



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Hellisheiði – Hola HE-6

**2. áfangi: Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu
frá 310 m í 813 m dýpi**



**Bjarni Richter, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson,
Einar Magnús Magnússon, Ólafur Guðnason**

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur

2002

OS-2002/032



Bjarni Richter
Hjalti Franzson
Ómar Sigurðsson
Einar Magnús Magnússon
Ólafur Guðmundsson

HELLISHEIÐI – HOLA HE-6

2. áfangi: Borun fyrir 9^{5/8}” vinnslufóðringu frá 310 m í 813 m dýpi

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur

OS-2002/032

Ágúst 2002

Skýrsla nr.: OS-2002/032	Dags.: Ágúst 2002	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: HELLISHEIÐI – HOLA HE-6 2. áfangi: Borun fyrir 9 ⁵ / ₈ ” vinnslufóðringu frá 310 m í 813 m dýpi	Upplag: 45	Fjöldi síðna: 46
Höfundar: Bjarni Richter, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson, Einar Magnús Magnússon, Ólafur Guðnason	Verkefnisstjóri: Benedikt Steingrímsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Rannsókn háhitasvæðis, 2. áfangi borverks	Verknúmer: 8-630026	
Unnið fyrir: Orkuveitu Reykjavíkur		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Fjallað er um borun og rannsóknir í 2. áfanga holu HE-6 á Hellsheiði og þeim gögnum sem safnað var. Verkið er unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. Borstaður er suðvestan undir Skarðsmýrarfjalli. Í þessum áfanga var holan samkvæmt áætlun stefnuboruð upp. 25° til norðausturs og byggður upp um 35° halli. Borað var með 12 ¼” krónu og holan fóðruð með 9 ⁵ / ₈ ” vinnslufóðringu. Borun áfangans hófst 16. júlí á 22. verkdegi og honum lauk 25. júlí á 31. verkdegi, og var holudýpi þá 813 m. Lokadýpi er áætlað allt að 2000 m. Að venju var safnað sýnum af borsvarfi og jarðlög og ummyndun greind eftir þeim samhliða borun. Neðan 550 m dýpis eru öll sýni blönduð vegna borleðju. Hefðbundnar borholumælingar voru gerðar, s.s. á upphitun, holuvídd, jarðlögum, steypugæðum, halla og stefnu. Móberg, einkum túff, er ráðandi berggerð. Nær engin ummyndun er niður á um 476 m dýpi en eykst snögglega þar fyrir neðan. Engar vatnsæðar komu fram. Wairakít í um 790 m gæti bent til 200°C berghita. Borverkið er unnið af Jarðborunum hf. en rannsóknir annast Rannsóknasvið Orkustofnunar.		
Lykilorð: Háhitasvæði, borhola, skáborun, jarðlög, ummyndun, vatnsæðar, borholumælingar, Hellsheiði	ISBN-númer:	Undirskrift verkefnisstjóra:
	Yfirfarið af: BS, PI	

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR.....	5
2	BORSAGA.....	8
3	JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR.....	15
3.1	Jarðfræði og ummyndun	15
3.2	Innskot.....	15
3.3	Ummyndun.....	15
4	BORHOLUMÆLINGAR.....	20
5	HEIMILDIR.....	29
	VIÐAUKI 1: Dagskýrslur úr 2. áfanga borunar holu HE-6	30

TÖFLUR

Tafla 1.	<i>Gangur borunar með 12¹/₄" krónu fyrir 9⁵/₈" vinnslufóðringu.</i>	11
Tafla 2.	<i>Gýrósmælingar í 2. áfanga HE-6.</i>	11
Tafla 3.	<i>Fóðrun með 9⁵/₈" fóðringu og steyping (fóðrunarskýrsla JB).</i>	12
Tafla 4.	<i>Yfirlit borholumælinga í 2. áfangi.</i>	21

MYNDIR

Mynd 1.	<i>Staðsetning holu HE-6 á Hellisheiði.</i>	6
Mynd 2.	<i>Hönnun og útlit holu HE-6.</i>	7
Mynd 3.	<i>Gangur borunar í 1. áfanga HE-6.</i>	9
Mynd 4.	<i>Eðlismassi steypu framgangur steypudælingar.</i>	10
Mynd 5.	<i>Halli og stefna holu HE-6 út frá gýrósmælingum í 2. áfanga.</i>	14
Mynd 6.	<i>Jarðlög, borhraði og skolmælingar.</i>	17
Mynd 7.	<i>Yfirlit yfir aðrar mælingar sem gerðar voru meðan borun stóð yfir.</i>	18
Mynd 8.	<i>Jarðlagagreining og jarðlagamælingar bornar saman.</i>	19
Mynd 9.	<i>Viddarmælingar við lok 2. áfanga.</i>	23
Mynd 10.	<i>Hitamælingar í 2. áfanga fram að steypingu fóðringar.</i>	24
Mynd 11.	<i>Jarðlagamælingar. Viðnám á 16" skauti mjög lágt og fer því niður fyrir skalann á myndinni.</i>	25
Mynd 12.	<i>Steypumagn sem þarf til að fylla í rúmmálið milli holunnar og 9⁵/₈" vinnslufóðringar.</i>	26
Mynd 13.	<i>Hitamælingar gerðar í upphitun eftir steypingu vinnslufóðringar.</i>	27
Mynd 14.	<i>Mæling á steypubindingu (CBL).</i>	28

1 INNGANGUR

Rannsóknir á Hengils svæðinu eiga sér langa sögu. Svæðinu hefur verið skipt upp í nokkur undirsvæði eins og t.d. Nesjavelli þar sem nú þegar hefur verið virkjað og svo Helligheiði sem Orkuveita Reykjavíkur leggur nú áherslu á að rannsaka sérstaklega. Umrætt svæði er sunnan og suðvestan við Skarðsmýrarfjall. Árið 1985 var boruð holan KhG-1 við Kolviðarhól niður á 1816 m dýpi. Tvær rannsóknarholur voru síðan boraðar árið 2001 sunnan Skarðsmýrarfjalls, HE-3 niður á 1887 m dýpi og HE-4 í 2008 m dýpi, og sumarið 2002 verða boraðar tvær til þrjár rannsóknarholur á þessu svæði. Borun þeirrar fyrstu, holu HE-5, í Sleggjubeinsdal niður á 2001 m dýpi lauk seint í júní og var jarðborinn Jötunn fluttur strax á borstæði næstu holu sem er hola HE-6.

Borstaður HE-6 er suðvestan undir Skarðsmýrarfjalli, nærri skíðalyftunni þar sem hún liggur upp á háfjallið (mynd 1). Holan er um 100 m vestan við 5000 ára gamla gígaröð. Hún verður stefnuboruð til norðausturs í átt að kjarna Hengilskerfisins þar sem hátt viðnám kemur fram undir lágu og er reiknað er með að skera gossprunguna neðan 1500 m dýpis. Hnit HE-6 eru:

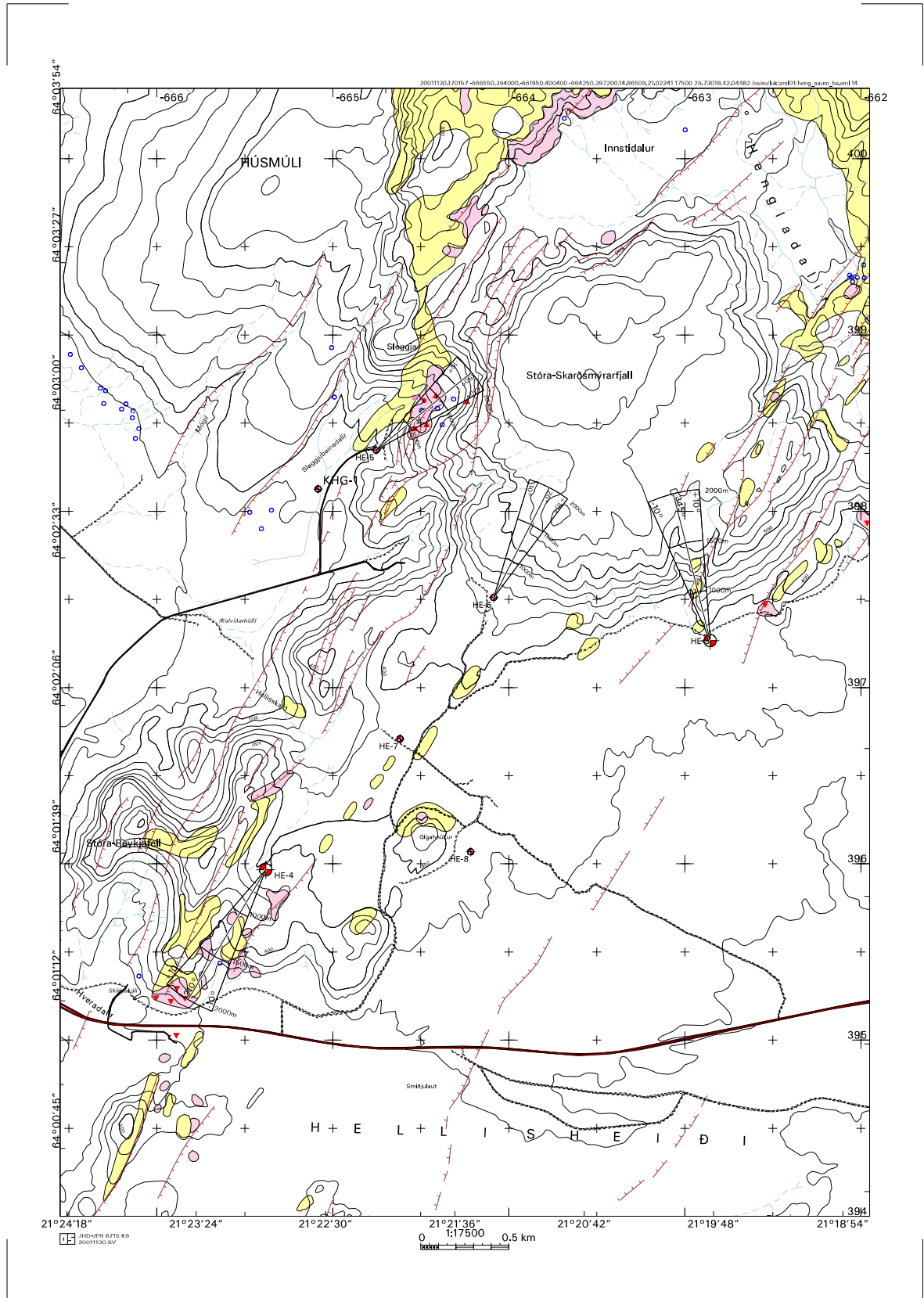
X=384631,91 Y=395256,55 Hæð um 420 m y.s.

Staðarnúmer holunnar í gagnagrunni Orkustofnunar er 95106. Hönnun hennar er í aðalatriðum sú sama og holna HE-3, 4 og 5 (mynd 2).

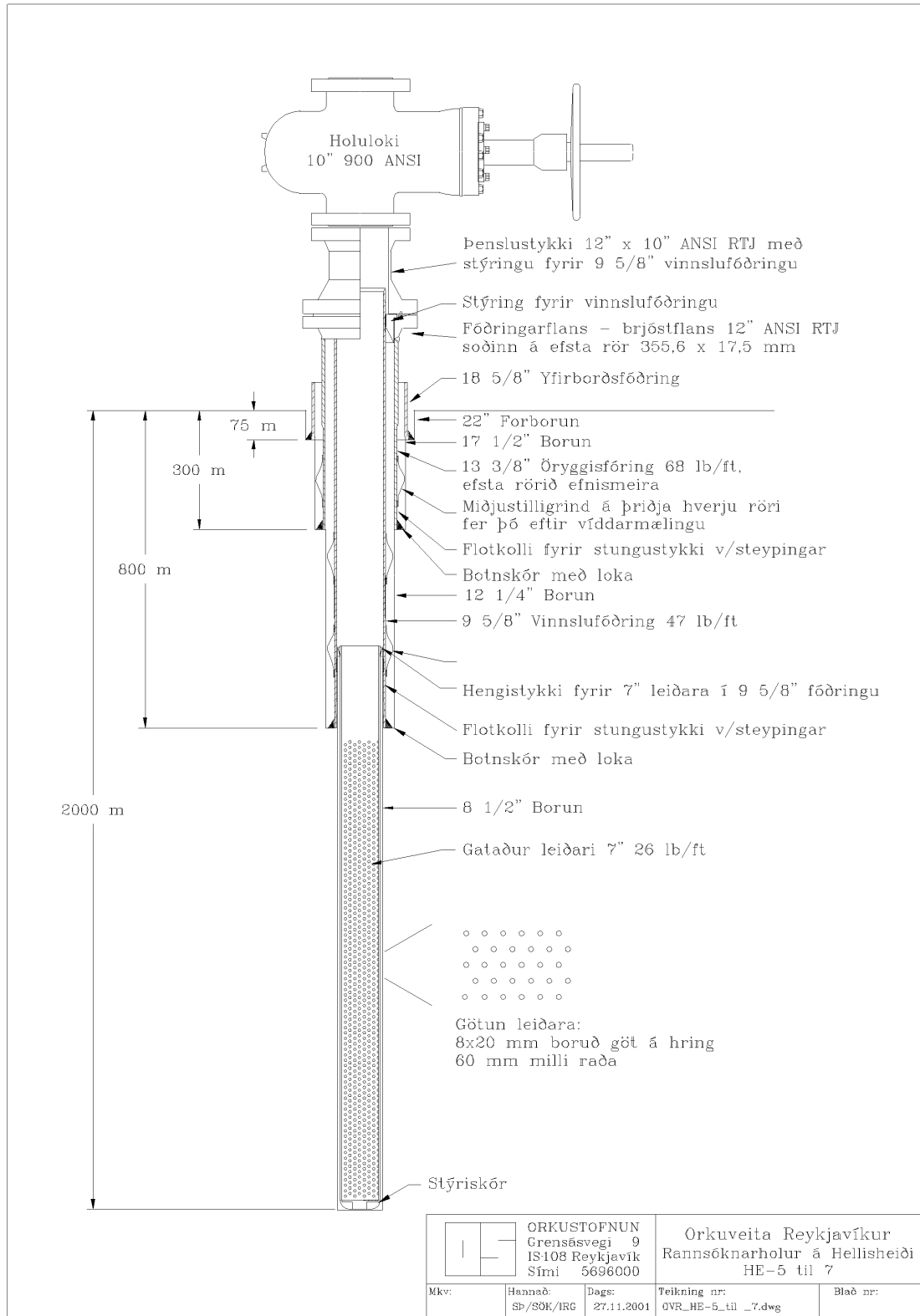
Jarðborinn Saga forboraði holu HE-6 niður á 73 m dýpi (frá yfirborði) í desember 2001 og var holan síðan fóðruð með 18 $\frac{5}{8}$ " fóðringu í botn og hún steipt. Framhald borverksins með jarðbornum Jötni skiptist í þrjá áfanga. Fyrsti áfangi gerir ráð fyrir borun fyrir öryggisfóðringu og steyping hennar í um 300 m. Fyrsta áfanga lauk 14. júlí 2002 og var dýpi holunnar þá 310 m (Sigurður Sveinn Jónsson, ofl. 2002). Í öðrum áfanga verður holan sveigð til norðausturs (stefna $25^\circ \pm 10^\circ$) og byggður upp um 35° halli og loks steipt vinnslufóðring í um 800 m dýpi. Lokaáfangi borverks Jötuns er borun vinnsluhluta í allt að 2000 m mælt dýpi. Gert er ráð fyrir að halda 35° halla og 25° stefnu í vinnsluhlutanum.

