



**Prófanir á holu 6 að Stóru-Drageyri í
Skorradal við lok borunar í júní 1994**

Grímur Björnsson, Kristján Sæmundsson

Greinargerð GrB-KS-94-02

14. júní 1994

PRÓFANIR Á HOLU 6 AÐ STÓRU-DRAGEYRI Í SKORRADAL VIÐ LOK BORUNAR Í JÚNÍ 1994

1. Inngangur

Í þessari greinargerð er lýst mælingum sem voru gerðar á holu 6 að Stóru-Drageyri í Skorradal þann 7. júní 1994. Borun holunnar lauk í 836 m dýpi að kvöldi 6. júní. Þann dag opnaðist vatnsæð á 816-818 m dýpi og hirti hún allt skolvatn borsins (30 l/s). Hola 6 er fóðruð með 10" fóðringu í 150 m dýpi en vinnsluhlutinn er boraður með 8½" krónu. Er holan því ágætlega frágengin til langtíma vinnslu. Vatnsborð er hins vegar á 50-60 m dýpi þannig að ljóst er að dælingar þarf með til að nýta hana. Var því ákveðið að holan yrði loftblásin gegnum stangir að morgni 7. júní og kannað með því hvert líklegt vatnsborð yrði í holunni við dælingu. Er niðurstöðum lýst hér á eftir.

Hola 6 er staðsett um það bil þar sem þjóðvegurinn ofan af Draghálsi kemur niður á eyrar Villingadalsár. Staðsetning hennar byggði á háum hitastigli, sem kom fram í grunnum borholum beggja vegna Skorradalsvatns, en einnig var höfð hliðsjón af volgrum í Draga-felli, austur af holunni. Benda hitastigulsmælingarnar til þess að lóðrétt uppstreymi heits vatns fylgi rás með austnorðaustlæga stefnu (Kristján Sæmundsson: *Niðurstaða jarðhitaleitar á Litlu- og Stóru-Drageyri í Skorradal*, Orkustofnun, greinargerð KS/-93/21). Hnit holunnar í landskerfi (Lambert) og hæð voru lesin af Amerísku 1:50.000 korti og eru:

$$x=669860 \text{ m} \quad y=450650 \text{ m} \quad \text{Hæð u.þ.b. } 95 \text{ m y.s.}$$

2. Prófanir í lok borunar

Markmið prófunarinnar á holu 6 í lok borunar var tvíþætt. Annars vegar að meta hvaða vatnshita holan myndi skila í dælingu, og hins vegar að sjá hvernig vatnsborð holunnar lækkaði við vinnslu.

Í fyrsta hluta prófsins var stöngum slakað í 301 m dýpi, T-stykki komið fyrir á efri stangarenda og barki frá loftþjöppu tengdur inn á lárétta stútinn. Um lóðréttu stútinn var hins vegar slakað niður samhangandi hita- og þrýstímæli. Mælt var niður holuna í botn og mældist holudýpið rúmlega 825 m (11 m yfir botni). Síðan voru mælarnir hífðir upp í 800 m og látnir hanga þar. Komið var fyrir V-laga þversniði niður á flatanum norðan

borplansins og var hæð vatns í sniðinu notuð til að áætla heildarrennsli úr holunni. Eftir að öll mælitæki voru klár á sínum stöðum hófst svo dæling úr holunni með því að lofti var blásið niður borstrenginn. Dælt var frá kl 11:45 og fram til 15:50 að slökkt var á loftpressunni og þar með rennslinu. Síðan var beðið í klukkustund og mæld á meðan jöfnun vatnsborðs. Að því búnu var híft upp í topp og hiti mældur í leiðinni.

Töluvert grugg kom með vatninu í loftdælingunni og féll hluti þess niður í sokkinn sem er neðan 816-818 m æðarinnar. Var farin sérsök ferð til að kanna dýpið á holubotninn og mældist hann á 819 m. Er holan því nánast full að æðinni en hrein og fyrirstöðulaus þar fyrir ofan.

