



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

KRAFLA, HOLA KJ-33

2. áfangi:

**Borun fyrir vinnslufóðringu
í 1120 m dýpi**

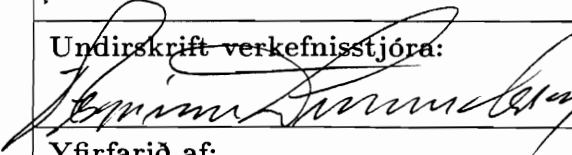
**Arnar Hjartarson
Ásgrímur Guðmundsson
Haraldur Sigurðsson
Hjalti Franzson
Kjartan Birgisson
Sigurður Sveinn Jónsson
Sigvaldi Thordarson**

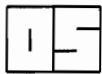
Unnið fyrir Landsvirkjun

1999

OS-99061



Skýrsla nr: OS-99061	Dags: Ágúst 1999	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: KRAFLA, HOLA KJ-33 2. áfangi: Borun fyrir vinnslufóðringu í 1120 m dýpi		Upplag: 35
		Fjöldi síðna: 42
Höfundar: Arnar Hjartarson, Ásgrímur Guðmundsson, Haraldur Sigurðsson, Hjalti Franzson, Kjartan Birgisson, Sigurður Sveinn Jónsson, Sigvaldi Thordarson		Verkefnisstjóri: Ásgrímur Guðmundsson
Gerð skýrslu / Verkstig: Áfangaskýrsla, 2. áfangi borverks		Verknúmer: 8-630668
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Lýst er borun annars áfanga holu KJ-33 í Kröflu, þ.e. borun fyrir 244 mm (9 5/8") vinnslufóðringu og steypingu hennar. Holan er á borplani vestan Hveragils kenndu við holu KJ-15, um 35 m norðan við KJ-32, og er ætlað að skera Hveragilssprunguna á 1300-1600 metra dýpi. Þessi verkáfangi hófst 6. júlí og lauk þann 21. júlí á 30. verkdegi, og var holudýpi þá 1120 m. Þessi áfangi var boraður með 311 mm (12 1/4") krónu, og holan samkvæmt áætlun látin stefna upp. 40° með um 1,5°/30 m hallauppbýggingu frá 600 m dýpi, og stefna þannig að því að ná 25-30° halla. Framgangur borunar er rakinn og birt öll gögn og upplýsingar sem aflað var í verkáfanganum. Hefðbundnar mælingar voru gerðar í holunni eftir að fóðringardýpi var náð, þ.e. hita-, víddar- og jarðlagamælingar eftir upptekt borstrengs og hita- og steypumælingar eftir steypingu vinnslufóðringar. Einnig var sýnum af borsvarfi safnað á tveggja metra fresti samkvæmt venju, og jarðlög og ummyndunarsteindir greind eftir borsvarfi. Borverkið er unnið af Jarðborunum hf. samkvæmt verksamningi, en Rannsóknasvið Orkustofnunar annast rannsóknarhlutann samkvæmt samningi þar um.		
Lykilorð: Krafla, háhitasvæði, borhola, jarðlög, ummyndun, vatnsæðar	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: ÁsG	



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 8-630668

**Arnar Hjartarson
Ásgrímur Guðmundsson
Haraldur Sigurðsson
Hjalti Franzson
Kjartan Birgisson
Sigurður Sveinn Jónsson
Sigvaldi Thordarson**

KRAFLA, HOLA KJ-33

2. áfangi: Borun fyrir vinnslufóðringu í 1120 m dýpi

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-99061

Ágúst 1999

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. BORSAGA	3
3. BORHOLUMÆLINGAR	26
4. JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR	36
VIÐAUKI 1	41

TÖFLUR

Tafla 1. Gangur borunar með 12 1/4" krómu fyrir 9 5/8" vinnslusfóðringu.	13
Tafla 2. Mælingar á skolvökva í borun.	14
Tafla 3. MWD halla- og stefnumælingar.	18
Tafla 4. Gýrósmælingar í vinnslufóðringar.	19
Tafla 5. Fóðrunarskýrsla.	24
Tafla 6. Yfirlit borholumælinga.	27

MYNDIR

Mynd 1. Hitamælingar í stöngum og opinni holu í 444 og 642 m bordýpi.	4
Mynd 2. Upphitun í stöngum á 440 m dýpi.	5
Mynd 3. Hitamælingar eftir 1. þéttingarsteypu.	6
Mynd 4. Upphitun 9. júlí 1999, á 450 m dýpi.	7
Mynd 5. Hitamælingar eftir 2. þéttingarsteypu.	7
Mynd 6. Upphitun 10. júlí 1999 kl. 03, á 450 m dýpi.	8
Mynd 7. Hitamælingar eftir 3. þéttingarsteypu.	9
Mynd 8. Upphitun 10. júlí kl 13:30, á 450 m dýpi.	9
Mynd 9. Hitamælingar eftir 4. þéttingarsteypu.	11
Mynd 10. Upphitun 11. júlí 1999 kl.09:15, á 500 m dýpi.	11
Mynd 11. Upphitun 11. júlí 1999 kl. 18:30, á 500 m dýpi.	12
Mynd 12. Hitamælingar eftir 5. þéttingarsteypu.	12
Mynd 13. Gangur borunar.	15
Mynd 14. MWD-hitamælingar.	16
Mynd 15. Jarðlagasnið og mælingar á skolun.	17
Mynd 16. Samanburður á segul- og gýrósmælingum.	22
Mynd 17. Eðlisþyngd steypu og dæluþrýstingur.	23
Mynd 18. Hitamælingar eftir borun í 1120 m dýpi.	28
Mynd 19. Upphitun á 1000 m dýpi (16. júlí 1999).	29
Mynd 20. Jarðlagamælingar í 2. áfanga.	30
Mynd 21. Útreikningar á steypumagni til að steypa fóðringu.	31
Mynd 22. Hitamælingar eftir steypingu fóðringar.	32
Mynd 23. Mælingar á steypubindingu – gamla próban.	33
Mynd 24. Mælingar á steypubindingu – nýja próban.	34
Mynd 25. Hitamælingar 21. júlí 1999, í lok 2. áfanga.	35
Mynd 26. Jarðlagasnið og jarðlagamælingar.	39

1. INNGANGUR

Hér á eftir er gerð grein fyrir framgangi borverksins í 2. áfanga holu KJ-33. Í þessum hluta var áætlað að borað niður á 600 m dýpi og byrja þaðan stefnuborun. Gert var ráð fyrir að byggja upp 1,5° halla á hverja 30 m niður í fóðringardýpi á um 1000 – 1100 m dýpi. Við stefnuborunina verður stuðst við segulmælingar (MWD) meðan borað er og gýrósmælingar. Gert er ráð fyrir að mæla á 40 m fresti með SRO (surface readout oriental) meðan verið er að ná 40° stefnu síðan verði stuðst við segulmælingar. Mælt verður á 100 m fresti með gýrósmælinum þar til fóðringardýpi er náð. