



**ORKUSTOFNUN**

**RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri**

## **Hellisheiði, hola HE-4**

**3. áfangi:**

**Borun vinnsluhluta frá 789 m í 2008 m dýpi**



**Ásgrímur Guðmundsson, Arnar Hjartarson,  
Bjarni Guðmundsson, Guðlaugur  
Hermannsson, Guðmundur Ómar  
Friðleifsson, Ómar Sigurðsson, Peter E.  
Danielsen, Sigurður Sveinn Jónsson**

**Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur**

**2001**

**OS-2001/081**



## HELLISHEIÐI HOLA HE-4

### 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 789 m í 2008 m dýpi

Ágrímur Guðmundsson, Arnar Hjartarson, Bjarni Guðmundsson,  
Guðlaugur Hermannsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Ómar  
Sigurðsson, Peter E. Danielsen, Sigurður Sveinn Jónsson

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur

OS-2001/081

Desember 2001

ORKUSTOFNUN - RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími 569 6000 – Fax 568 8896

Akureyri: Háskólinn á Akureyri, Sólborg v. Norðurslóð, 600 Ak.

Sími 463 0957 – Fax 463 0999

Netfang: [os@os.is](mailto:os@os.is) – Veffang: <http://www.os.is>

<b>Skýrsla nr.:</b> OS-2001/081	<b>Dags.:</b> Desember 2001	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> HELLISHEIÐI, HOLA HE-4 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 789 m í 2008 m dýpi		<b>Upplag:</b> 45
		<b>Fjöldi síðna:</b> 62
<b>Höfundar:</b> Ásgrímur Guðmundsson, Arnar Hjartarson, Bjarni Guðmundsson, Guðlaugur Hermannsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Ómar Sigurðsson, Peter E. Danielsen, Sigurður Sveinn Jónsson		<b>Verkefnisstjóri:</b> Benedikt Steingrímsson
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Rannsókn háhitasvæðis, 2. áfangi borverks		<b>Verknúmer:</b> 8-630024
<b>Unnið fyrir:</b> Orkuveitu Reykjavíkur		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Lýst er borun þriðja áfanga holu HE-4 á Hellsheiði og þeim gögnum sem safnað var í þessum áfanga. Verkið er unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur og var holan boruð með jarðbornum Jötni. Holan var skv. áætlun sveigð 208° til suðvesturs með 35° halla og tókst nokkurn veginn að halda þeirri áætlun. Borun þessa áfanga hófst 26. sept. á 37. verkdegi og lauk 14. október á 55. verkdegi. Borað var með 8 1/2" krónu og er lokadýpi holunnar 2008 m. Sýnum af borsvarfi var safnað samkvæmt venju og jarðlög og ummyndun greind eftir þeim samhliða borun. Hefðbundnar borholumælingar voru gerðar s.s. á upphitun, holuvídd, jarðlögum, steypugæðum, halla og stefnu. Ekkert svarf náðist neðan 1273 m dýpis vegna algjörskoltaps. Borverkið var unnið af Jarðborunum hf. en rannsóknarhlutann annaðist Rannsóknasvið Orkustofnunar.		
<b>Lykilorð:</b> Háhitasvæði, borhola, skáborun, jarðlög, ummyndun, vatnsæðar, borholumælingar, Hellsheiði	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> <i>20/12 '01 Ben J.</i>	
	<b>Yfirfarið af:</b> BS, ÁsG, PI	



## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR .....	5
2. BORSAGA .....	9
3. JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR.....	24
3.1 Jarðlög og ummyndun .....	24
3.2. Vatnsæðar og hiti .....	25
4. BORHOLUMÆLINGAR.....	28
5. Prepadæling .....	33
6. HEIMILDIR .....	38
7. VIÐAUKAR .....	39
Viðauki 1: Dagskýrslur úr þriðja áfanga borunar holu HE-4. ....	39
Viðauki 2: BHA report (uppbygging borstrengs). ....	59

## TÖFLUR

Tafla 1. <i>Gangur borunar í vinnsluhluta með 8 ½" krónu.</i> .....	11
Tafla 2. <i>Halla- og stefnumælingar.</i> .....	12
Tafla 3. <i>Fóðrun með 7" leiðara.</i> .....	18
Tafla 4. <i>G-2 halla- og stefnumælingar í vinnsluhluta.</i> .....	20
Tafla 5. <i>Yfirlit um borholumælingar í 3. áfanga.</i> .....	28

## MYNDIR

Mynd 1. <i>Staðsetning holu HE-3 og HE-4 á Hellisheiði.</i> .....	7
Mynd 2. <i>Hönnunarteikning af holum HE-3 og HE-4.</i> .....	8
Mynd 3. <i>Gangur borunar.</i> .....	10
Mynd 4. <i>Breyting í þrýstingi á dælulögn og dæling.</i> .....	13
Mynd 5. <i>Snúningsvægi í borun.</i> .....	14
Mynd 6. <i>Hitamælingar 8. október.</i> .....	15
Mynd 7. <i>Hitamælingar 8-10. október.</i> .....	16
Mynd 8. <i>Halli og stefna holu HE-4.</i> .....	17
Mynd 9. <i>Jarðlög, borhraði og mælingar úr sírita borsins.</i> .....	26

Mynd 10. Jarðlagasnið og jarðlagamælingar. ....	27
Mynd 11. Upphitunarmæling. ....	31
Mynd 12. Niðurstöður jarðlagamælinga. ....	31
Mynd 13. Samanburður á nifteinda- og gammamælingum í endurtekningarluta. ....	32
Mynd 14. Samanburður á viðnámsmælingum. ....	32
Mynd 15. Þrýstingsstiglar mældir í holu HE-4 fyrir og eftir þrepaprófun. Heilu ferlarnir eru fyrir þrepaprófun og sýna loft- eða gas-ríka súlu efst í leiðaranum, en brotnu ferlarnir eru eftir hana. ....	35
Mynd 16. Gangur þrepaprófunar þann 12. október 2001, en mælir var á 1710 m dýpi. Þegar þrýstingur fellur hvað mest er loftið eða gasið að ryðjast upp holuna og lyftir hluta vatnssúlunnar með sér. ....	36
Mynd 17. Breyting einingaprýstings fyrir hvert þrep í þrepaprófuninni. ....	36
Mynd 18. Dæluprepin nálgast með fræðilegu líkani fyrir gropið og sprungið berg. Ekki er tekið tillit til truflana í lok þrepanna. ....	37

## 1. INNGANGUR

Á vegum Orkuveitu Reykjavíkur var boruð rannsóknarholan HE-4 norðan við Stóra-Reykjafell á Hellisheiði (mynd 1) haustið 2001. HE-4 er önnur tveggja rannsóknarholna sem Orkuveitan lét bora sunnan Skarðsmýrarfjalls árið 2001. Hin fyrri, sem nefnist HE-3, er staðsett við rætur Skarðsmýrarfjalls (mynd 1). Þessar boranir eru þáttur í rannsókn-um Orkuveitunnar á jarðhitasvæðinu sem kennt er við Hengil. Megintilgangur verksins var að afla upplýsinga um skipan jarðlaga og eðliseiginleika þeirra ásamt upplýsingum um vinnslueiginleika jarðhitavökva á svæðinu. Hnit HE-4 eru:

X=383491,82

Y=393716,71

Z=404 m y.s.

Staðarnúmer holunnar í gagnagrunni Orkustofnunar er 95104. Hönnun hennar er í aðalatriðum sama og holu HE-3 (mynd 2). Borstaðurinn er í litlum dal undir austanverðu Reykjafelli um 1 km norðaustur af skíðaskálanum í Hveradölum. Holunni er ætlað að afla upplýsinga um jarðhitann undir Stóra-Reykjafelli og í Hveradölum. Boráætlun gerir ráð fyrir skáborun holunnar til suðvesturs neðan við öryggisfóðringu á 300 m dýpi.

Jarðboranir hf. hófu borverk við holu HE-4 í júlí 2001, þegar jarðborinn Azi forboraði holuna í 71,6 m dýpi (m.v. jörð) og steypiti 18<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” yfirborðsfóðringu niður á 69,2 m dýpi. Jarðborinn Jötunn var síðan fluttur á borstað 21. ágúst og lauk uppsetningu hans 31. ágúst. Borverki Jötuns við holu HE-4 er skipt í þrjá áfanga. Í fyrsta áfanga var borað í 305 m dýpi og sett niður 13 3/8” öryggisfóðring og hún steypit. Um þann boráfanga og rannsóknir honum tengdar hefur þegar verið fjallað í áfangaskýrslu (Sigurður Sveinn Jónsson o.fl., 2001). Þá hefur einnig verið gerð grein fyrir borun og rannsóknum vegna annars áfanga holunnar (Ásgrímur Guðmundsson o.fl. 2001) en þá var holunni stefnt í fyrirhugaðar 208° réttvísandi og byggður upp 35° halli. Síðan var sett niður 9 5/8” fóðring og hún steypit. Bordýpi í öðrum áfanga var 789 m.

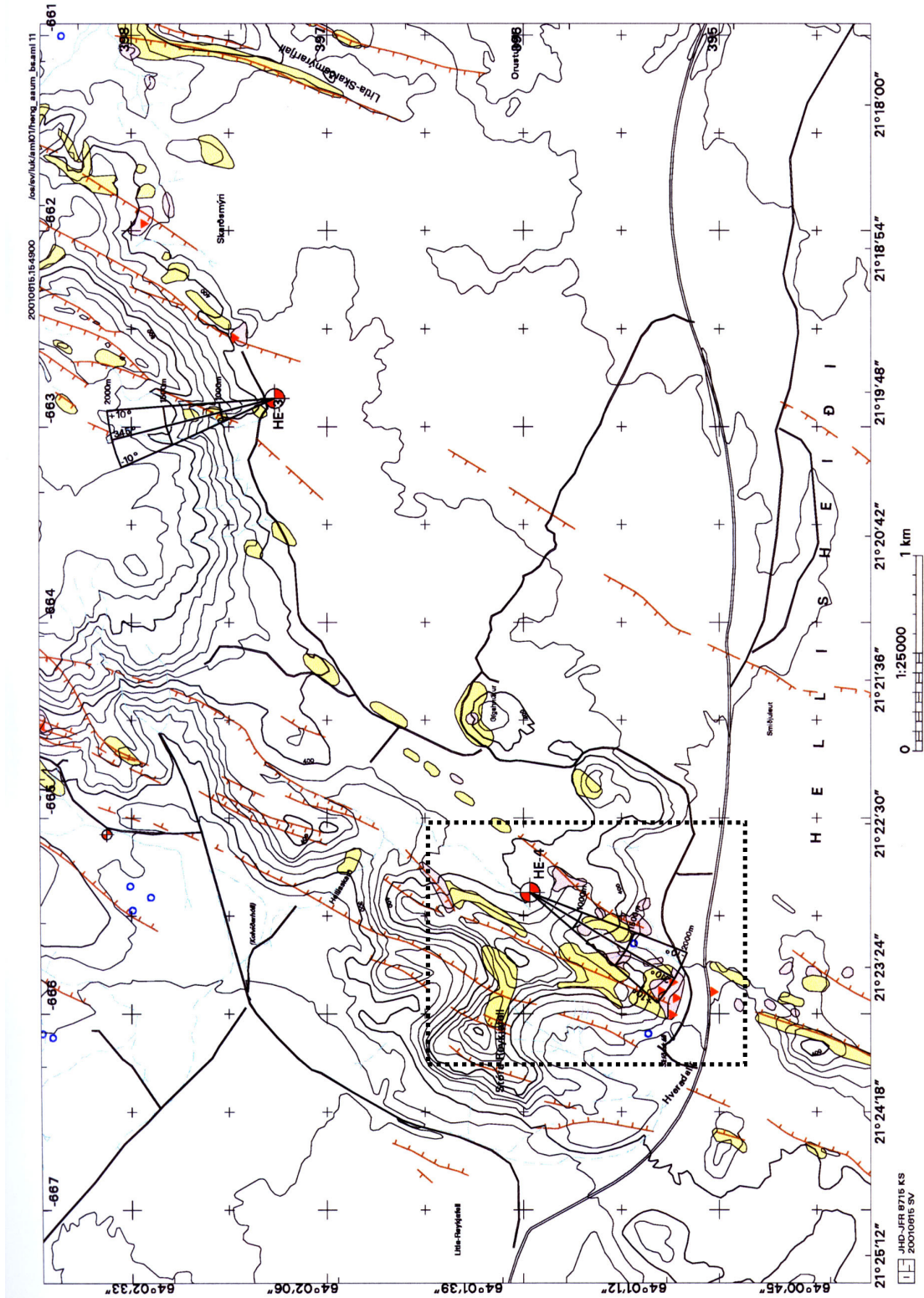
Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir borun 3. áfanga HE-4 sem hófst þegar lokið var við að ganga frá holutoppi og öryggislokum þann 24. september 2001. Áætlun gerði ráð fyrir borun með 8 ½” borkrónu frá enda vinnslufóðringar niður á um 2000 m dýpi og niðurstetningu 7” leiðara. Gert var ráð fyrir að nota PDM bormótor við verkið og halda halla og stefnu sem náð hafði verið í 2. áfanga.

Í skýrslunni er fyrst gerð grein fyrir gangi borverksins og niðurstöðum gýróhallamælinga. Síðan er gefið yfirlit yfir jarðfræði, ummyndun og vatnsæðar svæðisins er holan liggur um. Að lokum er fjallað um borholumælingar sem gerðar voru í áfanganum og niðurstöður þrepaðælingar og lektarprófs. Í viðaukum er afrit af þeim dagskýrslum, sem sendar voru út meðan á þessum áfanga stóð.

Allar dýptartölur í skýrslunni eru miðaðar við drifborð Jötuns, nema annað sé sérstaklega tekið fram. Fjarlægð frá kjallarabrún að efri brún drifborðs er 6,86 m.

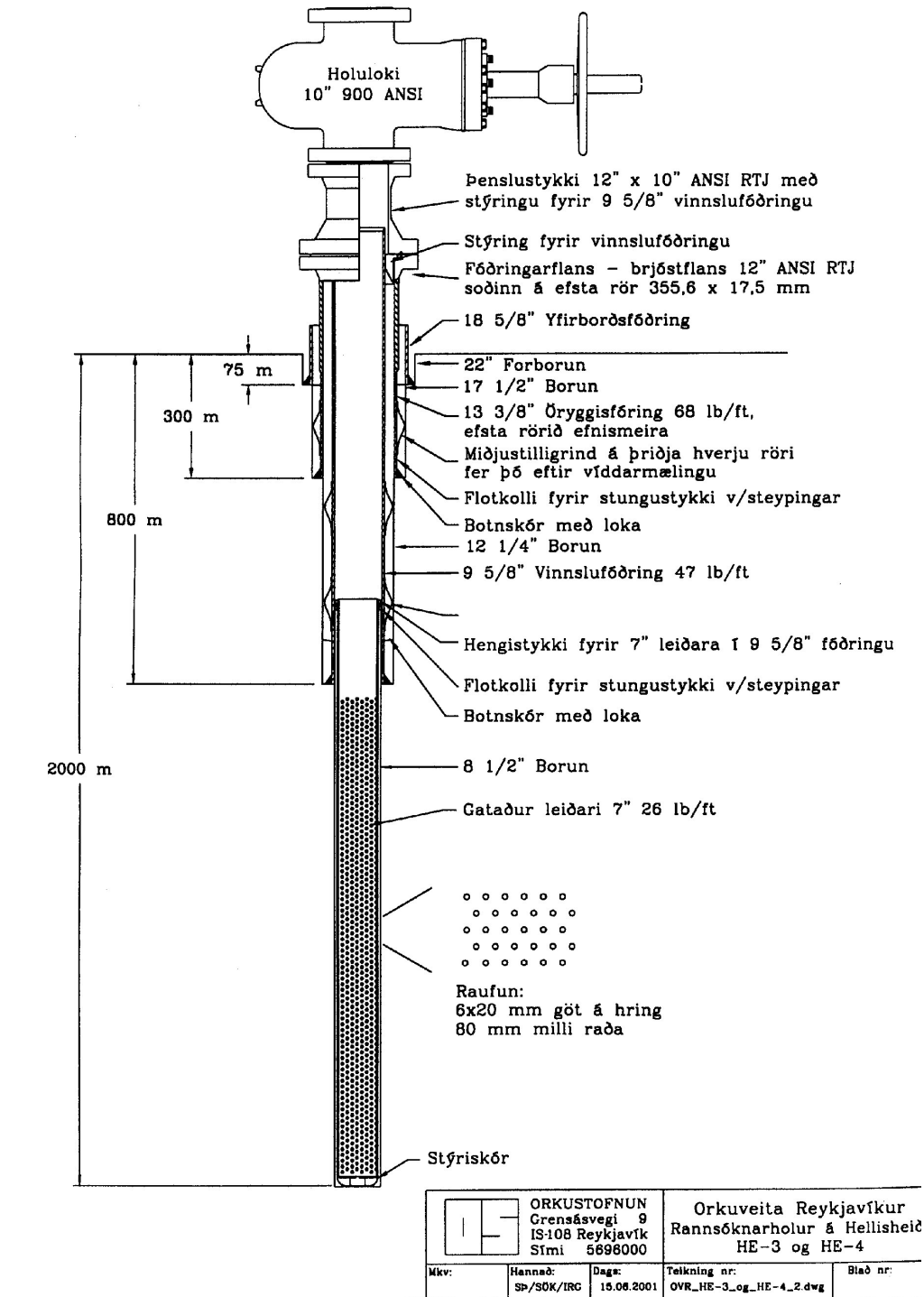
Borverkið við holu HE-4 var unnið af Jarðborunum hf. samkvæmt verksamningi við Orkuveitu Reykjavíkur, en rannsóknarþátturinn var unninn af Rannsóknasviði Orkustofnunar samkvæmt samningi við Orkuveitu Reykjavíkur frá 24. júlí 2001. Forsendum

fyrir staðsetningu og hönnun holunnar er lýst í greinargerð Orkustofnunar frá 15. júní 2001 (Benedikt Steingrímsson o.fl., 2001).



Mynd 1. Staðsetning holu HE-3 og HE-4 á Hellsisheiði.





Mynd 2. Hönnunarteikning af holum HE-3 og HE-4.

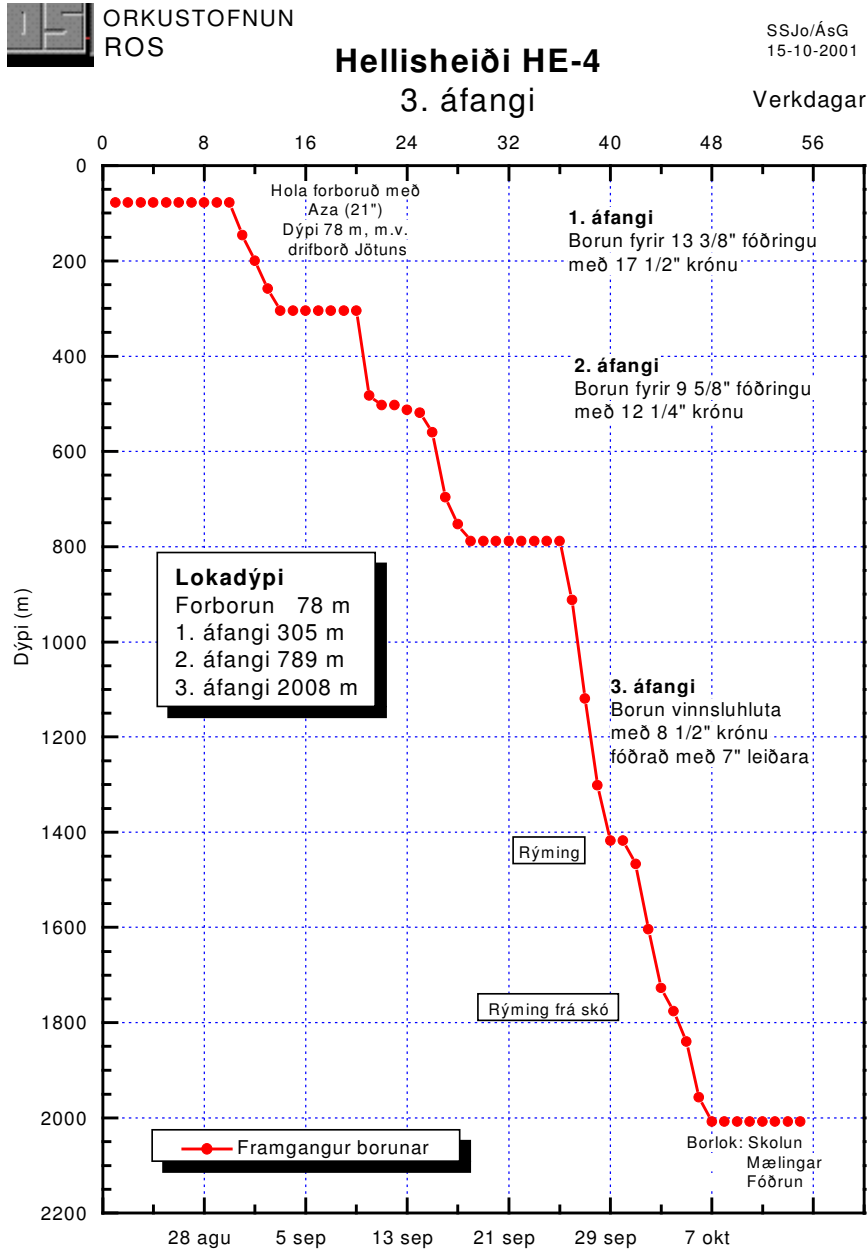
## 2. BORSAGA

Þriðji áfangi borunar holu HE-4 á Hellisheiði hófst skömmu fyrir miðnætti þriðjudaginn 25. september 2001 á 36. verkdegi holunnar en þá var lokið við að mæla halla og stefnu innan fóðringar með G-2 gýrómælingaraðferð. Byrjað var að setja niður streng um kl. 22. Uppbygging strengsins var sem hér segir: (1) 8 ½" króna, (2) float sub, (3) bormótor, stutt álagsstöng, stýring, UBHO-sæti og tengistykki, ósegulmögnuð álagsstöng, stýring, tengistykki, 8 álagsstangir, tengistykki, jar, tengistykki, 3 álagsstangir og lykilholurýmari. Uppsetning borstrengsins tók mið af því að halda stefnu og halla, sem búið var að byggja upp í borun fyrir vinnslufóðringu. Samt var gert ráð fyrir að hægt væri að breyta stefnu og halla ef borinn leitaði í aðra stefnu en honum var upphaflega ætlað að fara. Áætlað var að bora ekki meira en 10 m á klukkustund til að koma í veg fyrir að mikið svarf safnaðist fyrir í holunni meðan á borun stæði og að hún væri þar af leiðandi nokkurn veginn hrein við hverja stangaribætingu. Yfirlit um boraða metra og borhraða í 3. áfanga er í töflu 1 og framgangur borunar er sýndur á mynd 3.

Borun í berg hófst kl. 10 miðvikudaginn 26. september, en þá var búið að bora fóður-rörsskóinn. Streng var snúið niður með um 55 sn/mín að viðbættum 90 sn/mín á bormótor og var heildarsnúningafjöldi borkrónu um 150 sn/mín. Álag á krónu var 20-25 þúsund pund. Notað var til skolunar um 40 l/s af vatni og var þrýstingur á dælum við þau skilyrði um 800 psi. Sífelld gagnaskráning var allan tímann og voru eftirfarandi þættir skráðir: Dýpi, magn skolvökva niður, dæluþrýstingur, hiti á skoli niður og upp, snúningur á drifborði, heildarþyngd borstrengs, álag á krónu, snúningsvægi og borhraði. Auk þess var geolograph (kjaftakerlingin) notaður eins og áður og skráning á skoltapi var viðhöfð á fjögurra tíma fresti eða oftast ef ástæða þótti til. Lögð var sérstök áhersla á skráningu á snúningsvægi og var í því sambandi skráð á klukkutímabreidd í skýrslu borara gildi á ampermæli. Borinn fór auðveldlega í gegnum jarðlögin og um kvöldið hafði hann dýpkað holuna langleiðina í 900 m. Um kl. 21:30 var holan gýrómæld og tók það um eina klukkustund. Bordýpi var um 884 metrar. Drifskaflið var tekið úr og mæli rennt niður og settist hann í UBHO-millistykki á 862 metra dýpi. Halli holunnar reyndist vera um 35,8° og stefnan var 202,7° en allar gýróhallamælingar sem gerðar voru í borun áfangans eru birtar í töflu 2. Mælt var í gegnum "poor-boy" stút og var dælt á holuna meðan á mælingu stóð. Borun var síðan haldið áfram. Miðað við hverja 100 m sem holan var dýpkuð við þennan halla þá fór hún um 57 m út frá lóðlínu.

Borun var stöðvuð um hádegisbil fimmtudaginn 27. september þegar dýpið var 1014 m. Gýrómæli var þá rennt niður og mælt á 964 m dýpi og hélt holan vel stefnu. Haldið var áfram borun og gekk allt eðlilega fyrir sig framan af. Á 1148 m dýpi var skorin nokkuð stór æð, um kl. 4 aðfaranótt föstudagsins 28. september og mældist tapið um 37 l/s. Holan var skoluð, síðan bætt í og boruð ein stöng og kom nánast ekkert upp. Holan var skoluð á eftir eins og venjulega og annarri stöng bætt í um kl. 5:30. Dæling var sett á um 40 l/s og liðu um tvær mínútur þar til fór að koma upp skol. Bordýpi var þá um 1170 m. Til að fá betri upplýsingar um skoltapið var dæling minnkuð og mældist það um 20 l/s á dælum. Gerð var skoltapsmæling í kjölfarið meðan verið var að bora og mældist þá tæpir 13 l/s og hafði æðin þétt í borun og tapið minnkað talsvert. Engin svarfsýni fengust frá 1150 m, þar sem tapið varð, en þegar á leið og tapið minnkaði var unnt að safna fínu svarfi í skóflu í svarfkassanum frá 1184 m. Annars kom skol upp meðan borað var en allt tapaðist þegar skolað var. Borun gekk með svipuðum hætti

föstudaginn 28. september. Snúningsvægi hafði aukist um 130 amper frá því borun vinnsluhluta hófst. Næst var stoppað vegna gýrómælingar þegar komið var í 1235 m dýpi. Fyrst var kannað botnfall og reyndist holan vera hrein eftir 30 mínútna bið, en það hafði mælst um 6 m rétt eftir að vart var við skoltapið.