Að þessum mælingum loknum voru stangir hífðar í 170 m og loftdælt í 2 klst. Rennsli og þrýstingur á loftpressu var skráð á meðan. Lauk þar með prófunum á holunni. Í töflu 1 eru geymdar niðurstöður mælinga sem safnað var á rennsli, hita og loftpressuþrýstingi meðan prófið stóð.

Tafla 1: Mælingar á rennsli, hita og pressuþrýstingi í loftdælingu holu 6 þann 7. júní 1994.

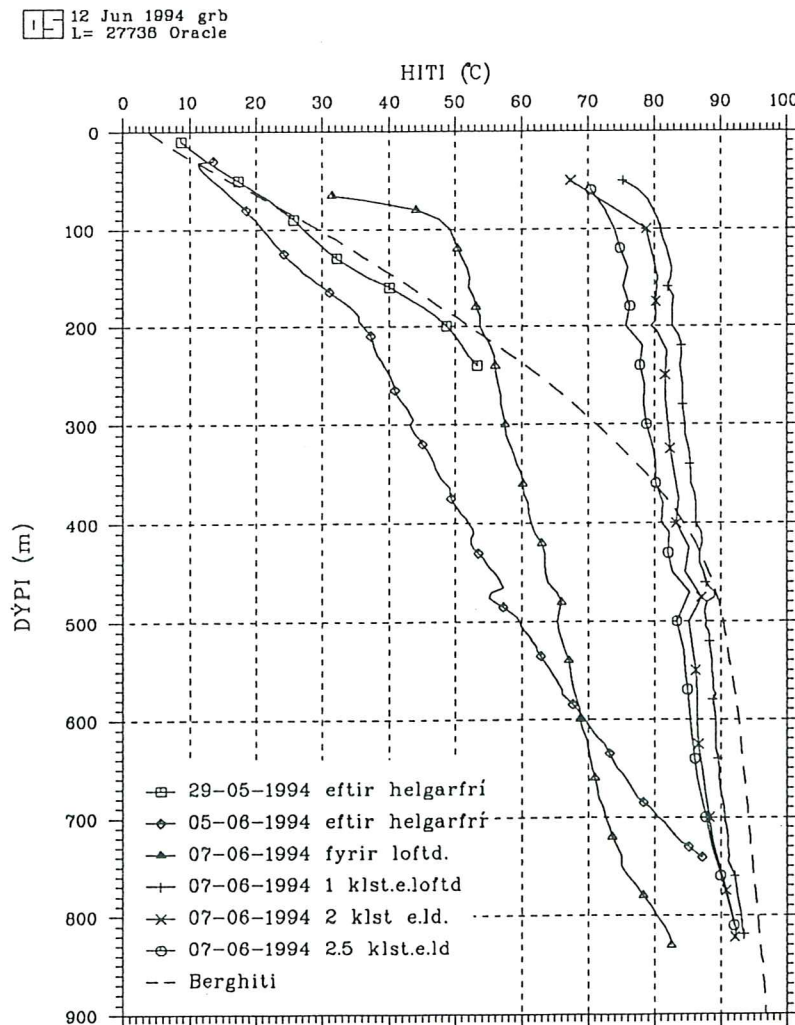
Tími	Vatnsborð (m)	Hiti á 800 m (°C)	Hiti á toppi (°C)	Hæð í V (cm)	Rennsli (l/s)	Pressuþr. (bör-y)	Athugasemdir
08:00	57						
10:30	58						Mælum slakað niður
11:30		80.3					Mælar komnir í 800 m
11:43		83.7					Blástur hefst
11:45		84.0					Pressuþr. rokkar milli 10 og 20 bara
11:50		89.1					
11:55				15.0	12.2		Mikil drulla með skoli
12:01		90.5					
12:20		91.6				17.2	Pressuþrýstingur stöðugur
12:35		92.2	82	20.0	24.8	17.2	
13:20		93.3	84	19.0	21.8	17.1	
13:55		93.7		18.5	20.5	17.0	
14:03		93.8	85				
14:36		94.3		18.0	19.1	17.0	
15:10		94.5	86	17.5	17.8	17.0	
15:40		94.7		17.0	16.6	17.0	
15:50		94.8	86		0	0	Dæling hættir
16:58		93.1			0	0	Hætt að mæla þrýstijöfnun
17:40	55.3				0	0	
18:30		91.6			0	0	Lóðað á holubotn með hitamæli
21:00			82		19	10.0	Blástur í seinna þrepi hefst
21:30			82		21	9.5	
22:00			82		21	9.5	
22:30			85		21	9.5	
22:31					0	0	Blástur hættir