Í þessari skýrslu er fjallað um borun og rannsóknir í öðrum áfanga borunar HE-6. Þessi áfangi tekur til borunar með 311 mm ($12\frac{1}{4}$ " borkrónu og fóðrun holunnar með $9\frac{5}{8}$ " vinnslufóðringu. Í skýrslunni er fyrst gerð grein fyrir gangi borverksins en síðan er gefið yfirlit yfir gerð jarðlaga, ummyndun og vatnsæðar. Að lokum er síðan fjallað um þær borholumælingar sem gerðar voru í áfanganum. Í viðauka skýrslunnar eru afrit af dagskýrslum sem sendar voru út meðan á þessum áfanga stóð.

Borverkið er unnið af Jarðborunum hf. samkvæmt tilboði sem fyrirtækið gerði í borun HE-5, HE-6 og hugsanlega HE-7 en Orkuveita Reykjavíkur efndi til opins útboðs. Rannsóknarþátturinn er unninn af Rannsóknasviði Orkustofnunar (ROS) samkvæmt samningi við Orkuveitu Reykjavíkur frá 17. júlí 2002. Forsendum fyrir staðsetningu og hönnun holunnar er lýst í greinargerð Orkustofnunar frá 22. nóvember 2001 (Ásgrímur Guðmundsson o.fl., 2001).



Mynd 1. Staðsetning holu HE-6 á Hellisheiði.



Mynd 2. Hönnun og útlit holu HE-6.

2 BORSAGA

Um forborun og fyrsta áfanga holu HE-6 má lesa í áfangaskýrslu um 1. áfanga (Sigurður Sveinn Jónsson o.fl. 2002).

Gangur og helstu atriði borunar annars áfanga holunnar er sýndur á mynd 3.

Fyrsta áfanga lauk þegar holuflansinn var soðin á holutoppinn. Lauk því um kl 03:00 þann 15. júlí 2002 á 21. verkdegi. Næst var suðan mæld og öryggislokar settir á holutoppinn. Um kl. 20:00 var síðan blindloki prófaður og lak hann örlítið. Farið var að setja niður streng með mótör og MWD upp úr kl. 05:00 þann 16. júlí, á 22. verkdegi. Strengur var uppbyggður á eftirfarandi hátt: 12 ¼” króna, mótör, MWD, jar, lykilholurýmari, 2 stýringar, 4 söbbar og 14 álagsstangir (kollar). Alls var strengur, án venjulegra borstanga, 82,25 m.

Um kl. 09:30 var borað í steypu, flotskó og flotkolla. Komið var í berg um kl. 12:30. Var þá blönduð leðja, holan skoluð hrein og gýrómælt í 301 metra.

Borun gekk mjög vel og algerlega áfallalaust fyrir sig. Borað var þannig að “slædaðar” voru 2 stangir og síðan ein með snúningi og síðan gýrómælt. Holan var skoluð vel eftir hverja stöng. Einnig var sóða blandað í holuna með reglulegu millibili. Má sjá gang borunar í töflu 1 og á mynd 3. Gýrómælt var að jafnaði á ca. 30 metra fresti og má sjá þær niðurstöður úr töflu 2, ásamt mynd af stefnu og halla holu (mynd 5). Greinilegt er að Baker Hughes stefnuborurunum hefur tekist vel upp með að beygja holuna, en stefna holunnar átti að vera 25° og halli 35° í 800 metrum.

Borun lauk í 813 m, um kl. 07:10 þann 19. júlí 2002, á 25. verkdegi. Tók þá við skolun og kæling holunnar. Um kl. 18:00 sama dag var búið að brjóta út allan strenginn og mælingar gerðar í opinni holu. Ekki tókst þó að koma mælitækjum niður fyrir um 650 metra, þrátt fyrir að settar hefðu verið stengur niður í um 550 metra. Nánar um þetta má lesa í 4 kafla. Var þá ákveðið að setja niður borkrónu til að rýma holuna. Ein stýring, jar og lykilholurýmari var settur í strenginn ásamt 6 álagsstöngum. Rýmt var frá 490-813 metrum. Ekki fannst nein sérstök fyrirstaða, en allnokkuð af svarfi blandað leirflyksm bentu til að leðjukaka hafi myndast innan á holuveggjum og hindrað að mælitæki kæmst niður í holuna.

Rýmingu og upptekt lauk um kl. 05:00 þann 21. júlí, á 27. verkdegi. Var þá farið í jarðlagamælingar. Um þær má lesa í 4. kafla.

Eftir mælingaprógrammið var fóðrað með 9 5/8” fóðurrörum. Fóðringarskýrslu frá Jarðborunum fylgir hér með sem tafla 3. Fóðringu ásamt niðursetningu strengs og stungustykkis var lokið um kl. 05.00, 22. júlí á 28. verkdegi.

Þegar dælt var niður í gegnum strenginn til að kæla, var greinilega stíflað. Var lokað að hydrill og þrýst nokkrum sinnum. Við það losnaði stíflan, en um 3 l/s skoltap mældist eftir það.

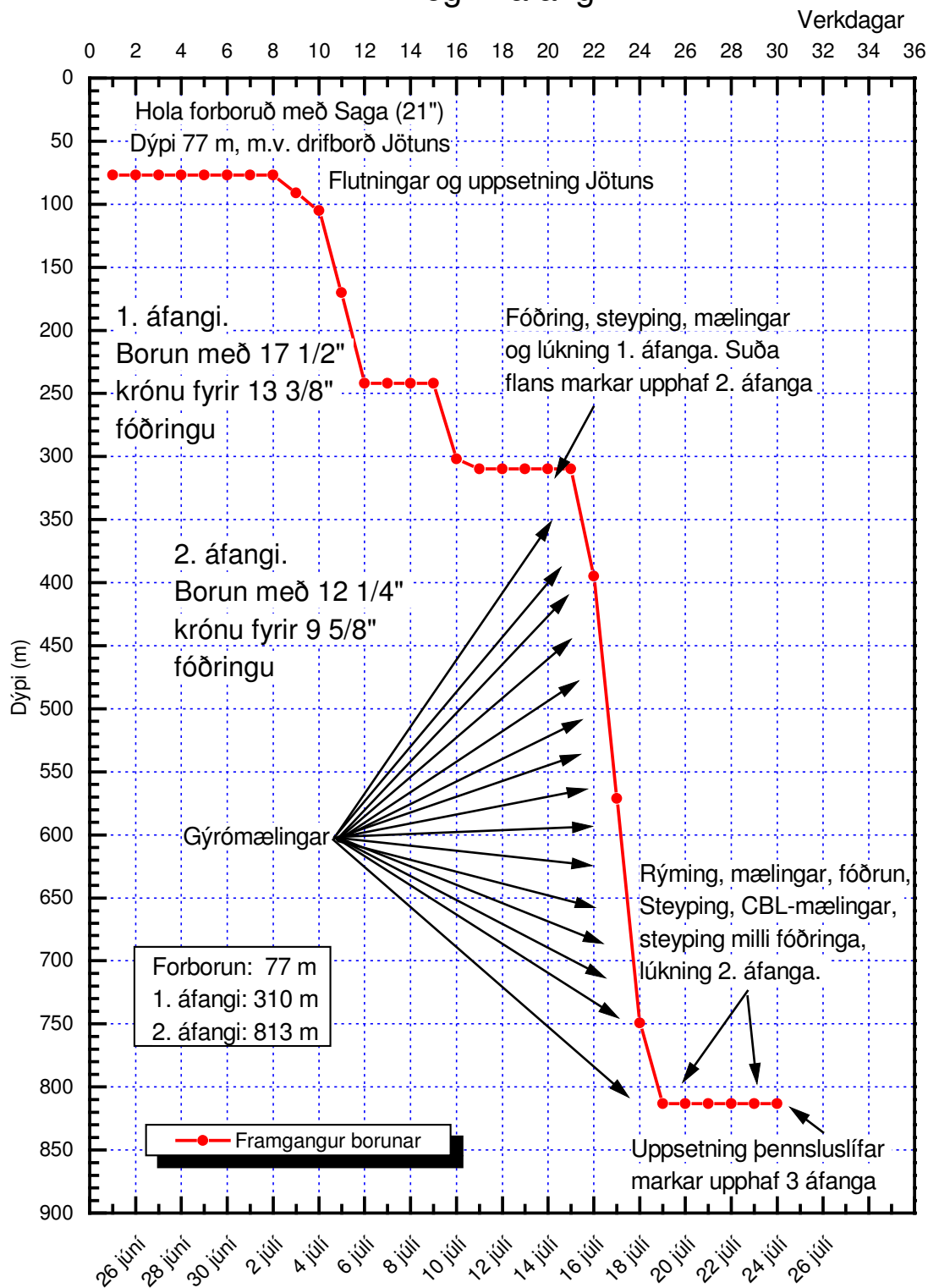
Næst var kælt og sóða og leðju skolað úr holu. Steyping hófst um kl. 19:40, þann 22. júlí á 28. verkdegi. Steypt var úr 40% G-blöndu. Skoltap í holunni jókst upp í 5 l/s eftir að farið var að skola holuna. Ákveðið var að bæta “mica” í steypuna til að þetta lekann.

Áætlað hafði verið að um 27 rúmmetra af steypu þyrfti á bakvið fóðringu, en tiltækt steypumagn á bornum var yfir 60 rúmmetrar. Steypa átti þar til góð steypa kæmi upp, en dæla síðan um 7300 l af vatni á eftir til að hreinsa strenginn.

Eðlismassi steypunnar, er niður fór, var góður (miðað var við 1,62 g/cm³). Einnig var fylgst með þrýstingi og magni dælingar, eins og sjá má á mynd 4.

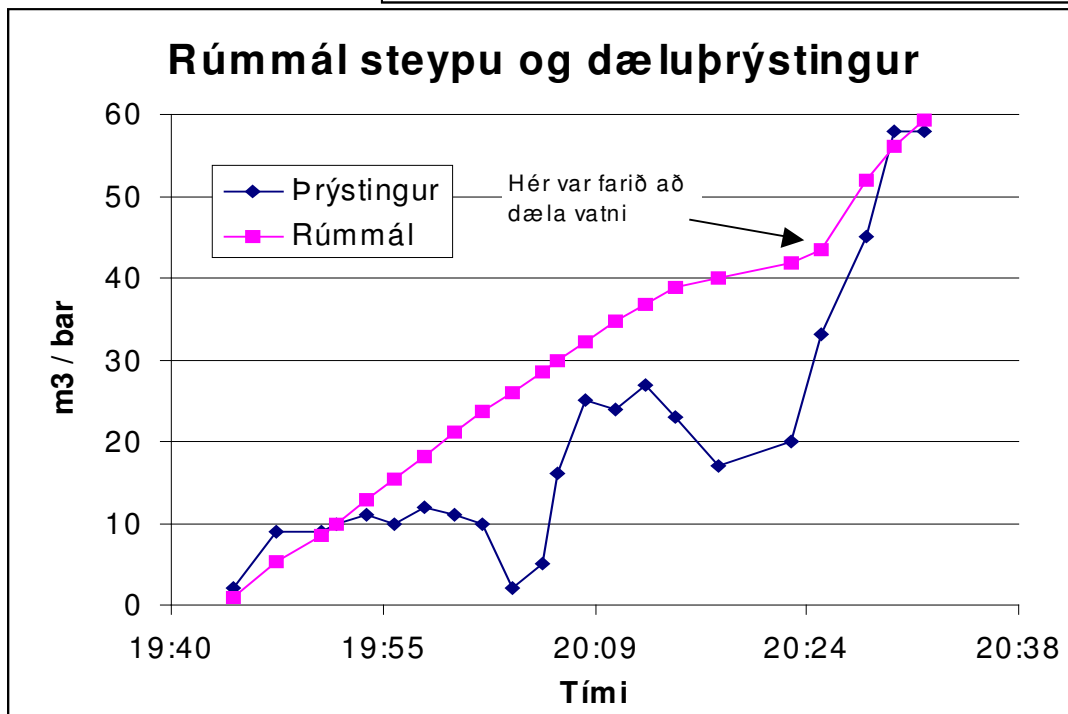
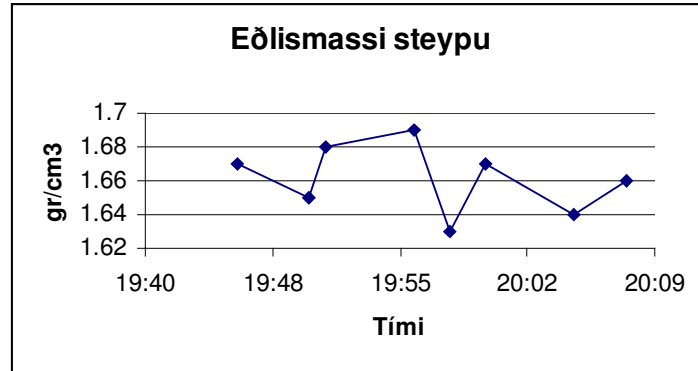
Hellisheiði HE-6

1. og 2. áfangi



Mynd 3. Gangur borunar í 1. áfanga HE-6.

Tími	gr/cm ³
19:46	1.67
19:50	1.65
19:51	1.68
19:56	1.69
19:58	1.63
20:00	1.67
20:05	1.64
20:08	1.66



Mynd 4. Eðlismassi steypu framgangur steypudælingar.

Dælt var 43,4m³ af steypu og 5,8m³ af vatni í eftirdælingu. 18 pokum af mica var síðan bætt í.

Steypu var dælt þar til perlusteinn kom upp og góður sementslitur var (kl. 20:14). Ein eðlisþyngdarmæling náðist og var hún 1,08 g/cm³. Þegar síðan átti að skipta á milli steypusílóa, stíflaðist leiðslan úr síló og að blandara, þannig að ekkert sement fékst. Varð örlítill töf á dælingu af þessum völdum. Var þá ákveðið að fara strax yfir í eftirdælingu, enda komið nægilegt sement niður í holu til að steypa alla fódninguna. Þegar eftirdæling var sett á varð ljóst að steypan hafði annað hvort brotið sér leið út úr holunni og inn á milli jarðlaga, eða hún hafi náð að stífna í holunni.

Í eftirdælingu fór dæluþrýstingur vaxandi og var henni hætt er þrýstingur var kominn í 58 bar, enda mátti ekki þrýsta meir en 62 bar á holuna. Ekki tókst að hreinsa steypu innan úr streng og var hann sleginn frá og tekinn upp. Steypingu lauk kl. 20:32.

Mælingamenn mættu morguninn eftir og steypumældu. Ekki kom neitt fram hvar steypuborð var á þeirri stundu, enda steypan enn lin. Næst var mælt um 24 tímum síðar og sást þá steypuborð í um 40 metrum. Um steypumælingarnar má lesa frekar í 4 kafla.

Næst var steyp ofaná með “spaghetty-streng” (sjá mynd á forsíðu), þar sem sett voru þrjú ½” rör niður á milli fóðringa (aðeins 2 rör voru komin í á mynd). Þeirri steypingu lauk um kl. 22:00 þann 24. júlí, á 30. verdegi og tókst vel.

Aðfararnótt fimmtudagsins 25. júlí, á 31. verkdegi, voru svo öryggislokar teknir ofan af holunni og þensluslíf komið fyrir. Því var lokið um 06:00 og markar það lok annars áfanga og upphaf þess þriðja.

Tafla 1. Gangur borunar með 12 ¼" krónu fyrir 9 ⅝" vinnslufóðringu.

Dagsetn.	Verkdagur	Bortími (klst)	Borun (m)	Meðalborhr. (m/klst)	Dýpi (m)
16.07.02	22	3	85	28,3	395
17.07.02	23	9	176	19,6	571
18.07.02	24	12	178	14,8	749
19.07.02	25	4	64	16,0	813
Samtals:		28	503	17,96	813

Tafla 2. Gýrómælingar í 2. áfanga HE-6.

Dags.	Mæling	Dýpi (m)	Raundýpi (m)	Stefna (°)	Halli (°)	Dogleg (°/30m)
16. júl.	Gýró	301	300,9	306,3	2,45	0,24
16. júl.	Gýró	330	329,9	316,7	2,67	0,53
16. júl.	Gýró	359	358,8	339,0	4,50	2,35
17. júl.	Gýró	390	389,7	355,3	6,42	2,37
17. júl.	Gýró	418	417,5	4,2	7,91	1,99
17. júl.	Gýró	435	434,3	4,8	8,67	1,35
17. júl.	Gýró	465	463,9	11,6	9,63	1,44
17. júl.	Gýró	494	492,4	11,9	11,72	2,16
17. júl.	Gýró	523	520,64	16,9	14,50	3,10
18. júl.	Gýró	552	548,5	22,4	17,38	3,36
18. júl.	Gýró	585	579,8	25,5	19,95	2,50
18. júl.	Gýró	610	603,2	27,9	21,61	2,24
18. júl.	Gýró	638	628,9	25,6	25,07	3,83
18. júl.	Gýró	662	650,4	25,8	27,62	3,23
18. júl.	Gýró	690	674,9	24,1	29,98	2,65
19. júl.	Gýró	724	703,9	24,8	32,95	2,64

Tafla 3. Fóðrun með 9 5/8" fóðringu og steyping (fóðrunarskýrsla JB).

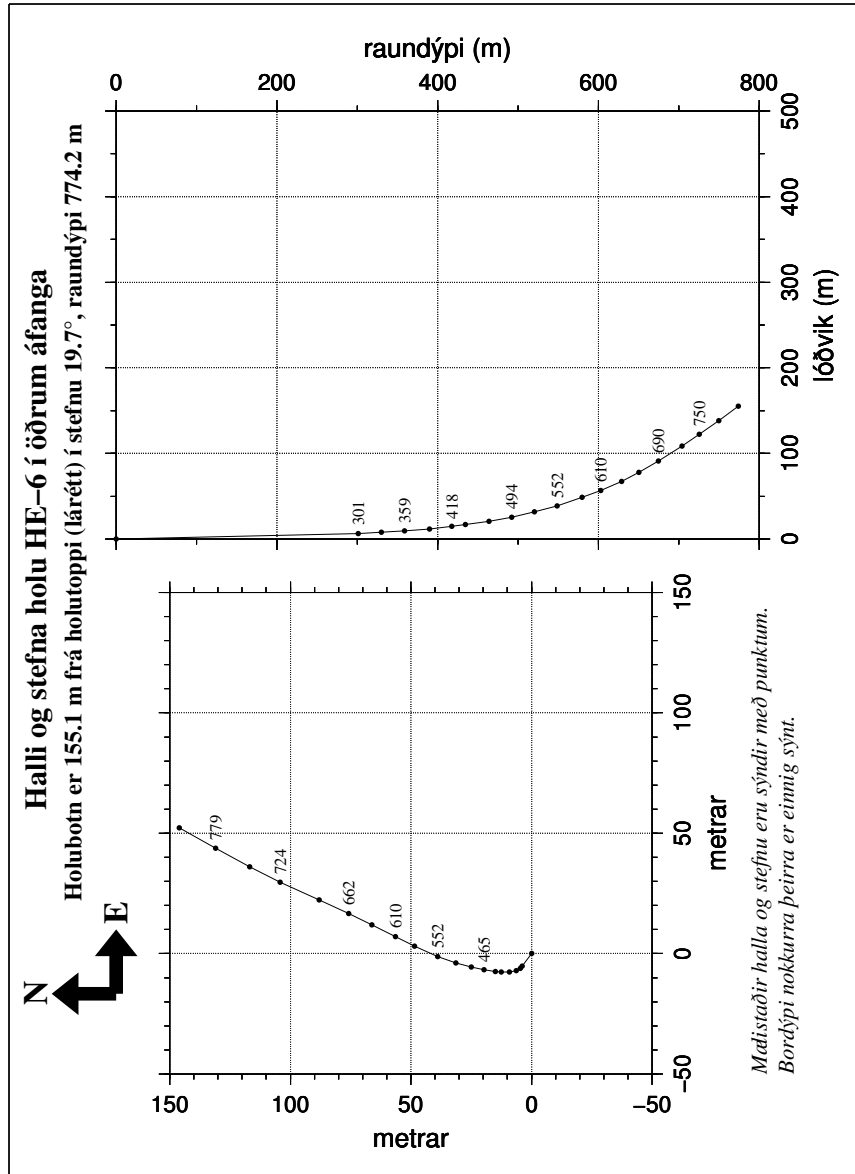
 JARÐBORANIR HF SKIPHOLTÍ 50D - 105 REYKJAVÍK	FÓÐRUNARSKÝRSLA		Eyðublað nr. 68-051

Verk nr. 42683	Hola nr. HE-6	Borstaður Hellisheiði	Bor Jötunn	Verkkaupi Orkuveita Reykjavíkur
Vidd holu 12 1/4"	Dýpt holu mv. drifborð 813	Fóðring nr. 3	Fóðrun framkv. dags. 21-22. 07.2002	Útfyllt af: D.S Ó.G K.S

Holudýpi frá flangsi				Fóðringard. frá fl.				Röretalning				
Gerð				Pyngd				LENGD	NR	MS	ALLS m	
K - 55				47 lbs/ft								
Utanmál				Innanmál								
9 5/8"				220.5 mm								
Veggþykkt				Pöntunar nr.								
12 mm												
FÓÐRING	Tengi				Skrúfuð Buttress				13.07	1	X	13.07
	Flangs				Rörin eru í slíf við 12" X 900 holuflangs				14.41	2		27.48
	Stungutengi				Float Collars				14.42	3		41.90
	Skór				Float Shoe				13.86	4	X	55.76
	Miðjustillar				Steyputappar				14.42	5		70.18
	20 stk				stk				14.42	6		84.60
STEYPING	Steypa 1 þurrefni				Tafefni				14.42	7	X	99.02
	45,136 kg				90 kg				13.74	8		112.76
	Eðlisþyngd				Steypingartími				14.40	9		127.16
	1.65 kg/l				43 mín				14.42	10	X	141.58
	Steyputæki				Halliburton mixari og dæla				14.42	11		156.00
	Steypa kom upp ?				Eðlisþyngd steypu upp				14.41	12		170.41
Nei				kg/l				14.05	13	X	184.46	
Eftirdæling				Eftirdæling				14.43	14		198.89	
5,800 ltr				7 mín				14.43	15		213.32	
Steypa 2 þurrefni								14.15	16	X	227.47	
								14.41	17		241.88	
								14.42	18		256.30	
								14.42	19	X	270.72	
								14.41	20		285.13	
								14.41	21		299.54	
								14.42	22	X	313.96	
								14.25	23		328.21	
								14.27	24		342.48	
								14.23	25	X	356.71	
								14.22	26		370.93	
								14.27	27		385.20	
								14.22	28	X	399.42	
								14.23	29		413.65	

Verk nr. 42683	Hola nr. HE - 6	Borstaður Hellisheiði	Fóðring nr. 3	Blaðsíða nr. 2
-------------------	--------------------	--------------------------	------------------	-------------------

RÖRATALNING				RÖRATALNING				RÖRATALNING			
LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m
14.27	31		427.92								
14.18	32	X	442.10								
14.41	33		456.51								
14.41	34		470.92								
14.25	35	X	485.17								
14.42	36		499.59								
13.58	37		513.17								
14.42	38	X	527.59								
14.26	39		541.85								
14.42	40		556.27								
14.42	41	X	570.69								
14.41	42		585.10								
14.42	43		599.52								
14.23	44	X	613.75								
14.41	45		628.16								
14.41	46		642.57								
14.41	47	X	656.98								
14.24	48		671.22								
14.42	49		685.64								
14.41	50	X	700.05								
14.42	51		714.47								
13.71	52		728.18								
14.24	53	X	742.42								
14.22	54		756.64								
14.16	55		770.80								
0.75	C		771.55								
14.42	56	X	785.97								
14.41	57	X	800.38								
0.40	S		800.78								



Mynd 5. Halli og stefna holu HE-6 út frá gýrómælingum í 2. áfanga.

3 JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR

Greining á jarðlögum er sýnd á mynd 6, og er byggð eins og venja er á svarfsýnum sem tekin voru á um 2 m bili í holunni. Athyglisvert er að þegar komið var niður í um 480 m dýpi tók borleðja að hlaðast utaná svarfkornin, og þegar komið var niður í um 550 m dýpi urðu sýnin allblönduð. Ástæða þessarar blöndunar var líklegast sú að miklar leðjukökur lögðust upp að holuveggjunum, og vildi svarfið límast þar í. Leðjubútar úr þessum kökum voru svo að losna úr læðingi og hefur því valdið því að svarfsýnin virtust blandaðri en ella. Að auki má sjá á myndum 6 og 7 þær mælingar sem skráðar voru í borun, s.s. borhraða, skolmagn, skolhita, dæluþrýsting, álag á krónu, heildarþyngd strengs, snúningshraða krónu og snúningsvægi.

3.1 Jarðfræði og ummyndun

Móbergsmyndun (310)–330 m. Líklegast er um að ræða botn móbergsmyndunar sem komið var í á 252 m dýpi og áður er lýst í áfangaskýrslu fyrir 1. áfanga (Sigurður Sveinn Jónsson o.fl. 2002). Bergið virðist vera nær laust við plagíóklasdíla, og að miklu leyti úr glerjuðu basalti.

Móbergsmyndun 330–470m. Móbergið er nokkuð plagíóklasdílótt í efstu 20 m en magn díla minnkar nokkuð er neðar dregur. Myndunin er að mestu leyti úr túffi nema neðstu 10 m sem eru fínkorna og þétt basaltlag sem líklegast er basalteitill, samkynja móbergsmynduninni.

Móbergsmyndun 470–640 m. Móbergið er einrátt túff, eins og vel sést á jarðlagasniðinu. Efst er vottur af móbergsettúffi. Plagíóklasdílar sjást á stangli en myndunin telst ekki vera áberandi dílótt.

Móbergsmyndun 640–813 m. Skilin við móbergsmyndunina fyrir ofan eru áberandi þar sem setkennt túff einkennir efstu 30 m myndunarinnar. Móbergið er að mestu úr túffi nema neðan 760 m þar sem vart verður við bólstrakennda breksíu.

3.2 Innskot

Athyglisverð oxun sést í svarfinu neðan um 650 m dýpi og virðist hún ná allt niður undir um 730 m dýpi. Á um 744–748 m dýpi sker holan líklegt plagíóklasdílótt innskot. Mögulegt er að oxunin sé hitaáhrif frá innskotinu sem bendir þá til að um berggang sé að ræða sem hefur svipaða strikstefnu og stefna holunnar. Nánari skoðun svarfgagna og samanburður við borholumælingar mun væntanlega leiða frekari getum að þessu atriði.

3.3 Ummyndun

Þessi hola er allforvitnileg í ummyndun. Í fyrsta lagi virtist ummyndun í túffinu vera nær engin allt niður á um 476 m dýpi en þar komu fram skil á milli móbergsmýndana. Þessi breyting sést einnig greinilega á viðnámsmælingum á mynd 8. Eina útfellingin, ofan 476 m, reyndist vera karbónat og límoníthnúðar, sem auðsjáanlega hafa fallið út

við afar lágan hita, en það má merkja af því að glerriminn á þeim blöðruveggjum þar sem hnúðarnir fundust var algerlega ferskur.

Neðan við móbergsskilin kom snögglega fram aukning í ummyndun, og er sá möguleiki viðraður hér að ummyndunin geti verið eldri en móbergsmýndanirnar fyrir ofan. Annað afar athyglisvert atriði í ummynduninni frá um 480–500 m dýpi er að glerkornin í túffinu (það sem ekki hafði verið “palagónítíserað” áður) hafa leyst upp og holrými myndast. Þessi ummyndunarsýn fellur saman við að þegar verið var að hyggja frekar að þessum sýnum og þurfti að bleyta í svarfdósinni að túffkornin þöndust út og vildu splundrast í þúsundir mola. Helst er hallast að því að þessi sérstaka ummyndun geti hafa orsakast af súrum jarðhitavökva, sem etið hafi ferska glerið af mikilli lyst, en skilið eftir þann hluta sem var palagónítíseraður og þegar kominn yfir í leir.

Eins og að ofan segir þá hefst eiginleg jarðhitaummyndun á um 476 m dýpi. Kalsít er mjög algengt, en lítið sést af pýríti. Zeólítar greinast allt niður undir 800 m dýpi (stílbít, skólesít og mordenít). Í um 730 m verður fyrst vart við smágernt kvars sem mögulega getur þýtt að hiti sé eða hafi komist í um 180°C og í um 790 m dýpi verður vart við wairakít, sem merkir að jafnaði um eða yfir 200°C hita.

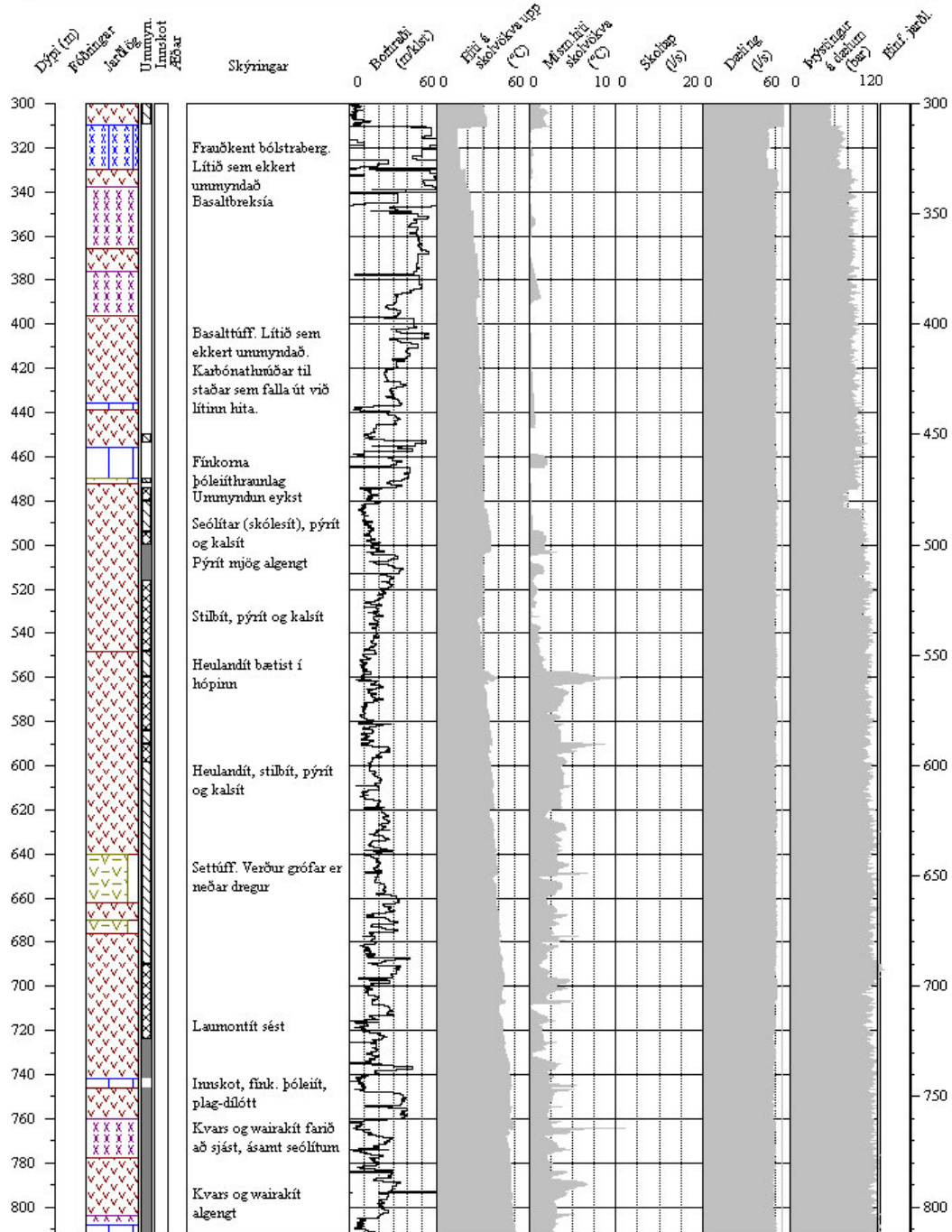


Staður: Hellisheiði
Holunafn: HE-6

Bor: Jötunn
Dýptarbil: 310-813

Skolvökví: Borleðja
Verkhlufti: 2. áfangi

Staðarnúmer: 95106
Starfsmenn: HF/BR



Mynd 6. Jarðlög, borhraði og skolmælingar.