Mynd 3. Gangur borunar.

Halla- og stefnumælt var á hádegi. Niðurstöður halla- og stefnumælinga sýndu að 2000 m djúp hola myndi ekki enda á fyrirhuguðum stað og því var ákveðið að reyna að beina henni í rétta átt með því að breyta boraðferð. Fimm stangir voru boraðar niður með bormótor án þess að borstrengnum væri snúið, og síðan næstu fimm með snúningi samtímis borun með mótor. Um 100 psi þrýstilækkun varð á 1270 m dýpi þá um

kvöldið og hætti skol að koma upp. Greinilegt var að æð hafði verið skorin á þessu dýpi. Þrýstingur lækkaði frekar þegar á leið svo lekt holunnar virtist sífellt aukast.

Aðfaranótt laugardagsins 29. september var halla- og stefnumælt á 1296 m dýpi. Halli var kominn í 39,7° og stefnan var 196,4°. Í ljósi þess var ákveðið eð reyna að endurtaka fyrri aðgerð og stefna holunni lengra til vestur með borun fimm stanga án snúnings og bora aðrar fimm stangir með snúningi. Skolvatnsþrýstingur tók að síga lítið eitt í skolun milli stanga um hádegisbilið er dýpi var um 1400 m. Það gaf til kynna aukna lekt, en ekki var ljóst hvort nýjar æðar voru skornar eða hvort æðarnar fyrir ofan hefðu opnast betur. Dæling var aukin úr 44 l/s í 48 l/s en sama hegðun sást í skolvatnsþrýstingi og allt skol tapaðist. Stefnubreytingunni var lokið milli kl. 17 og 18 og þá stóð til að halla- og stefnumæla á ný. Þegar taka átti upp var lenti borinn í festu um 12 metra frá botni. Reynt var að losa með ýmsum hætti en það gekk lítið og þurfti að mjaka strengnum hægt og rólega upp en hann var alltaf laus niður. Borstrengurinn var endanlega laus úr festunni eða þrengingunni upp úr miðnætti aðfaranótt sunnudagsins 30. september. Það tók í strenginn í upptektinni þar til krónan var komin upp í fóðringu. Teknar voru upp 9 stangir með drifskafinu og 19 standar í mastur. Holan var skoluð í um tvo tíma og að morgni sunnudags var byrjað að rýma hana frá fóðringarenda (786 m) og niður í botn (1418 m). Lokið var við rýmingu um miðnætti sunnudaginn 30. september. Á síðustu tveim stöngunum varð vart við að snúningsvægi jókst lítillega. Holan var skoluð í um eina klukkustund, fram til klukkan 00:30 aðfaranótt mánudagsins og fundu bormenn fyrir festu við botninn.

Boðað var til skyndifundar til að meta stöðuna. Í framhaldi af því var ákveðið að brjóta út tvær stangir og rýma holuna frá 1386 m og niður á botn á 1418 m og eftir það að halla- og stefnumæla. Gýromælt var frá kl. 03:30 - 04:30. Halli mældist tæpar 36° og stefna 195,5°. Breytingin frá mælingunni á undan var sú að hallinn var 3-4° minni. Yfirlit yfir halla og stefnumælingar í borun er sýnt í töflu 2 eins og áður hefur komið fram.

**Tafla 1.** Gangur borunar í vinnsluhluta með 8 ½" krónu.

Borkróna 8 ½"	Dagur	Borun (m)	Bortími (klst.)	Meðalborhr. (m/klst.)	Tími á bor-krónu (klst.)	Dýpi (m)
HRS38C	26. sept	123	6	20,5	6	912
HRS38C	27. sept	207	9,5	21,8	15,5	1119
HRS38C	28. sept	183	8	22,8	23,5	1302
HRS38C	29. sept	116	7	16,7	30,5	1418
HRS38C	30. sept	0	0	0	30,5	1418
HRS38C	1. okt.	49	3	11,7	33,5	1467
HRS38C	2. okt.	137	8	17,1	41,5	1604
HRS38C	3. okt.	123	8,5	14,5	50,0	1727
HRS38C	4. okt.	49	3	16,3	53	1776
HRS38C	5. okt.	64	3,5	18,3	56,5	1840
HRS38C	6. okt.	117	11,5	10,2	68	1957
HRS38C	7. okt.	51	3	17,0	71	2008
<b>Samtals</b>		<b>1219</b>	<b>71</b>	<b>17,2</b>	<b>71</b>	<b>2008</b>

Holan var síðan rýmd enn frekar á neðstu tveimur stöngum (10 ferðir) í samræmi við ályktun fundar og eftir það voru tvær stangir boraðar niður með tilheyrandi rýmingu. Dýpi var þá orðið 1438 m og upp úr kl. 9 að morgni mánudagsins 1. október voru 5

stangir teknar upp og boðað á ný til fundar. Fyrirstaða fannst á fyrstu og þriðju stöng sem fór úr. Rýmingu var haldið áfram og teknir upp 50 metrar af stöngum. Dæling var minnkuð í 5 l/s og botnfall mælt eftir 40 mínútur og var það 11 metrar. Þá var tekið upp um 50 metra, skolað í eina klukkustund og sett niður með 5 l/s dælingu, og botnfall aftur mælt eftir 40 mínútur og þá reyndist það 3,5 metrar. Dælt var við botn til kl. 15:20. Eftir rýminguna varð ekki vart við frekari festur í 1418 m og næsta nágreppi. Enn var fundað um framhaldið og var holan skoluð á meðan. Niðurstæða fundarins hljóðaði sem hér segir:

*Setja niður 2000 lítra pillu af polymer eftir aðra hverja stöng og halda borun með mótör áfram frá 1438 m dýpi þrátt fyrir algjört skoltap og minnka jafnframt dælinguna niður í 35 l/s. Bora síðan holuna með sama hætti og áður, þ.e. rýma eftir hverja stöng, skola minnst í 30 mínútur og bora ekki meira en eina stöng á klukkustund.*

Fyrir borun var send niður um 2000 lítra pilla af pólýmer til að hreinsa botnfall úr holunni. Upp úr kl. 21 var byrjað að bora með mótör og 35 l/s dælingu.

**Tafla 2.** Halla- og stefnumælingar.

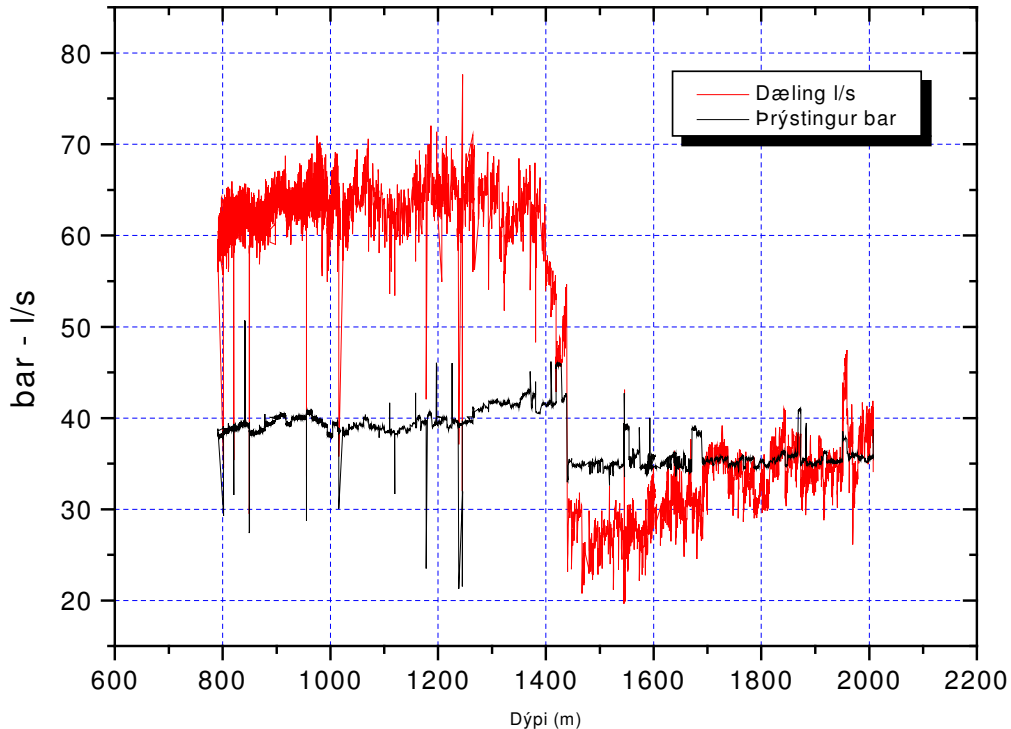
Dags	Tímí	Mældýpi (m)	Halli (°)	Stefna (°)	Bordýpi (m)
26. sep. 2001	21:00-22:00	862	35.8	202.7	884
27. sep. 2001	12:00-13:00	964	35.6	201.6	1013
28. sep. 2001	14:20-15:20	1200	35.7	195.4	1235
29. sep. 2001	05:15-06:15	1296	39.7	196.4	1331
01. okt. 2001	03:30-04:35	1373	35.95	195.5	1419

Borun var haldið áfram að kvöldi mánudagsins 1. október og aðfaranótt þriðjudagsins 2. október, frá 1438 metrum og áfram í algjöru skoltapi. Pólýmer-pilla var sett niður eftir hverjar tvær stangir, samkvæmt aðgerðaáætlum. Eftir að fimm stangir höfðu verið boraðar (dýpi 1486 m) voru teknar upp 10 stangir eða upp undir 1380 m með drifskafi og síðan sett aftur niður á botn með drifskafi við 5 l/s dælingu. Botnfall var mælt og reyndist vera 5 metrar. Var þá sett niður ein polymer-pilla til viðbótar (um 2000 lítrar) og botnfall hreinsað. Aftur var mælt eftir um 30 mínútur og var holan þá hrein. Teknar voru upp 10 stangir með drifskafi rétt eftir miðnætti aðfaranótt þriðjudagsins 2. október og dælt með 5 l/s í um 30 mínútur. Botnfall reyndist þá vera um 3,5 metrar og var það hreinsað út með polymer. Frá um kl. 6 á þriðjudagsmorgni var haldið áfram að bora og um kl. 8 var dýpið orðið 1515 m. Rétt eftir kl. 8 að morgni þriðjudags, eða um 10 mínútum eftir að borun stangar lauk, og meðan verið var að skola, féll þrýstingur í skamma stund en hækkaði fljótlega aftur.

Í boruninni var sérstaklega fylgst með togi, snúningsvægi og dæluþrýstingi. Ekki varð vart við óeðlilegt aukatog þegar strengur var dreginn upp og snúningsvægi var um 450 amper (mælieining lesin af ampermæli) en fór stöku sinnum upp undir 500 amper. Þrýstingur á dælum var í sögulega lágmarki og fór rétt upp undir 440 psi (30 bar) í borun með 35 l/s dælingu en fór niður fyrir 150 psi (10 bar) þegar aðeins önnur dælan var á fullum afköstum (tæpir 30 l/s). Um miðjan dag á þriðjudegi voru teknar upp 5 stangir þegar dýpi var 1563 m og skolað með 5 l/s dælingu í 30 mínútur. Botnfall mældist þá 2,2 m.



Frá þriðjudegi fram á miðvikudag gerðist lítið annað en að holan dýpkaði eins og sést á mynd 3 og polymerpillum var dælt niður eftir aðra hverja stöng. Á miðnætti þriðjudegsins var dýpi 1604 m. Bergið var að sögn borara harðara og gekk borun örlítið hægar fyrir vikið og álag á krónu var nokkuð meira af þeim sökum. Þrýstingur var um eða innan við 440 psi í borun og hækkaði smávegis, mest megnis vegna aukins krónuálags. Fylgst var náið með togi og snúningsvægi og jókst það óverulega.



**Mynd 4.** Breyting í þrýstingi á dæluögn og dæling.

Á mynd 4 er sýnt samband dælingar og þrýstings frá fóðringarenda niður að botni í 2008 m byggða á gögnum úr skráningarkerfi Jötuns. Neðan 1300 m dýpis koma fram breytingar í þrýstingi og má sjá að veruleg þrýstingslækkun á sér stað neðan 1350-1360 m dýpis þrátt fyrir jafna dælingu. Þegar komið var í 1440 m var borun stöðvuð meðan framkvæmdaáætlun var endurskoðuð og eftir það var borað með um 35 l/s dælingu eins og áður hefur verið nefnt og lækkaði þrýstingur umtalsvert við það. Botnfall fór ekki yfir 5 m sem eftir var borunar.

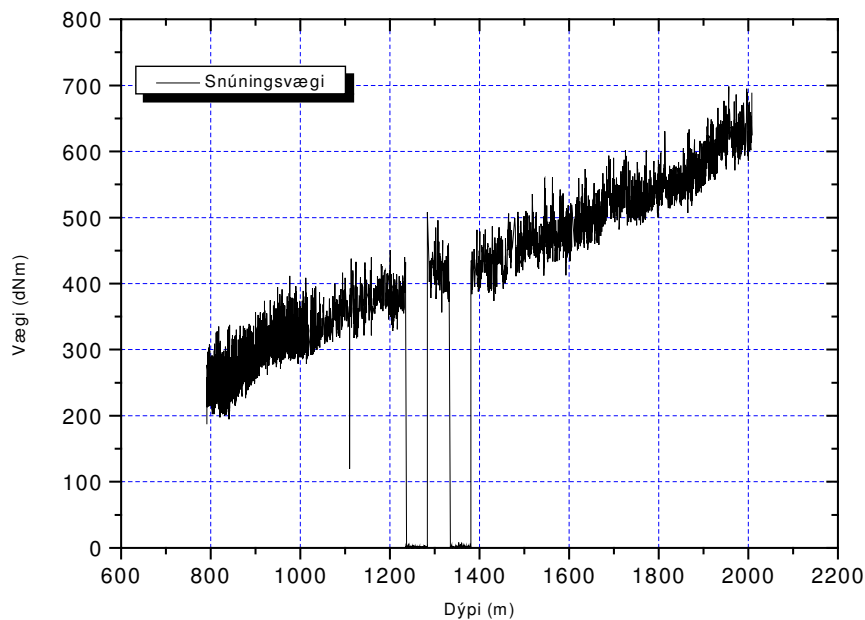
Þegar komið var niður á 1776 m dýpi voru aðstæður við framkvæmd holunar metnar áður borað yrði dýpra. Eftirfarandi atriði voru sérstaklega nefnd:

- Króna var búin að snúast rúmlega 650.000 snúninga og því ólíklegt að komi til krónuskipta áður en 2000 m markinu væri náð.
- Snúningsvægi fór jafnt vaxandi og var farið að nálgast sett öryggismörk eða getu borsins. Ef sýnt væri að snúningsvægi væri komið að ystu ásættanlegu mörkum áður en 2000 m dýpi væri náð þá skyldi borun hætt.
- Mótór einungis gerður fyrir 38 l/s hámarksdælingu. Þannig að 35 l/s dæling dró lítið úr afköstum hans.

– Botnfall hafði verið mælt reglulega og holan ávallt verið hrein. Miðað við óbreytt ástand skyldi haldið áfram niður í 2000 m dýpi.

– Holan var frekar að opnast heldur en þéttast og svarfið skolaðist greiðlega út frá henni.

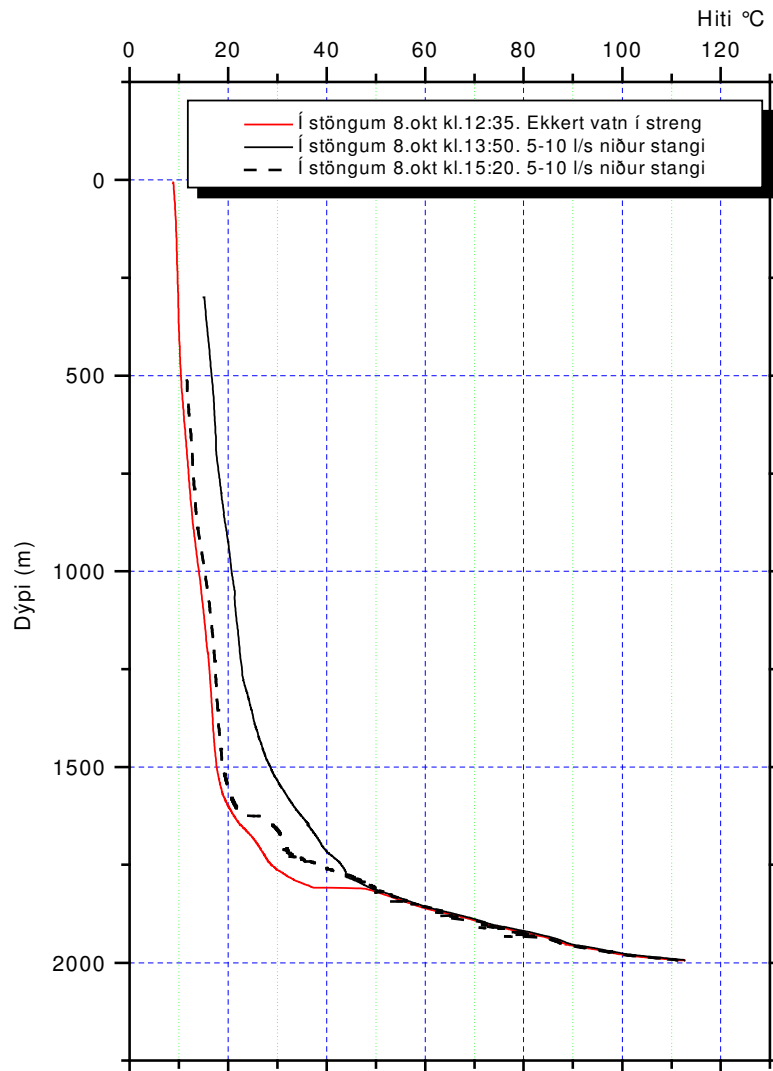
Til þess að gæta fyllsta öryggis var ákveðið að fara svo kallaða hreinsiferð (wiper trip) frá fóðringarenda og niður að botni. Byrjað var að taka upp að morgni fimmtudagsins 4. október og voru brotnar út 102 stangir með hjálp drifskafa. Upptekt var lokið rétt fyrir vaktaskipti um kvöldið og var þá byrjað að setja niður og rýma. Unnið var við niðursetninguna aðfaranótt föstudagsins 5. október og var komið í botn um kl. 11 um morguninn. Reyndist vera um 9,5 metra botnfall í holunni. Þá var sett niður pilla af polymer og botnfallið skolað út. Eftir þá aðgerð var að eins eins metra botnfall. Borun var síðan haldið áfram á sambærilegan hátt og á undan, þ.e. að senda niður polymer pillur eftir aðra hverja stöng. Borað var með 25 þúsund punda álagi og um 35 l/s skolun, auk þess runnu á holuna 5-10 l/s í gegnum kæfingarstút. Um nóttina á 1864 m dýpi varð vart við þrýstifall, u.þ.b. 5 bar sem gaf til kynna að æð hefði verið skorin. Rétt þegar borað var þar í gegn þá jókst snúningsvægið en litlu neðar létti á aftur.



**Mynd 5.** Snúningsvægi í borun.

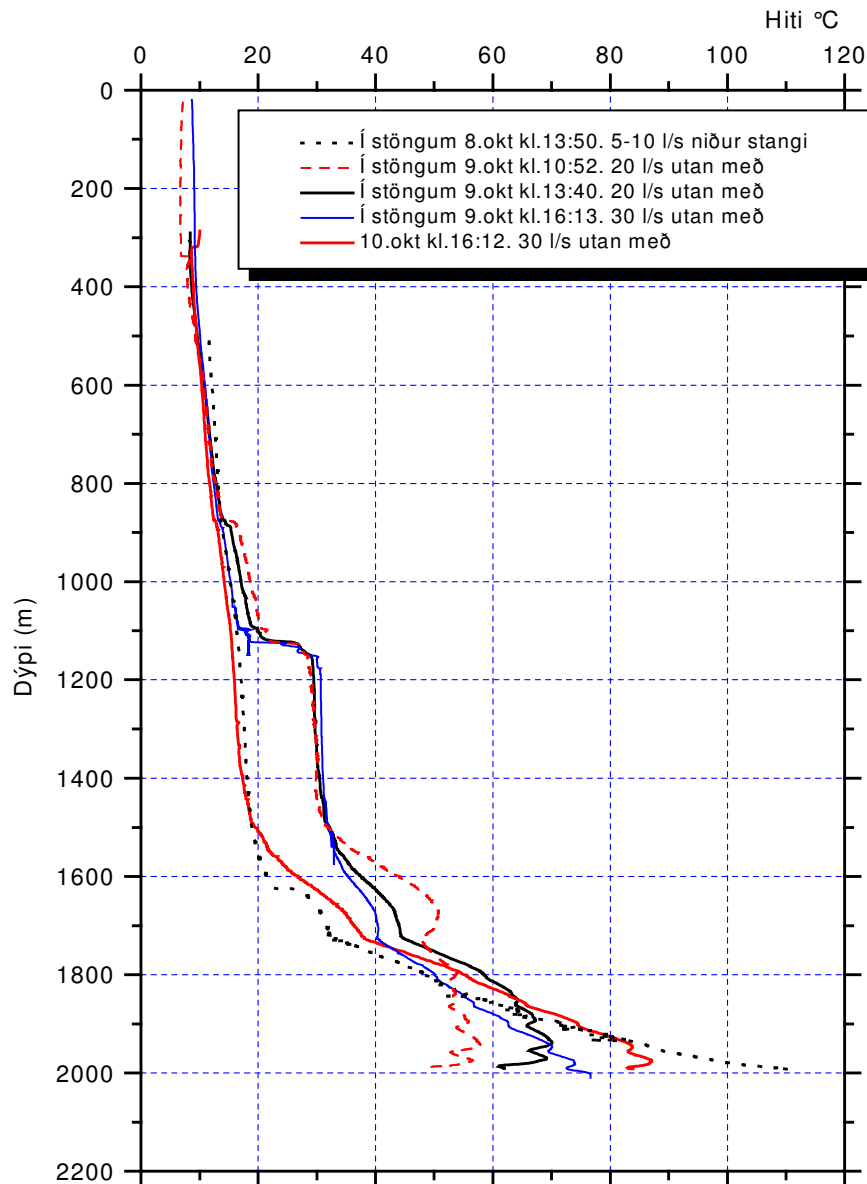
Að morgni 7. októbers kl. 8:15 var dýpi holunnar 2008 m og með tilliti til forsenda þá var ákveðið að hætta borun. Ein af grunnforsendunum var snúningsvægið en mörkin voru sett milli 600 og 700 (mynd 5). Eftir það var unnið samkvæmt borlokaáætlun. Holan var hreinsuð og rýmd frá 1776 m niður í botn og eftir það var skotið einni polymer pillu til að hreinsa holuna, en ekki varð vart við neitt gróft efni á botninum. Um kvöldið hófst upptekt og stóð hún yfir fram á nótt. Álagsstangir voru brotnir út og bormótor lagður til hliðar. Krónan var skínandi, þegar hún birtist, og sögðu bormenn að hún væri enn nýtanleg til frekari borunar. Eftir að króna var komin upp þá voru borstangir, með einstreymisloka um einn metra frá stangarenda, settar niður að botni.

Holan var hitamæld á tímabilinu kl. 13-17 mánudaginn 8. október. Hitamælingarnar (mynd 6) sýndu greinilega kælingu niður að rúmlega 1600 m dýpi. Eftir hitamælingu var holan gýrórmæld með G-2 tækjum, sem þýðir samfelld mæling niður frá upphafsstað. Gýrórmælingum lauk um kl. 21 og eru niðurstöður sýndar í töflu 4 og á mynd 8. Dælt var á holuna í gegnum streng um nóttina og í morgunsárið voru látnir renna 30 l/s í gegnum kæfingarstút og hitamælt á ný. Niðurstöður hitamælinga og mælinga gærdagsins sýndu greinilega kælingu niður á 1715-1720 m og sennilega náði kælingin eitthvað niður fyrir 1800 m (mynd 7). Í ljósi þeirra upplýsinga var ákveðið að dæla 40 l/s í gegnum borstreng og um 5 l/s um kæfingarstút til að freista þess að örva dýpstu vatnsæðarnar. Dælingunni var haldið eins stöðugri og unnt var fram á miðvikudagsmorgun. Þá var árangur metinn með hliðsjón af hitamælingum á mynd 7. Innrennsli sást á 1120-1130 m dýpi þrátt fyrir meira en 40 l/s dælingu. Það gaf til kynna að holan væri lekari en fyrir ádælingu í gegnum streng. Ekki var merkjanlegt að örvunin hafi haft mikil áhrif í neðstu 250 m holunnar. Ekki var talin ástæða að örva holuna frekar í gegnum strenginn.



Mynd 6. Hitamælingar 8. október.

Uppteikt á streng var lokið um kl. 15:30 miðvikudaginn 10. október og þá hófust jarðlagamælingar. Byrjað var á hitamælingu kl. 16:00 og komst mælirinn í botn eftir smá skak í kringum 1120 og 1520 m dýpi. Mælinguna má sjá í fyrsta dálki á mynd 7 en hún sýnir hæstan hita 70-75 °C við botn. Af henni mátti ráða að þrátt fyrir rúmlega 30 l/s dælingu gæfi æðin á 1120 m vatn inn í holuna. Þegar taka átti mælinn úr holunni var klakabrynja utan og innan í “poor boy” vegna sogs á holunni samfara dælingunni. Þurfti að nota gastæki til að bræða klakkann. Því næst voru jarðlagamælingar gerðar og er fjallað um þær í kaflanum um mælingar ásamt víddarmælingu.