Vatnsborðið var á 55,18 m að morgni 14. júní 1994.

Þann fyrirvara verður að gera við rennslismælingarnar í töflu 1 að þversniðið, sem mælt var í, var staðsett milli 50 og 100 m norðan við borplanið. Það tók vatnið úr holunni því langa stund að mynda lón ofan V-stíflunnar. Ef litið var til lækjarins neðan þversniðsins sást einnig að hann náði ekki nema nokkur hundruð metra í norður, þá var allt vatnið sigið niður. Er því mjög sennilegt að einhverjir sekúndulítrar hafi tapast niður á leiðinni frá bor að rennslisþversniðinu og að vatnstapið hafi ágerst eftir því sem jarðvegurinn undir hitnaði og seigja vatnsins lækkaði.

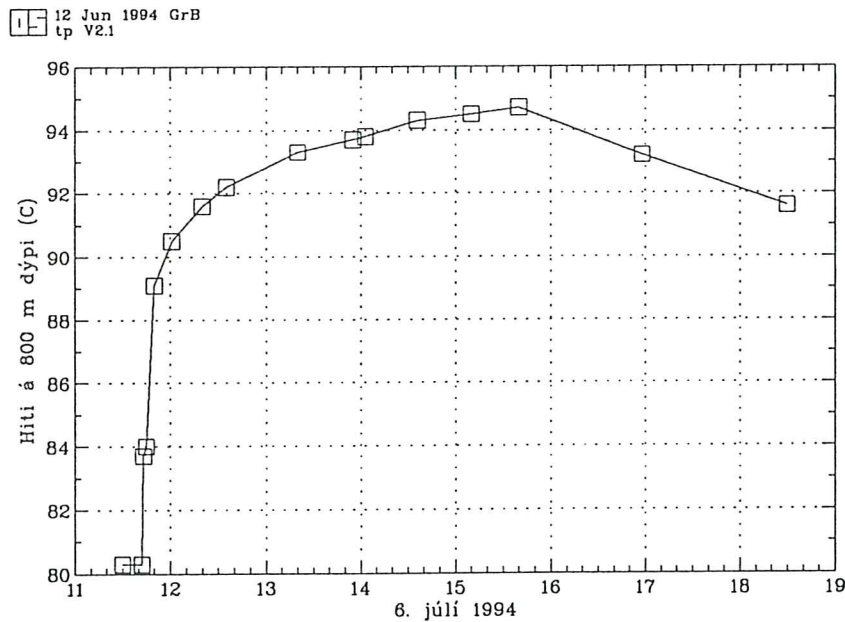
3. Hitamælingar

Mynd 1 sýnir þær hitamælingar sem hafa verið gerðar í holu 6. Einnig er sýndur á myndinni berghitaferill, sem táknar hita bergsins við holuna eins og greinarhöfundar telja að hann muni mælast þegar holan hefur jafnað sig fullkomlega af hitatruflunum í borun. Hitamælingarnar sýna að smáæðar eru í holunni á 200, 305, 370, 420, 475 og 750 m dýpi. Rennsli er talið óverulegt úr þessum æðum. Meginæðin er svo á 816-818 m dýpi.