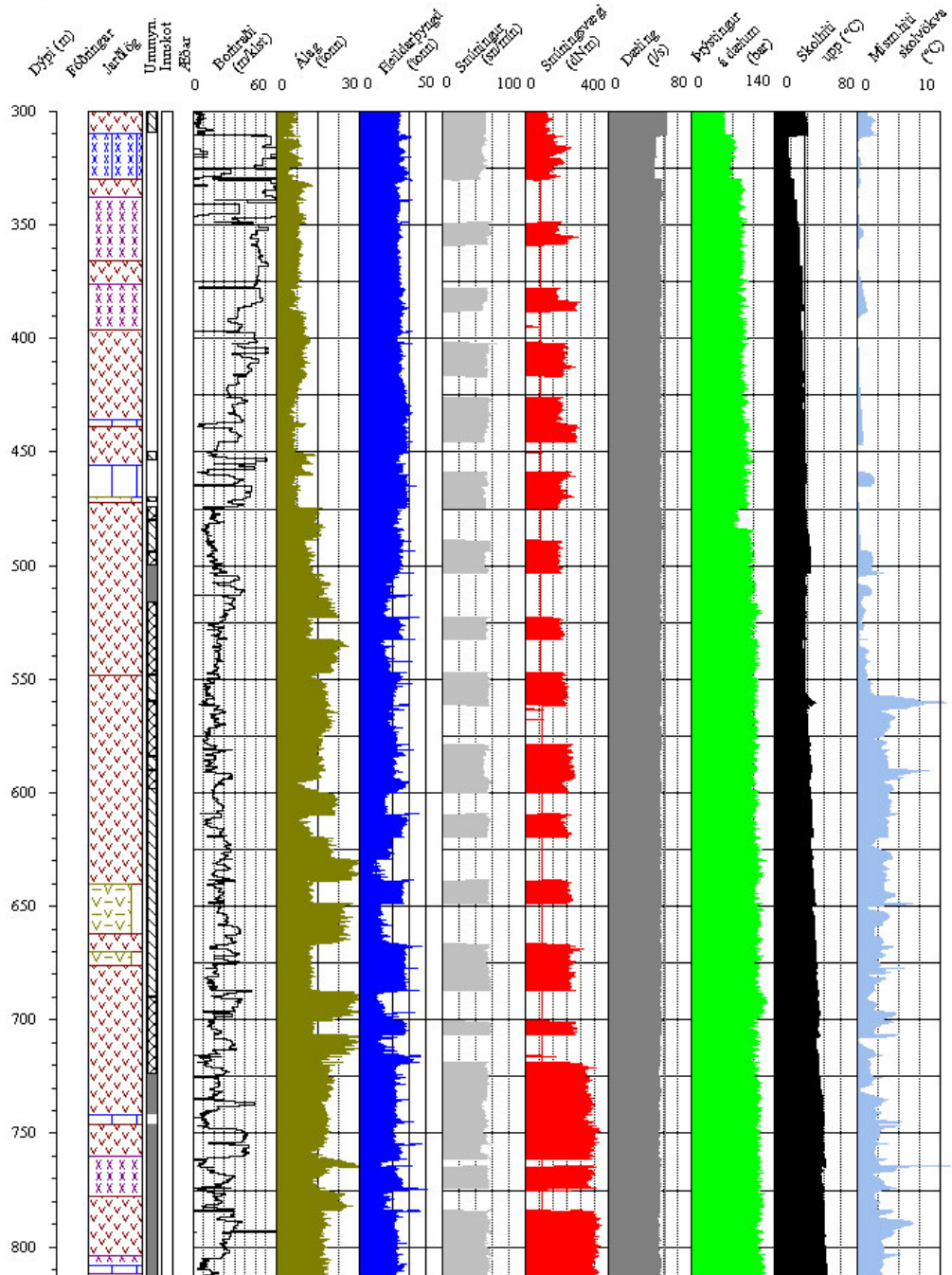


Staður: Hellisheiði
Holunafn: HE-6

Bor: Jötunn
Dýptarbil: 310-813

Skolvökvi: Borleðja
Verkhlufti: 2. áfangi

Staðarnúmer: 95106
Starfsmenn: HF/BR



Mynd 7. Yfirlit yfir aðrar mælingar sem gerðar voru meðan borun stóð yfir.

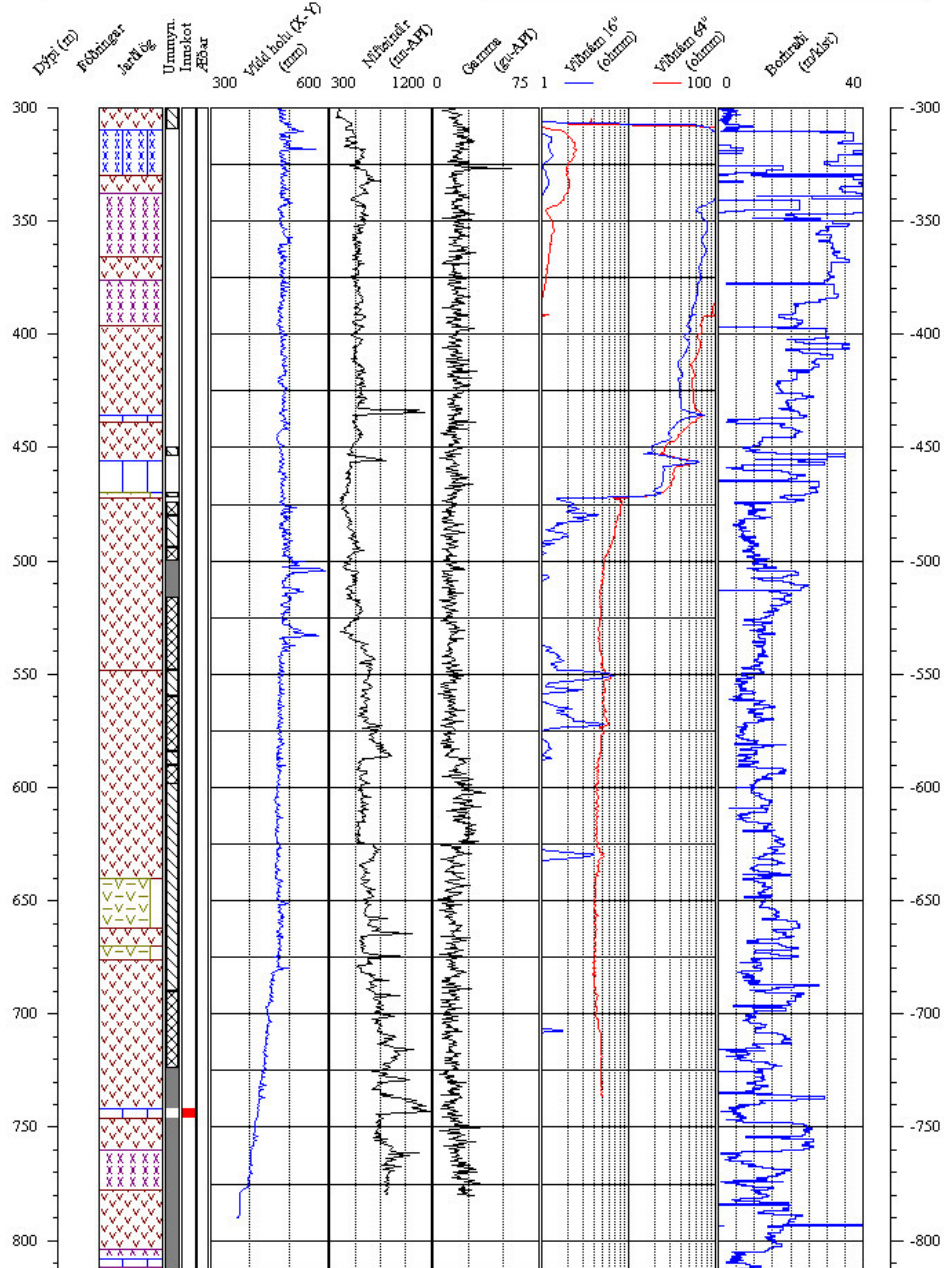


Staður: Hellsheiði
Holunafn: HE-6

Bor: Jötunn
Dýptarbil: 310-813

Skolvökvi: Borleðja
Verkhlutí: 2. áfangi

Staðarnúmer: 95106
Starfsmenn: HF/BR



Mynd 8. Jarðlagagreining og jarðlagamælingar bornar saman.

4 BORHOLUMÆLINGAR

Hér verða raktar þær mælingar sem gerðar voru í 2. áfanga boruna holu HE-6. Mælingunum í þessum áfanga má skipta í þrjá hluta eftir tilgangi þeirra:

1. Aðstoð við mælingamenn frá Baker-Hughes við gýro stefnu- og hallamælingar gerðar í borun þessa áfanga holunar.
2. Jarðlagamælingar í opinni holu til að fá upplýsingar um berglög sem holan sker.
3. Hita- og CBL-mælingar eftir steypingu vinnslufóðringar til að kanna gæði steypu handan fóðringar og bindingu við fóðringuna.

Nokkuð margar gýrósmælingar voru gerðar af Baker-Hughes, en mælingabíll Orkustofnunar var notaður og aðstoðaði mælingamaður við þær. Gýrósmælingarnar eru allar punktmælingar á ákveðnu dýpi. Yfirlit gýrósmælinganna er birt í töflu 2 í 2 kafla, en yfirlit annarra mælinga er í töflu 4 hér að neðan.

Aðrar mælingar voru ekki gerðar fyrr en borun fyrir vinnslufóðringu lauk á 813 m dýpi um kl. 7 að morgni 19. júlí. Holan var kæld með hringdælingu borleðju, en leki kom að “standpipe” þannig að skolun holunnar var hætt um kl. 10 og borstrengur tekinn upp. Mælingamenn komu á staðinn upp úr kl. 15 og voru kollar þá að koma úr holunni. Nokkurn tíma tók að brjóta þá og bormótor út, þannig að mælingar hófust ekki fyrr en upp úr kl. 18 og hafði holan þá verið í upphitun í 8 klukkustundir. Byrjað var á að fara niður með hitamæli með fjaðrandi búi á endanum en mælirinn settist á rúmlega 500 m í þykkri leðju. Tekið var upp og þrýstímælir tengdur við hitamælinn til að þyngja hann. Ekki tókst að koma þeim neðar en 495 m í þykkri borleðjunni. Farið var með aðra mæla niður og tókst að koma víddarmælinum dýpst eða í 673 m, enda var hann lang þyngstur af mælunum. Jarðlagamælingum lauk um kl. 23 af dýptarbilinu frá öryggisfóðringu á 307 m til 500-550 m. Víddarmælingin sýndi nokkuð þykka leðjuköku (um 1”) neðan 490 m í holunni (mynd 9) og nabba sem þrengdu holuna á tveim stöðum og settust mælar á þeim. Ákveðið var að setja borstangir niður á 550 m dýpi eða niður fyrir nabbana og athuga hvort hægt yrði að mæla dýpri hluta holunnar með því að fara með mæla í gegnum þær. Skömmu fyrir kl. 1 aðfaranótt 20. júlí var reynt í þrígang að koma hitamæli niður og komst hann dýpst í 650 m, en hiti var þar orðinn of hár fyrir aðra mæla. Hitamælingarnar eru sýndar á mynd 10. Mælingum var hætt í bili og ákveðið að fara niður með fullbúinn borstreng og hreinsa holuna betur.

Búið var að hreinsa holuna árla sunnudagsins 21. júlí. Mælingar hófust aftur um kl. 5:30 og tókst nú að koma flestum mælum nálægt botni holunnar þó hún væri enn full af borleðju. Við hreinsunina höfðu komið upp þykkir leðjuköglar og voru sumir með mikið af grófu borsvarfi. Byrjað var á hitamælingu til að kanna hitaástandið í holunni fyrir hina mælanna. Síðan tóku við mælingar á nifteindadeifingu og náttúrulegri gammageislun, þá víddarmæling og loks mæling á rafviðnámi berglaga og sjálfspennu. Mælingarnar eru sýndar á mynd 11. Lítill hitastigull var niður á um 480 m, sem gæti bent til lítillar vatnsæðar þar. Þar fyrir neðan hækkaði hitastigullinn aðeins og var þannig nokkuð jafn niður á um 625 m, sem bendir til lítillar vatnsæðar þar. Neðar sáust nokkrir kælipunktur í hitamælingunni en óvíst hvort vatnsæðar séu við þá. Víddarmælingin sýnir að holan er aðeins örlítið víðari en borkrónan þannig að útvöskun úr holuveggjunum hefur verið lítil. Tveir litlir skápar sáust á um 505 m og á rúmlega 530 m, en þar var nabbi inn í holuna í fyrri mælingu (mynd 9). Fyrir neðan 680 m er víddarmælingin trufluð af því að armarnir náðu ekki að lyfta mælinum í miðju holunnar. Umskipti verða í rafviðnámi jarðlagana á um 470 m. Frá enda

öryggisfóðringar og niður á 470 m er viðnám jarðlaga tiltölulega hátt, en þar fyrir neðan verulega lægra. Jarðlög hafa því verið svipuð niður á 470 m, en breytast þar fyrir neðan. Er það einkum breyting á ummyndun bergsins sem verður á þessu dýpi (sbr. kafla 3.3). Frá 470 m og niður á um 780 m má greina ákveðna lagskiptingu og breytingu í jarðlögum í mælingunum á viðnámi, nifteindadeifingu, náttúrulegri gammageislun og sjálfspennu. Þannig sjást ákveðnar breytingar á um 535 m, 587 m, 625 m og svo þynnri syrpur neðar. Þunn þétt jarðlög sjást á um 435 m og um 455 m í nifteindadeifingunni. Náttúruleg gammageislun er svo hæst í jarðlögum á dýptarbilinu 587–625 m.

Reiknað var steypumagn sem þurfti í rúmmálið milli 9⁵/8” vinnslufóðringar og holunnar samkvæmt víddarmælingunni. Tekið var tillit til að víddarmælirinn lyfti sér ekki í miðju holunnar fyrr en á um 680 m. Reyndist steypumagnið vera um 27 m³, og er það sýnt á mynd 12.