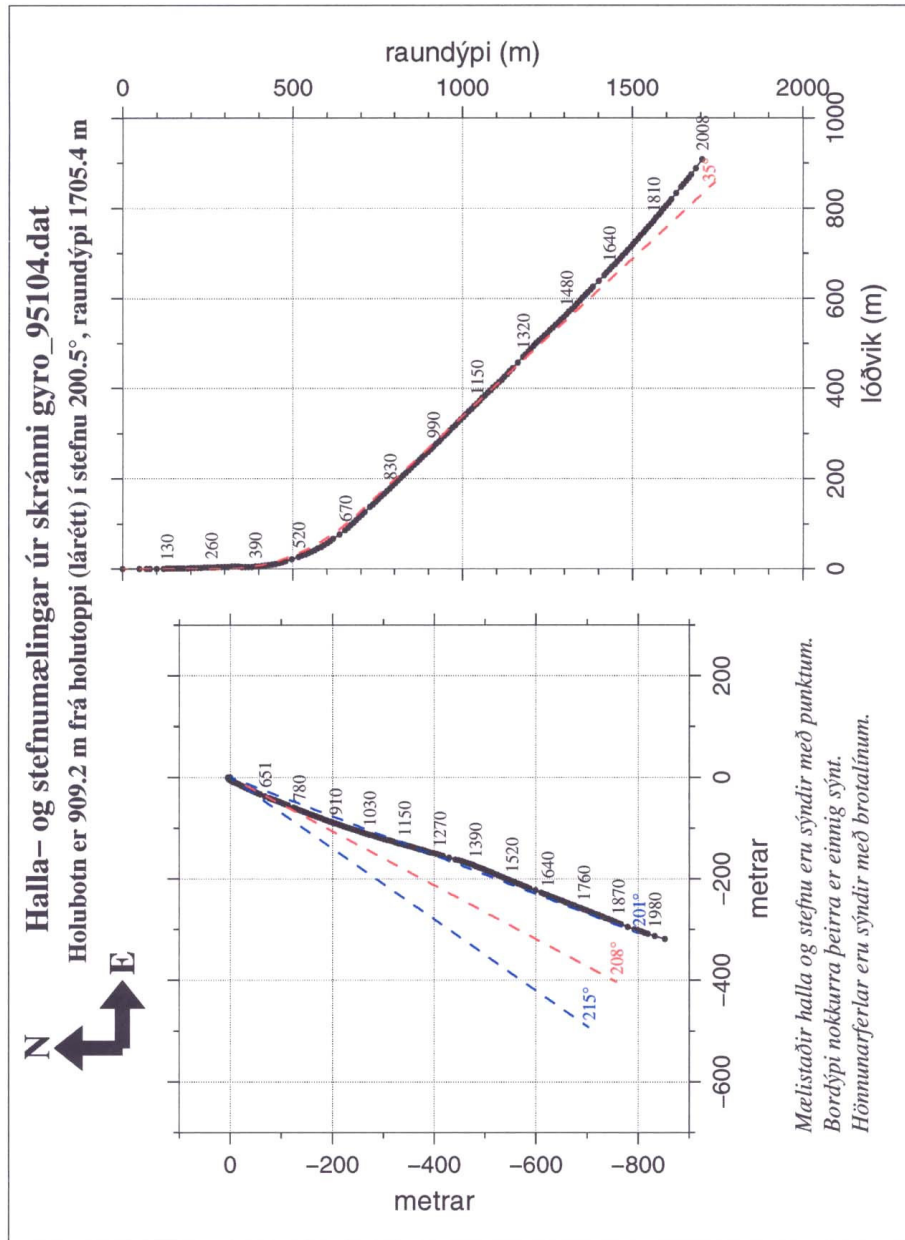


**Mynd 7.** Hitamælingar 8-10. október.

Niðursetning á leiðara hófst milli kl 4 og 5 aðfaranótt fimmtudagsins 11. október. Seinnipart dags var honum slakað niður og sleppt kl. 18:30. Síðan voru standar teknir

upp í mastur, sleppistykki tekið af og stangir settar niður á 460 m dýpi fyrir þrepadælingu, hófst á miðnætti. Nánari upplýsingar um leiðarann er að finna í töflu 3.


Þrepadæling hófst rétt eftir miðnætti þegar komið var inn á föstudaginn 12. október og stóð hún yfir í um 12 tíma. Nánari upplýsingar um þrepadælinguna eru í samnefndum kafla hér að aftan. Að þrepadælingu lokinni voru stangir teknar upp. Ákveðið var að láta renna á holutopp eins mikið vatn eins og var til umráða þangað til holunni var lokað. Mastur Jötuns var fellt 14. október og lauk þar með borverki við holu HE-4 við Stóra-Reykjafell á Hellisheiði og tók verkið alls 55 verkdaga.



**Mynd 8. Halli og stefna holu HE-4.**



Tafla 3. Fóðrun með 7" leiðara.

 <b>JARDBORANIR HF</b> SKIPHOLTI 50D - 105 REYKJAVÍK	FÓÐRUNARSKÝRSLA	Eyðublað nr. 68-051
--	-----------------	---------------------

Verk nr. <b>42679</b>	Hola nr. <b>HE - 4</b>	Borstaður <b>Hellisheiði</b>	Bor <b>Jötunn</b>	Verkkaupi <b>Orkuveita Reykjavíkur</b>
Viddi holu <b>8 1/2"</b>	Dýpt holu mv. drifborð <b>2008m</b>	Fóðring nr. <b>4</b>	Fóðrun framkv. dags. <b>11.10.2001</b>	Utfyllt af: <b>B.G.</b>

Holudýpi frá flangsi				2.000,74 m		Fóðringard. frá fl.				1.980,90 m		Röratáling			
FÓÐRING	Gerð	K-55		byngd		26 lbs/ft		LENGD				NR		MS ALLS m	
	Útanmál	7"		Innanmál		159,4 mm		Hengistíkk í				751,30			
	Veggþykkt	9,19 mm		Þóntunar nr.				0,85				Hengist		752,15	
	Tangi	AMS						13,13				1		H 765,28	
	Flangs	Hengistíkk 9 5/8" x 7"						13,35				2		H 778,63	
	Stungutengi							13,51				3		H 792,14	
	Skór	Stýriskór						13,78				4		R 805,92	
	Miðjustillar	stk		Steyputappar		stk		13,89				5		R 819,81	
STEYPING	Steypa 1 þurrefni	kg		Tafefni		kg		13,87				6		R 833,68	
	Eðlisþyngd	kg/l		Steypingartími		mín		13,78				7		R 847,46	
	Steyputæki							13,90				8		R 861,36	
	Steypa kom upp ?			Eðlisþyngd steypu upp		kg/l		13,79				9		R 875,15	
	Eftirdæling	ltr		Eftirdæling		mín		13,88				10		R 889,03	
	Steypa 2 þurrefni	kg						13,78				11		R 902,81	
FRÁGANGUR	Dýpi á steypu utan röra	m		Steypt utan með eftir		kist		13,87				12		R 916,68	
	Steypa þurrefni	kg		Skorð ofan af eftir		kist		13,54				13		R 930,22	
	Dýpi á steypu í röri	m		Steypa boruð eftir		kist		13,71				14		R 943,93	
								13,75				15		R 957,68	
								13,86				16		R 971,54	
								13,75				17		R 985,29	
								13,84				18		R 999,13	
<b>ATHUGASEMDIR</b>															
Tvö bretirör eru í lengjuni eitt neðst fyrir stýriskó og annað efst fyrir hengistíkkjó								13,87				19		R 1013,00	
								13,62				20		R 1026,62	
Fyrsta rör er ógatað og svo þrjú efstu rörin ógötuð restin er gatað								13,79				21		R 1040,41	
								13,66				22		R 1054,07	
R stendur fyrir að rörin eru götuð og H er fyrir að þau er ógötuð								13,82				23		R 1067,89	
								13,75				24		R 1081,64	
								13,84				25		R 1095,48	
								13,92				26		R 1109,40	
								13,71				27		R 1123,11	
								13,76				28		R 1136,87	

Jarðboranir hf. Útgáfa 3.0 Dags. 22.09.1997 Samþykkt af framkvæmdastjóra

Blað 1 af 3



**JARDBORANIR HF**  
SKIPHOLTÍSD - 105 REYKJAVÍK

FÓÐRUNARSKÝRSLA

Framhaldseyðublað nr. 68-051

Verk nr. 42679	Hola nr. HE - 4	Borstaður Hellisheiði	Fóðring nr. 4	Blaðsíða nr. 2
-------------------	--------------------	--------------------------	------------------	-------------------

RÖRATALNING				RÖRATALNING				RÖRATALNING			
LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m
13,69	29	R	1.150,56	13,86	61	R	1.586,66				
13,75	30	R	1.164,31	13,62	62	R	1.600,28				
13,82	31	R	1.178,13	13,62	63	R	1.613,90				
13,71	32	R	1.191,84	13,90	64	R	1.627,80				
13,78	33	R	1.205,62	14,04	65	R	1.641,84				
12,72	34	R	1.218,34	13,81	66	R	1.655,65				
13,55	35	R	1.231,89	13,73	67	R	1.669,38				
13,37	36	R	1.245,26	13,70	68	R	1.683,08				
13,82	37	R	1.259,08	13,58	69	R	1.696,64				
13,17	38	R	1.272,25	13,33	70	R	1.709,97				
13,79	39	R	1.286,04	13,54	71	R	1.723,51				
13,82	40	R	1.299,86	13,63	72	R	1.737,14				
13,65	41	R	1.313,51	13,85	73	R	1.750,79				
13,16	42	R	1.326,67	13,88	74	R	1.764,67				
13,98	43	R	1.340,65	13,83	75	R	1.778,50				
13,65	44	R	1.354,30	13,79	76	R	1.792,29				
13,98	45	R	1.368,28	13,83	77	R	1.806,12				
12,61	46	R	1.380,89	13,82	78	R	1.819,94				
13,71	47	R	1.394,60	13,50	79	R	1.833,44				
13,80	48	R	1.408,40	13,45	80	R	1.846,89				
13,83	49	R	1.422,23	13,56	81	R	1.860,45				
13,26	50	R	1.435,49	13,66	82	R	1.874,11				
13,76	51	R	1.449,25	13,88	83	R	1.887,79				
13,70	52	R	1.462,95	13,53	84	R	1.901,32				
13,89	53	R	1.476,84	13,69	85	R	1.915,01				
13,84	54	R	1.490,68	13,45	86	R	1.928,46				
13,50	55	R	1.504,18	13,58	87	R	1.942,04				
13,62	56	R	1.517,80	12,66	88	R	1.954,70				
13,61	57	R	1.531,41	12,81	89	R	1.967,51				
13,87	58	R	1.545,28	13,14	90	H	1.980,65				
13,76	59	R	1.559,04	0,25	Skór		1.980,90				
13,76	60	R	1.572,80								

**Tafla 4.** G-2 halla- og stefnumælingar í vinnsluhluta.

Bordýpi (m)	Halli (°)	Stefna (°)	Raundýpi (m)	Hliðrun til suðurs	Hliðrun til vesturs	Hliðrun frá toppi (m)	"Dogleg"
760	35,36	201,93	727,66	123,70 S	59,49 V	137,15	0
770	35,38	202,05	735,81	129,07 S	61,66 V	142,91	0,22
780	35,35	201,98	743,97	134,43 S	63,83 V	148,66	0,15
790	35,35	201,79	752,13	139,80 S	65,98 V	154,42	0,33
800	35,75	201,61	760,26	145,20 S	68,13 V	160,19	1,24
810	35,63	201,35	768,38	150,63 S	70,27 V	165,99	0,58
820	35,57	201,14	776,51	156,06 S	72,38 V	171,77	0,41
830	35,68	200,65	784,64	161,50 S	74,46 V	177,55	0,92
840	35,78	200,34	792,76	166,97 S	76,50 V	183,34	0,62
850	35,87	200,16	800,87	172,46 S	78,53 V	189,14	0,42
860	35,86	200,16	808,97	177,96 S	80,55 V	194,94	0,03
870	35,92	199,74	817,07	183,47 S	82,55 V	200,75	0,76
880	35,93	199,58	825,17	189,00 S	84,52 V	206,55	0,28
890	35,91	199,48	833,27	194,53 S	86,48 V	212,36	0,19
900	36,1	199,13	841,36	200,07 S	88,42 V	218,17	0,84
910	35,95	199,15	849,45	205,63 S	90,35 V	223,98	0,45
920	35,71	199,14	857,56	211,16 S	92,27 V	229,76	0,72
930	35,83	198,95	865,67	216,69 S	94,18 V	235,54	0,49
940	35,83	198,8	873,78	222,22 S	96,07 V	241,32	0,26
950	35,82	198,69	881,88	227,77 S	97,96 V	247,09	0,2
960	35,92	198,67	889,99	233,32 S	99,83 V	252,88	0,3
970	35,89	198,79	898,09	238,87 S	101,71 V	258,66	0,23
980	36,13	198,78	906,18	244,44 S	103,61 V	264,47	0,72
990	36,2	198,72	914,25	250,03 S	105,50 V	270,29	0,24
1000	36,29	198,42	922,32	255,63 S	107,39 V	276,12	0,6
1010	36,49	197,95	930,37	261,27 S	109,24 V	281,97	1,03
1020	36,65	197,36	938,4	266,94 S	111,05 V	287,83	1,16
1030	36,75	196,9	946,41	272,66 S	112,81 V	293,7	0,88
1040	36,79	196,6	954,42	278,39 S	114,53 V	299,57	0,55
1050	36,82	196,49	962,43	284,13 S	116,24 V	305,44	0,22
1060	37,12	196,46	970,42	289,90 S	117,94 V	311,34	0,9
1070	37,12	196,45	978,39	295,69 S	119,65 V	317,25	0,02

1080	37,14	196,37	986,37	301,48 S	121,36 V	323,16	0,16
1090	37,07	196,18	994,34	307,27 S	123,05 V	329,07	0,4
1100	37,11	196,06	1002,32	313,06 S	124,72 V	334,97	0,25
1110	37,1	196,11	1010,3	318,86 S	126,39 V	340,87	0,1
1120	36,81	196,02	1018,29	324,63 S	128,06 V	346,75	0,89
1130	36,7	195,89	1026,3	330,39 S	129,70 V	352,61	0,4
1140	36,54	195,85	1034,32	336,13 S	131,33 V	358,44	0,49
1150	36,55	195,82	1042,36	341,85 S	132,96 V	364,26	0,06
1160	36,19	195,78	1050,41	347,56 S	134,57 V	370,06	1,08
1170	36,07	195,78	1058,49	353,23 S	136,18 V	375,82	0,36
1180	36,04	195,8	1066,57	358,90 S	137,78 V	381,57	0,1
1190	35,95	195,97	1074,66	364,55 S	139,39 V	387,32	0,4
1200	36,08	195,93	1082,75	370,20 S	141,00 V	393,07	0,4
1210	35,77	195,96	1090,85	375,84 S	142,61 V	398,8	0,93
1220	35,63	196,07	1098,97	381,45 S	144,22 V	404,51	0,46
1230	35,86	196,51	1107,09	387,06 S	145,86 V	410,23	1,03
1240	36,58	196,78	1115,15	392,72 S	147,56 V	416,03	2,21
1250	37,55	196,98	1123,13	398,49 S	149,31 V	421,94	2,93
1260	38,41	196,95	1131,01	404,38 S	151,10 V	427,98	2,58
1270	39,1	196,69	1138,81	410,37 S	152,91 V	434,12	2,13
1280	39,71	196,43	1146,54	416,45 S	154,72 V	440,34	1,9
1300	39,72	195,85	1161,92	428,73 S	158,27 V	452,85	0,56
1320	39,44	195,04	1177,34	441,01 S	161,67 V	465,29	0,88
1330	38,94	195,23	1185,09	447,11 S	163,32 V	471,45	1,54
1340	38,66	196,21	1192,88	453,14 S	165,02 V	477,57	2,02
1350	37,74	197,65	1200,74	459,06 S	166,82 V	483,64	3,84
1360	36,77	199,14	1208,7	464,80 S	168,73 V	489,61	3,97
1370	35,73	200,45	1216,77	470,37 S	170,73 V	495,46	3,89
1380	35,38	200,99	1224,9	475,80 S	172,78 V	501,23	1,41
1390	35,12	201,2	1233,07	481,19 S	174,86 V	506,96	0,86
1400	35,06	201,33	1241,25	486,55 S	176,95 V	512,67	0,29
1410	35,39	201,44	1249,42	491,92 S	179,05 V	518,4	1,01
1420	35,42	201,72	1257,57	497,30 S	181,18 V	524,15	0,49
1430	35,69	201,89	1265,71	502,70 S	183,34 V	529,93	0,86
1440	35,78	202,09	1273,82	508,12 S	185,53 V	535,74	0,44
1450	35,99	202,2	1281,93	513,55 S	187,74 V	541,57	0,66
1460	36,16	202,39	1290,01	519,00 S	189,97 V	547,43	0,61

1470	36,58	203,16	1298,06	524,46 S	192,27 V	553,34	1,86
1480	36,94	203,5	1306,07	529,96 S	194,64 V	559,3	1,24
1490	37,2	203,47	1314,05	535,49 S	197,04 V	565,31	0,78
1500	37,37	203,12	1322,01	541,05 S	199,43 V	571,35	0,82
1510	37,71	202,95	1329,94	546,66 S	201,82 V	577,42	1,07
1520	37,82	202,65	1337,84	552,30 S	204,19 V	583,52	0,64
1530	38,34	202,64	1345,71	558,00 S	206,57 V	589,66	1,56
1540	38,54	202,5	1353,54	563,74 S	208,95 V	595,85	0,65
1550	38,48	202	1361,37	569,50 S	211,31 V	602,04	0,95
1560	38,55	201,74	1369,19	575,28 S	213,63 V	608,23	0,53
1570	38,5	201,76	1377,02	581,06 S	215,94 V	614,43	0,15
1580	38,63	201,58	1384,84	586,86 S	218,24 V	620,62	0,52
1600	38,54	201,65	1400,47	598,45 S	222,83 V	633,02	0,15
1620	38,8	201,51	1416,09	610,07 S	227,43 V	645,44	0,41
1630	38,95	201,54	1423,87	615,91 S	229,73 V	651,67	0,45
1640	38,77	201,47	1431,66	621,75 S	232,03 V	657,91	0,56
1650	38,88	201,31	1439,45	627,59 S	234,32 V	664,13	0,45
1660	39,03	201,01	1447,22	633,45 S	236,59 V	670,38	0,72
1670	38,97	200,86	1455	639,33 S	238,84 V	676,62	0,34
1680	39,01	200,65	1462,77	645,21 S	241,07 V	682,86	0,41
1690	39,16	200,92	1470,53	651,11 S	243,30 V	689,12	0,68
1700	39,36	201,76	1478,27	657,00 S	245,61 V	695,4	1,7
1710	39,51	202,05	1486	662,89 S	247,98 V	701,72	0,71
1720	39,69	201,73	1493,7	668,81 S	250,35 V	708,06	0,82
1730	39,9	201,48	1501,39	674,76 S	252,71 V	714,42	0,79
1740	40,12	201,58	1509,05	680,74 S	255,07 V	720,81	0,69
1750	40,37	201,59	1516,68	686,75 S	257,45 V	727,23	0,75
1760	40,55	201,54	1524,29	692,78 S	259,83 V	733,68	0,55
1770	40,68	201,28	1531,88	698,84 S	262,21 V	740,14	0,64
1780	40,82	201,16	1539,45	704,93 S	264,57 V	746,62	0,48
1790	40,82	201,24	1547,02	711,02 S	266,93 V	753,11	0,16
1800	41,05	201,67	1554,58	717,12 S	269,33 V	759,62	1,09
1810	41,26	201,52	1562,1	723,24 S	271,75 V	766,16	0,7
1820	41,72	201,7	1569,6	729,40 S	274,19 V	772,75	1,43
1830	41,85	202,06	1577,05	735,58 S	276,68 V	779,37	0,82
1840	42,05	202,18	1584,49	741,78 S	279,19 V	786,02	0,65
1850	41,91	202,37	1591,92	747,97 S	281,73 V	792,68	0,57



1860	42,23	202,85	1599,35	754,15 S	284,31 V	799,35	1,36
1870	42,29	202,8	1606,75	760,35 S	286,91 V	806,05	0,21
1880	42,74	202,5	1614,12	766,59 S	289,52 V	812,77	1,48
1900	43,31	200,86	1628,74	779,27 S	294,56 V	826,34	1,88
1920	43,89	198,77	1643,22	792,24 S	299,23 V	839,99	2,33
1930	44,07	198,92	1650,42	798,81 S	301,47 V	846,84	0,62
1940	44,41	198,77	1657,58	805,42 S	303,73 V	853,73	1,07
1950	44,48	198,26	1664,72	812,06 S	305,95 V	860,64	1,09
1960	44,78	197,79	1671,84	818,74 S	308,12 V	867,56	1,34
1980	45,46	197,35	1685,95	832,25 S	312,40 V	881,49	1,12

### 3. JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR

#### 3.1 Jarðlög og ummyndun

Svarfsýni voru tekin á tveggja metra fresti eins og venja er við boranir. Sýnin voru greind samhliða borun, bæði berggerð og ummyndun. Á mynd 9 eru sýnd jarðlög holunnar frá enda vinnslufóðringar í 786 m og niður á 1273 m dýpi ásamt vísbendingum um ummyndun bergsins, vatnsæðar, borhraða og skolvatnsgögnum. Þar neðan við kom ekkert svarf vegna algjörskoltaps, en upplýsingar um dælingu, þrýsting, álag, snúning á borstreng og borhraða eru sýndar niður í endanlegt dýpi. Ennfremur er sýnt á mynd 10 jarðlagasnið samhliða jarðlagamælingum, víddarmælingu og borhraða. Sömu sögu er að segja þar varðandi jarðlög en mælingar ná niðar að holubotni.

Þegar borun var hætt í öðrum áfanga var borað í fínkorna fersklegt basalt og hófst borun vinnsluhluta í sama bergi, en hér er lýsing á því sem á eftir kom:

*786-800 m dýpi.* Fínkorna grásvart frekar þétt basaltinnskot. Bergið er lítið ummyndað.

*800-836 m dýpi.* Grænt ummyndað túff blandað basalti eða breksíu á 808-812 m. Helstu ummyndunarsteindir eru auk leirs, kalsít, kvars, wairakít, pýrít og prehnít.

*836-906 m dýpi.* Glerjað basalt, bólstraberg og basaltbreksíur skiptast á. Glerið er jafnaði áberandi meira ummyndað en kristallaðihlutinn. Ummyndun er mikil í samræmi við glermagn og hita. Wollastónít sést á 888 m dýpi en að öðru leyti eru sömu ummyndunarsteindir og fyrir ofan.

*906-920 m dýpi.* Þétt fínkorna lítið ummyndað basaltinnskot.

*920-934 m dýpi.* Basaltbreksía í efri hlutanum og svo tekur við grænt túff. Allt bergið er mikið ummyndað. Þar sem bergið snertir innskotin fyrir ofan sést votta fyrir epidóti en að öðru leyti eru ummyndunarsteindir leir, kalsít, kvars og pýrít.

*934-976 m dýpi.* Grátt lítið blöðrótt fín-meðalkorna basalhraunlög. Ummyndun er mismikil og þar af leiðandi blæbrigðamunur á lit. Laumontít sést hér með kalsíti, kvarsi, pýríti wairakíti og leir. Við neðri mörkin sést í prehnít.

*976-1060 m dýpi.* Túff og basaltbreksíur einkenna þennan kafla, en þunn innskot sjást efst og á tæplega 1030 m dýpi. Ummyndun er mikil og helstu steindir eru leir, kalsít, kvars, pýrít wairakít, prehnít og kalsedon. Frá 1040 m sést epidót.

*1060-1090 m dýpi.* Glerjað basalt og fínkorna ummyndað grágræn basalhraunlög. Glerjaði hlutinn er áberandi meira ummyndaður. Athyglisvert er að kalsít er að mestu horfið og leir, kvars og pýrít virðast ráðandi ummyndunarsteindir, en neðst sjást á ný prehnít og epidót.

*1090-1200 m dýpi.* Basaltbreksíur og túff. Bergið er grænleitt á lit sérstaklega túffhlutinn. Allt gler ummyndað. Ummyndun einkennist af epidóti, kvarsi, pýríti og leir. Kalsít sést ekki. Frá 1150-1185 kom ekkert svarf upp þar sem allt skol tapaðist.

*1200-1230 m dýpi.* Fín-meðalkorna ummyndað grænleitt basalt. Ummyndunarsteindir eru epidót, kvars, prehnít og pýrít. Mikið skoltap olli því að erfitt var orðið greina svarfið, sem var nánast eins og fínn salli.

1230-1273 m dýpi. Túff virðist vera ráðandi í þessum kafla en svarf kom aðeins upp öðru hvoru vegna mikils skoltaps.

1273-2008 m dýpi. Ekkert svarf kom upp vegna algjörs skoltaps.

### 3.2. Vatnsæðar og hiti

Ekki er hægt að lesa stigvaxandi hita út frá ummyndunarsteindum neðan fóðringar. Svo virðist sem öðru hvoru hækki hiti og síðan kólni á milli eins og steindirnar laumontít, prehnít, epidót og wollastónít segja til um. Á 888 m sést til dæmis wollastónít á þeim stað er efsta æðin í vinnsluhlutanum er. Það er vísbending um að hærri hiti geti verið við æðarnar en í berginu í efri hlutanum og þar af leiðandi sé efri hluti svæðisnis að hitna. Hitinn gæti sveiflast frá 200-250° ofan 1040 m dýpis en þar neðan við virðist hann vera stigvaxandi sem dæma má af hvarfi kalsíts og tilkomu epidóts. Vatnsæðar koma fram sem hér segir:

880 m dýpi. Hitamæling í lok borunar sýnir að það rennur inn í holuna við ádælingu. Ekki varð vart við neina breytingu á skoli í borun. Æðin kemur fram á lagamótum tveggja glerjaðra basaltlaga. Ennfremur sést wollastónít í fyrsta skipti í holunni nokkrum metrum neðar.

1095-1100 m dýpi. Hitamæling í lok borunar sýnir að það rennur inn í holuna við ádælingu. Æðin virðist lítil og sést í túfflagi eða við lagamót á túffi og breksíu. Ekki sást nein breyting á skoli við þennan stað í borun, en það töpuðust 3-4 l/s og var sá leki kominn ofar án þess að hægt væri að tengja það beint við upplýsingar úr hitamælingum.

1125-1150 m dýpi. Hitamælingar sýna greinilega æðar á þessum kafla. Í tæpum 1148 m töpuðust 37 l/s, en það þéttist aftur í 8-12 l/s í borun. Basaltbreksía er ráðandi á þessum stað og neðst þar sem meginskoltapið kom fram eru tvö þunn basaltinnskot.

(1400-1430 m dýpi). Vísbending um æðar er að sjá í síritandi skráningu dælingar og þrýstings (mynd 4).

