátturinn mun halda áfram að vaxa nokkuð hratt með tíma. Spár um niðurdráttinn við mismikla dælingu (1, 2 og 3 l/s) og hvernig hann muni aukast með tímanum eru birtar í töflu 2.

**Tafla 2.** Spár um niðurdrátt vegna vinnslu úr neðri hluta holu 2 (> 665 m).

Eftir	Dæling		
	1 l/s	2 l/s	3 l/s
1 dag	85-90m	170-180m	255-270m
10 daga	90-110m	180-220m	270-330m
3 mánn.	95-130m	190-260m	285-390m
3 ár	100-155m	200-310m	300-465m

Af töflunni má ljóst vera að djúpu æðar holu 2 eru mjög tregar og krefjast mikils niðurdráttar í vinnslu. Þar að auki er óljóst hve heitt vatnið úr neðri hlutanum verði þegar það nær til yfirborðs. Skoðun á mynd 1 sýnir að vatnið, sem streymdi upp holuna að æðunum kringum 400 m dýpi, var rétt um 40 °C heitt. Óvíst er að hiti þess vaxi mikið meir en í 50 °C við 1-2 l/s dælingu. Þá á vatnið eftir um 400 m leið í víðri holu og kaldara bergi áður en það nær til yfirborðs og má gera ráð fyrir margra gráðu kólnun á þeirri leið.

Augljóst er að útiloka þarf efri æðar holu 2 til að ná settu marki um 35-40 °C vatnshita í sundlaug. Það sýnist best gert með því að fódra holuna í minnst 400 m dýpi og þá með hæfilega víðu röri fyrir 1-3 l/s dælingu.

### Botnfall í holu 2

Endurteknar hitamælingar í holu 2 sýna að jafnt og þétt bætist í botnfallið sem situr neðst í holunni. Þannig voru 30 m af botnfalli við lok borunar, um 60 m áður en fyrri loftdælingin var gerð, um 100 m eftir fyrri loftdælinguna og um 150 m eftir síðari loftdælinguna. Botndýpið breyttist hins vegar ekki við pökkunina. Æðin á 1220 m telst samt enn virk því rennsli virðist upp um núverandi holubotn á 1200 m dýpi, samkvæmt hitamælingunni á mynd 1.

## Niðurstöður og umræða

Helstu niðurstöður greinargerðarinnar eru þessar:

1. Dýpkun holu 2 úr 947 m í 1351 skilaði 66-68 ° heitri smáæð á u.þ.b. 1220 m dýpi.
2. Örvun holunnar bætti við annarri smáæð á 1000 m dýpi.
3. Híti og þrýstingur í holunni í loftdælingu sýna að rúmlega 95 % rennslisins koma úr æðum ofan 500 m dýpis.
4. Holan skilar miklu meira vatni en fyrri prófanir bentu til.
5. Besta æð holunnar, miðað við magn og hita, er á 385 m dýpi. Hún er talin 28 °C heit.
6. Ef ákveðið verður að síkka fódningu holu 2 niður undir 400 m dýpi, sýna vatnsborðsspár að þá megi búast við verulegum niðurdrætti í langtímadælingu. Þannig er spáð 100-150 m dýpi á vatnsborðið eftir 3 ár ef dæla á samfellt 1 l/s. Þetta dýpi fer hins vegar í 300-470 m ef dæla á 3 l/s.
7. Til viðbótar miklum niðurdrætti við dælingu úr djúpu æðunum þarf að gera ráð fyrir varmatapi vatnsins á leið til yfirborðs. Gera má ráð fyrir nokkurra gráða kólnun vegna þessa og fer varmatapið vaxandi eftir því sem vatnsmagnið er minna.

Í heild má því segja að kostnaðarsöm dýpkun fódningar holu 2 sé alveg á mörkum þess að skila nægri varmaorku til fullrar hitunar sundlaugar í Vík. Hins vegar sýna gögnin sem söfnuðust í örvunaraðgerðunum að besta æð holunnar er um 28 °C heit og þannig nærri venjulegum sundlaugarhita. Eins virðist sem útfellingar hrjái ekki vatnið úr þessari æð, því útfellingar voru ekki boraðar neðan 320 m í dýpkuninni. Því er lagt til að kannaður verði möguleikinn á þéttingu æða ofan 380 m, einkum æðanna á 305 m og 255 m. Það ætti eitt og sér að ná holuhitanum rétt að 30 °C, auk þess sem líkur á útfellingum minnka. Er þá ótalin varminn sem þrátt fyrir allt berst frá dýpri æðum holunnar, en rennslíð þaðan telst a.m.k. 0,3 l/s og gæti hafa vaxið eitthvað við þökkunina.