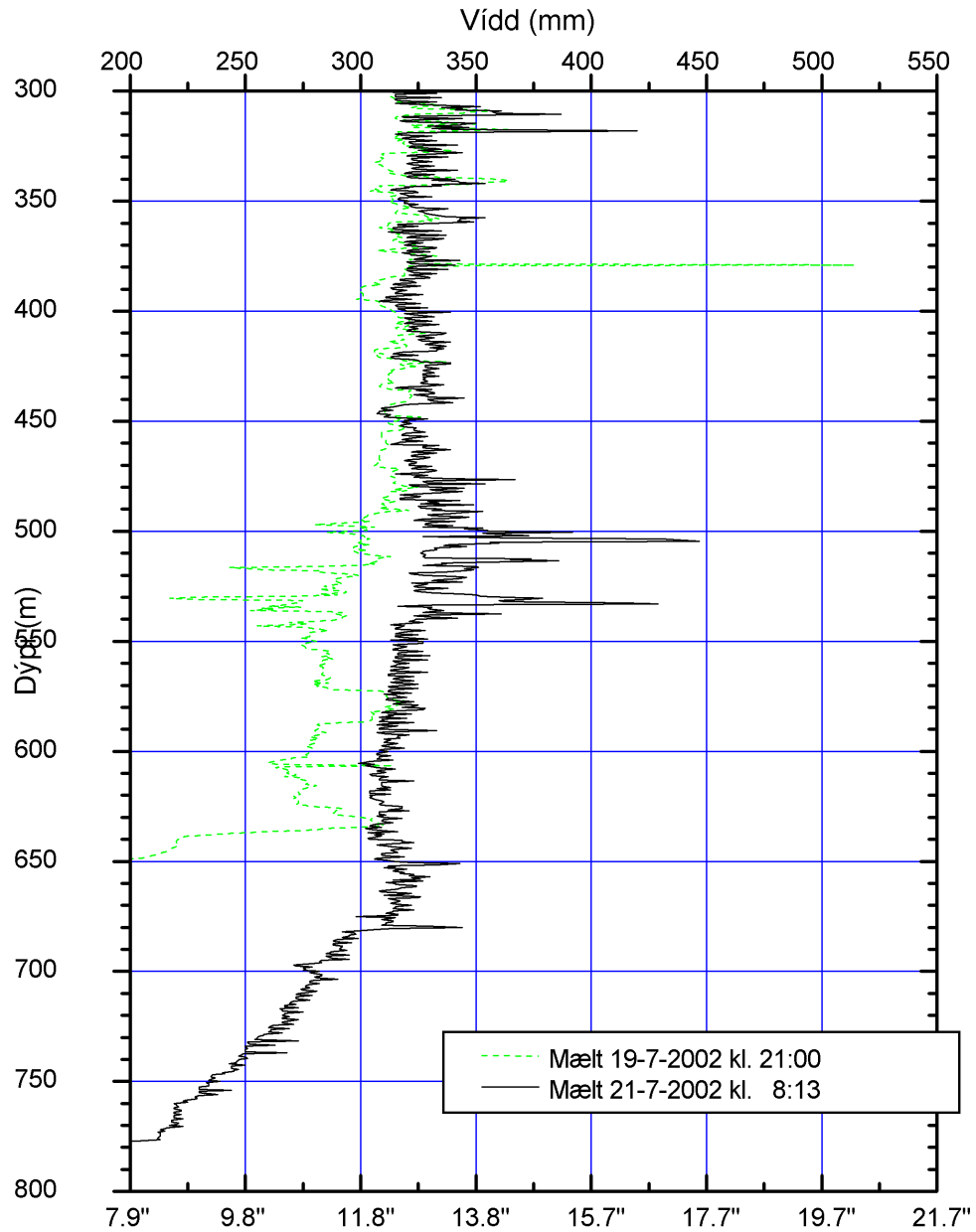
Tafla 4. Yfirlit borholumælinga í 2. áfangi.

Dags.	Tímí	Mæling	Dýptarbil	Tilgangur	Skrá	Athugasemdir
19. júlí	18:19-18:40	Hiti	35-502	Upphitun	H200207191819	Opin hola
19. júlí	19:07-19:20	Þrýstingur	152-495	Þrýstingur	P200207191907	
19. júlí	19:42-19:54	Nifteindir	314-518	Jarðlög	N200207191942	Mælir sest
19. júlí	19:42-19:54	Nat-gamma	314-518	Jarðlög	G200207191942	
19. júlí	19:55-20:24	Nifteindir	518-279	Jarðlög	N200207191955	
19. júlí	19:55-20:24	Nat-gamma	518-279	Jarðlög	G200207191955	
19. júlí	21:00-21:42	X-vídd	655-0	X-vídd	X200207192100	Mælir opnaður í 673 m, en opnast
19. júlí	21:00-21:42	Y-vídd	655-0	Y-vídd	Y200207192100	ekki fyrr en á 655 m.
19. júlí	22:27-22:49	Viðnám 16”	328-554	Jarðlög	S200207192227	
19. júlí	22:27-22:49	Viðnám 64”	328-554	Jarðlög	L200207192227	
19. júlí	22:27-22:49	Sjálfspenna	328-554	Jarðlög	A200207192227	Á 64” skauti
19. júlí	22:49-22:58	Viðnám 16”	554-306	Jarðlög	S200207192249	
19. júlí	22:49-22:58	Viðnám 64”	554-306	Jarðlög	L200207192249	
19. júlí	22:49-22:58	Sjálfspenna	554-306	Jarðlög	A200207192249	Á 64” skauti
20. júlí	0:47-0:50	Hiti	41-64	Upphitun	H200207200047	Mælir sest í stöngum í leðju
20. júlí	1:05-1:27	Hiti	40-400	Upphitun	H200207200105	Með þrýstimæli sem sökku
20. júlí	1:39-1:59	Hiti	39-650	Upphitun	H200207200139	Án fjaðurbúrs
21. júlí	5:35-5:55	Hiti	39-791	Upphitun	H200207210535	Með sökku
21. júlí	6:26-6:38	Nifteindir	296-771	Jarðlög	N200207210626	Mælt hratt. Sest í 752 m en
21. júlí	6:26-6:38	Nat-gamma	296-771	Jarðlög	G200207210626	skarðað í 771 m.
21. júlí	6:38-7:38	Nifteindir	771-290	Jarðlög	N200207210638	
21. júlí	6:38-7:38	Nat-gamma	771-290	Jarðlög	G200207210638	
21. júlí	8:13-8:43	X-vídd	790-260	X-vídd	X200207210813	Ekki eðlilega opin fyrr en á
21. júlí	8:13-8:43	Y-vídd	790-260	Y-vídd	Y200207210813	680 m.
21. júlí	9:12-9:19	Viðnám 16”	325-593	Jarðlög	S200207210912	Forrit slær út vegna lágs
21. júlí	9:12-9:19	Viðnám 64”	325-593	Jarðlög	L200207210912	viðnáms. Sest í 708 m.
21. júlí	9:12-9:19	Sjálfspenna	325-593	Jarðlög	A200207210912	Á 16” skauti
21. júlí	9:29-9:35	Viðnám 16”	708-686	Jarðlög	S200207210929	Forrit slær út vegna lágs
21. júlí	9:29-9:35	Viðnám 64”	708-686	Jarðlög	L200207210929	viðnáms.
21. júlí	9:29-9:35	Sjálfspenna	708-686	Jarðlög	A200207210929	Á 16” skauti

21. júlí	10:00-10:14	Viðnám 16"	686-306	Jarðlög	S200207211000	Tíðni mæld og umbreytt í
21. júlí	10:00-10:14	Viðnám 64"	686-306	Jarðlög	L200207211000	viðnám skv. kvörðun
21. júlí	10:00-10:14	Sjálfsþenna	686-306	Jarðlög	A200207211000	Á 16" skauti
23. júlí	8:45-9:07	Hiti	18-698	Upphitun	H200207230845	
23. júlí	9:40-10:20	CBL	70-697	Steypubinding	B200207230940	Steypingu lauk kl. 20:35 þann
23. júlí	10:20-11:00	CBL	697-0	Steypubinding	B200207231020	22-7-2002. Um 14 tímar.
23. júlí	12:13-12:39	CBL	152-652	Steypubinding	B200207231213	Prófun GO-CBL
23. júlí	12:39-13:14	CBL	652-0	Steypubinding	B200207231020	Prófun GO-CBL
24. júlí	8:55-9:18	Hiti	9-636	Upphitun	H200207240855	
24. júlí	9:44-10:09	CBL	8-621	Steypubinding	B200207240944	
24. júlí	10:09-10:43	CBL	621-1	Steypubinding	B200207241009	Um 37 tímar frá steypingu
24. júlí	11:31-11:52	CBL	30-551	Steypubinding	B200207241131	Prófun GO-CBL
24. júlí	11:52-12:23	CBL	551-1	Steypubinding	B200207241152	Prófun GO-CBL
25. júlí	10:30-10:53	CBL	21-550	Steypubinding	B200207251030	
25. júlí	10:53-11:25	CBL	550-3	Steypubinding	B200207251053	Um 62 tímar frá steypingu

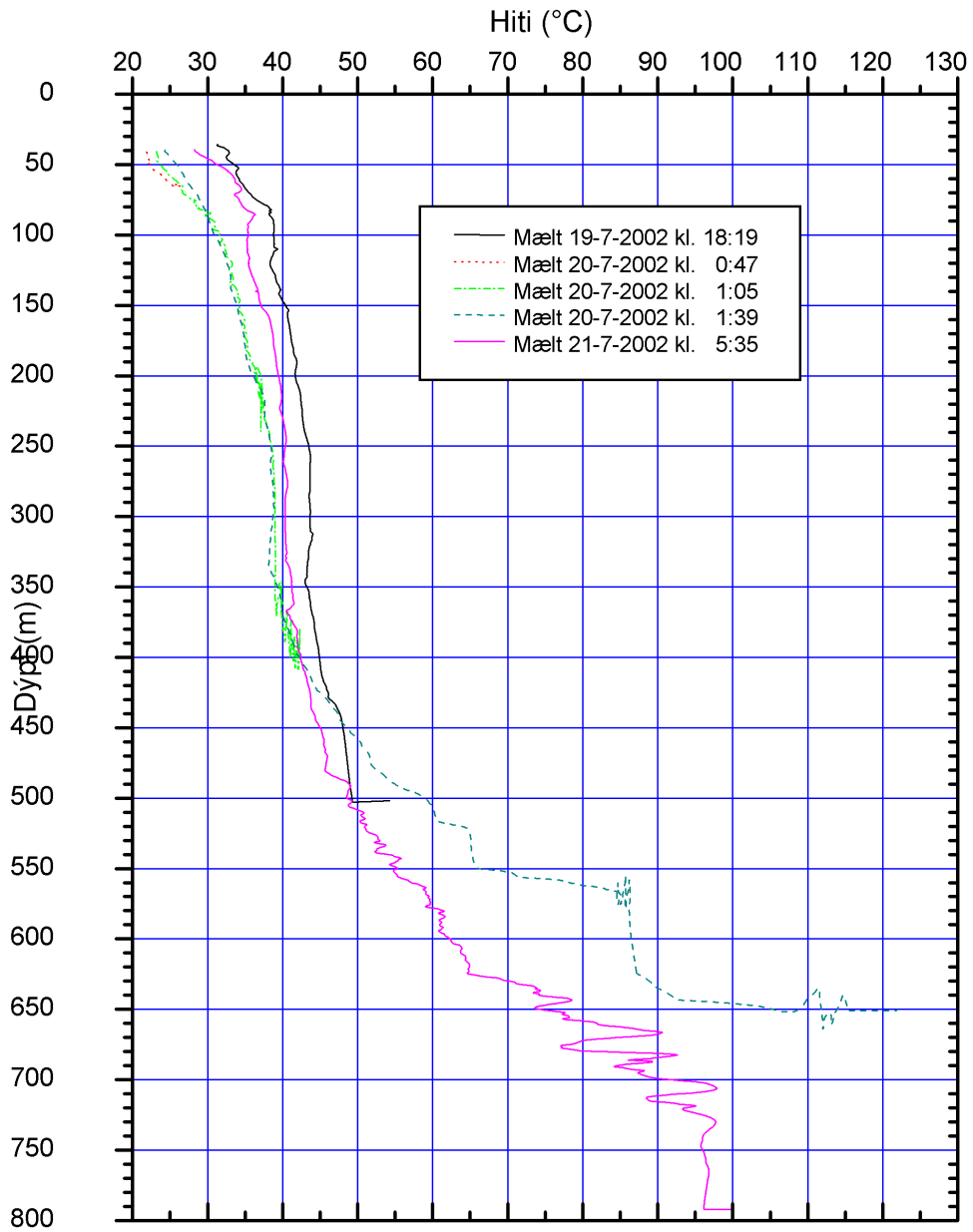
Næstu mælingar sem gerðar voru tengdust mati á steypubindingu vinnslufóðringarinnar. Steypingu vinnslufóðringar lauk um kl. 20:30 þann 22. júlí með því að steypa stirðnaði áður en hún kom upp. Eftirdæling kláraðist því ekki og var steypa enn í borstrengnum. Þegar borstrengurinn var tekinn upp tapaðist steypa innan í fóðringuna. Rúmmál steypunnar samsvaraði um 37 lengdarmetrum í fóðringunni og stungustykkið var á um 780 m. Þegar hitamælt var innan í fóðringunni rúmmum 12 tímum síðar til að kanna hita fyrir CBL-mælinn mátti því búast við steypufyrirstöðu á um 740 m. Hitamælirinn komst í 698 m og er mælingin sýnd á mynd 13. Hiti var aðeins um 25°C niður á um 330 m dýpi, en hækkaði þar fyrir neðan í 107°C við 700 m. Smá truflun er á hitamælingunni neðst vegna sementseðju sem hefur fyllt búið um hitanemann. Mæling á steypubindingunni er svo sýnd á mynd 14. Á myndinni sést að steypubindingin við vinnslufóðringuna um 14 tímum eftir steypingu er orðin mjög góð upp á um 475 m dýpi. Örlítill stirðnun steypunnar er farin að sjást upp á 430 m, en þaðan og upp að holutoppi sést nær engin stirðnun í steypunni og verða samskeyti fóðurröranna því áberandi. Sólarhring síðar var komið aftur að holunni til að kanna steypubindinguna. Byrjað var á að mæla hitann í holunni (mynd 13) og svo steypubindinguna (CBL). Hitamælirinn komst í 636 m og stoppaði þar á steypuhrafla, en aðeins var farið með CBL-mælirinn í 621 m. Á 24 tímum hafði hiti aðeins hækkað lítillega niður á 330 m og hitastigullinn þar fyrir neðan aðeins svo hiti var kominn í 130°C í 636 m. Ljóst var að upphitun var hæg. Mælingu á steypubindingu neðst í holunni svipar til fyrri mælingar og hefur aðeins aukist. Steypubindingin er enn mjög léleg frá um 440 m og upp að öryggisfóðringunni (307 m). Áberandi er hvað bindingin hefur aukist mikið á milli fóðringa frá 307 m og upp á um 40 m þar sem steypuborðið fannst. Steypubindingin var aftur mæld að morgni 25. júlí áður en borstrengur var settur niður til að bora steypu út úr fóðringunni og voru þá liðnir um 62 tímar frá steypingu. Aðeins var farið með mælinn í 550 m dýpi því aðallega var verið að kanna þróunina í steypubindingunni frá öryggisfóðringu og niður á um 440 m, en það bil hafði komið illa út í fyrri mælingunum. Vegna hægrar upphitunar þótti ekki ástæða til að mæla hita í holunni á undan CBL-mælingunni. Mælingin sýndi að steypubindingin fór batnandi og var nú komin vel af stað í þessu dýptarbili þó hún væri veik enn þá. Aðeins rúmlega 5 m bil við um 340 m sýndi enn enga steypubindingu.