1500 m dýpi. Hallabreyting er greinileg í hitamælingu, sem gefur till kynna leka. Engar upplýsingar eru um jarðlög eða ummyndun, þar sem borað var með algjöru skoltapi.

1730 m dýpi. Hallabreyting er greinileg í hitamælingu, sem gefur till kynna leka. Engar upplýsingar eru um jarðlög eða ummyndun, þar sem borað var með algjöru skoltapi.

Hugsanlega eru smáæðar neðar skv. hitamælingum og þrýstingsbreytingum í borun, en ef svo er þá gefa þær lítið.

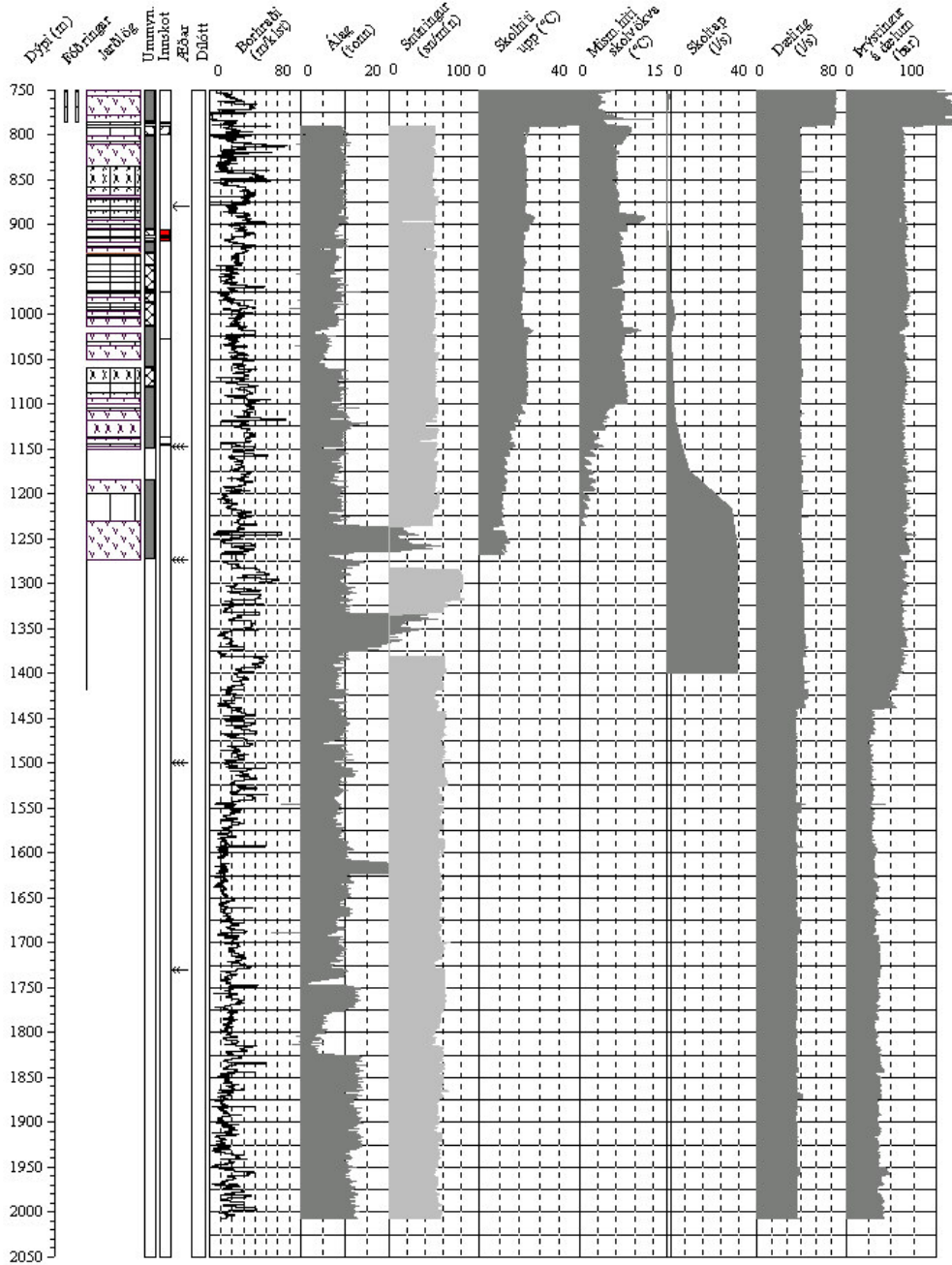


Staður: Hellisheiði  
Holunafn: HE-4

Bor: Jötunn  
Dýptarbil: 789-2000 m

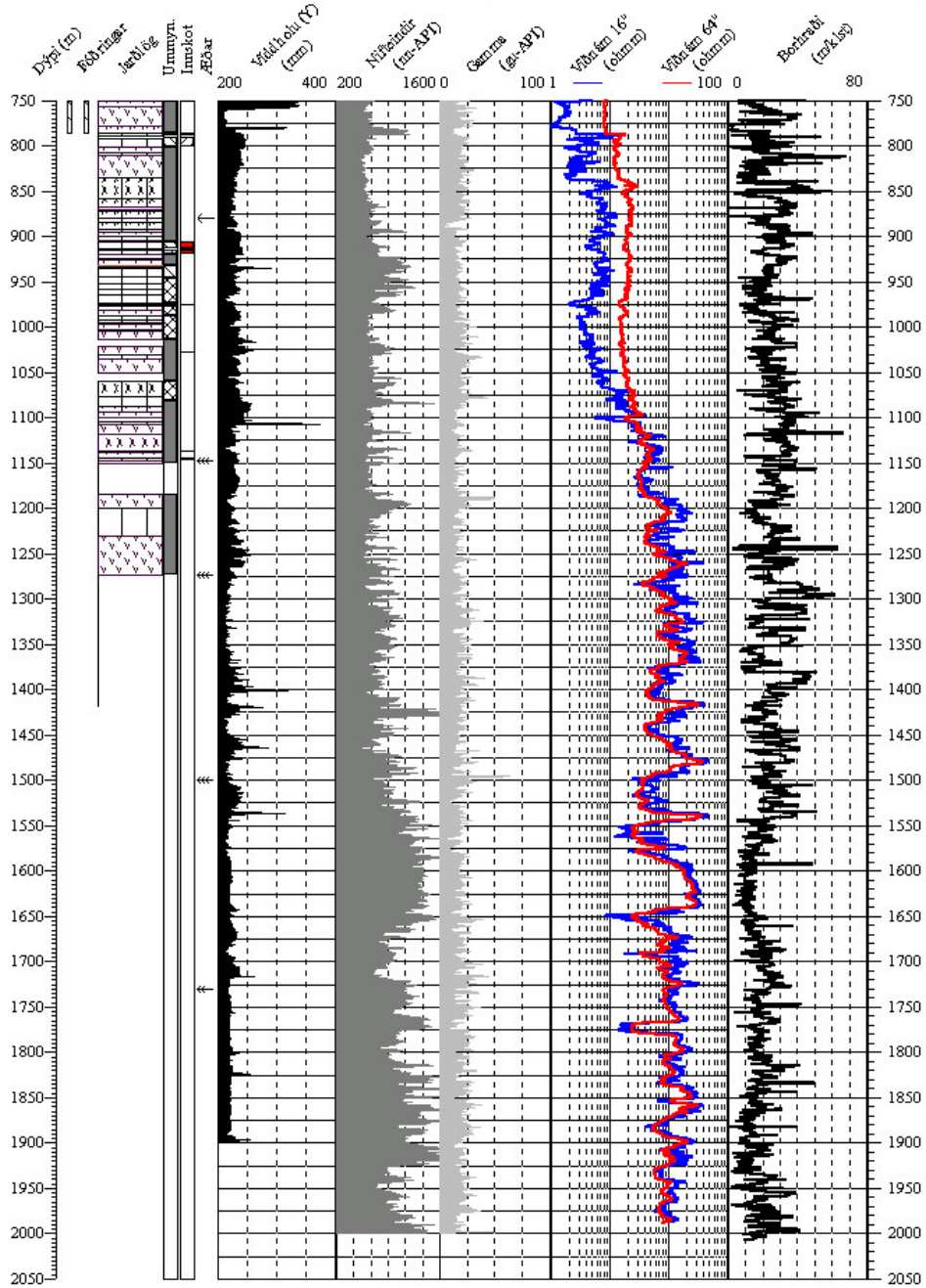
Skolvökví: Vatn  
Verkhúti: 3. áfangi

Staðarnúmer: 95104  
Starfsmenn: ÁSG/GÓF/SSJ



Mynd 9. Jarðlög, borhraði og mælingar úr sírita borsins.

Staður: Hellið  
Höluafni: HE-4  
Bor: Jötunn  
Dýptarbil: 789-2000 m  
Skolyðkvi: Vatn  
Verkhlufti: 3. áfangi  
Staðarnúmer: 95104  
Starfsmenn: ÁsG/GÓF/SSJ



Mynd 10. Jarðlagasnið og jarðlagamælingar.

#### 4. BORHOLUMÆLINGAR

Í töflu 5 eru sýndar þær mælingar sem gerðar voru í 3. áfanga boruna HE-4. Þeim er unnt að skipta í fjóra hluta eftir tilgangi þeirra:

1. Gýrómælingar sem í fellst aðstoð við mælingamenn frá Sperry-Sun við halla- og stenfumælingar í borstreng við borun eða í fóðringu.
2. Hitamælingar í borstreng til að kortleggja vatnsæðar, mæla upphitunarhraða í holunni og til að meta viðbrögð holunnar eftir örvunaraðgerðir.
3. Jarðlagamælingar í opinni holu til að fá upplýsingar um berggrunn holunnar.
4. Hita- og þrýstimælingar við þrepaðælingu holunnar.
- 5.

**Tafla 5.** Yfirlit um borholumælingar í 3. áfanga.

Dags.	Tími	Mæling	Dýptarbil	Tilgangur	Skrá	Athugasemdir
25. sep. '01	19:00-21:00	Gýró	50-755	Holuferill	--	Samfelld mæling (G2)
26. sep. '01	21:00-22:00	Gýró	0-862	Holuferill	--	Incl. = 35.8°; Az. = 202.7°
27. sep. '01	12:00-13:00	Gýró	0-964	Holuferill	--	Incl. = 35.6°; Az. = 201.6°
28. sep. '01	14:20-15:20	Gýró	0-1200	Holuferill	--	Incl. = 35.7°; Az. = 195.4°
29. sep. '01	05:15-06:15	Gýró	0-1296	Holuferill	--	Incl. = 39.71°; Az. = 196.4°
1. okt. '01	03:30-04:35	Gýró	0-1373	Holuferill	--	Incl. 35.95= °; Az. = 195.5°
8. okt '01	12:30-13:45	Hiti	0-1993	Hiti	H200110081235	Q=33 l/s, vb=1810 m
8. okt '01	13:50-14:45	Hiti	1993-300	Hiti	H200110081350	Q=33 l/s
8. okt '01	15:08-17:00	Hiti	512-1995	Hiti	H200110081521	Q=33 l/s, vb=1610 m
8. okt '01	17:45-20:30	Gýró	0-1980	Holuferill	--	Samfelld mæling (G2)
9. okt '01	10:50-12:07	Hiti	0-1990	Hiti	H200110091052	Q=20 l/s, vb 340 m
9. okt '01	12:21-13:25	Hiti	1990	Upphitun	T200110091220	Q= 20 l/s
9. okt '01	13:40-14:45	Hiti	1990-297	Hiti	H200110091340	Q=20 l/s
10. okt '01	16:00-17:20	Hiti	0-2008	Hiti	H200110101612	Q=30 l/s
10. okt '01	19:06-20:10	Gamma	2000-1482	Kísilsýra	G200110101906	Q=32 l/s
10. okt '01	19:06-20:10	Nifteindir	2000-1482	Poruhluti	N200110101906	Q=32 l/s
10. okt '01	20:10-21:44	Gamma	1538-700	Kísilsýra	G200110102010	Q=32 l/s, 1538-1482 m endurt.
10. okt '01	20:10-21:44	Nifteindir	1538-700	Poruhluti	N200110102010	Q=32 l/s, 1538-1482 m endurt.
10. okt '01	23:16-01:00	X	1900-0	Vídd	X2001102316	Q=32 l/s
10. okt '01	23:16-01:00	Y	1900-0	Vídd	Y2001102316	Q=32 l/s
11. okt '01	01:10-01:50	16"	780-2000.5	Viðnám	S200110110110	Q=32 l/s
11. okt '01	01:10-01:50	64"	780-2000.5	Viðnám	L200110110110	Q=32 l/s
11. okt '01	01:10-01:50	SP	780-2000.5	Sjálfspenna	A200110110110	Q=32 l/s
11. okt '01	01:50-02:27	16"	2000.5-758.5	Viðnám	S200110110150	Q=32 l/s
11. okt '01	01:50-02:27	64"	2000.5-758.5	Viðnám	L200110110150	Q=32 l/s
11. okt '01	01:50-02:27	SP	2000.5-758.5	Sjálfspenna	A200110110150	Q=32 l/s
11. okt '01	23:50-00:18	Þrýstingur	0-760	Þrýstistigull	P200110112350	Q=32 l/s, settist á hengistykki

12. okt '01	00:18-00:27	Þrýstingur	760-0	Þrýstistigull	P200110120018	Q=32 l/s, karfa sett á
12. okt '01	00:41-01:55	Þrýstingur	62-1520	Þrýstistigull	P200110120041	Q=32 l/s, fór niður eftir skak
12. okt '01	01:57-02:03	Þrýstingur	1520-1715	Þrýstistigull	P200110120157	Q=32 l/s, gagnasöfnun rofnaði
12. okt	02:15-04:05	Þrýstingur	1710	Þrepapróf	P2001101200215	Þrep1: T <sub>1</sub> =28.1°C, Q <sub>1</sub> =39.9 l/s T <sub>2</sub> =44.7°C, Q <sub>2</sub> =20.7 l/s
12. okt	04:06-06:25	Þrýstingur	1710	Þrepapróf	P2001101200406	Þrep2: T <sub>1</sub> =44.7°C, Q <sub>1</sub> =20.7 l/s T <sub>2</sub> =39.7°C, Q <sub>2</sub> =30.6 l/s
12. okt	06:25-09:31	Þrýstingur	1710	Þrepapróf	P2001101200625	Þrep3: T <sub>1</sub> =39.7°C, Q <sub>1</sub> =30.6 l/s T <sub>2</sub> =26.6°C, Q <sub>2</sub> =45.0 l/s
12. okt '01	09:31-09:42	Hiti	1710-1985	Kæling	H200110120931	Q=45 l/s
12. okt '01	09:43-09:55	Hiti	1985-1620	Kæling	H200110120943	Q=45 l/s
12. okt '01	09:56-10:11	Þrýstingur	1620-1180	Þrýstistigull	P200110110956	Q=45 l/s
12. okt '01	10:12-10:16	Hiti	1180-1090	Æðar	H200110121012	Q=45 l/s
12. okt '01	10:16-10:44	Þrýstingur	1090-280	Þrýstistigull	P200110121044	Q=45 l/s

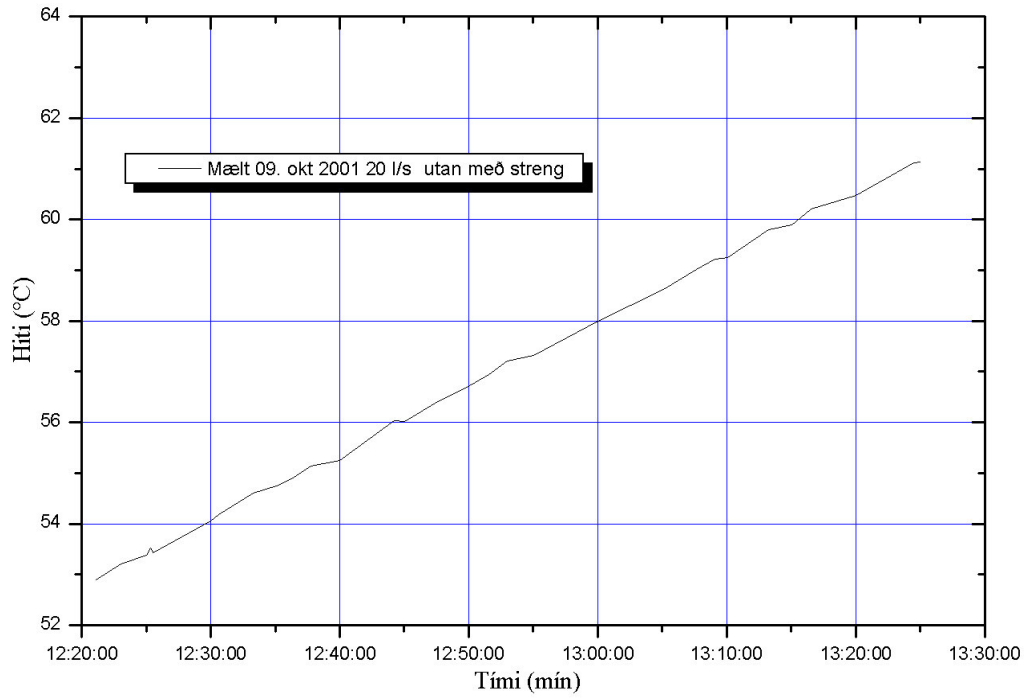
Meðan vinnsluhlutinn var boraður voru gerðar fimm gýrósmælingar á tímabilinu frá 26. sept til 1. okt. á 862, 964, 1200, 1296 og 1373 m bordýpi. Niðurstöðum gýrósmælinganna er gert skil í kaflanum um borsögu og verður ekki fjallað meira um þær hér.

Eftir að borun var lokið þann 7. október var strengurinn tekinn upp og stangir settar niður á botn. Fyrstu hitamælingar í 3. áfanga hófust um hádegi fimmtudaginn 8. október og var mælt í stöngunum niður að einstreymisloka sem var á um 1997 m dýpi. Þótti fyrsta mælingin hafa undarlegt þrep í 1810 m og var því mælt strax upp aftur. Þá kom í ljós að ekki hafði verið sett vatn í strenginn því sást vatnsborð á um 1810 m dýpi. Hitamælingarnar eru sýndar á mynd 6. Dælt var á strenginn í um 45 mínútur. Botnhitinn reyndist vera um 110°C. Eftir hitamælingarnar voru framkvæmdar samfelldar gýrósmælingar (G2) niður í botn. Frá því að borun lauk var dælt á holuna kringum 35 l/s þangað til að gýrósmælingum lauk kl. 21:30. Frá kl. 21:50 var dælt um 40 l/s í gegnum strenginn til kælingar og var sú dæling höfð á yfir nóttina en vatn látið renna (5-10 l/s) utan með strengnum.

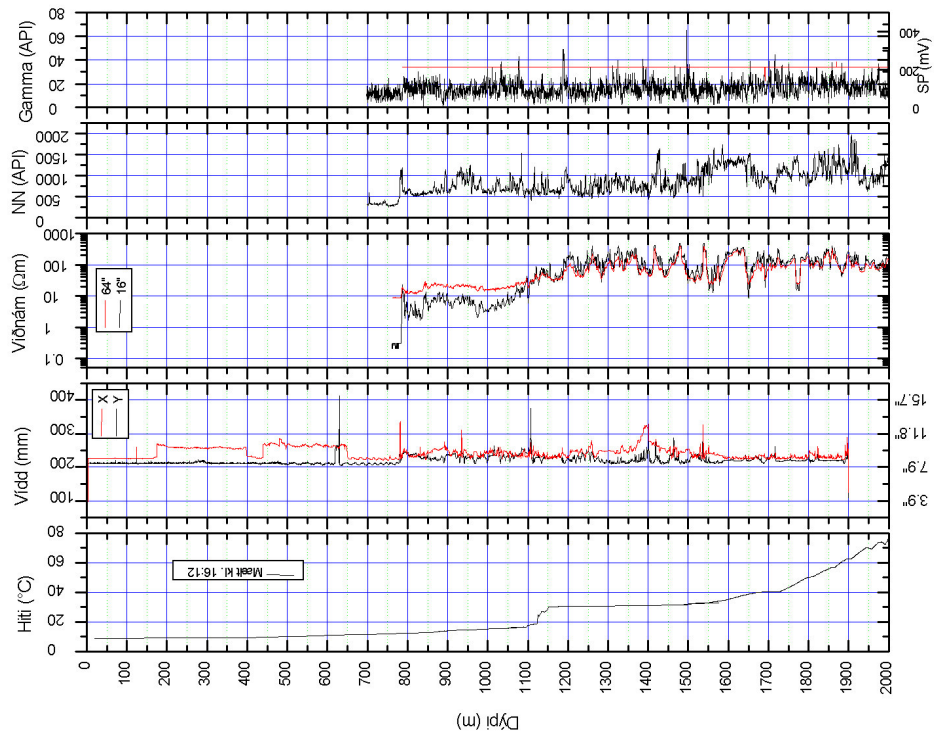
Aðfaranótt 9. október skall á suðaustan stormur með rigningu sem varð til þess að mælingar í holunni hófust ekki fyrr en um morguninn. Um kl. 10:20 var dælingu hætt í gegnum streng og sett á 20 l/s dæling utan með stöngum. Hitamæling hófst niður strenginn um kl.10:50. Mælt var niður að einstreymisloka (mynd 7). Á 1990 m dýpi var mæld upphitun í um klukkustund og gaf sú mæling upphitun kringum 9,5 °C/klst eins og fram kemur á mynd 11. Að lokinni upphitunarmælingu var hitamælt upp í 297 m dýpi. Mælingarnar sýndu innrennsli í holuna á um 880, 1100 og 1125-1150 m dýpi og að megnið af vatninu færi úr holunni ofan 1600 m dýpi. Neðan 1720 m dýpis sýndu mælingarnar að holan væri að hitna. Dæling var því aukin úr 20 l/s í 30 l/s upp úr kl. 15:15 til frekari kælingar. Klukku tíma síðar var aftur rennt niður í botn til að kanna neðsta huta holunnar. Hitamælingin sýndi að holan hélt áfram að hitna í botni. Neðsti kælipunktur var á um 1850 m dýpi og ljóst var að utanádælingin dugði ekki til að kæla neðsta hlutann. Því var ákveðið að dæla 40 l/s í gegnum strenginn og 5-10 l/s utan með strengnum yfir nóttina og fram á morgun. Dælingin var mismikil til að byrja með en um kl. 21:30 var dælingin niður strengin stöðug um 40 l/s og var henni haldið þannig til kl. 9:30 að morgni 10. október er upptekt á borstreng hófst. Meðan á upptekt stóð var dælt 30 til 36 l/s utan með stöngum.

Uppteikt á streng var lokið um kl. 15:30 þann 10. október og þá hófust jarðlagamælingar. Byrjað var á hitamælingu kl. 16:00 og komst mælirinn í botn eftir smáskak í kringum 1120 og 1520 m dýpi. Mælinguna má sjá á mynd 7 en hún sýnir hæstan hita kringum 77 °C við botn. Af henni mátti ráða að þrátt fyrir rúmlega 30 l/s dælingu gáfu æðar niður á 1150 m (líklega einnig í 1175 m smáæð) vatn inn í holuna. Þegar taka átti mælinn úr háhitaholunni var klakabrynja utan og innan í “poor boy” vegna sogs á holunni samfara dælingunni. Nota þurfti gastæki til að bræða klakkann. Því næst var náttúruleg gammageislun bergsins mæld auk endurkasts á nifteindageislun, en þessar mælingar eru mælikvarði á kísilsýruinnihlad bergsins og vatnsinnihald sem má reikna yfir í poruhluta. Fljótt á litið virtust gammamælingarnar sýna ísúrt berg á 1040, 1080, 1190 og 1497 m dýpi. Niðurstöður jarðlagamælinganna má sjá á mynd 12, en nánar verður gerð grein fyrir þeim í lokaskýrslu um holuna. Dýptarbilið 1483 til 1538 m var mælt tvisvar til að kanna áreiðanleika mælinganna og voru þær keimlíkar eins og sjá má á mynd 13. Að loknum gamma og nifteinda-mælingum var vídd holunnar mæld. Aðeins var farið með mælinn á 1900 m dýpi því talið var að neðstu hundrað metrar holunnar hefðu hitnað upp fyrir hitaþol víddarmælisins. Samkvæmt víddarmælingunum er holan nokkuð slétt og án stórra skápa eins og fram kemur á mynd 12. Mismunur á X- og Y-armi víddarmælisins gefur til kynna að holan sé ávöl en ekki hringlaga á 1200 til 1600 m dýpi. Þegar komið var upp í fóðringu var ósamræmi í X- og Y-armi. X-armurinn sýnir fastar hliðranir miðað við Y-arminn. X-arminum er því síður treystandi heldur en Y-arminum en betur verður unnið úr víddarmælingunum síðar. Að síðustu voru framkvæmdar viðnámsmælingar en þær gefa ágætis vísbendingar um jarðlagasýrpur berggrunnsins. Þær sýna lágt viðnám, minna en 20 ohmm, niður á 1100 m dýpi en þar fyrir neðan sveiflast það í kringum 100 ohmm. Sveiflurnar aukast svo neðan 1400 m dýpis og hærri viðnámsgildi sjást. Viðnám var mælt bæði upp og niður holun og er enginn munur á þeim, fyrir utan litla dýpishliðrun eins og fram kemur á mynd 14.

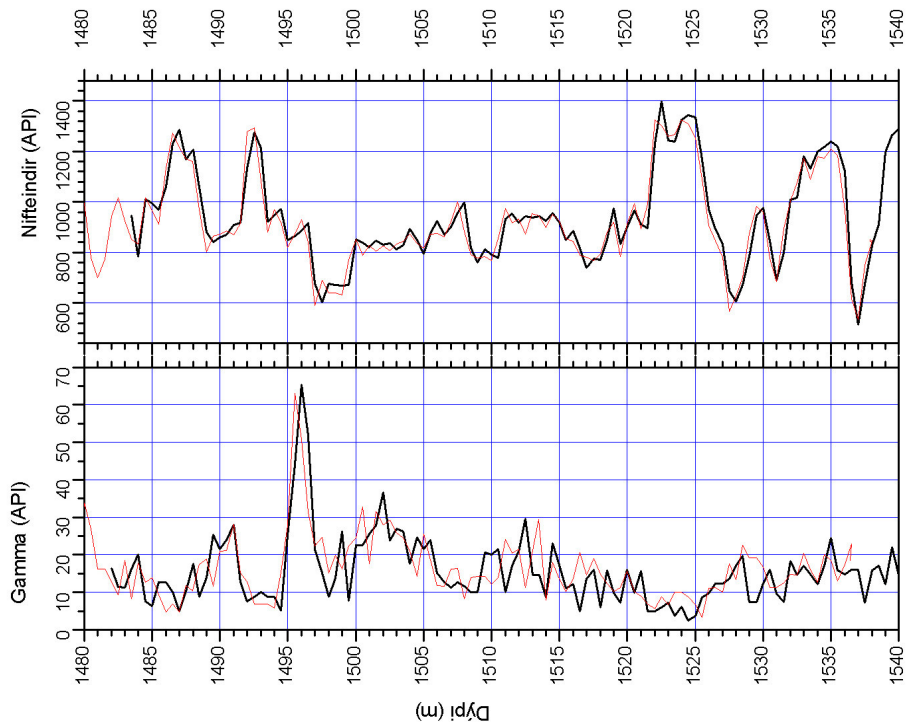




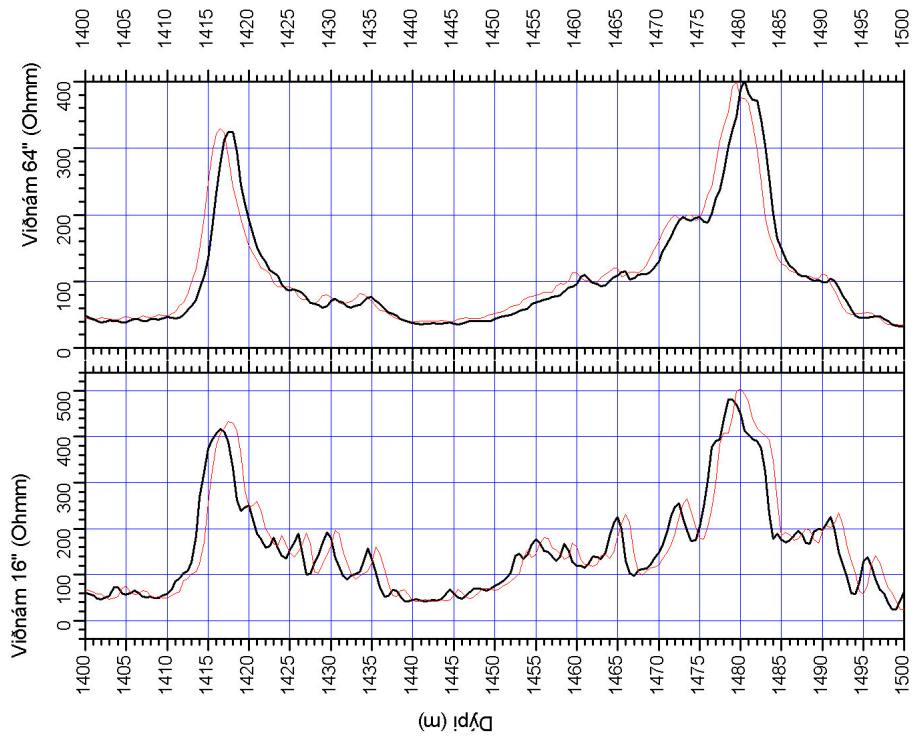
Mynd 11. Upphitunarmæling.



Mynd 12. Niðurstöður jarðlagamælinga.



**Mynd 13.** Samanburður á nifteinda- og gammamælingum í endurtekningarluta.



**Mynd 14.** Samanburður á viðnámsmælingum.

## 5. PREPADÆLING

Komið var að holu HE-4 skömmu fyrir kl. 23 að kvöldi fimmtudagsins 11. október. Þá var búið að setja leiðara í holuna, taka upp borstangir og setja opnar borstangir aftur niður á um 456 m dýpi. Meðan á upptekt og niðursetningu borstanga stóð var dælt tæpum 40 l/s í holuna og henni haldið þannig kaldri. Byrjað var á að mæla þrýstingsstigul niður holuna og fannst vatnsborð á 126,5 m dýpi við 39,9 l/s ádælingu. Sambyggði hita- og þrýstimælirinn settist á hengistykki leiðarans og vildi ekki neðar þrátt fyrir nokkrar tilraunir til að koma honum niður. Því var mælirinn tekinn upp og sett á hann fjaðrandi búr sem hélt neðri enda hans aðeins frá holuveggnum. Þannig var mælirinn aftur sendur niður og mældur þrýstingsstigull. Mælirinn settist aftur á hengistykkið, en nú tókst að jugga honum niður. Þegar komið var niður í leiðarann breyttist þrýstingsstigullinn frá því að vera venjulegur stigull í vatnssúlu yfir í stigul sem benti til mjög loft- eða gasríkrar súlu. Tæpum 300 m neðar eða á um 1050 m dýpi breyttist stigullinn aftur í að samræmast stigli í vatnssúlu. Þessir þrýstingsstiglar eru sýndir á mynd 15 ásamt þrýstingsstiglum sem mældir voru upp holuna við lok þrepaprófunarinnar. Á mynd 15 sést að loft- eða gas-ríki hluti vökvasúlunnar lyftir henni og veldur fölsku vatnsborði ofarlega í holunni. Ekki er vitað hvað veldur því að svona loft- eða gas-rík súla nær að myndast ofarlega í leiðaranum og haldast þar nokkuð stöðug, en þetta fyrirbrigði hefur sést í fleiri nýlegum skáboruðum holum (NJ-21, HE-3). Við lok þrepaprófunarinnar þegar loftið eða gasið hafði rutt sér úr holunni var vatnsborðið á um 312 m dýpi við 45 l/s ádælingu.

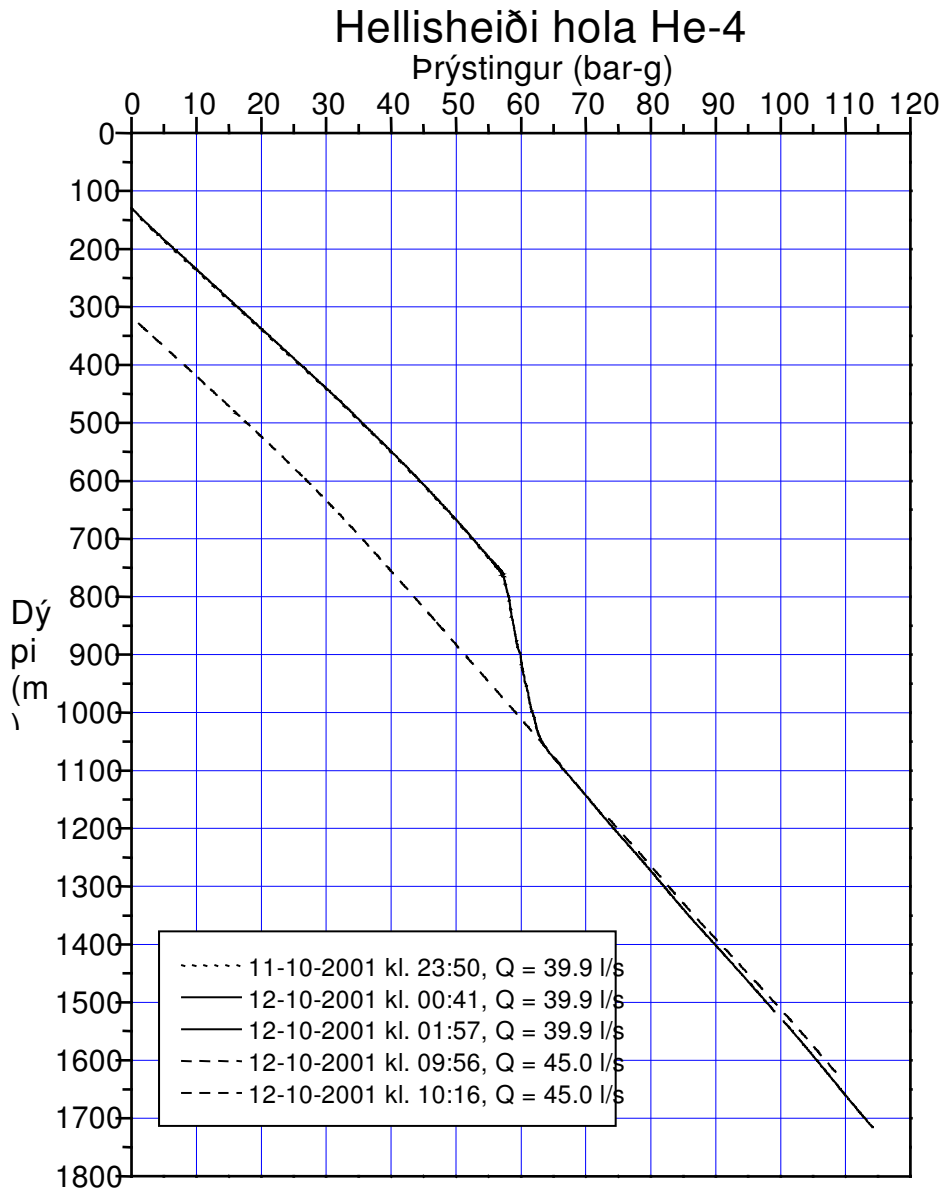
Sambyggður hita- og þrýstimælir var á 1710 m dýpi rétt upp úr kl. 2 aðfaranótt 12. október, en það skyldi vera viðmiðunardýpi fyrir þrepaprófunina. Vitað var um vatnsæðar á um 870 m og á bilinu 1100-1175 m sem gáfu inn í holuna jafnvel við mikla ádælingu (myndir 6 og 7). Fyrst var mælirinn látinn jafna sig aðeins, en síðan var ádæling minnkuð úr 39,9 l/s í 20,7 l/s fyrir fyrsta þrepið. Þannig var ádælingunni haldið í um það bil tvær klukkustundir, en þá var hún aukin í 30,6 l/s fyrir annað þrep. Í lokaþrepinu var ádæling aukin í 45,0 l/s, eða nálægt því magni sem kom að bornum. Gangur þrepaprófunarinnar er sýndur á mynd 16. Á myndinni sést að eftir að um einn og hálfur tími er liðinn af þriðja þrepinu fer þrýstingur að falla mjög ört og fer síðan að jafna sig aftur nokkru síðar. Þarna er loft eða gas hlutinn í vatnssúlunni að ryðjast úr henni. Þegar loftpúðinn fer af stað virðist vatnssúlan nær rofna og þrýstingur fellur um nær 30 bar. Stangarlokar voru lokaðir og mælikapall í tappa svo ekki varð gos úr holunni þegar þetta gerðist.

Mynd 17 sýnir þrýstingsbreytingarnar í hverju dæluprepi eftir að búið er að eininga þær á móti dælumagninu. Þar sést að breytingarnar í hverju þrepi eru álíkar og jafn stórar ef undan eru skildar truflanir af millistreymi og hitaáhrifum sem sjást í lok þrepanna. Þrýstingsbreytingin er um 0.09 bar per l/s sem gefur ádælingarstuðullinn 11 l/s per bar. Í reynd er ádælingarstuðullinn eitthvað hærri því hér er aðeins reiknað fyrir ádælingu með bornum en auk þess bætist við magnið frá þeim æðum sem gefa inn í holuna.

Á mynd 18 eru dæluprepin sýnd betur ásamt lauslegri nálgun við þau með fræðilegu líkani sem gerir ráð fyrir gropnu bergi með sprungum. Þrýstingsgögnin voru ekki löguð fyrir líkanreikninginn þannig að truflanirnar í lok þrepanna hafa smá áhrif á niðurstöðurnar. Þannig er vatnsleiðnin næst lagi fyrir þrep 1, en aðeins ofmetin í

þrepum 2 og 3, þar sem líkanið sveigir ferilinn of mikið af til að elta truflanirnar í lok þrepanna. Líkannálgunin er frekar ónæg fyrir vatnsrýmdina og tregðustuðullinn verður aðeins háður vatnsleiðninni. Líklegt gildi fyrir vatnsleiðnina (T) er því um  $6 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa s}$ , fyrir vatnsrýmdina (S) um  $3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}$  og fyrir tregðustuðulinn (s) um  $-2$ .

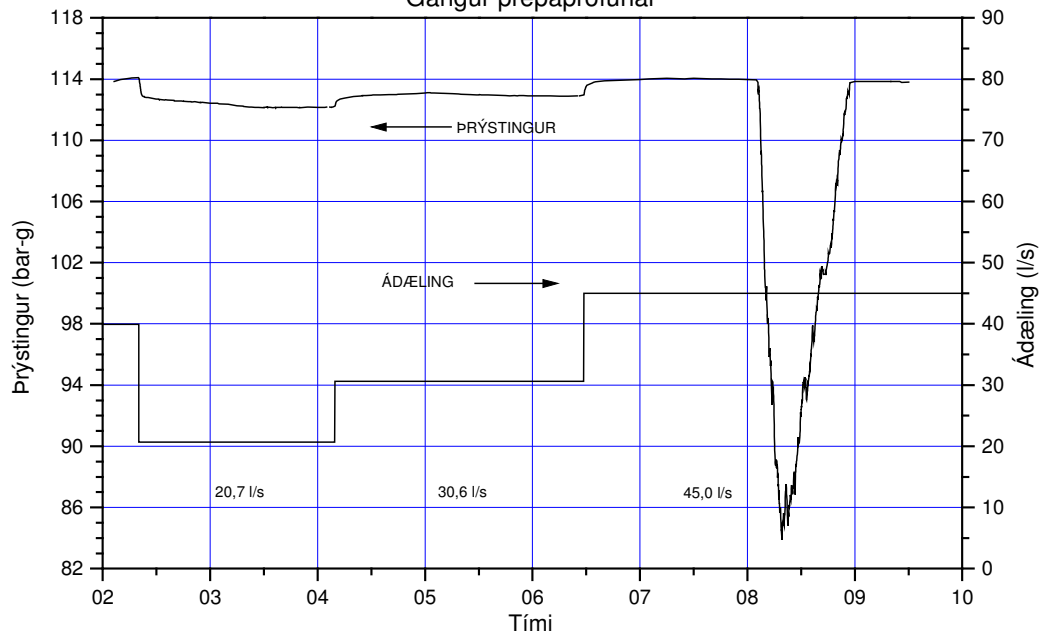
Vatnsleiðnin kallast góð og tengsl holunnar út í jarðhitakerfið greið (lágt s) sem endurspeglast í háum ádælingarstuðli. Með svipaða ádælingareiginleika má nefna holu NJ-22 á Nesjavöllum. Afköst holu HE-4 ættu því að vera góð að því gefnu að hitinn í jarðhitakerfinu sé yfir  $250^\circ\text{C}$ .



**Mynd 15.** Þrýstingsstiglar mældir í holu HE-4 fyrir og eftir þrepaprófun. Heilu ferlarnir eru fyrir þrepaprófun og sýna loft- eða gas-ríka súlu efst í leiðaranum, en brotnu ferlarnir eru eftir hana.

Hellisheiði hola He-4

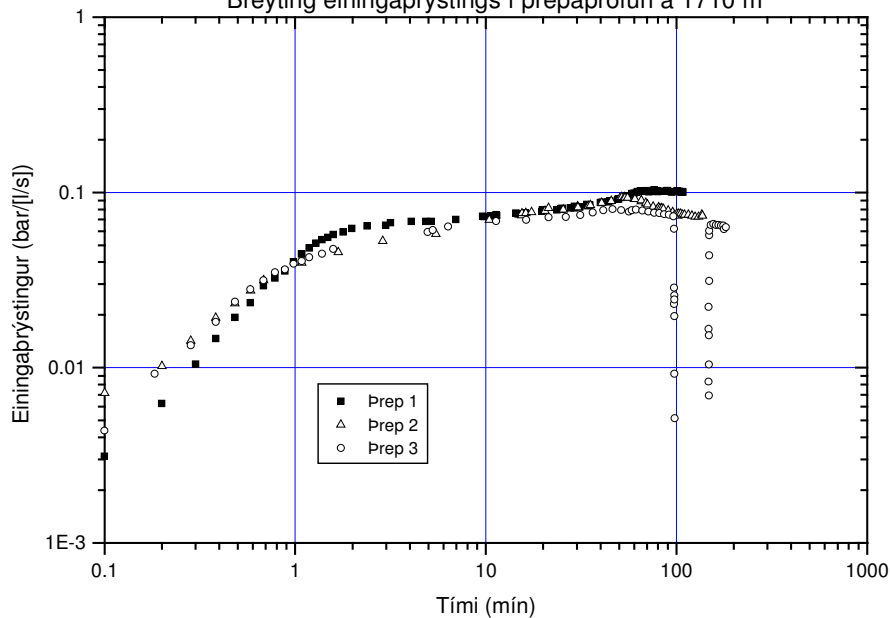
Gangur þrepaprófunar



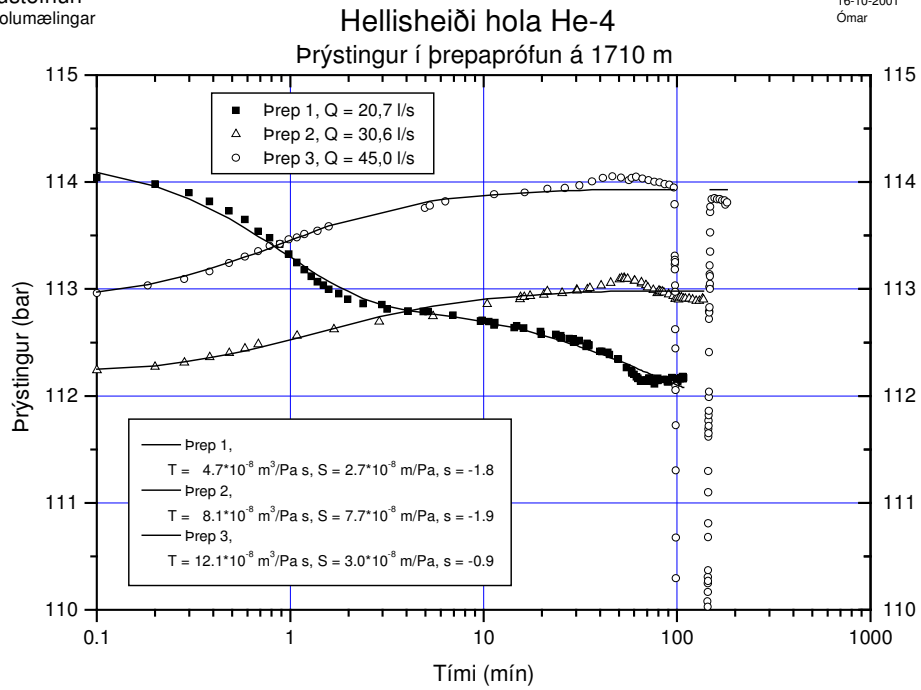
**Mynd 16.** Gangur þrepaprófunar þann 12. október 2001, en mælir var á 1710 m dýpi. Þegar þrýstingur fellur hvað mest er loftið eða gasið að ryðjast upp holuna og lyftir hluta vatnssúlunnar með sér.

Hellisheiði hola He-4

Breyting einingaprýstings í þrepaprófun á 1710 m



**Mynd 17.** Breyting einingaprýstings fyrir hvert þrep í þrepaprófuninni.



**Mynd 18.** Dæluprepin nálgud með fræðilegu líkani fyrir gropið og sprungið berg. Ekki er tekið tillit til truflana í lok þrepanna.

## 6. HEIMILDIR

*Ásgrímur Guðmundsson, Bjarni Gautason, Bjarni Richter, Guðlaugur Hermannsson, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson, Peter E. Danielsen og Sigvaldi Thordarson 2001: Hellisheiði, Borun fyrir 9<sup>5</sup>/8" vinnslufóðringu frá 305 m í 789 m dýpi. Orkustofnun, OS-2001/065, 25 s.*

*Benedikt Steingrímsson, Hjalti Franzson, Ingvar Þór Magnússon, Knútur Árnason, Kristján Sæmundsson, Sigvaldi Thordarson og Sverrir Þórhallsson 2001. Holur HE-3 og HE-4 á Hellisheiði. Forsendur fyrir staðsetningu og hönnun holnanna. Orkustofnun, Greinargerð OS-ROS-01/01, 17 s.*

*Sigurður Sveinn Jónsson, Benedikt Steingrímsson, Bjarni Guðmundsson, Bjarni Richter, Guðlaugur Hermannsson, Peter Danielsen og Sigvaldi Thordarson (2001) Hellisheiði, hola HE-4. 1. áfangi : Borun fyrir 13<sup>3</sup>/8" öryggisfóðringu í 305 m dýpi. Orkustofnun, OS-2001/058, 25 s.*



## **7. VIÐAUKAR**

**Viðauki 1: Dagskýrslur úr þriðja áfanga borunar holu HE-4.**

**BORVAKT Á HELLISHEIÐI**  
**HE-4 DAGSSKÝRSLA #28**

<b>Verkaupi:</b> Orkuveita Revkiavíkur.	<b>Verktaki:</b> Jarðboranir hf.
<b>Hola:</b> HE-4	<b>Bortekti:</b> Jötunn.
<b>Staðarnúmer:</b> 95104	<b>Jarðfr./mælingum.:</b> AsG/Omar/SSJo

<b>Holuvídd:</b> 8 1/2"	<b>3. Áfangi</b>
<b>Síðasta fæðring:</b> 786,5 m m.v. Jötunn	
<b>Skolvolkvi:</b>	

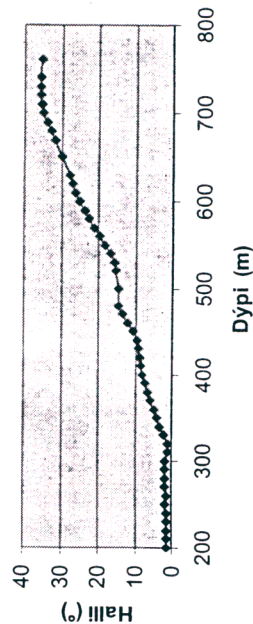
**37. verkdagur**

<b>Dýpi kl. 24:</b> 789 m	<b>Borun síðasta sólarhring:</b> 0 m
<b>Dýpi kl. 08:</b> 789 m	<b>Bortími:</b> 0 klst.
<b>Skoltap:</b> 0 l/s	<b>Meðalborhraði:</b> 0 m/klst.

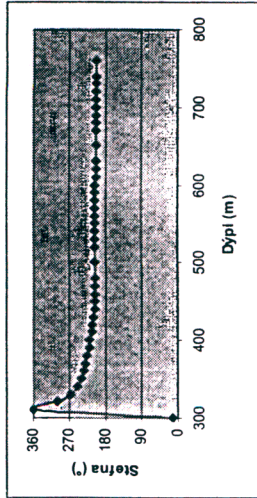
**Gangur borverksins**

Um klukkan 22:00 að kvöldi þriðjudags var gýromælingu lokið og var þá byrjað að setja saman borstreng og setja niður. Settur var niður mótör með 8 1/2" kronu. Þegar neðsti hluti strengs hafði verið settur saman voru settir niður standar, jar bætt í og kollar voru niðri um klukkan 02:30. Þá voru settir niður standar af stöngum. Síðan var Kelly sett á og stangir tindar niður og dælt á milli.

Niðurstöður gýromælinga er á þálund að halli holunnar byggist jafnt og þétt upp og stefnan er einnig nokkuð stöðug. Holan tekur smávægilegar stefnubreytingar í efstu 100 metrunum, eða frá skó öryggisfóðringar og niður í um 400 metra. Efstu 300 metramir eru lóðréttir en á 300 metra dýpi mælist stefnan 12°. Síðan breytist hún hægt og rólega austur fyrir norður og í 350 m er hún orðin 240°. Síðan í 400 m er stefnan 217° og á næstu 50 metrum breytist stefnan í um 205°. Á 600 metra dýpi mælist stefna 203° og breytist nánast ekkert í botn. Holubotn er nú kominn 137 m frá holutoppi í stefnu nálægt 202°.



**Mynd 1. Uppbygging halla HE-4 innan vinnslufóðringar.**



**Mynd 2. Stefna holu HE-4 innan vinnslufóðringar.**

Það stýttist óðum að byrjað verði að bora vinnsluhlutann krónan á eftir innan við 100 m í botni kl. 9 í morgun.

Borvakt.

**BORVAKT Á HELLSHEIDI**  
**HE-4 DAGSSKÝRSLA #29**

*Verkkaupi:* Orkuveita Revkiavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Bortæki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 93104 *Jarðfr./mælingam.:* ÁsG/Omar/SSJo

*Holuvídd:* 8 1/2"  
*Síðasta fjoðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skotvökví:* Vatn

**3. Áfangi**

**38. verkdagur**

**Dýpi kl. 24:** 912 m  
**Dýpi kl. 08:** 984 m  
**Skoltap:** 2 l/s

**Borun síðasta sólarhring:** 123 m  
**Bortími:** 6 klst.  
**Meðalborhraði:** 20,5 m/klst.

**Gangur borverksins**

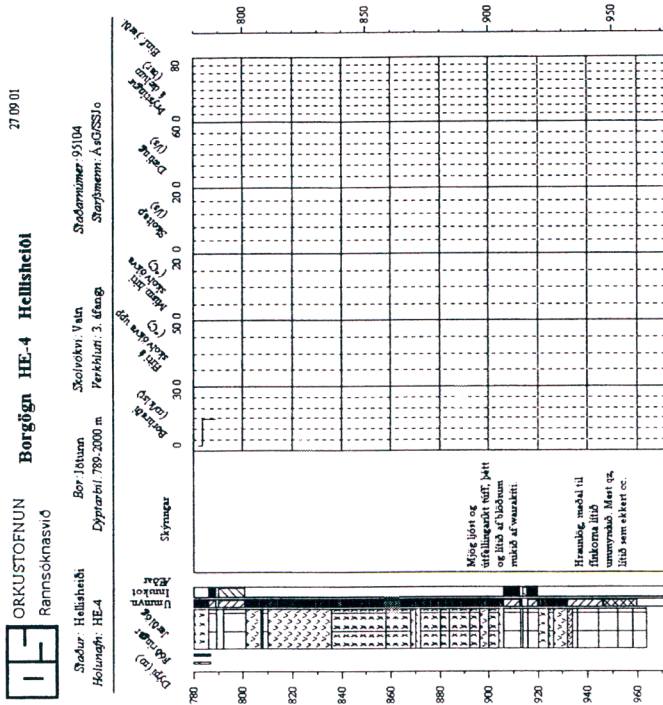
Um klukkan 21:30 að kvöldi miðvikudagsins var holan gyromæld og tók það um eina klukkustund. Bördýpi var um 884 metrar. Kelly var tekið úr og mælir settist í UBHO-sub á 862 metra dýpi Halli holunnar reyndist vera um 35,8° og stefnan var 202,7°. Mælt var í gegnum "poor-boy" stút og var dælt á holuna meðan á mælingu stóð. Borun var síðan haldið áfram. Miðað við hverja 100 m sem holan dýpkar við þessar aðstæður þá fer hún 57 m út í núverandi stefnu. Samkvæmt því er holan kominn 265 m frá hlotutoppi. í stefnu ca. 203°.