Mynd 1: Hitamælingar í holu 6.

Berghitaferillinn á mynd 1 byggir fyrst og fremst á hita á þremur stöðum. Í fyrsta lagi sýndu upphitunarmælingar í 150 m að þar stefndi í 41 °C berghita. Í öðru lagi sést á mynd 1 að æðin á 475 m er kæld í hitamælingu frá 5. júní en hefur hins vegar skilað tæplega 90 °C heitu vatni í loftdælingunni. Er því örugglega um og yfir 90 °C hiti á þessu dýpi. Í þriðja lagi sýndi mæling á hita vatns sem rann úr æðinni á 816 m að þar stefndi í um og yfir 96 °C berghita. Þessi hitnun er sýnd í töflu 1 og einnig á mynd 2. Er því ljóst að vinnsluhiti holunnar verður yfir 90 °C. Mjög miklar líkur eru til þess að holan haldi 96 °C hita í botnæðinni, bæði vegna þess hve djúpt er á æðina og eins vegna þess að berghiti jarðhitakerfisins er yfir 90 °C á bilinu 475-836 m (mynd 1).



Mynd 2: Hiti á 800 m dýpi í fyrri loftdælingu holu 6.

4. Mælingar á niðurdrætti í vinnslu

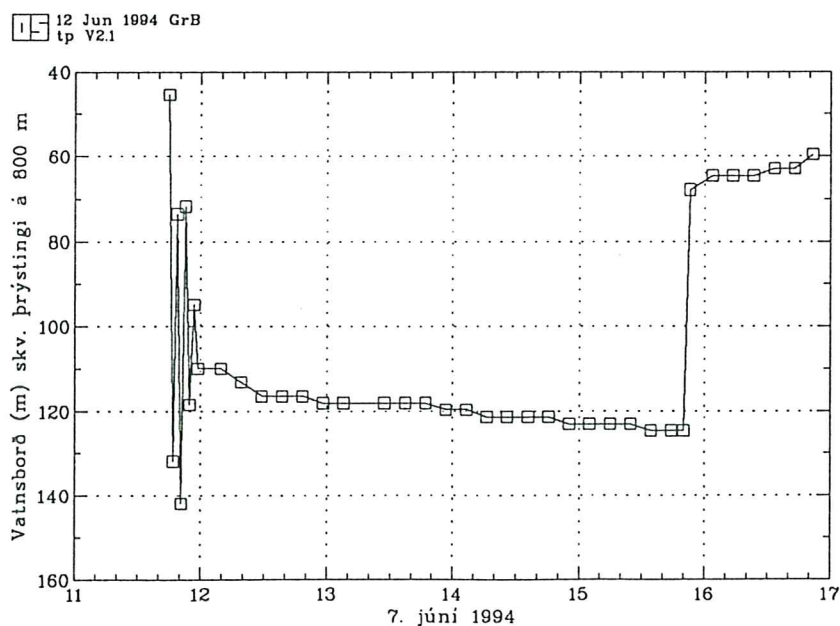
Annar megintilgangur mælinganna í holu 6 var að kanna hvernig vatnsborð hegðaði sér í holunni í dælingu. Með því fást grófar hugmyndir um afköst holunnar miðað við að vatnsborð sé dregið niður á eitthvert ákveðið dýpi.

Eins og áður hefur komið fram var þrýstimælir hengdur við hitaskynjarann sem beið á 800 m dýpi í fyrri loftdælingu holu 6. Tafla 2 sýnir þrýstigildin sem söfnuðust.

Tafla 2: Þrýstimælingar á 800 m dýpi í holu 6 þann 7. júní 1994.