Hellisheiði hola HE-6



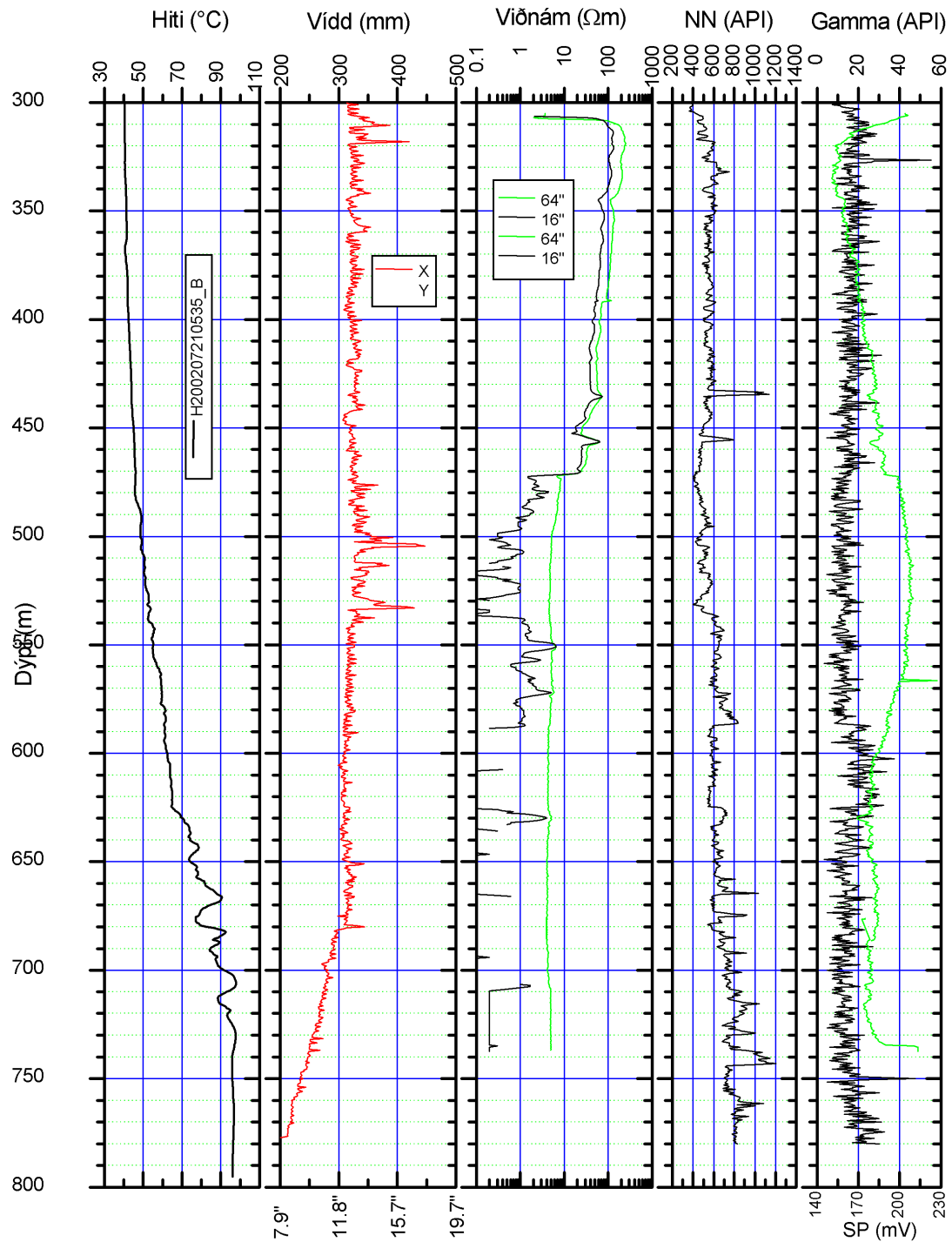
Mynd 9. Viddarmælingar við lok 2. áfanga.

Hellisheiði hola HE-6



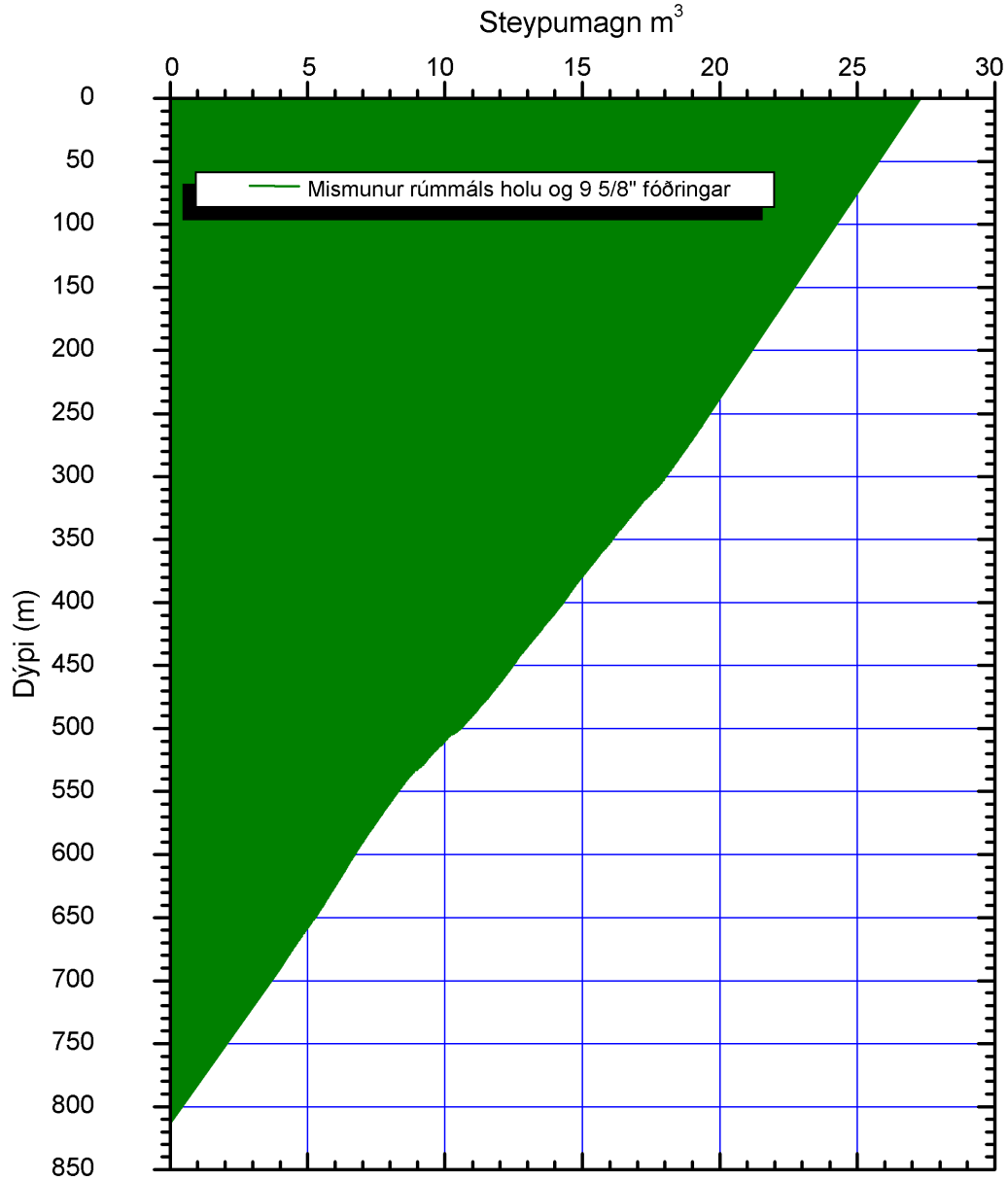
Mynd 10. Hitamælingar í 2. áfanga fram að steypingu fóðringar.

Hellisheiði hola HE-6



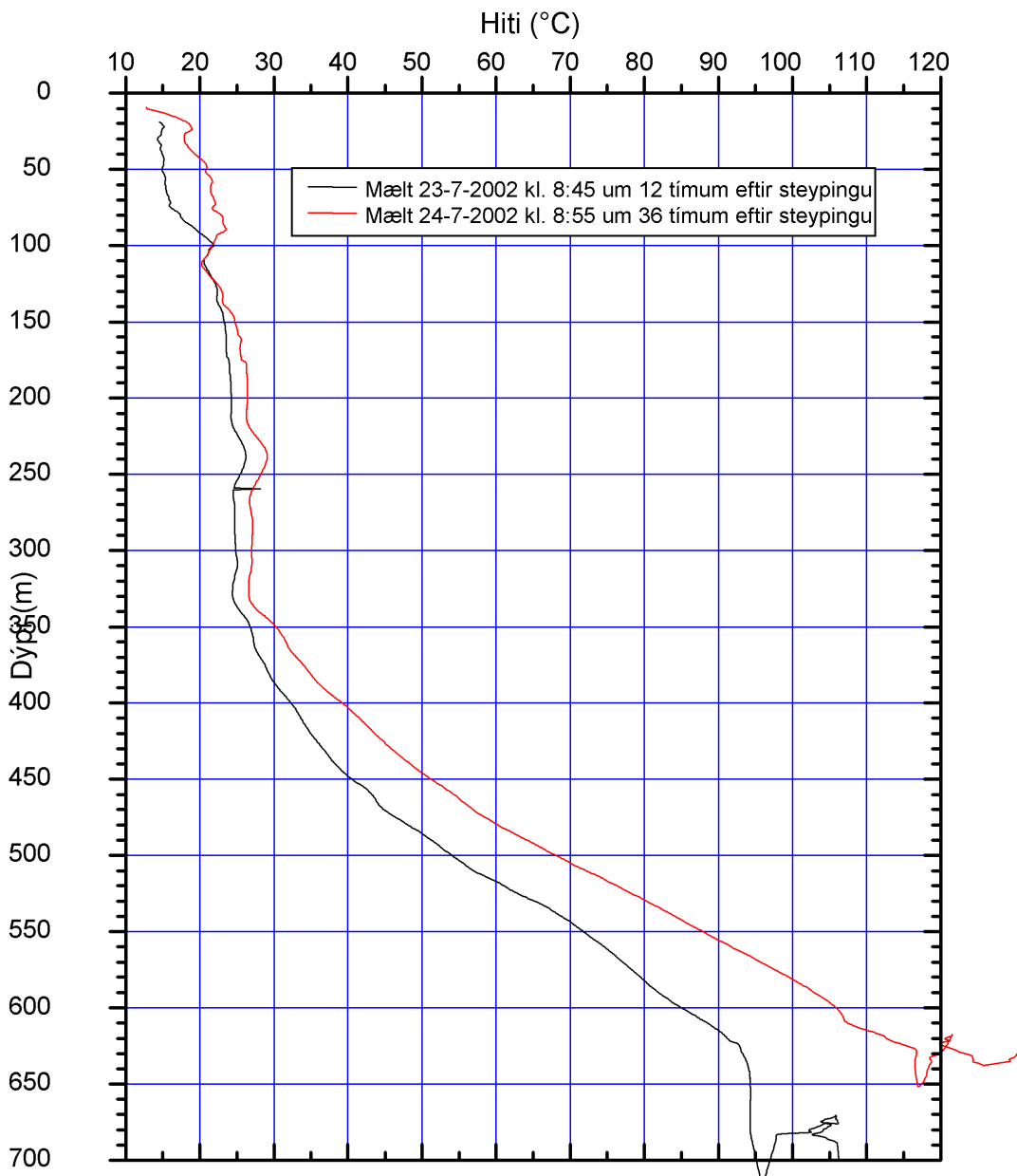
Mynd 11. Jarðlagamælingar. Viðnám á 16" skauti mjög lágt og fer því niður fyrir skalann á myndinni.

Hellisheiði hola HE-6



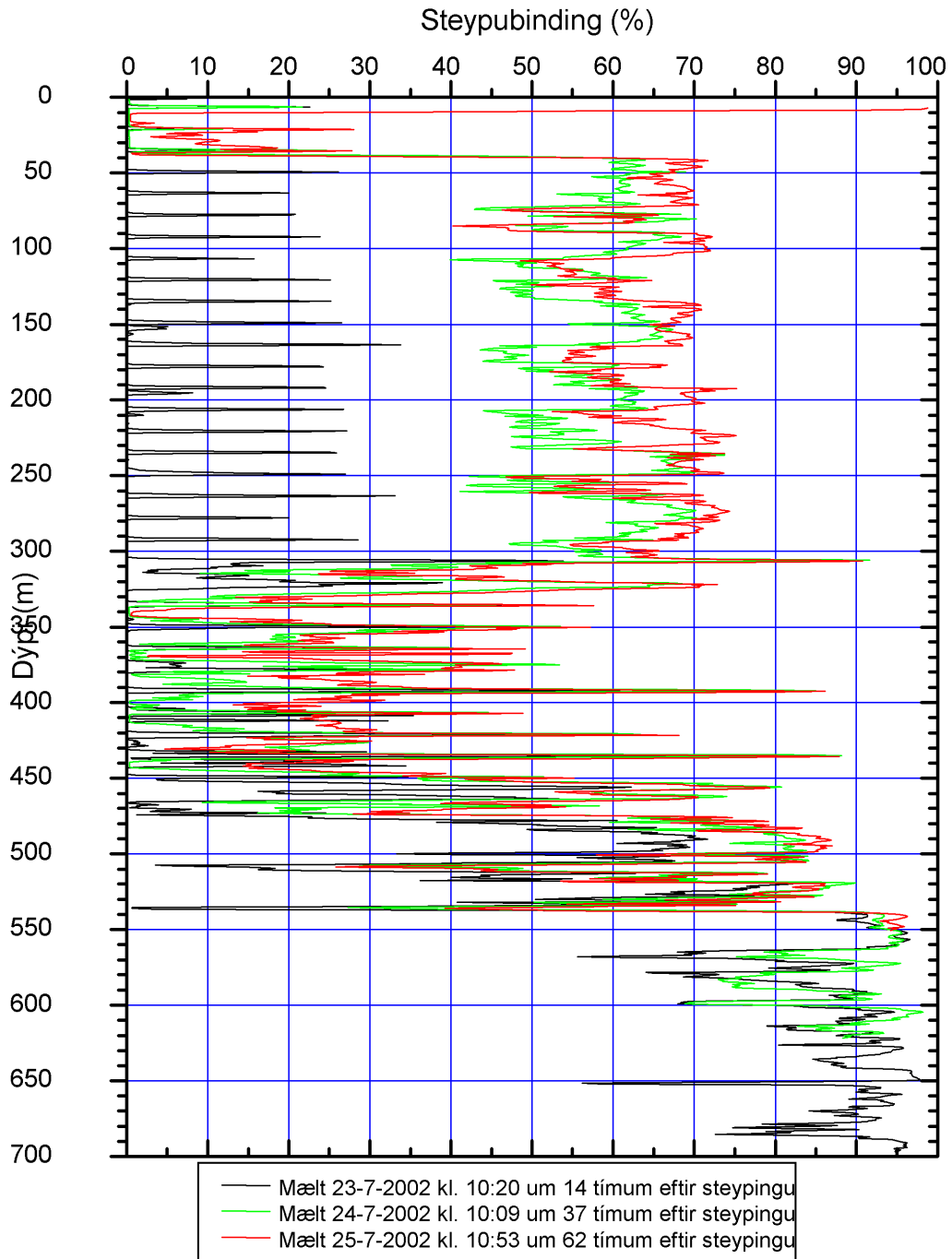
Mynd 12. Steypumagn sem þarf til að fylla í rúmmálið milli holunnar og 9 5/8" vinnsluþóðringar.

Hellisheiði hola HE-6



Mynd 13. Hitamælingar gerðar í upphitun eftir steypingu vinnslufóðringar.

Hellisheiði hola HE-6



Mynd 14. Mæling á steypubindingu (CBL).

5 HEIMILDIR

Ásgrímur Guðmundsson o.fl., 2002. *Jarðhitaforsendur vegna borana á Hellisheiði 2002*. Orkustofnun, greinargerð ÁSG-KS-SP-BS-01/05. 10 s.