Dæling hefur verið um 40 l/s og þrýstingur rúmlega 800 psi. Fram til þessa hefur strengnum verið snúid niður. Mismunahiti er 6,6°, en viss vandamáli eru við að ná gögnum úr gagnaskráningatæki borsins.

**Jarðlög og ummyndun**

Bólstraberg og möbergstreksir er ráðandi niður undir 900 metra en þá fara að koma inn innskot. Tvö eða þrjú ferskleg basaltinnskot skjótast þar inn í stafliann og valda oxun og talverðri ummyndun í grannberginu. Fra sko (um 785 m) og niður undir 875 metra eru steindirnar kvars, kalsít, pýrít og wairakit algengastar og benda til hita í grennd við 200°C. Þar meðan við vex hitastig sem sést í ummynduninni og þegar epidót, prehnit og wolla-stónit fara að sjást í kringum 890 metra, rétt ofan við innskotin eru það óræk merki að hiti hafi náð allt að 270°C. Innkot skera síðan stafliann á um 20 metra kafli frá um 900 metrum og er bergið í þeim fín-til meðalkorna þétt basalt með pýroxendíllum. Meðan við innskotin taka við hraunlög og eru oxuð kargalög á milli hraunlaga. Það sem vekur mest áhyggju er að ummyndunarhitastig dætur alimikrið niður og virðist laumontit vera algengasta ummyndunarsteindin ásamt kalsíti og pýríti. Það bendir til hitastigs sem vart hefur náð 200°C. Þegar komið er niður í um 940 metra virðist laumontitíð hverfa og lítið er af holu- og sprungufyllingum. Algengastar eru kvars (bergkríсталl og kalsedón) auk þess sem vottur er af pýríti. Hraunlög eru öll keimítik, fremur þétt og tiltölulega lítið ummynduð

en þegar kemur niður úr þeim virðist ummyndun aukast á nýjan leik. Á 970 m sést steindin prehnit og því merki á ný um vaxandi hita.



Borvakt.

28.09.2001

**BORVAKT Á HELLISHEIÐI**  
**HE-4 DAGSKÝRSLA #30**

*Verkkaupi:* Orkuveita Reykjavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Bortæki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jaröfr./mælingam.:* ÁsG-SSJo/Ómar

*Holuvidd:* 8 1/2"  
*Síðasta fýðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skolvökv:* Vatn

**3. Afangir**

**39. verkdagur**

**Dýpi kl. 24:** 1119 m  
**Dýpi kl. 08:** 1196 m  
**Skoltap:** ~40 l/s

**Borun síðasta sólarhring:** 207 m  
**Bortími:** 9,5 klst.  
**Meðalborhraði:** 21,8 m/klst.

**Gangur borverksins**

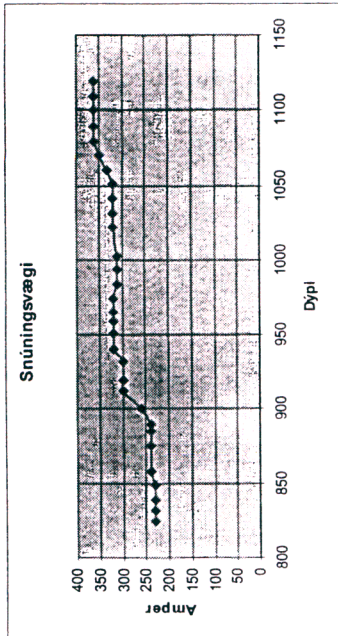
Borun hefur gengið með svipuðum hætti og áður. Álag hefur verið 20 þúsund pund og streng hefur verið smíð og tæpir 40 l/s notaðir við 800-900 punda þrýsting. Snúningsvægi hefur aukist um 130 amper frá því borun vinnsluhluta hófst.

Stoppað var um hádegisbilið í gær þegar dýpið var 1014 m. Gýrmæli var þá rennt niður og mælt á 964 m dýpi. Hallin reyndist vera 35,61° og stefnan 201,6° og heldur holan vel stefnu og halla samkvæmt því. Borun var haldið áfram með eðlilegum hætti allan fimmtu-daginn og var boruð ein stöng á klukkutíma eins og fyrr.

Þegar kelly var næstum niðri í 1148 metrum var skorin nokkuð stór æð, um klukkan 4 aðfaranótt föstudagsins 28. sept., og mældist tapið um 37 l/s. Holan var skoluð og síðan bætt í og boruð ein stöng og kom nánast ekkert upp. Holan var skoluð á eftir eins og venjulega og annarri stöng bætt í um klukkan 5:30. Dæling var sett á (um 40 l/s) og liðu um tveir mínútur þar til það fór að koma upp skol og var dýpi þá um 1170 m. Til að fá hugmynd um tapið var dæling minnkuð og var það ætlað á dælum um 20 l/s. Gerð var skoltapsmæling í kjölfarið og var tapið í borun tæpir 13 l/s og hafði æðin þétt í borun og tapið minnkað talsvert. Engum prufum tókst að safna frá 1150 metrum þar sem tapið varð en þegar á leið og tapið minnkaði var unnt að safna finu svarfi í skóflu og fengust prufur frá 1184 metrum. Annars hefur skolon verið á þann veg að skol kemur upp meðan boruð er en hættir að koma upp þegar skoluð er.

**Jarðlög og ummyndun**

Komið var niður úr móberginu á 1060 m dýpi og bora í hraunlög niðrurindir 1100 m. Þar tekur við móbergstúff. Á 970 m sést steindin prehnit og því merki á ný um vaxandi hita. Epidót sést síðan á ný í 1040 m og er með prehniti án þess að verða neitt afgerandi. Vottur af wollastoníti er meðan 1100 m dýpis og verulega dregur úr kalsíti nálægt 1100 m dýpis. Þetta gefur til kynna að hitinn sé kominn yfir 250 °C.



Borvakt.



**BORVAKT Á HELLISHEIÐI**  
**HE-4 DAGSSKÝRSLA #31**

*Verkkaupi:* Orkuveita Revkiavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Bortekki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* GOF/HF/Ómar/PED

*Holuviðd:* 8 ½"  
*Síðasta fóðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skolvökv:* Vatn

3. Afangir

40. verkdagur

Dýpi kl. 24: 1302 m  
Dýpi kl. 08: 1349 m  
Skoltap: > 40 l/s

Borun síðasta sólarhring: 183 m  
Bortími: 8 klst.  
Meðalborhraði: 22,8 m/klst.

Gangur borverksins

Halla og stefnumælt var um hádegisbilið í gær, halli 35-36° á 1100 og 1200 m dýpi, og stefna 198° og 195°. Ljóst var að 2000 m djúp hola myndi ekki enda á fyrirhugðum stað og því var ákveðið að reyna að beina henni í rétta átt með því að breyta boraðferð. Fimm stangir voru boraðar niður án þess að borstrengnum væri snúð samtímis borun með holumótör, og síðan næstu fimm með snúningi samtímis borun.

Um 100 psi þrýstlækkun varð á 1269-1270 m dýpi, og getur það bent til að æð hafi verið skorin á því dýpi. Við þá þrýstlækkun hætti skol að koma upp. Þrýstingur hefur enn lækkað um meira en 50 psi, svo lekt er sífellt að aukast.

Halla og stefnumælt var í nótt á þeim klassisika tíma 3-5. Halli hefur aukizt í 39,7° og stefnan var 196,4°. Verður leikurinn endurtekinn, reynt að sveigja ("slæða"-slaka) með borun fimm stanga án snúnings og bora aðrar fimm stangir með snúningi og taka aðra mælingu í kjölfar þess. Er þess vænt að með því náist að sveigja holuna meira til vesturs.

Jarðlög og ummyndun

Borsvarfi er safnað á skóflu í svarfkassa milli stanga, eins og getið var í gær, og gefur svarfið hugmynd um bergerðir þó svarfkornin sem upp úr holunni komast sé úr örmsáum borsalla, hálfgerðu hveiti. Grófa svarfið skolest allt út í æðina. Aðeins vætlaði upp úr holunni meðan borað var niður í 1270 m dýpi, en eftir það kom ekkert upp vegna aukins skoltaps.

Hraunlög eru ríkjandi frá 1200 til 1230 m. Móberg frá 1230 í um 1270 m. Epidót sést í öllum sýnum og í ljós hefur komið að kalsít er horfið, allt frá a.m.k. 1150 m dýpi, en það gæti þýtt að hiti sé að aukast.

*Borvakt.*

**BORVAKT Á HELLISHEIÐI**  
**HE-4 DAGSSKÝRSLA #31**

*Verkkaupi:* Orkuveita Revkiavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Bortekki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* GÓF/PED

*Holuviðd:* 8 ½"  
*Síðasta fóðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skolvökv:* Vatn

3. Afangir

41. verkdagur

Dýpi kl. 24: 1418 m  
Dýpi kl. 08: 1418 m  
Skoltap: > 50 l/s

Borun síðasta sólarhring: 116 m  
Bortími: 7 klst.  
Meðalborhraði: 16,7 m/klst.

Gangur borverksins

Í gær var aftur reynt að beina holunni í rétta stefnu með því að bora 5 borstangir niður án þess að snúa borstóngum og síðan 3 í viðbót með snúningi og dýpi þá orðið 1418 m. Þá stóð til að halla- og stefnumæla á ný, en þá reyndist borstrengur hálfstaur þannig að í tók er kelly var tekið upp úr snúningsborði. Reynt var að losa úr festunni með ýmsum hætti en það gekk hægt og þurfti að tosa hann upp meter fyrir meter í gærkvöld. Strengur var endanlega laus upp úr miðnætti í nótt, og síðan tók það nóttina að taka krönu upp í fóðringu. Alltaf tók lítilliga í strenginn í uppektinni þar til hann var allur kominn upp í fóðringu. Einihverju grjótruði eða svarfi er væntalega um að kenna.

Nú í morgun er svo byrjað að rýma holuna frá fóðringarenda (786 m) og niður á botn (1418 m), rúma 600 m. Áætlað er að það muni taka daginn í dag og fram til miðnættis eða svo. Akkvörðun um framhaldið verður tekin þá.

Sagan í gær er í stuttu máli svo að skolvatnsþrýstingur tók síga litið eitt í skolon milli stanga um hádegisbilið í gær er dýpi var orðið 1380 m. Það gaf til kynna skoltapsaukningu, en ekki er ljóst hvort skorin var ný æð eða hvort þær efri tóku við meira vatni. Dæling var aukin úr 44 l/s í 48 l/s en sama hegðun sást í skolvatnsþrýstingi og skoltap því trúlega komið í 50-60 l/s eða meira.

Á síðustu tveim stöngnum varð vart við að snúningsvægið jókst í borun úr þetta 420 upp í 440 að meðaltali. Mynd í gefur yfirlit þar um.

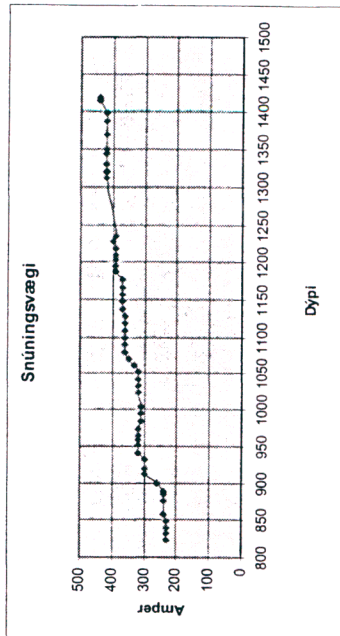
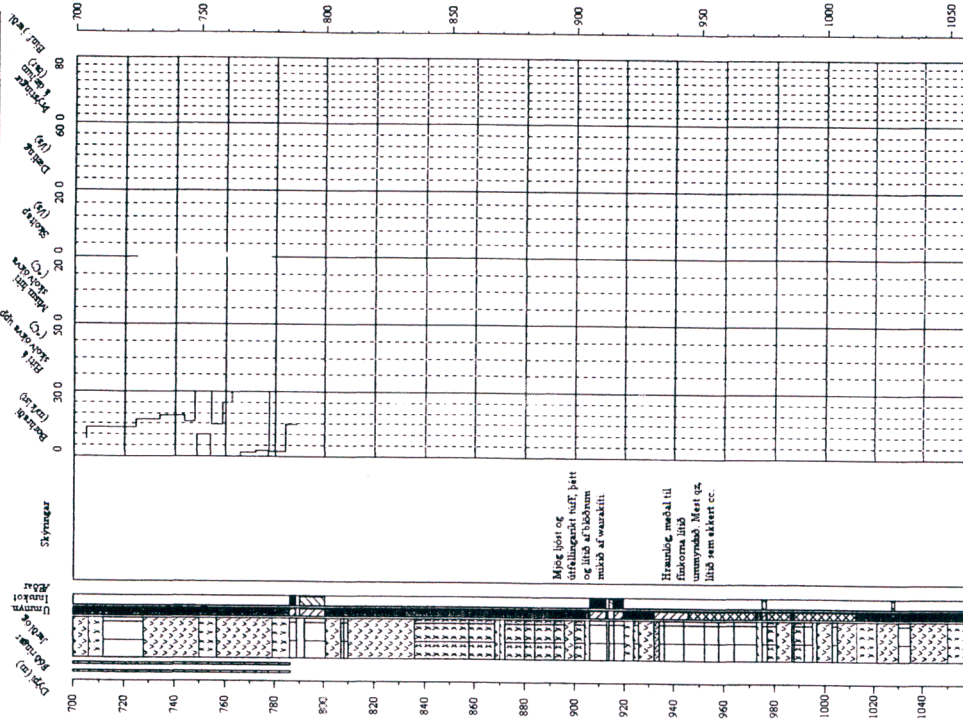


# Borgúgn HE-4 Hellshelíóli

30.09.01

Rannsóknasvið

Staður: Hellshelíóli  
Hollunngögn: HE-4  
Bor: Jótunn  
Dýptarbil: 789,2000 m  
Skolokki: Van  
Kerklúan: 3 efstug  
Stöðnúmer: 95104  
Starfsmen: OÖF



Mynd 1. Snúningssvægi í borun.

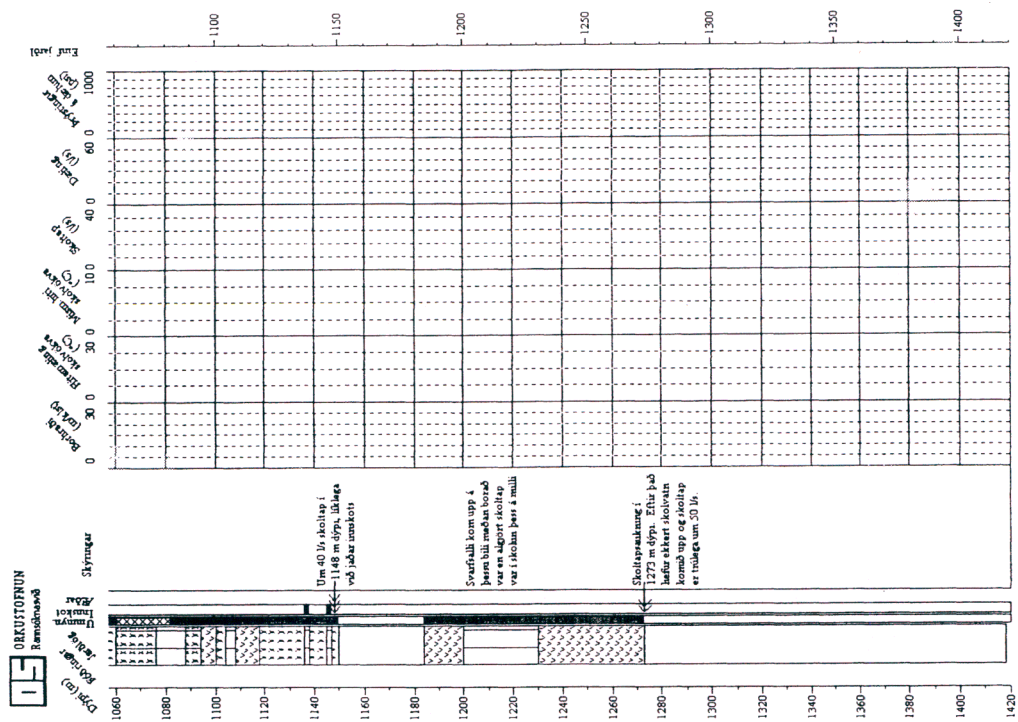
## Jarðlög og ummyndun

Nú kemur ekkert svarf upp lengur svo upplýsingar um jarðlög og ummyndun eru af skorum skammti. Mynd 2 sýnir jarðlagaskipan frá föðringarenda niður í 1273 m. Þar má sjá að skoltapið í 1148 m kann að tengjast innskoti, en fjallað hefur verið um jarðlögin ofar í holunni í fyrri dagskýrslum.

Fíjött á litð er þó auðsætt að móberg er ríkjandi berggerð neðan föðringar, með nokkrum hraunlagasýrnum inn á milli. Bólstraberg er áberandi í möberginu ofan 900 m dýpis, en tuff er meira áberandi í möberginu neðar í holunni.

Mat á jarðlagagerð neðan 1273 m dýpis verður væntanlega byggt á jarðlagamælingum þegar þar að kemur.

Mynd 2. Jarðlög í HE-4 neðan vinnsluföðringar



Mynd 2 - framhald. Jarðlög í HE-4 neðan vinnstufóðringar



**BORVAKT Á HELLISHEIÐI**  
**HE-4 DAGSSKÝRSLA #34**

*Verkkaupi:* Orkuveita Revkiavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Bortæki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* SSSJo

*Holuvídd:* 8 ½"  
*Síðasta fjoðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skolvökví:* Vatn/polymer

3. Áfangi

43. verkdagur

Dýpi kl. 24: 1432 m  
Dýpi kl. 08: 1515 m  
Skoltap: > 35 l/s (total)

Borun síðasta sólarhring: 35 m  
Bortími: 3 klst.  
Meðalborhraði: 15 m/klst.

**Gangur borverksins**

Verið er að beta í stöng og halda áfram að bora, núna rétt fyrir klukkan 09:00 og dýpi er 1515 metrar.

Í gær dag var fundað um framhald aðgerða og var að fundi loknum samin áætlun um áframhaldið. Í fyrsta lagi var ákveðið að halda borun áfram frá 1438 metrum með motor í algjöru skoltapi og að bora holuna með sama hætti og gert hefur verið þ.e. með því að rýma eftir hverja stöng, skola minnst í 30 mínútur og bora eina stöng á klukkustund. Áður en byrjað verður að bora verður send niður um 2000 lítra pilla af polymer til að hreinsa botnfall í holunni, en eftir síðustu rýmingu, frá um 1370 metrum og niður í botn, reyndist botnfall vera 11 metrar. Þá var tekið upp um 50 metra, skolað í eina klukkustund og sett niður með 5 l/s dælingu, og botnfall aftur mælt eftir 40 mínútur og þá reyndist það 3,5 metrar. Holan var skoluð frá um klukkan 16 meðan fundað var og fram til klukkan 21 þegar fyrsta polymer-pillan var sett niður. Uppúr klukkan 21 var síðan byrjað að bora með motor og 35 l/s dælingu. Polymer-pilla var sett niður eftir hverjar tvær stangir, samkvæmt aðgerðaráætlum. Eftir að fimm stangir höfðu verið boraðar (dýpi 1486 m) voru teknar upp 10 stangir eða upp undir 1380 metra með kelly og síðan sett aftur niður á botn með kelly og 5 l/s dælingu. Botnfall var mælt og reyndist vera 5 metrar. Var þá sett niður ein polymer-pilla til viðbótar (um 2000 lítrar) og botnfall hreinsað. Var mælt aftur eftir um 30 mínútur og var þá holan hrein. Frá um klukkan 6 í morgun var síðan haldið áfram að bora og eins og sagði var dýpi klukkan 8 var dýpi orðið 1515 metrar.

Í boruninni er sérstaklega fylgst með togi og snúningsvægi (torque) og dæluþrýstingi. Ekki hefur orðið vart við aukastof þegar strengur er dreginn upp og snúningsvægi er um 450 A en fer stöku sinnum upp undir 500 A. Þrýstingur á stand-pipe er í sögulega lágmarki og fer rétt upp undir 30 bar í borun með 35 l/s dælingu en fer niður fyrir 10 bar þegar önnur dælan er á fullum afköstum (um 25 l/s). Rétt eftir klukkan 8 í morgun, eða um 10 mínútum eftir að borun síðustu stangar lauk og meðan verið var að skola datt þrýstingur skýndilega niður í skamma stund en hækkaði aftur. Gögnin um þetta eru vel geymd í skráningakerfinu. – **Borvakt**

**BORVAKT Á HELLISHEIÐI**  
**HE-4 DAGSSKÝRSLA #33**

*Verkkaupi:* Orkuveita Revkiavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Bortæki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* GÓF/PED

*Holuvídd:* 8 ½"  
*Síðasta fjoðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skolvökví:* Vatn

3. Áfangi

42. verkdagur

Dýpi kl. 24: 1418 m  
Dýpi kl. 08: 1438 m  
Skoltap: > 50 l/s

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

**Gangur borverksins**

Rýmingu lauk um miðnætti í nótt. Þá kom í ljós að sviptuð "festa" var í holunni sem fyrir á neðstu stöng, þrátt fyrir rýmingu. Brugðið var á skýndifundi til að meta stöðuna. Í framhaldi af því var ákveðið að taka upp tvær stangir og halla og stefnumæla sem því nam ofar í holunni.

Mælingamaður kom á staðinn kl. 3. Halli mældist tepar 36° og stefna 195,5° svo lítil breyting var orðin á frá mælingunni á undan, nema hvað halli var 3-4° minni. Yfirir yfir halla og stefnumælingar er sýnt í töflu 1.

**Tafla 1. Halla- og stefnumælingar.**

Dags	Tími	Mældýpi (m)	Halli (°)	Stefna (°)	Bordýpi (m)
26. sep. 2001	21:00-22:00	862	35.8	202.7	884
27. sep. 2001	12:00-13:00	964	35.6	201.6	1013
28. sep. 2001	14:20-15:20	1200	35.7	195.4	1235
29. sep. 2001	05:15-06:15	1296	39.7	196.4	1331
01. okt. 2001	03:30-04:35	1373	35.95	195.5	1419

Holan var rýmd enn betur á neðstu tveim stöngum (10 ferðir) skv. plani, og síðan voru tvær stangir boraðar niður í viðbót, með tilheyrandi rýmingu. Þegar rýmingu lýkur verða 5 stangir teknar upp og staðan metin á ný. Eftir rýminguna í nótt var engrar "festu" vart í 1418 m, svo staðan er vænlegri. Rýming frá 1428-1438 m stendur nú yfir.

borvakt



**BORVAKT Á HELLISHEIÐI**

**HE-4 DAGSSKÝRSLA #35**

Verkkaupi: Orkuveita Reykjavíkur. Verktaki: Jarðboranir hf.  
Hóla: HE-4 Bortekki: Jötunn  
Staðarnúmer: 95104 Jarðfr./mælingam.: SSJo

Holavidd: 8 1/2"  
Stösta fóðring: 786,5 m m.v. Jötunn  
Skolvolkvi: Vatn/polymer

3. Afangir

**44. verktdagar**

Dýpi kl. 24: 1604 m  
Dýpi kl. 08: 1641 m  
Skoltap: > 35 l/s (total)

Borun síðasta sólarhring: 137 m  
Bortími: 8 klst.  
Meðalborhraði: 17,1 m/klst.

**Gangur borverksins**

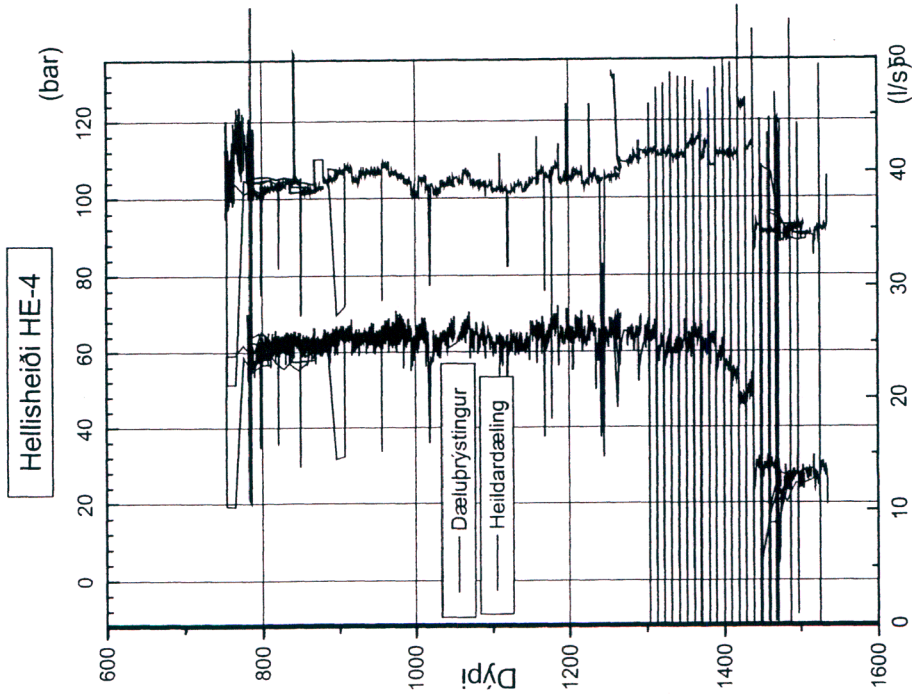
Afram hefur verið haldið að bora og hefur borun gengið vel þrátt fyrir aðstæður. Skoltap er enn algjört og er áfram dælt um 35 l/s í borun. Sami háttur er hafður á boruninni en því hefur verið lýst í fyrri skýrslu. Frá því í gærmorgun hefur lítið gerst annað en að holan hefur dýpkað og polymer-pillu dælt niður eftir aðra hverja stöng. Teknar voru upp 10 stangir með kelly rétt eftir miðnætti aðfaranótt þriðjuddagsins 2. október og dælt með 5 l/s í um 30 mínútur og var botnfáll um 3,5 metrar og var það hreinsað úr með polymer og mældist ekkert botnfáll eftir þá aðgerð. Um miðjan dag í gær þriðjudag voru teknar upp 5 stangir, skolað með 5 l/s dælingu í 30 mínútur og var botnfáll í holunni þá 2,2 metrar. Haldið var áfram að bora á botni og polymer-pilla sett niður skv. áætlun. Á miðnætti í gærkvöldi var dýpi 1604 metrar og var ein pilla sett niður á 1602 metra dýpi. Eftir miðnætti í gær – aðfaranótt miðvikudags – þegar dýpi var 1621 metri var polymer-pilla dælt niður, um 2000 lítrum eins og venjulega, og voru síðan teknar upp 5 stangir með kelly og dælt með 5 l/s í 30 mínútur. Borun hófst aftur upp út klukkan 5 í nótt og var annari pillu dælt rétt um vaktaskipti í morgun. Dýpi klukkan átta var eins og segir að framan um 1641 metri.