Ljóst er að dýpkun og örvun holu 2 hefur verið tímafrek og kostnaðarsöm. Í hana var ráðist eftir góðan árangur holunnar að Skógum, og þá bjartsýnisbylgju sem hljóp um jarðhitageirann í kjölfarið. Vonbrigði eru að ekki tækist betur til, en áminnt að óvída héraendis virðast minni líkur á fundi jarðhitavatns en einmitt í Vík. Gögnin sem söfnuðust við dýpkun og örvun holu 2 sýna að tæknilega er vinnanlegt heitt og volgt vatn úr berginu undir Vík, en fjárhagslega ekki vegna mikils fódrunar- og dælingarkostnaðar. Vel er hugsanlegt að sú tækni komi í ljós á næstu árum sem geri jarðhitavirkjun hagkvæma í Vík.

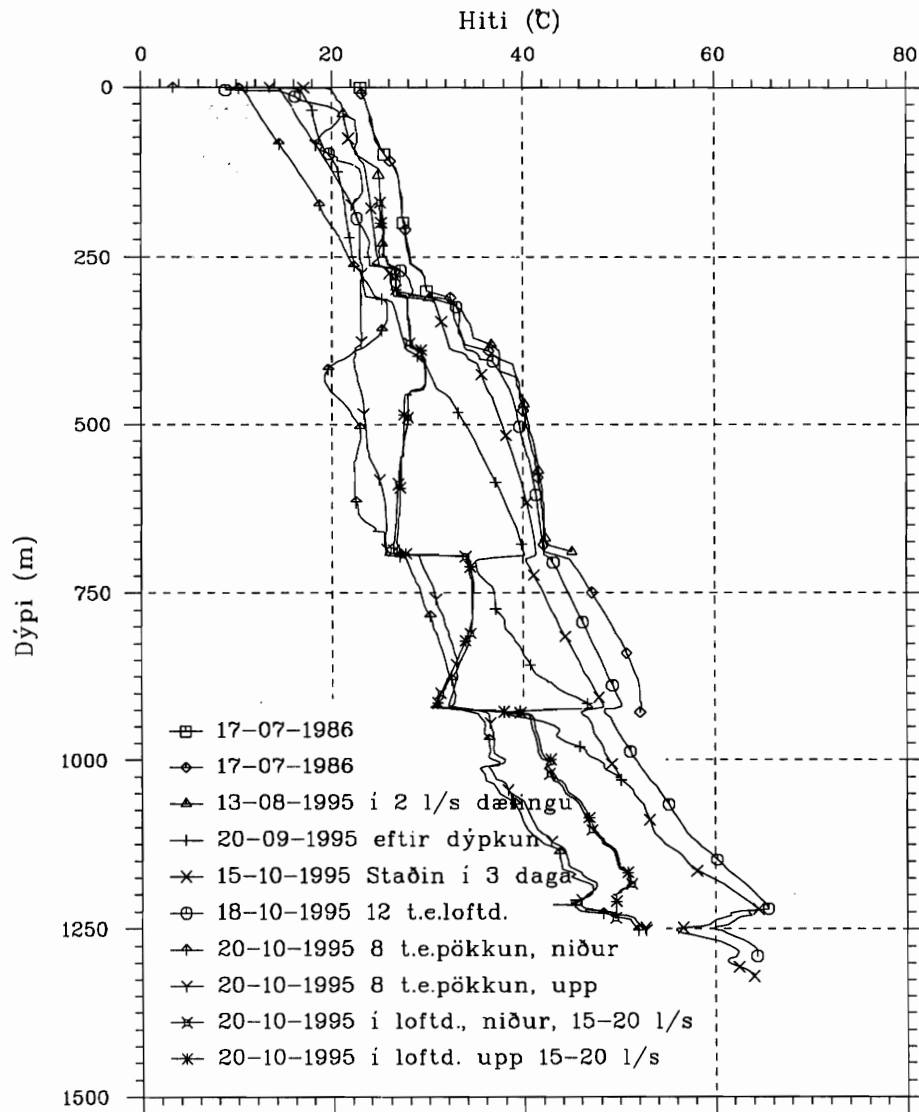
*Orkustofnun, 22. október, 1995.*

*Grímur Björnsson*

*Guðni Axelsson.*

21 May 1996 grb  
L= 76002 Oracle

Mynd 1:  
Hitamælingar í holu 2, Vík



21 May 1996 GrB  
tp V2.3

Mynd 2: Þrýstingur og ádæling í pökkun holu 2