Tími	Þrýst. (bör-y)	Tími	Þrýst. (bör-y)	Tími	Þrýst. (bör-y)
11:45:00	71.72	12:28:55	64.98	14:16:17	64.51
11:46:57	63.51	12:38:41	64.98	14:26:02	64.51
11:48:54	69.06	12:48:26	64.98	14:35:48	64.51
11:50:51	62.56	12:58:12	64.82	14:45:34	64.51
11:52:48	69.23	13:07:58	64.82	14:55:19	64.35
11:54:46	64.79	13:27:29	64.82	15:05:05	64.35
11:56:43	67.03	13:37:14	64.82	15:14:50	64.35
11:58:40	65.60	13:47:00	64.82	15:24:36	64.35
12:09:24	65.60	13:56:46	64.67	15:34:22	64.20
12:19:10	65.29	14:06:31	64.67		

Ljóst er að botnæð holu 6 mun stjórna því hvar vatnsborð er í holunni hverju sinni. Ef gert er ráð fyrir að vatnssúlan í holunni, í loftdælingunni, hafi verið 90 °C heit, er auðvelt að reikna vatnsborðið með þrýstijöfnunni $p = \rho g h$ þar sem p er þrýstingur, g er þyngdarhröðun jarðar (9.82 m/s^2), ρ er eðlisþyngd 90 °C heita vatnsins (968 kg/m^3) og h er vegalengdin til vatnsborðsins mælt frá 800 m dýpi. Mynd 3 sýnir hvar vatnsborðið var í holunni samkvæmt þrýstigögnunum í töflu 2 og ofangreindri jöfnu.



Mynd 3: Reiknað vatnsborð holu 6 í fyrri loftdælingu.

Mynd 3 sýnir að vatnsborð holu 6 var um og neðan 120 m dýpis í loftdælingunni. Einnig sést að vatnsborðið lækkar um tæpa 20 m þær fjórar klukkustundir sem prófið stóð. Eru það merki um að búast megi við vaxandi niðurdrætti í holunni við langtíma vinnslu. Að síðustu sýnir mynd 3 að vatnsborðið skýst upp um 55 m um leið og slökkt er á dælingunni. Þessu veldur iðustreymistap í berginu næst holunni. Reiknast iðustreymisstuðullinn á bilinu 0.06 til 0.11 m/(l/s)² samkvæmt þessu (lægri talan á við 30 l/s rennsli en sú hærri við 22 l/s).

Mynd 4 sýnir að lokum áætlaðan afkastaferil holu 6. Er þá miðað við að eingöngu sé 90 °C heitt vatn í holunni. Afkastaferillinn byggir á eftirfarandi:

1. Vatnsborð holunnar strax eftir fyrri loftdælinguna var á 55 m.
2. Holan stóð full þegar 20-30 l/s var dælt inn í æðina á 816-818 m þann 6. júní. Þá var notað kalt skolvatn. Ef tekið er tillit til áhrifa eðlisþyngdar hefði vatnsborð 90 °C heitrar súlu staðið 20-30 m yfir holutoppnum.
3. Vatnsborð í 20-30 l/s vinnslu í fyrri loftdælingunni var á 110-130 m samkvæmt þrýstimælingu á 800 m.
4. Í síðari loftdælingunni þann 7. júní var stangarendi á 170 m, rennslið um 20 l/s og þrýstingur á loftpressu var 9,5 bör. Vatnsborð var samkvæmt þessu á u.þ.b. 75 m dýpi.