Bergjö er að sögn borara harðara og gengur borun örliðrið hægar fyrir vikið og álag á krónu er nokkuð meira af þeim sökum. Þrýstingur hefur verið um eða innan við 30 bar í borun og hefur hækkað smávegis, mest megnis vegna aukins krónuálags. Fylgst er náið með togi og snúningsvægi og hefur það nánast ekkert breyst. Snúningsvægi í borun fer ekki yfir 500A, er venjulega um 470-490A og tog strengs hefur ekkert vaxið nema fyrir þær stangir sem í hann hafá bæst.

Úrvinnsla stendur yfir á þeim gögnum sem safnað hefur í boruninni og nú er búið að koma gögnum á nothæft form frá 30 ágúst og fram til 1. október. Fyrir liggur að sjóða þessi skráningargögn niður og birta en skráningarkerfið skráir á 10 sek. fresti og verða skrárnar því gríðarlega stórar. Hér að meðan er birt til mynd sem sýnir samband dælingar og þrýsting frá fóðringenda niður í rúma 1500 metrum. Frá um 1300 metrum fer þrýstingur að breytast og má sjá að uruleg þrýstingslækkun verður frá um 1350-1360 metrum þrátt

fyrir jafna dælingu. Þegar dýpi er um 1440 metrar var borun stöðvuð meðan aðgerða-áætlunin var samín og eftir það er borað með um 35 l/s dælingu. Þá er þrýstingur rétt um 30 bar og hefur hann haldið lítt breyttur eftir það. Eins og sjá má á enn eftir að reyta mesta arfang úr þessum gögnum.

**- Borvakt**



**BORVAKT Á HELLSHEIÐI**  
**HE-4 DAGSSKÝRSLA #36**

*Verkkaupi:* Orkuveita Reykjavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Borteki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* SSJO

*Holuvidd:* 8 1/2"  
*Síðasta fýðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skolhvökv:* Vatn/polymer

3. Afangir

**45. verkdagur**

**Dýpi kl. 24:** 1727 m  
**Dýpi kl. 08:** 1776 m  
**Skoltap:** > 35 l/s (total)

**Borun síðasta sólarhring:** 123 m  
**Bortími:** 8,5 klst.  
**Meðalborhraði:** 14,5 m/klst.

**Gangur borverksins**

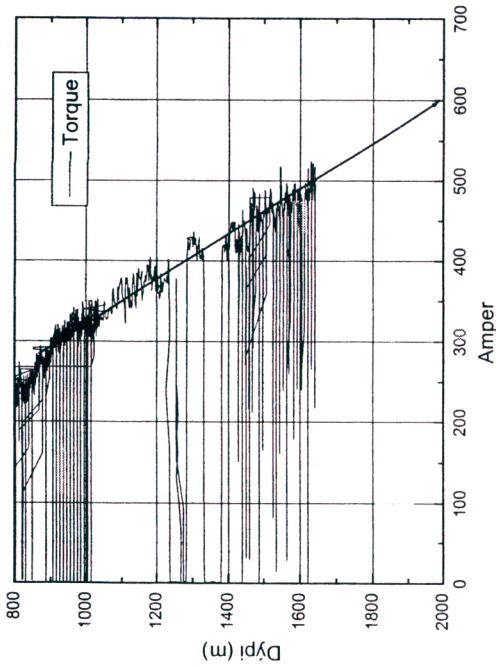
Miðvikudaginn 3. október var borað allan daginn og boruðust um 123 metrar þann sólarhring og hefur borun gengið vel þrátt fyrir ástæður. Þrýstingur hækkaði lítið sem ekkert þegar leið á daginn og eins og sést á myndinni sem fylgir þá hefur snúningsvægi aukist jafnt og þétt en engar snöggar breytingar verða. Skoltap er enn algjört og er áfram dælt um 35 l/s í borun. Eins og greint hefur verið frá þá hefur lítið gerst annað en að holan hefur dýpkað og polymer-pillu dælt niður eftir aðra hverja stöng. Frá því klukkan átta í gærmorgun (3. okt) og fram að vaktaskiptum voru boraðar sex stangir. Rétt um vaktaskipti að kvöldi 3. okt. var dýpi 1699 m og voru þá teknar úr fimm stangir, sett niður með 5 l/s dælingu og botnfall kannað. Reyndist það vera um 3 metrar efir 30 mínútur. Áfram var haldið að bora og aðfaranótt fimmtudagsins 4. október voru boraðir átta stangir og um klukkan 9 voru teknar upp fimm stangir með kelly og sett niður með 5 l/s dælingu. Botnfall í holunni var þá 3 metrar. Lítil fyrirstaða er í botnfallinu og skolast það undan krönnu með einungis 5 l/s dælingu.

Nokkuð var rétt um framhaldið og margar ástæður nefndar – ýmist fyrir því að halda áfram að bora eða hætta. Fundað var um málið meðal fulltrúa verkkaupa og verktaka. Helstu atriði sem bent er á í sambandi við framhaldið eru:

- Króna er búið að snúast rúmlega 650.000 snúninga.
- Snúningsvægi fer jafnt vaxandi og fer að nálgast mörk eða getu borsins.
- Mótör er einungis gerður fyrir 38 l/s hámarksdælingu.
- Botnfall er mælt reglulega og holan er hrein.
- Holan er frekar að opna sig en hitt og svarf fer væntanlega út í æðar.

Dælt var á holuna í nokkra stund eftir að botnfall hafði verið mælt og síðan var ákveðið að fara "wiper-trip" upp undir fýðringarenda. Síðan verður sett niður og holan rýmd niður á bott.

- **Borvakt**



**BORVAKT Á HELLSHEIÐI  
HE-4 DAGSSKÝRSLA #37**

*Verkkaupi:* Orkuveita Revkiavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Borttæki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* SSIJo/ÁsG

*Holuviðd:* 8 1/2"  
*Síðasta föðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skolvökvi:* Vatn/polymer

3. Áfangi

**46. verkdagur**

**Dýpi kl. 24:** 1776 m  
**Dýpi kl. 08:** 1776 m  
**Skoltap:** > 35 l/s (total)

**Borun síðasta sólarhring:** 49 m  
**Bortími:** 3 klst.  
**Meðalborhraði:** 16,3 m/klst.

**Gangur borverksins**

Að morgni fimmtudagsins 4. október var ákveðið að taka upp og fara "wiper-trip" upp undir föðringu. Voru brotnar út 102 stangir og byrjað að setja niður og rýma rétt fyrir klukkan 20 á fimmtudagskvöld.

Begar stöng var bætt í var dæling sett á og stönginni snúið niður og síðan annarri bætt í. Það er meira og minna það sem gerst hefur síðasta sólarhring og núna upp úr kl. 8 að morgni föstudags – í glæða sólskíni og fállegu og tæru hausveðri – eru eftir 12 stangir í botn og króna því á um 1650 metra dýpi. Ekki hefur orðið vart við neitt óvenjulegt í niðurstæmingunni.

- *Borvakt* -

**BORVAKT Á HELLSHEIÐI  
HE-4 DAGSSKÝRSLA #38**

*Verkkaupi:* Orkuveita Revkiavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Borttæki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* SSIJo/ÁsG

*Holuviðd:* 8 1/2"  
*Síðasta föðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skolvökvi:* Vatn/polymer

3. Áfangi

**47. verkdagur**

**Dýpi kl. 24:** 1840 m  
**Dýpi kl. 08:** 1884 m  
**Skoltap:** > 35 l/s (total)

**Borun síðasta sólarhring:** 64 m  
**Bortími:** 3,5 klst.  
**Meðalborhraði:** 18,3 m/klst.

**Gangur borverksins**

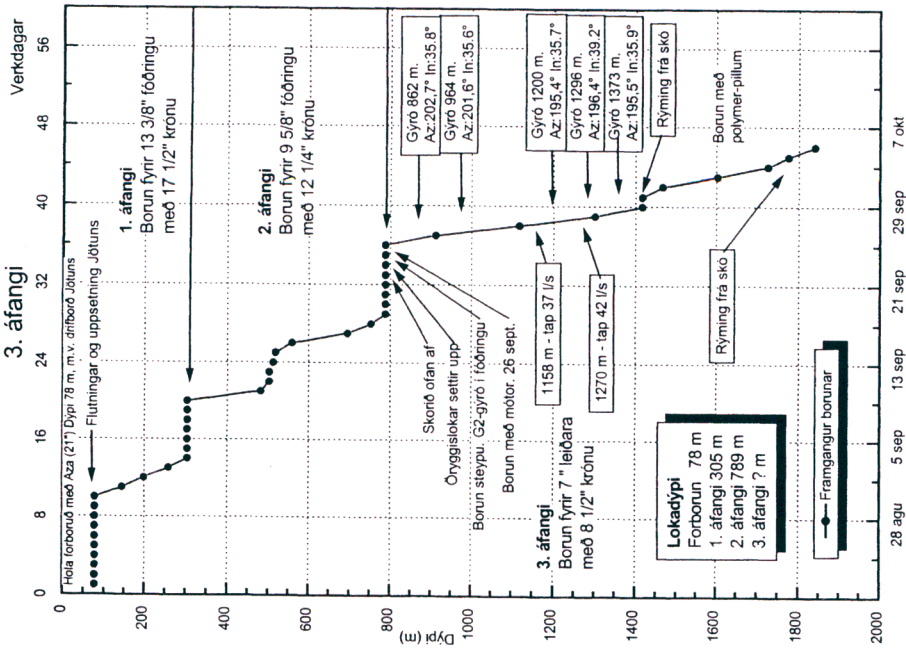
Eftir að hreinsiferð var lokið niður holuna um hádegisbilið í gær þá var 9,5 m botnfall. Polymer var notað til að skola því burt. Eftir skölun reyndist aðeins 1 m eftir í holunni. Borun var síðan haldið áfram á sambærilegan hátt og á undan, þ.e. að senda niður polymer pillur eftir aðra hverja stöng. Borað er með 25 þúsund punda álagi og um 35 l/s skölun, auk þess renna á holuna 5-10 l/s í gegnum kætingarstut.

Í nótt á 1864 m rúmunum þá kom fram þrýstifall, u.þ.b. 5 bar sem gaf til kynna að æð hefði verið skorin. Rétt þegar borað var þar í gegn þá jókst snúningsvægið en litlu neðar létti á aftur.

Reiknað er með miðað við núverandi stöðu að borun verði haldið áfram niður á 2000 m dýpi, sem vill segja að borun verði lokið að faramótt sunnudagsins 7. október. Meðfyllgjandi er yfirlit yfir gang borunar HE-4 fram á þennan dag.



### Hellisheiði HE-4



## BORVAKT Á HELLISHEIÐI HE-4 DAGSSKÝRSLA #39

**Verkkaupi:** Orkuveita Reykjavíkur. **Verktaki:** Jarðboranir hf.  
**Hola:** HE-4 **Borteki:** Jöttun  
**Staðnúmer:** 95104 **Jarðfr./mælingam.:** SSI/ó/ÁsG

**Holavidd:** 8 1/2"  
**Síðasta fjóðring:** 786,5 m m.v. Jöttun  
**Skolvékvi:** Vatn/polymer

**3. Áfangi**

### 48. verkdagur

**Dýpi kl. 24:** 1957 m  
**Dýpi kl. 08:** 2006 m  
**Skoltap:** > 35 l/s (total)

**Borun síðasta sólarhring:** 117 m  
**Bortími:** 11,5 klst.  
**Meðalborhraði:** 10,2 m/klst.

### Gangur borverksins

Borun lauk í morgun kl. 8:15 þegar dýpi var 2008 m. Eftirfarandi áætlun hefur verið gerð áður en borinn verður tekinn af hollunni:

- Skola holluna hreina.
- Taka upp í 1776 m og rýma síðan niður í botn.
- Taka streng úr hollu og setja borstangir með einstreymisloka niður að botni.
- Hitamæla, girómæla (G-2) og taka síðan ákvörðun um skulun.
- Upptekt á borstöngum og brotið út það sem ekki þarf vegna niðursetningar á leiðara.
- Mælingar (hiti, vidd, NN, náttúrulegr-gamma, viðnam)
- Leiðari settur niður.
- Prepadæling.
- Brotar út stangir og gengið frá hollu.

Ekki er gert ráð fyrir neinum örvunaraðgerðum í þessari áætlun, en ef eitthvað gefur til kynna að það verði nauðsynlegt þá verður það skoðað sérstaklega. Til fróðleiks þá er sýnt yfirlit yfir snúningsvági frá rúmlega 1400 m dýpi eða frá síðustu mánuðarmótum.



**BORVAKT Á HELLISHEIÐI**  
**HE-4 DAGSSKÝRSLA #40**

*Verkkaupi:* Orkuveita Revkiavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Bortaki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* ÁsG/ArH

*Holuvídd:* 8 1/2" 3. Afangli  
*Síðasta fýðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skolvökvi:* Vatn/polymer

**49. verkdagur**

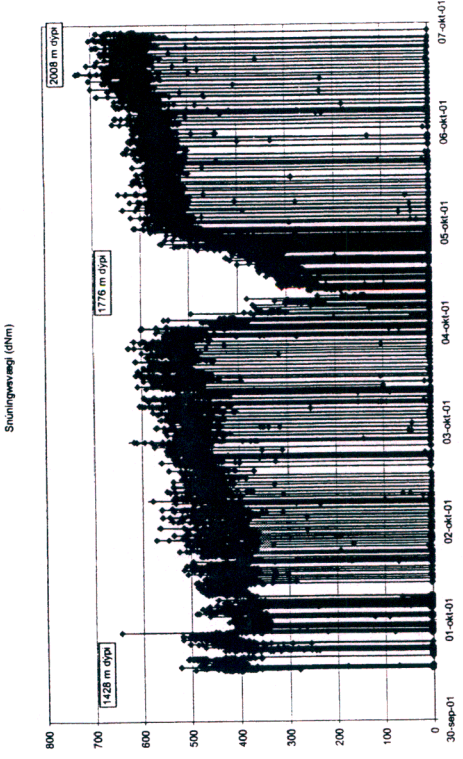
<b>Dýpi kl. 24: 2008 m</b>	<b>Borun síðasta sólarhring: 51 m</b>
<b>Dýpi kl. 08: 2008 m</b>	<b>Bortími: 3 klst.</b>
<b>Skoltap: &gt; 40 l/s (total)</b>	<b>Meðalborhraði: 17 m/klst.</b>

**Gangur borverksins**

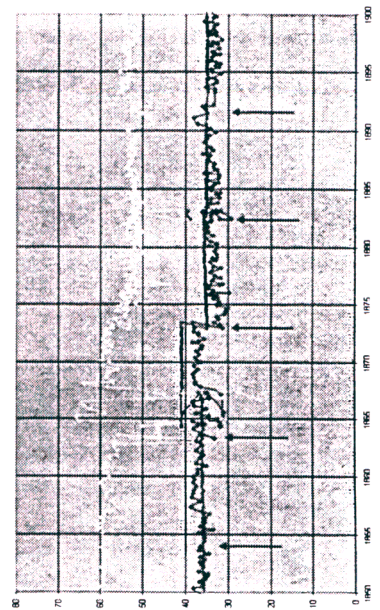
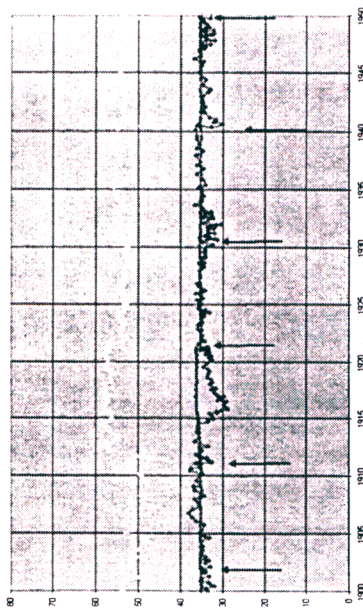
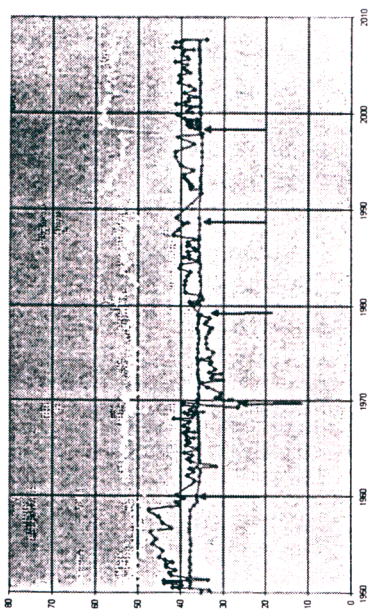
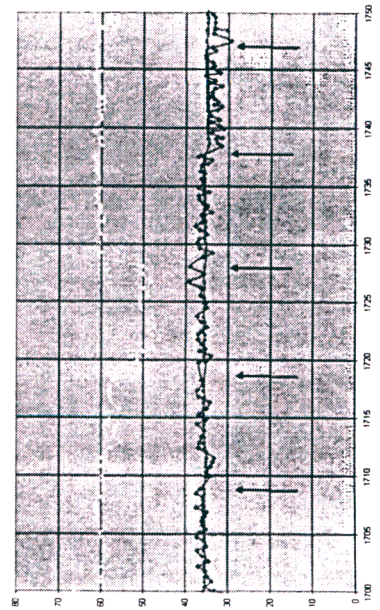
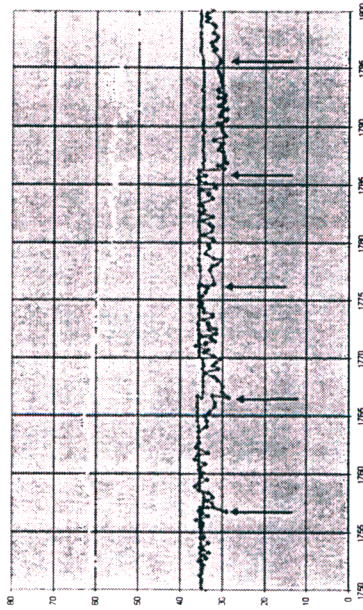
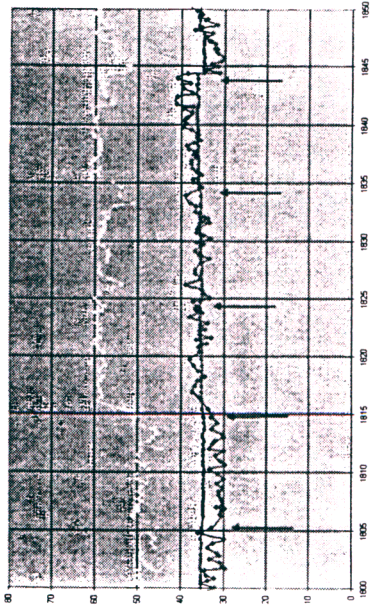
Unnið hefur verið samkvæmt borlokaætlun. Holan var hreinsuð eða rýmd í gær frá 1776 m niður í botn og eftir það var skotið einni polymer pillu til að hreinsa óhreinindi úr henni, en ekki varð vart við neitt gróft á botninum. Í gærkvöldi hófst upptekt og stóð hún yfir fram á nótt. Kollar voru brotnir út og bormótur lagður til hiðar. Krönan var skinnið, þegar hún birtist, og söguð bormenn að hún væri tilbúin í enn frekari borun. Búið var að setja niður alla standa úr mastrinu upp úr kl. 9 og nú er verið að setja niður það sem uppá vantar en það voru um 30 stangir. Borlokaætlunin er látin fylgja þannig að hægt er að fylgjast með hvernig miðar áfram með framvindu verksins.

- Skola holuna hreina.
- Taka upp í 1776 m og rýma síðan niður í botn.
- Taka streng úr holu og setja borstangir með einstreymisloka niður að botni.
- Hitamæla, girómæla (G-2) og taka síðan ákvörðun um skolon.
- Upptekt á borstöngum og brotið út það sem ekki þarf vegna niðurstæmingar á leiðara.
- Mælingar (hiti, vídd, NN, náttúrulegt-gamma, viðnám)
- Leiðari settur niður.
- Prepadæling.
- Brotmar út stangir og gengið frá holu.

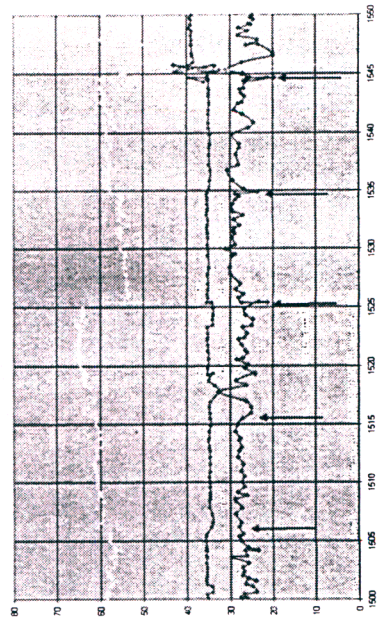
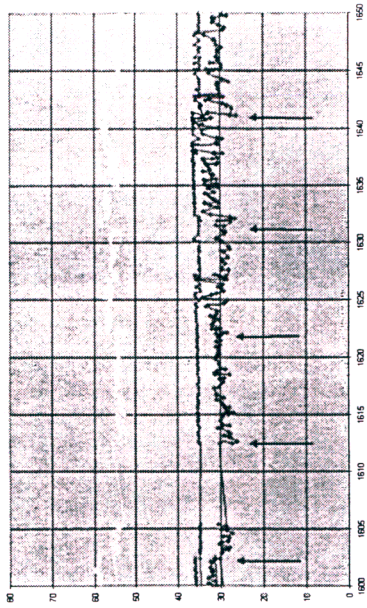
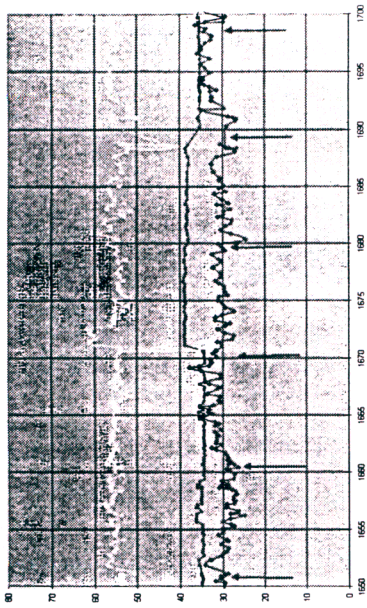
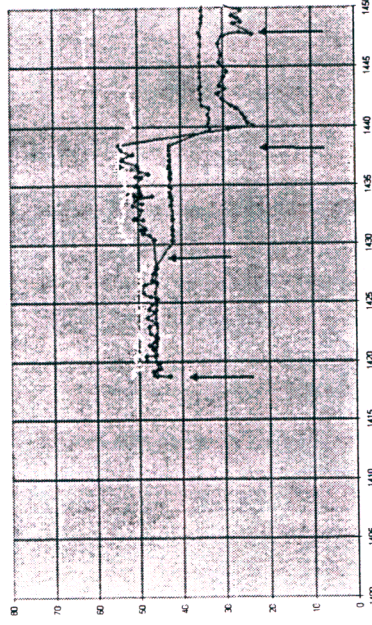
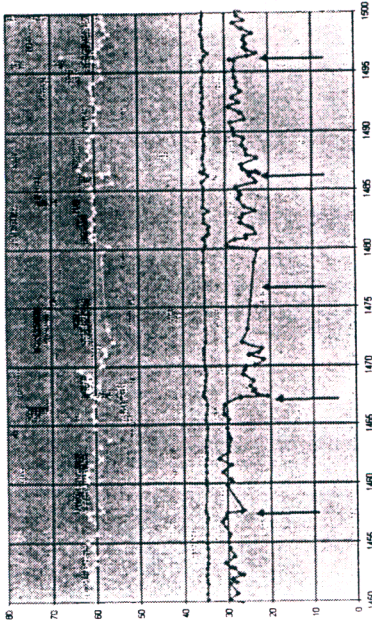
Ekki er gert ráð fyrir neinum örvaraðgerðum í þessari áætlun, en ef eitthvað gefur til kynna að það verði nauðsynlegt þá verður það skoðað sérstaklega. Til fróðleiks þá er sýnt yfirlit yfir snúningsvægi frá rúmlega 1400 m dýpi eða frá síðustu mánuðarmótum. Guli ferillinn er snúnigur á drifborði, sá blái skolprýstingur og sá rauði dæling. Örvarar sýna stangaribætingu. **Borvakt**



**Borvakt**









**BORVAKT Á HELLISHEIDI  
HE-4 DAGSSKÝRSLA #41**

*Yerkkaupi:* Orkuveita Revkiavíkur. *Yerktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Borteki:* Jötnun  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* ASG/ArH

3. Áfangi

*Holavidd:* 8 ½"  
*Síðasta fýðring:* 786,5 m m.v. Jötnun  
*Skolvákv:* Vam/polymer

**49. verkdagur**

**Dýpi kl. 24: 2008 m**  
**Dýpi kl. 08: 2008 m**  
**Skoltap: > 40 l/s (total)**

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

**Gangur borverksins**

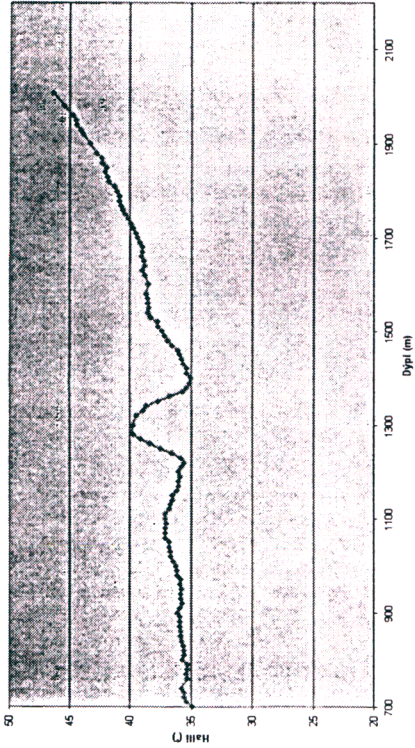
Holan var hitamæld frá kl. 13 í gær fram til kl. 17 en þá voru girómælingar gerðar og var þeim lokið kl. 21. Hitamælingarnar sýndu greinilega kælingu niður að rúmlega 1600 m dýpi en þar neðan við var það ekki nægilega skýrt. Akveðið var að dæla á holuna í gegnum streng, setja síðan á rennsli í gegnum kæfingarstút í morgunsárið og hitamæla á ný. Eftir þá mælingu verður tekin ákvörðun um næsta skref. Hér á eftir eru myndir af niðurstöðum halla og stefnu en hitamælingar verað birtar á morgun.