Sigurður Sveinn Jónsson, Benedikt Steingrímsson, Hjalti Franzson, Kjartan Birgisson, Peter E. Danielsen, Ólafur Guðnason, 2002. *Hellisheiði, hola HE-6. 1. áfangi : Borun fyrir 13 3/8" öryggisfóðringu í 310 m dýpi* . Orkustofnun, OS-2002/030. 42 s.

VIÐAUKI 1: Dagskýrslur úr 2. áfanga borunar holu HE-6

BORVAKT Á HELLISHEIÐI

HE-6 DAGSKÝRSLA #12

<i>Verkkaupi:</i> Orkuveita Revkiavíkur	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf.
<i>Hola:</i> HE-6	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer</i> 95106	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> HF/PD/ArH/

Holuvídd:	17 1/2"
Síðasta fóðring:	310 m
Skolvökvi:	Leðja

2. áfangi

23. verkdagur

Dýpi kl. 24:	395 m
Dýpi kl. 08:	462 m
Skoltap:	0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	84 m
Bortími:	3 klst.
Meðalborhraði:	28 m/klst.

Borverk

Í gærmorgun um sexleytið var byrjað að setja niður borstreng. Sá samanstendur af 12 ¼" krónu, bormótor rýmara, kolla með MWD mælitækjum, rýmara, 13 álagsstöngum, og svo taka við borstengur.

Borun í berg hófst svo um hádegisbil. Dæling er um 50 l/s (snúningur krónu um 120-170 sn/mín) og álag 15-20 þús pund. Baker Huges stefnuborarar hófu að sveigja holuna á um 330 m dýpi. Æskilegasta stefnan á að vera N-25°-A og er reiknað með að byggja upp halla sem nemur um 2,5°/30 m. Eru 2 stangir boraðar án snúnings og sú þriðja boruð með snúningi. Halli hefur verið að aukast smá saman og reyndist nú, á 418 m dýpi, orðinn 7,9° frá lóðréttu í stefnu N-4°-A.

Jarðfræði

Bergsýni niður undir 360 m hafa verið greind, og er það alfersk móbergsbreksía þar sem rétt örlar á karbónathnúðum, og eru þær útfellingar þær sömu og fundust í fyrri boráfangi. Greind hafa verið örfá sýni í 450 m dýpi eða þar sem borað er nú um stundir, og reyndist það vera móbergstúff og er tæplega helmingur glersins enn ferskt, sem bendir til að enn sé nokkuð í að við séum komnir í háhitakerfi. Þessi litla ummyndun kemur viðnámsgúrúanum og ROSaranum Knúti Árnasyni líklegast ekki á óvart þar sem hann hefur spáð kuldahrolli í holunni allt niður fyrir 400 m dýpi. Þegar holan tekur svo að sveigja inn í fjallið á hún að nálgast hratt viðnámsfrávik sem talið er merkja háan hita jarðhitakerfis.

Ekki hefur orðið vart við nein skoltöp, enda er borað með leðju, en hún stíflar gjarnan minni vatnsleka í berginu.

Borvakt

BORVAKT Á HELLISHEIÐI

HE-6 DAGSKÝRSLA #13

<i>Verkkaupi:</i> Orkuveita Revkiavíkur	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf.
<i>Hola:</i> HE-6	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer</i> 95106	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> HF/PD/ArH/ÍB

Holuvídd:	17 1/2"
Síðasta fóðring:	302 m
Skolvökvi:	Leðja

2. áfangi

24. verkdagur

Dýpi kl. 24:	571 m
Dýpi kl. 08:	621 m
Skoltap:	0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	176 m
Bortími:	9 klst.
Meðalborhraði:	19,5 m/klst.

Borverk

Borun hefur gengið vel síðasta sólarhring, ekkert tap í holunni, og bergið mjúkt undir tönn. Stefnumborarar hafa skilað góðu dagsverki, eins og meðfylgjandi tafla sýnir, og er stefnan og halli nær samhljóma áætlun.

Dags.	Tímí	Mæling	Dýptarbil	Tilgangur	Skrá	Athugasemdir
júl.	14:30-16:40	Gýró	301	Holustefna	-	Stefna 306°; Halli 2.45°
júl.	19:10-20:30	Gýró	331	Holustefna	-	Stefna 316.7°; Halli 2.67°
júl.	23:00-23:40	Gýró	359	Holustefna	-	Stefna 339°; Halli 4.5°
júl.	?	Gýró	390	Holustefna	-	Stefna 355°; Halli 6.4°
júl.	?	Gýró	418	Holustefna	-	Stefna 4.2°; Halli 7.9°
júl.	09:40-10:20	Gýró	435	Holustefna	-	Stefna 4.8°; Halli 8.67°
júl.	14:25-14:55	Gýró	465	Holustefna	-	Stefna 11.6°; Halli 9.63°
júl.	18:00-18:45	Gýró	494	Holustefna	-	Stefna 11,9°; Halli 11,72°
júl.	22:40-23:20	Gýró	523	Holustefna	-	Stefna 16,9°; Halli 14,5°
júl.	03:05-03:50	Gýró	552	Holustefna	-	Stefna °; Halli °
júl.	06:50-07:30	Gýró	585	Holustefna	-	Stefna 25,5°; Halli 19,95°

Munurinn á leðjuhita í og úr holu var innan við hálf gráða niður undir 480 m dýpi en hefur farið hækkandi og er nú um 5°C, sem merkir að við séum nú farnir að sneiða inn í jarðhitakerfi.

Jarðfræði

Eins og greint var frá í gær lét jarðhitakerfið bíða eftir sér vel fram á dag, og það var ekki fyrr en um eftirmiðdag þegar sýni frá um 476 m komst undir smásjána að umskipti urðu frá nær alfersku móbergstúffi yfir í nokkuð ummyndað móberg. Líklegt er að umskiptin falli saman við skil á milli móbergsmýndana, en það gæti bent til að þessi þessi skörpu skil stafi af því að ummyndunin er eldri en móbergsmýndanirnar ofan 470 m dýpis. Það bendir til að ummyndunin geti verið frá næstsíðasta? jökulskeiði (200 þús. ár), og að engin afgerandi jarðhitaatburður hafi orðið eftir þann tíma á þessu dýptarbili. Taka skal þó fram að þetta eru fyrstu hugarflugsniðurstöður, og enn langt í land að gögnin hafi verið krufin til mergjar.

Ummyndunin lýsir sér aðallega í að kalsít er orðið algengt, og nokkuð ber á pýríti. Í rúmunum 500 m sjást merki um geislasteinstegundirnar stílbít og skólesít. Kíkt hefur verið á nokkur neðstu sýnin af 614-618 m dýpi. Ekki hefur sést til kvars ennþá og virðast geislasteinar enn vera í nokkuð góðu skapi, sem bendir til að hiti sé enn vel neðan 200°C.

Móbergið heldur áfram að vera ráðandi í holunni en svarf hefur verið greint niður í um 530 m dýpi.

Áhugavert var að sjá góða fylgni milli bergs og borleðju. Hún hafði verið afar þægileg í meðförum varðandi hreinsun svarfsýnanna niður undir um 480 m dýpi, en þangað til hafði bergið verið afar fersklegt, en um leið og kom niður í jarðhitaummyndunina snarbreyttist leðjan og hóf að hlaða mikil og illhreinsanleg þykkildi utan um hvert svarfkorn. Auðsjáanlega tengist þetta snaraukningu í leir í berginu, sem blandast inn í leðjuna og orsakar áður nefnd þykkildi. Vel má ímynda sér leðjukaka hafi einnig hlaðist á vegg borholunnar. Bormenn hafa verið iðnir við að blanda sóða í leðjuna til að sporna á móti þessari hegðun.

Borvakt

BORVAKT Á HELLISHEIÐI

HE-6 DAGSKÝRSLA #14

<i>Verkkaupi:</i> Orkuveita Revkiavíkur	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf.
<i>Hola:</i> HE-6	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 95106	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> HF/PD/ArH/ÍB

Holuvídd:	17 1/2"
Síðasta fóðring:	302 m
Skolvökvi:	Leðja

2. áfangi

25. verkdagur

Dýpi kl. 24:	749 m
Dýpi kl. 08:	813 m
Skoltap:	0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	178 m
Bortími:	12 klst.
Meðalborhraði:	14,8 m/klst.

Borverk

Borun fyrir vinnslufóðringu lauk rúmlega 7 í morgun og var lokadýpi 813 m. Illa gekk að finna viðeigandi hart berg fyrir fóðurrörsendann og var bætt við einni stöng eftir að komið var niður í 803 m. Í um 805 m kom í mun harðara berg sem reyndist vera fín-meðalkorna basalt, sem var afar ásætlanlegt, og var borað niður í áður nefnt 813 m dýpi. Er nú verið að skola holuna af öllu svarfinu og lækka hitann í holunni.

Gírómælingarnar hafa sýnt færni stefnuboraranna í að halda fyrirfram ákveðinni stefnu eins og meðfylgjandi tafla sýnir

Munurinn á leðjuhita í og úr holu var innan við hálf gráða niður undir 480 m dýpi en hefur farið hækkandi, sem merkir að við séum nú farnir að sneiða inn í jarðhitakerfi. Hefur þessi hitamunur frá um 600 m niður á botn verið 3-5°C, sem er fremur í lægri kantinum.

Jarðfræði

Jarðlög og ummyndun hefur verið greind samfellt niður á um 700 m dýpi, Móbergstúff er ráðandi þangað niður. Neðan 780 m er túff einnig ráðandi þar til komið er niður á um 805 m þar sem harðara basalt fyrirfannst. Ummyndun er fremur takmörkuð niður á 700 m, geislasteinar (skólesít, stílbít, heulandít) finnst ásamt kalsíti og smávegis af pýríti. Neðan 780 m hefur ummyndun aukizt nokkuð, túffíð orðið mun ljósara og farið að sjást í kvarz (>180°C) og wairakít (>200°C). Enn sjást þó vísbendingar um stílbít og skólesít. Líkur eru því taldar á því að hiti geti verið í kringum 200°C. En í næsta boráfangi væntum við þess að geysast inn í jarðhitakerfið, sem á að leynast undir Skarðsmýrarfjalli, ólmt í að komast í túrbínurnar.

ugs.	Tímí	Mæling	Dýptarbil	Tilgangur	Skrá	Athugasemdir
júl.	14:30-16:40	Gýró	301	Holustefna	-	Stefna 306°; Halli 2.45°
júl.	19:10-20:30	Gýró	331	Holustefna	-	Stefna 316.7°; Halli 2.67°
júl.	23:00-23:40	Gýró	359	Holustefna	-	Stefna 339°; Halli 4.5°
júl.	?	Gýró	390	Holustefna	-	Stefna 355°; Halli 6.4°
júl.	?	Gýró	418	Holustefna	-	Stefna 4.2°; Halli 7.9°
júl.	09:40-10:20	Gýró	435	Holustefna	-	Stefna 4.8°; Halli 8.67°
júl.	14:25-14:55	Gýró	465	Holustefna	-	Stefna 11.6°; Halli 9.63°
júl.	18:00-18:45	Gýró	494	Holustefna	-	Stefna 11.9°; Halli 11.72°
júl.	22:40-23:20	Gýró	523	Holustefna	-	Stefna 16.9°; Halli 14.5°
júl.	03:05-03:50	Gýró	552	Holustefna	-	Stefna °; Halli °
júl.	06:50-07:30	Gýró	585	Holustefna	-	Stefna 25.5°; Halli 19.95°
júl.		Gýró	610	Holustefna		Stefna 27.9°; halli 21.61°
júl.		Gýró	638	Holustefna		Stefna 25.07°; halli 25.07°
júl.		Gýró	662	Holustefna		Stefna 25.8°; halli 27.65°
júl.		Gýró	690	Holustefna		Stefna 24.1°; halli 30°
júl.		Gýró	724	Holustefna		Stefna 24.8°; halli 33°
júl.		MWD	ca 800			Halli 35.3°

Borvakt



20.07.2002

BORVAKT Á HELLISHEIÐI

HE-6 DAGSKÝRSLA #15

Verkkaupi:	Orkuveita Reykjavíkur	Verktaki:	Jarðboranir hf.
Hola:	HE-6	Bortæki:	Jötunn
Staðarnúmer:	95106	Jarðfir./mælingam.:	BR/Ómar

Holuvídd:	17 1/2"
Síðasta fódoring:	302 m
Skolvökvi:	Leðja

2. áfangi

26. verkdagur

Dýpi kl. 24:	813 m
Dýpi kl. 08:	813 m
Skoltap:	0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	64 m
Bortími:	7 klst.
Meðalborhraði:	9,1 m/klst.

Borverk

Eftir upptekt í gær var farið að mæla í holunni og komu mælingamenn hér uppeftir til þess. Ekki gekk vel að koma niður mælitækjum. Framanaf komust mælitæki ekki niður fyrir u.þ.b. 530 metra og var gert mælingaprógram þangað niður með það í huga að um skáp væri að ræða en þá væri hægt að setja niður stangir til að stýra mælitækjum í gegnum skápinn. Síðar tókst að mjaka víddarmælinum niður í u.þ.b. 630 m og komu þá í ljós verulegar þrengingar í holunni, allt niður fyrir 10". Þar sem fódoringin er 9 5/8, og breiðari í utanmáli, sérstaklega á múffunum, var nokkuð ljóst að hún færi ekki í gegnum þessa þrengingu, auk þess sem holan gæti verið enn þrengri neðar. Ekki er enn alveg ljóst hvað veldur þessari þrengingu, þ.e. hvort að ummyndaða móbergið sé að síga inn í holuna, eða að jarðhitaleirinn og hækkandi hiti geri það að verkum að þykk leðjukaka myndast á veggjum holunnar. Er því nú verið að setja niður borstreng með 12 ¼" krónu, án mótors, með einni stýringu, jar og álagsstöngum til að hreinsa holuna.

Þegar því er lokið verða jarðlaga-, víddar- og hitamælingar endurteknaðar niður í botn.

Hitamælingin sem gerð var í gær lofa ágætu. Neðan u.þ.b. 500 metra hækkar hitinn nokkuð hratt og fer úr um 50-60°C í rúmlega 120°C á um 630 metra dýpi.

Borvakt

BORVAKT Á HELLISHEIÐI

HE-6 DAGSKÝRSLA #16

Verkkaupi: Orkuveita Reykjavíkur	Verktaki: Jarðboranir hf.
Hola: HE-6	Bortæki: Jötunn
Staðarnúmer: 95106	Jarðfr./mælingam.: BR/Ómar

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fðoring:	302 m
Skolvökvi:	Leðja

2. áfangi

27. verkdagur

Dýpi kl. 24:	813 m
Dýpi kl. 08:	813 m
Skoltap:	0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	0 m
Bortími:	0 klst.
Meðalborhraði:	0 m/klst.

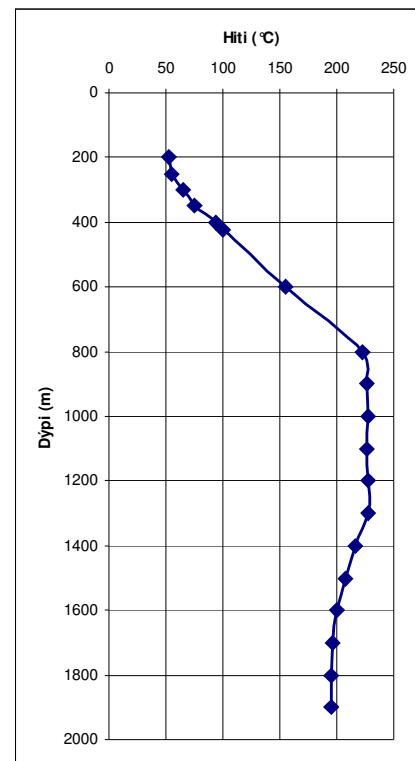
Borverk

Eins og sagði í gær, var holan hreinsuð (wiper-trip). Var farið með streng alveg niður í botn hennar með borkrónu. Ekki fannst nein fyrirstaða að ráði, en á stöku stað jókst snúningsálagið örlítið, líklega þegar stýringar lögðust utan í holuvegginn. Nokkuð var af stórum leðjuflyksum sem komu upp öðru hverju. Því þykir nokkuð ljóst að þrengin sem kom fram í víddarmælingum í fyrradag hefur verið af völdum leðjuköku, sem hefur hlaðist innan á holuveggi, en ekki hrúni eða sigi jarðlaga inn í holuna (sem betur fer).