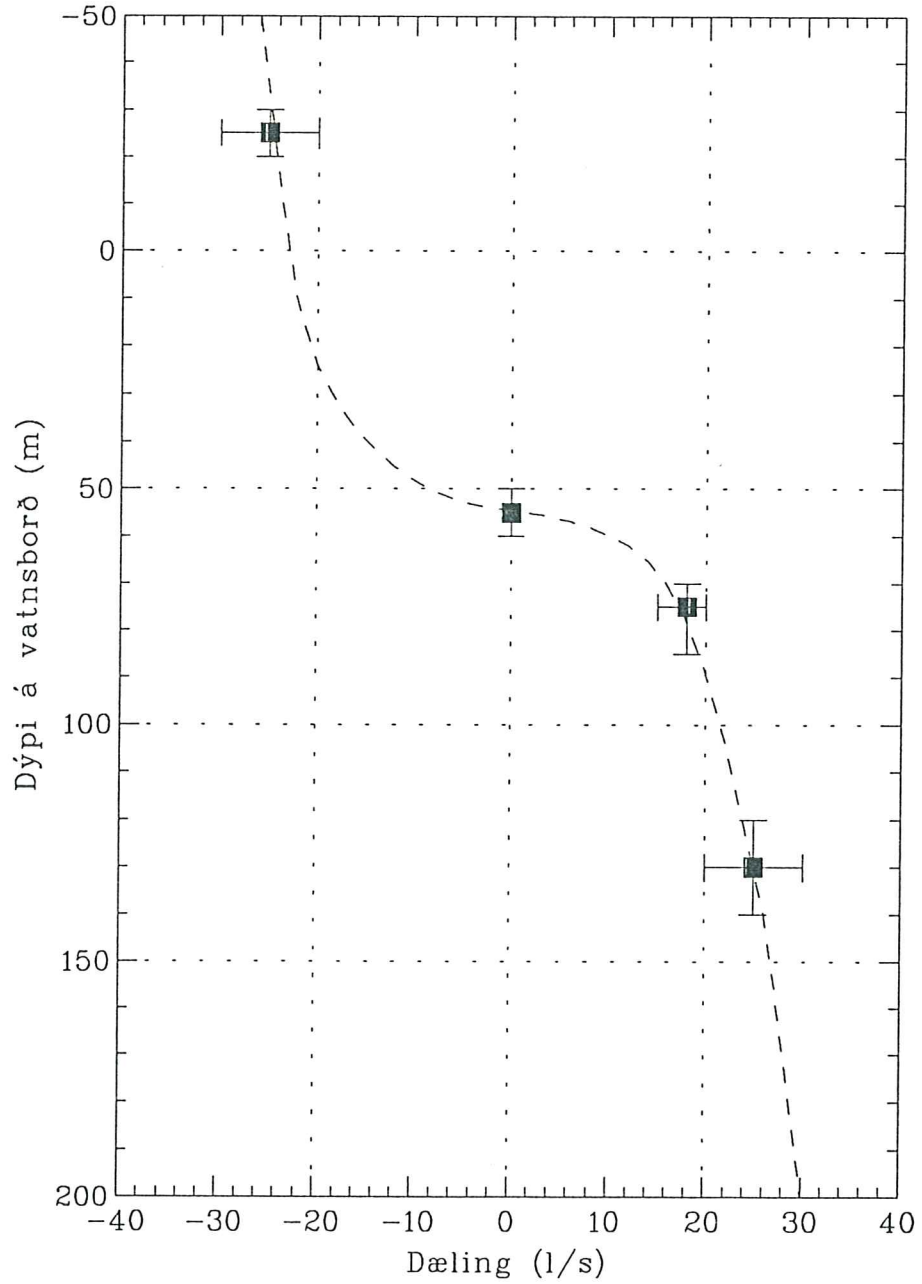
5. Efnasamsetning vatns úr holu 6

Tekið var sýni af vatninu úr holu 6 í lok seinni loftdælingarinnar þann 7. júní. Sýnin eru nú til meðferðar á efnafræðistofu Orkustofnunar. Á þessari stundu liggur einungis fyrir greining á kísli (SiO₂). Reyndist styrkur hans 112 mg/l. Virðist það í samræmi við hita botnæðarinnar. Nákvæmir efnareikningar á djúphita vatnsins eru hins vegar ómögulegir fyrir en hægt er að ná vatni án þess að blása lofti í gegnum það. Fyrirhugað er að greina fleiri efni í vatnssýninu og munu niðurstöður liggja fyrir innan fárra vikna. Ætti þá að sjást hvort vatnið er ekki vel vinnsluhæft, en sem stendur bendir allt til þess að svo sé.