**Borlokaprógram:**

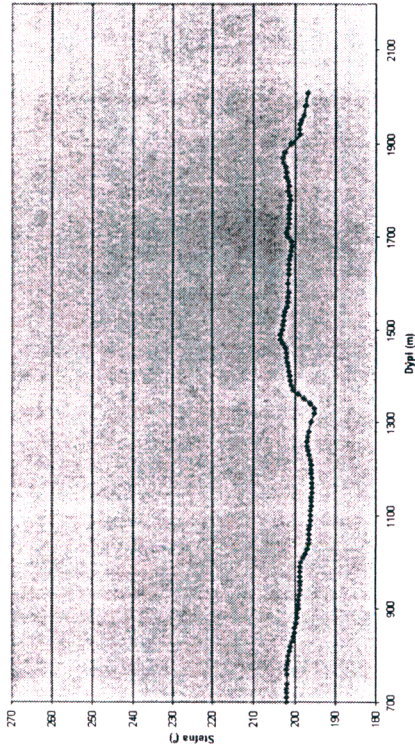
- > Skola holuna hreina.
- > Taka upp í 1776 m og rýma síðan niður í botn.
- > Taka streng úr holu og setja borstangir með einstreymisloka niður að botni.
- > Hitamæla, girómæla (G-2) og taka síðan ákvörðun um skulun.
- > Uppteikt á borstöngum og brotið út það sem ekki þarf vegna niðursetningar á leiðara.
- > Mælingar (hiti, vídd, NN, náttúrulegt-gamma, viðnám)
- > Leiðari settur niður.
- > Þrepadæling.
- > Brotnar út stangir og gengið frá holu.

**Borvakt**

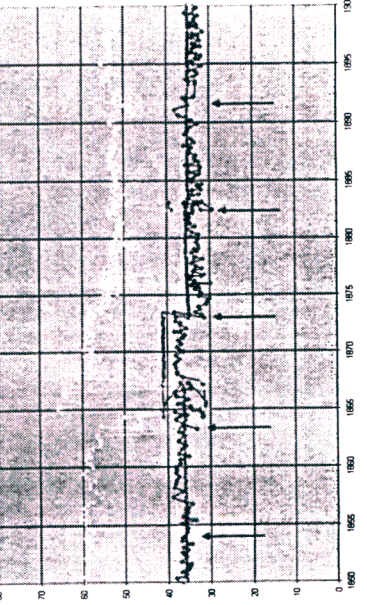
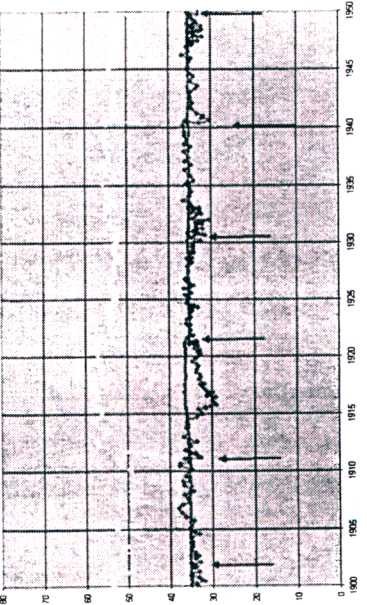
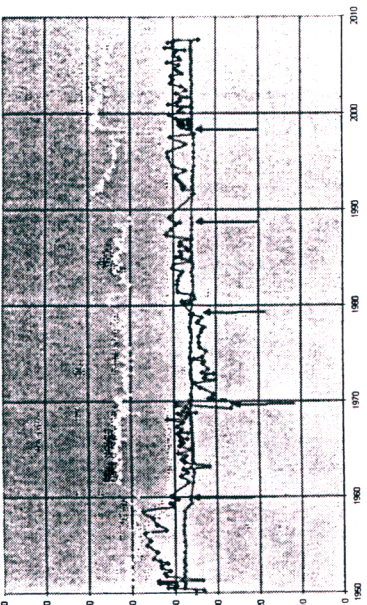
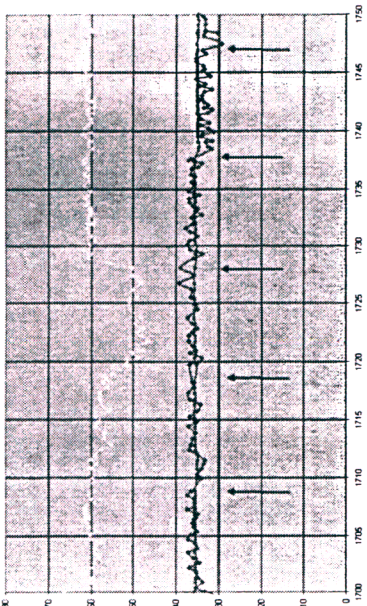
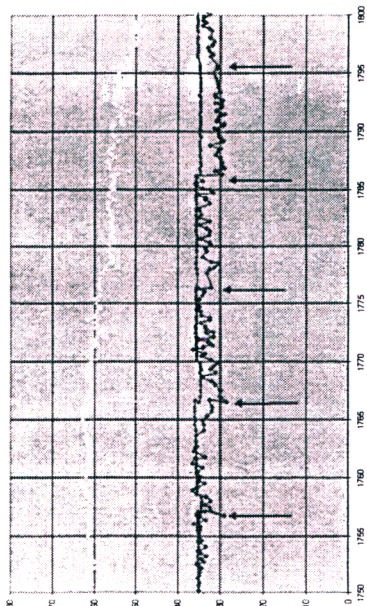
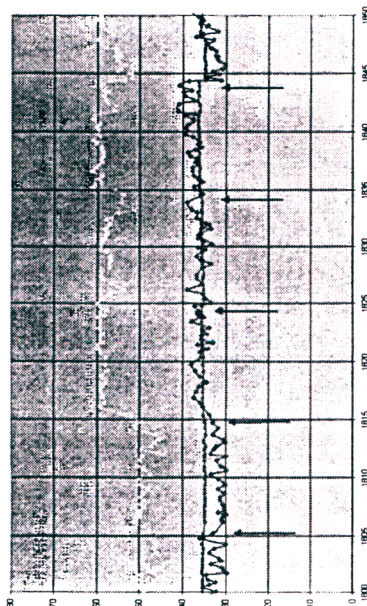
HE-04 - Helli í vinnsluhúta



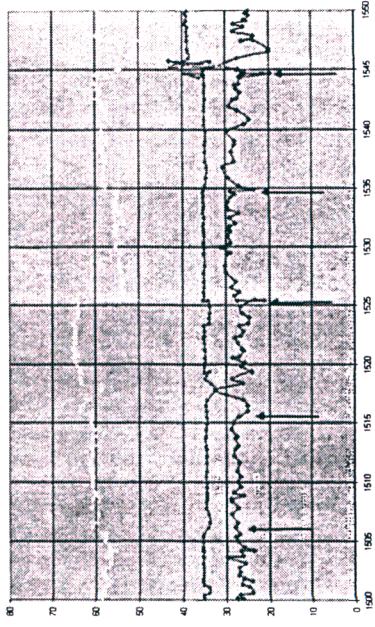
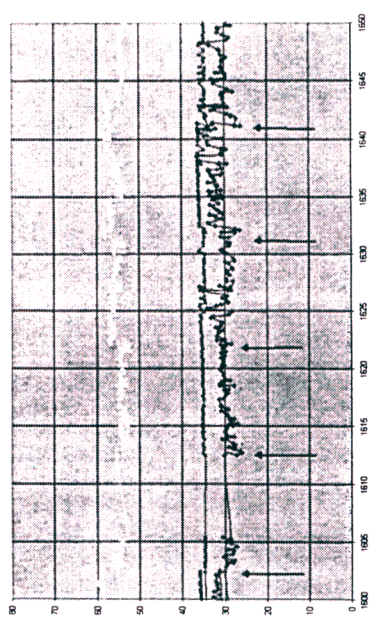
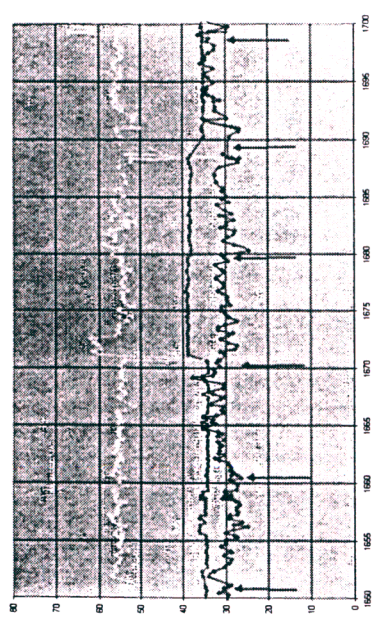
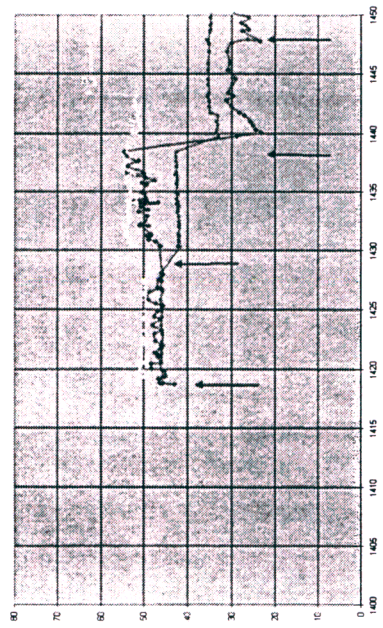
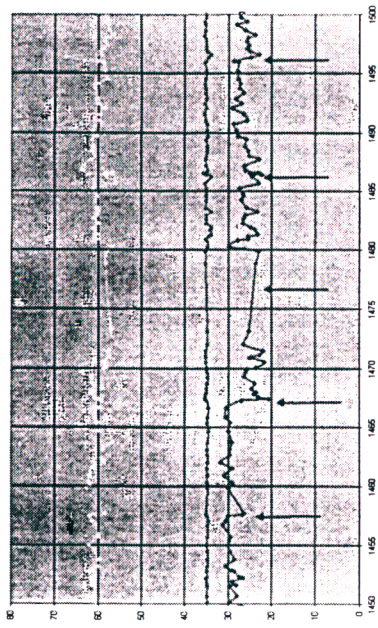
HE-4 - stefna holu í vinnsluhúta











**BORVAKT Á HELLISHEIÐI**  
**HE-4 DAGSSKÝRSLA #42**

*Verkkaupi:* Orkuveita Revkiavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Bortaki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* ÁsG/ArH

*Holuvídd:* 8 1/2"  
*Stóasta fjoðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skolvökvi:* Vatn/polymer

3. Afangir

**51. verkdagur**

**Dýpi kl. 24:** 2008 m  
**Dýpi kl. 08:** 2008 m  
**Skoltap:** > 50 l/s (total)

**Borun stóasta sólarhring:** 0 m  
**Bortími:** 0 klst.  
**Meðalborhraði:** 0 m/klst.

**Gangur borverksins**

Niðurstöður hitamælinga mánuðaginn 8. og þriðjudaginn 9. október sýna greinilega kælingu niður á 1715-1720 m við 30 l/s dælingu um kæfingarstút og sennilega nær kælingin eitthvað niður fyrir 1800 m. Hér á eftir er mynd sem sýnir hitamælingarnar. Í ljósi þeirra upplýsinga hefur verið tekin sú ákvörðun að dæla 40 l/s í gegnum borstreng og umfram vatni sem fest inn á borplan um kæfingarstút. Dælingunni á að halda eins stöðugri og unnt er fram á miðvikudagsmorgun 10. okt. Gert er ráð fyrir að upptekt á borstreng hefjist í beinu framhaldi dælingar í samráði við eftirlit. Þá er æskilegt að hafa rúmlega 30 l/s dælingu um kæfingarstút til að koma í veg fyrir millistreymi í holunni.

- Eðlilega dregur þessi aðgerð borlokaprógramið á langinn en það er sem fyrir segir:
- Skola holuna hreina (sunnudagur).
- Taka upp í 1776 m og rýma síðan niður í botn (sunnudagur).
- Taka streng úr holu og setja borstangir með einstreymisloka niður að botni (sunnudagur og mánudagur).
- Hitamæla, girómæla (G-2) og taka síðan ákvörðun um skulun (mánudagur, þriðjudagur og miðvikudagur).
- Upptekt á borstöngum og brott úr það sem ekki þarf vegna niðurstæmingar á leiðara.
- Mælingar (hiti, vídd, NN, náttúrulegr-gamma, viðnám)
- Leiðari settur niður.
- Prepaðæling.
- Brotnar út stangir og gengið frá holu.

**Borvakt**

**BORVAKT Á HELLISHEIÐI**  
**HE-4 DAGSSKÝRSLA #43**

*Verkkaupi:* Orkuveita Revkiavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Bortaki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* ÁsG/ArH

*Holuvídd:* 8 1/2"  
*Stóasta fjoðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skolvökvi:* Vatn/polymer

3. Afangir

**52. verkdagur**

**Dýpi kl. 24:** 2008 m  
**Dýpi kl. 08:** 2008 m  
**Skoltap:** > 50 l/s (total)

**Borun stóasta sólarhring:** 0 m  
**Bortími:** 0 klst.  
**Meðalborhraði:** 0 m/klst.

**Gangur borverksins**

Dælt var á holuna í gegnum borstreng 40 l/s fram til kl. 9 miðvikudagsins 10. okt. og ennfremur var látið leka í gegnum kæfingarloka rúma 5 l/s. Mat á þetta kom þegar hitamælingu var lokið seinni part dags. Þar kom skýrt fram innrennsli á 1120-1130 m dýpi þrátt fyrir að 30-35 l/s hafi runnið á holuna meðan á mælingu stóð. Það gefur til kynna að holan sé lekari en fyrir ádælingu í gegnum streng. Ekki var greinilegt að örvinum hafi haft mikil áhrif í neðstu 250 m holunnar.

Upptekt á streng var lokið um kl. 15:30 þann 10. október og þá hófust jarðlagamælingar. Byrjað var á hitamælingu kl. 16:00 og komst mælirinn í botn eftir smá skak í kringum 1120 og 1520 m dýpi. Mælinguna má sjá í fyrsta dálki á meðfylgjandi mynd en hún sýnir hæstan hita 70-75 °C við botn. Af henni mátti ráða að þrátt fyrir rúmlega 30 l/s dælingu gæfi æðin á 1120 m vatn inn í holuna. Þegar taka átti mælinn úr holunni var klakabrynja utan og innan í "poor boy" vegna sögs á holunni samfara dælingunni. Þurfti að nota gastæki til að bræða klakkann. Því næst var náttúruleg gammageislun bergsins mæld auk endurkastis á nifteindageislun, en þessar mælingar eru mælikvarði á kislisýruinnihlud bergsins og vatninnihlud en það má reikna yfir í poruhluta. Fíjött á litit virtist gammamælingin sýna súra ganga á 1497 og 1190 m dýpi. Niðurstöður jarðlagamælinganna eru jafnframt sýndar á meðfylgjandi mynd, en nánar verður gerð grein fyrir þeim í lokaskýrslu um holuna. Dýptarbilið 1538 til 1483 m var mælt tvisvar til að kanna mælingum var vídd holunnar mæld. Aðeins var farið með mælinn á 1900 m dýpi því talið var að neðstu hundráð metrar holunnar hefðu hitað upp fyrir hitaþol viddarmælisins. Samkvæmt viddarmælingunum er holan nokkuð slétt og án stórra skápa eins og fram kemur á myndinni í öðrum dálki. Mismunur á X- og Y-armi viddarmælisins gefur til kynna að holan sé ávöl en ekki hringlaga á 1200 til 1600 m dýpi. Þegar komið var upp í fjoðringu var ósamræmi í X- og Y-armi. X-armurinn sýnir fastar hlíðranir miðað við Y-arminn. X-arminum er því síður treystandi heldur en Y-arminum en betur verður unnið úr viddarmælingunum síðar. Að stóustu voru framkvæmdar viddarmælingar en þær gæta



**BORVAKT Á HELLISHEIÐI**  
**HE-4 DAGSSKÝRSLA #44**

*Verkkaup:* Orkuveita Revkiavíkur. *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* HE-4 *Borteki:* Jötunn  
*Staðarnúmer:* 95104 *Jarðfr./mælingam.:* ÁsG/ARI/Ómar

*Holavidd:* 8 1/2"  
*Síðasta fóðring:* 786,5 m m.v. Jötunn  
*Skólvolkvi:* Vatn

3. Afangi

**53. verkdagur**

**Dýpi kl. 24: 2008 m**  
**Dýpi kl. 08: 2008 m**  
**Skoltap: > 50 l/s (total)**

**Borun síðasta sólarhring: 0 m**  
**Bortími: 0 kist.**  
**Meðalborhraði: 0 m/kist.**

**Gangur borverksins**

Niðurstæming á leiðara hófst milli kl 4 og 5 aðfaranótt fimmtudagsins 11. október. Seinni-part dags var honum slakað niður og sleppt kl. 18:30. Síðan voru standar teknir upp í mastur, sleppistykki tekið af og stangir settar niður á 460 m dýpi fyrir þrepadælingu. Þrepadæling hóst á miðnætti og er búist við að henni verði lokið um hádegisbilið í dag. Ekki er annað að sjá en að holan sé flóðopin.

**Borvakt**

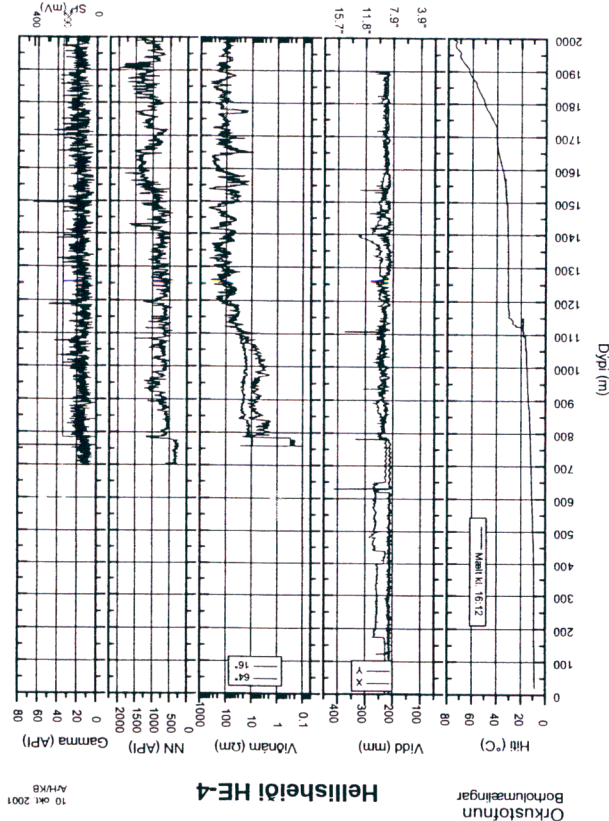
gefið ágætis vísbendingar um jarðlagasýrur og ummyndun bergsins. Þær sýna lágt viðnám, minna en 20 ohmm, niður á 1100 m dýpi en þar fyrir neðan sveiflast það í kringum 100 ohmm. Sveiflurnar aukast svo neðan 1400 m dýpis og hærri viðnámsgildi sjást.

Mælingum lauk skömmu fyrir kl. 3 s.l. nótt og var þá undirbúið að setja niður leiðarann og er verið að vinna við að setja hann niður þegar þetta er sett á blað um kl. 8.


Eftirfarandi er ólukið af áætluðum verkfræmðum við borlok:

- Leiðari settur niður.
- Þrepadæling.
- Brotmar út stangir og gengið frá holu.

**Borvakt**



Viðauki 2: BHA report (uppbygging borstrengs).

 <p><b>BHA Report</b></p>	Operator : Jarðboranir HF Well : HE - 4 Field : Heillisheidi Location : Heillisheidi Rig : JØTUNN Job # : NR-DD-21043	<b>BHA# 6</b>
--	--	---------------

**BHA# 6** : Date In :25-09-200 MD In (m) : 789 TVD In (m) : 751 Date Out 08-10-2001 MD Out (m): 2008 TVD Out (m):

BIT DATA							
Bit #	OD (In)	MFR	Style	Serial#	Nozzles (/32's)	TFA (In")	Dull Condition
8,500		HTC	HR-53SL	X043G	3x24	1,325	

MOTOR DATA								
Run #	OD (In)	MFR	Model	Serial#	Bend	Nzl (/32's)	Avg Dfl (bar)	Cum Circ Hrs
6,750		SSDS	SperryDrill	675291	0,78°	18	76,8	269,50

COMPONENT DATA										
Item #	Description	Serial #	OD (In)	ID (In)	Gauge (In)	Weight (kg/m)	Top Con	Length (m)	Bit - Center Blade (m)	
1	Tricone	X043G	8,500	3,000	8,500	251,89		0,26		
2	Float Sub	141449	6,750	2,500		158,56		0,39		
3	6-3/4" SperryDrill Lobe 7/8 - 3.0 stg	675291	6,750	4,469	8,250	101,90		6,54	1,80	
4	Pony collar	67149	6,750	3,000		145,81	B 4-1/2" IF	2,85		
5	Integral Blade Stabilizer	51917	6,500	2,500	7,500	143,37	B 4-1/2" IF	1,93	10,92	
6	UBHO Sub	4035	6,500	2,500		143,37		0,86		
7	1x Non-Mag Drill collar	74375	6,500	2,813		136,88		8,95		
8	Integral Blade Stabilizer	51074	6,500	2,500	8,375	143,37		1,90	22,58	
9	Cross Over Sub							0,96		
10	8x Drill collar							75,42		
11	Cross Over Sub							0,96		
12	Drilling Jar							9,68		
13	Cross Over Sub							0,96		
14	3x Drill collar							28,26		
15	Keyseat wiper							1,40		
								141,02		

<table border="1"> <thead> <tr><th>Parameter</th><th>Min</th><th>Max</th><th>Ave</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>WOB (t)</td><td>10,00</td><td>17,00</td><td>11,03</td></tr> <tr><td>RPM (rpm)</td><td>50</td><td>80</td><td>57</td></tr> <tr><td>Flow (L/min)</td><td>2100</td><td>2500</td><td>2246</td></tr> <tr><td>SPP (bar)</td><td>350,0</td><td>850,0</td><td>640,9</td></tr> </tbody> </table>	Parameter	Min	Max	Ave	WOB (t)	10,00	17,00	11,03	RPM (rpm)	50	80	57	Flow (L/min)	2100	2500	2246	SPP (bar)	350,0	850,0	640,9	<table border="1"> <thead> <tr><th>Activity</th><th>Hrs</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Drilling</td><td>162,08</td></tr> <tr><td>Reaming</td><td>89,50</td></tr> <tr><td>Circ-Other</td><td>17,92</td></tr> <tr><td><b>Total</b></td><td><b>269,50</b></td></tr> </tbody> </table>	Activity	Hrs	Drilling	162,08	Reaming	89,50	Circ-Other	17,92	<b>Total</b>	<b>269,50</b>	<table border="1"> <thead> <tr><th>BHA Weight</th><th>(kg)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>In Air (Total)</td><td></td></tr> <tr><td>In Mud (Total)</td><td></td></tr> <tr><td>In Air (Bel Jars)</td><td>0</td></tr> <tr><td>In Mud (Bel Jars)</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	BHA Weight	(kg)	In Air (Total)		In Mud (Total)		In Air (Bel Jars)	0	In Mud (Bel Jars)	0	<table border="1"> <thead> <tr><th>Drill String</th><th>OD(In)</th><th>Len (m)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Drill String	OD(In)	Len (m)			
Parameter	Min	Max	Ave																																														
WOB (t)	10,00	17,00	11,03																																														
RPM (rpm)	50	80	57																																														
Flow (L/min)	2100	2500	2246																																														
SPP (bar)	350,0	850,0	640,9																																														
Activity	Hrs																																																
Drilling	162,08																																																
Reaming	89,50																																																
Circ-Other	17,92																																																
<b>Total</b>	<b>269,50</b>																																																
BHA Weight	(kg)																																																
In Air (Total)																																																	
In Mud (Total)																																																	
In Air (Bel Jars)	0																																																
In Mud (Bel Jars)	0																																																
Drill String	OD(In)	Len (m)																																															

PERFORMANCE							
	In	Out	Distance (m)	ROP (m/hr)	Build (°/30m)	Turn (°/30m)	DLS (°/30m)
Inclination (deg)	35,49		Oriented :	97,00	8		
Azimuth (deg)	202,15		Rotated :	1122,00	8	0,00	
			<b>Total :</b>	<b>1219,00</b>	<b>8</b>		

**COMMENTS**  
 Motor had 2mm bearing play when rih & 7mm when pooh