Þegar búíð var að fara með streng niður í botn, var skolað í um 2 klst. og síðan tekið upp. Milli kl. 05 og 06 í morgun hófust síðan jarðlagamælingar og standa þær enn. Í þetta sinn komust mælitæki nánast alveg til botns í holunni. Hitamæling sýndi að hitinn neðst í holunni var um 100°C. Mælingum ætti að vera lokið um og upp úr hádegi í dag og verður þá væntanlega settur niður 9 5/8 leiðari í beinu framhaldi. Ef það gengur átakalaust fyrir sig ætti steyping að vera fyrirsjáanleg á morgun. Niðurstöður mælinga verða líklega byrtar í næstu dagskýrslu.

Mælingamenn Orkustofnunar voru ekki einungis að störfum við holu HE-6, heldur var hiti og þrýstingur einnig mældur í holu HE-5 í gær. Línuritíð sýnir grófa niðurstöðu hitamælingunnar og varð mönnum að orði að líklega væri holan að hitna hraðar en holar HE-3 og 4. Það á þó eftir að sannreina það með vissu. Greinilegur viðsnúningur er í holunni eins og hún er í dag.

Borvakt



BORVAKT Á HELLISHEIÐI

HE-6 DAGSKÝRSLA #17

<i>Verkkaupi:</i> Orkuveita Revkiavíkur	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf.
<i>Hola:</i> HE-6	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer</i> 95106	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> BR/Ómar

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	302 m
Skolvökvi:	Leðja

2. áfangi

28. verkdagur

Dýpi kl. 24:	813 m
Dýpi kl. 08:	813 m
Skoltap:	0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	0 m
Bortími:	0 klst.
Meðalborhraði:	0 m/klst.

Borverk

Mælingamenn mældu holuna í gær og gekk það vel. Hitamælir komst í u.þ.b. 790 metra, en hinar "próburnar" í um 770 metra. Er það talið ásættanlegt. Er mælingum lauk um miðjan dag í gær var farið að setja 9 5/8" fóðringuna niður og gekk það vel. Fóðringin náði niður í u.þ.b. 807 metra. Næst var strengur settur í og holan skoluð, m.a. með sóða, og kæld síðastliðna nótt. Sement var blandað í síló eftir forskrift í verklýsingu og er nú verið að bíða eftir að holan sé orðin alveg hrein, en svólítið af svarfi kemur enn upp miðað við rúmlega 30 l/s dælingu. Einnig mældist um 3 l/s tap eftir að farið var að skola með vatni. Steyping er áætluð seinni partinn í dag.

Mælingar fylgja hér með sem viðhengi, en jarðlagamælingarnar sýna greinilega breytingu úr óummynduðu túffi í ummyndað, líkt og sást í svarfgreiningunni á um 470 metra dýpi.

Holan er nokkuð slétt, burtséð frá litlum skáoum nærri því þar sem mælar stoppuðu á í fyrstu mælingatilauninni, áður en rýmt var.

Hitinn í holunni fer upp í um 100 °C í botni. Greinilegt brot er í hitaferlinum á tæpum 500 metrum og fer að hitna þar fyrir neðan. Það passar einnig ágætlega við að ummyndun bergsins. Milli 620 og 720 m má sjá nokkra toppa á hitaferlæinum, sem hugsanlega gætu bent til einhverra smáæða, sem lítt varð vart við í borun með geli. Á meðfylgjandi mynd má sjá hitamælingarnar og samanburð við holu HE-5, 2 áfanga.

Fyrsta myndin sýnir hitamælingar í holunni, önnur sýnir jarðlagamælingar og sú þriðja áætlað rúmmál steypu út frá víddarmælingum.

Borvakt.

BORVAKT Á HELLISHEIÐI

HE-6 DAGSKÝRSLA #18

Verkkaupi: Orkuveita Reykjavíkur	Verktaki: Jarðboranir hf.
Hola: HE-6	Bortæki: Jötunn
Staðarnúmer: 95106	Jarðfr./mælingam.: BR

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fódoring:	302 m
Skolvökvi:	Leðja

2. áfangi

29. verkdagur

Dýpi kl. 24:	813 m
Dýpi kl. 08:	813 m
Skoltap:	0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	0 m
Bortími:	0 klst.
Meðalborhraði:	0 m/klst.

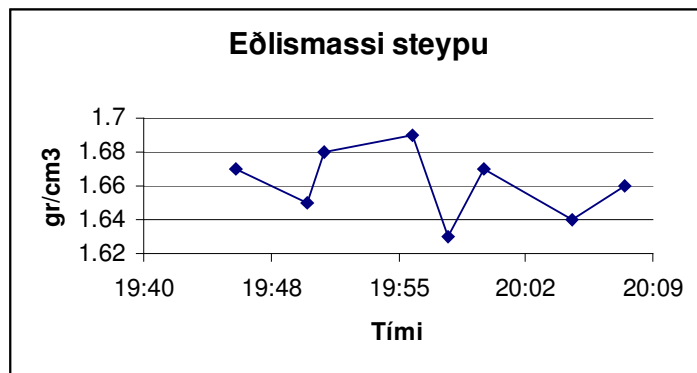
Borverk

Steypt var í gær um kl. 19:40. Steypt var úr 40% G-blöndu, sem er yfirleitt venjan við háhitaholur. Skoltap í holunni var um 5 l/s eftir að farið var að skola holuna hreina af leðju. Þegar steyping hófst var hún orðin nokkuð hrein, en svolítið af svarfi var samt að koma upp. Einnig var ákveðið að bæta mica í steypuna til að þétta lekann.

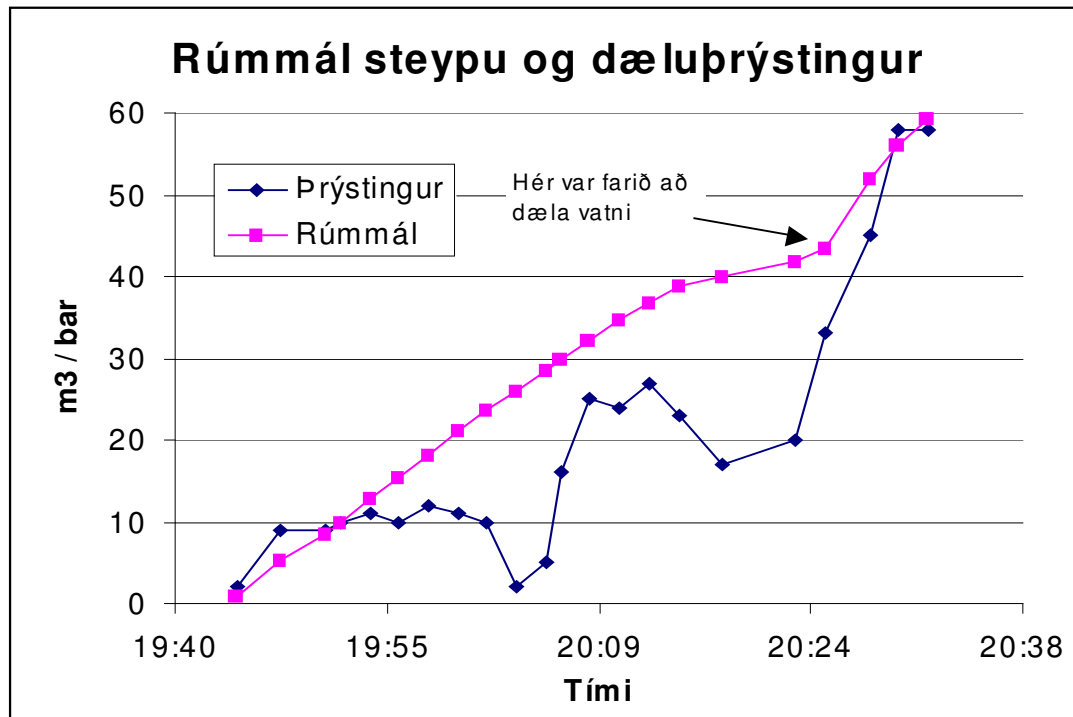
Áætlað var að um 27 rúmmetra af steypu þyrfti á bakvið fódringu, en tiltækt steypumagn á bornum var yfir 60 rúmmetrar. Steypa átti þar til góð steypa kæmi upp, en dæla síðan um 7300 l af vatni á eftir til að hreinsa strenginn.

Eðlismassi steypunnar var góður (miðað við 1,62 gr/cm³), eins og sjá má í töflunni og línuritinu.

Tími	gr/cm ³
19:46	1.67
19:50	1.65
19:51	1.68
19:56	1.69
19:58	1.63
20:00	1.67
20:05	1.64
20:08	1.66



Einnig var fylgst með þrýstingi og magni dælingar.



Dælt var 43,4 rúmmetrum af steypu og 5,8 af vatni í eftirdælingu. 18 pokum af mica var bætt í.

Steypu var dælt nógu lengi til að perlusteinn kom upp og góður sementslitur (kl. 20:14). Ein eðlisþyngdarmæling náðist og var hún 1,08 gr/cm³. Þegar síðan átti að skipta á milli steypusílóa, stíflaðist leiðslan úr síló og að blandara, þannig að ekkert sement fékst. Varð örlítill töf á dælingu af þessum völdum. Var þá ákveðið að fara strax yfir í eftirdælingu, enda komið nægilegt sement niður í holu til að steypa alla fóðringuna. Þegar eftirdæling var sett á varð einnig ljóst að steypan hafði brotið sér leið út úr holunni og inn á milli jarðlaga. Í eftirdælingu fór dæluþrýstingur vaxandi og var henni hætt er þrýstingur var kominn í 58 bar, enda mátti ekki þrýsta meir en 62 bar á holuna. Ekki tókst að hreinsa steypu innan úr streng og var hann sleginn frá og tekinn upp. Er því ljóst að nokkuð af steypu er inni í fóðringu. Steypingu lauk kl. 20:32

Mælingamenn mættu hér í morgun til að steypumæla. Steypumælingar liggja enn ekki fyrir en ekki er vitað á þessari stundu hvar steypuborðið er í holunni. Þær niðurstöður verða byrtar á morgun.

Borvakt

BORVAKT Á HELLISHEIÐI

HE-6 DAGSKÝRSLA #19

<i>Verkkaumi:</i> Orkuveita Revkiavíkur	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf.
<i>Hola:</i> HE-6	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer</i> 95106	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> BR

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	302 m
Skolvökvi:	Leðja

2. áfangi

30. verkdagur

Dýpi kl. 24:	813 m
Dýpi kl. 08:	813 m
Skoltap:	0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	0 m
Bortími:	0 klst.
Meðalborhraði:	0 m/klst.

Borverk

Eins og sagði í síðustu dagskýrslu voru mælingamenn að steypumæla í gærmorgun. Niðurstaða þeirra mælinga var að steypa hefði tekið sig upp að um 500 metrum og greinilegt var að steypa væri til staðar allt upp í að 3-400 metrum. Steypa þar fyrir ofan var enn of blaut til að hægt væri að greina hana með steypumælingatækjunum. Var því enn óvissa um það hversu langt steypuborðið hefði fallið eftir steypinguna í fyrradag og ekki nein leið að finna hvar steypuborðið væri í holunni. Var því ekki annað að gera en að bíða í 24 tíma eftir næstu mælingu.

Mælingamenn mættu svo aftur til leiks nú í morgun og eru glóðvolgar fréttirnar þær að steypuborð standi nokkuð hátt í fóðringu, eða á u.þ.b. 40 metra dýpi. Það ætti að vera mönnum mikill léttir, þar sem þá er auðveldlega hægt að steypa ofan frá með "spaghetti"-streng, en þá er sett niður rör að steypuborðinu og steyp t í gegnum það. Þannig ætti að vera hægt að tryggja það að ekkert vatn lokist inni milli fóðringa. Þó er greinilegt að steypan er ekki farin að taka sig eins vel frá 470 – 300 m.

Steyp verður ofaná í kvöld og í fyrramálið verður aftur steypumælt.

Meðfylgjandi er steypumæling sem gerð var núna í morgun. Einnig fylgir hitamæling sem gerð var fyrir steypumælinguna.

Borvakt



25.07.2002

BORVAKT Á HELLISHEIÐI

HE-6 DAGSKÝRSLA #20

<i>Verkkauni:</i> Orkuveita Revkiavíkur	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf.
<i>Hola:</i> HE-6	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer</i> 95106	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> BR

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fódoring:	302 m
Skolvökvi:	Leðja

2. áfangi

31. verkdagur

Dýpi kl. 24:	813 m
Dýpi kl. 08:	813 m
Skoltap:	0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	0 m
Bortími:	0 klst.
Meðalborhraði:	0 m/klst.

Borverk

Eins og fram kom í gær fannst steypuborð á um 40 metra dýpi með steypumælingu. Skorið var ofan af fódringunni og sótt voru 1/2" rör til Reykjavíkur og var steipt milli fódringa með svokölluðum "spaghetty"-streng um kl. 22:00 í gær. Steipt var úr sömu steypu og áður (40% G-blanda með tafefnum) Það tókst ljómandi vel og er nú steypa allsstaðar á bakvið fódringu. Þó er ein steypumæling eftir í dag til að vera viss um að steypan á 470-300 m sé farin að taka sig.

Í nótt, milli 05 og 06 var svo sett þennsluslíf á fódringuna og markar sú athöfn lok 2. áfanga og upphaf þess þriðja. Nú er verið að koma fyrir öryggislokum og fer þá að stytast í að hægt verði að fara að bora aftur.

Eftirfarandi myndefni fékkst sent frá Sighvati Elefssen, VGK, eftirlitsmanni Orkuveitunnar, af uppsetningu spaghettystrengsins:



Séð ofan á fóðringu, þar sem sýnt er hvernig strengur er settur niður á milli fóðringa. (mynd Sighvatur Ellefsen)

Borvakt



26.07.2002

BORVAKT Á HELLISHEIÐI HE-6 DAGSKÝRSLA #21

<i>Verkkauni:</i> Orkuveita Revkiavíkur	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf.
<i>Hola:</i> HE-6	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer</i> 95106	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> BR

Holuvídd:	8 1/2"
Síðasta fódhring:	813 m
Skolvökvi:	Leðja

3. áfangi

32. verkdagur

Dýpi kl. 24:	813 m
Dýpi kl. 08:	813 m
Skoltap:	0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	0 m
Bortími:	0 klst.
Meðalborhraði:	0 m/klst.

Borverk

Steypumælt var um hádegi í gær. Greinilegt var að steypan hafði tekið sig enn betur og var talið óhætt að fara að skarka í holunni. Steypumælinguna má sjá á eftirfarandi mynd.

Sett var niður gömul króna til að bora steypu og stungustykki og voru kollar (álagsstangir) sprungumældir jafnóðum og þeir fóru niður. Steypa fannst í um 690 m og tók um 4 klst að bora niður í 804 metra. Var því lokið um kl. 07:00 í morgun. Þá voru öryggislokar prófaðir og stóðust þeir væntingar. Holan var skoluð og kæld í framhaldi af því.

Nú kl. 09:00 er verið að búa sig undir að taka strenginn upp og setja niður borstrenginn með mótör. Fyrsta gýrósmælingin ætti því að fara fram einhverntíman í kvöld, ef vel gengur.

Borvakt

Hellisheiði hola HE-6