6. Tenging æðarinnar á 816-818 m við jarðlög

Búið er að skoða lauslega svarf úr neðstu 80 m holu 6. Að vísu vatntar svarf frá 818-830 m vegna algjörskoltaps sem þá varð. Jarðlögin ofan og neðan við eru hins vegar venjulegt basalt. Það gæti bent til þess að æðin sé í lóðréttri sprungu, líkt og hitastigulsboranirnar benda til. Holan verður öll jarðlagagreind síðar.

14 Jun 1994 GrB
xy V1.0



Mynd 4: Áætlaður afkastaferill holu 6 í júní 1994 (brotin lína). Mælingarnar sem byggðar eru á eru sýndar með óvissukrossum. Pósthv dæling þýðir að vatni er dælt upp úr holunni en negatívt að dælt sé á hana. Ferillinn er miðaður við 90 °C heitt vatn.

7. Niðurstöður og umræða

Helstu niðurstöður mælinga sem voru gerðar í holu 6 á Stóru-Drageyri við lok borunar þann 7. júní 1994 eru eftirfarandi:

1. Meginæð holunnar á 816-818 m dýpi mun skila um og yfir 96 °C heitu vatni í langtímvinnslu. Auk þess eru smáæðar í holunni á u.þ.b. 200, 305, 375, 420, 475 og 750 m dýpi. Rennsli úr þeim er hins vegar talið óverulegt. eru því allar líkur á að holan skili yfir 90 °C heitu vatni í vinnslu.
2. Vatnsborð holu 6 stendur hins vegar á 50-60 m dýpi og er vinnsla úr holunni því útilokuð án dælingar. Mælingar á þrýstingi í borun sýna að byrjunarvatnsborð verður á 120-130 m við 25-30 l/s dælingu. Auk þess sýna mælingarnar að búast má við áframhaldandi lækkun vatnsborðs í langtímvinnslu.
3. Iðustreymistöp eru mikil í berginu næst holunni og heimta þau hraðfara lækkun vatnsborðs ef vinna á mikið meira en 20 l/s úr holunni.

Í heild má því segja að nú sé borðfast að hola 6 skili 10-15 l/s af rúmlega 90 °C heitu vatni í langtímvinnslu. Ástæða þess að ekki er gefið upp hærra rennsli er óvissa sem stafar af hægfara lækkun vatnsborðs holunnar í vinnslu. Það getur heimtað öra lækkun djúpdælu í holunni uns jafnvægi næst. Ef ofangreint byrjunarmagn er ekki nægjanlegt í hugsanlega hitaveitu frá holunni, sýnist höfundum nauðsynlegt að holan verði fyrst virkjuð með djúpdælu og vinnsluprófuð í nokkra mánuði. Aðeins með því móti fæst úr því skorið hvort holan annar meira rennsli til langs tíma.

Ein af athyglisverðari niðurstöðum borunarinnar á Stóru-Drageyri er hið óvenju lága vatnsborð holu 6. Holan er í um 95 m hæð yfir sjó ef mið er tekið af kortum. Því er vatnsborð hennar í 35-45 m hæð yfir sjó og 15-25 m lægra en vatnsborð Skorradalsvatns. Þetta lága vatnsborð er einungis hægt að skýra með góðri tengingu jarðhitakerfisins við landssvæði í minna en 35 m hæð yfir sjó, t.d. norður í Lundarreykjardal eða suður í Svínadal og Hvalfirði. Lagt er til að menn á vegum Skorradalshrepps hefji vikulega skráningu á vatnsborði holunnar svo leita megi skýringa á þessum lága vatnsþrýstingi á svæðinu. Hver svo sem skýringin er, þá er hitt ljóst að jarðhitasvæðið við holuna virðist víðáttumikið sem eykur bjartsýni um farsæla langtímvinnslu úr holu 6.

Reykjavík, 14. júní 1994

*Grímur Björnsson og
Kristján Sæmundsson.*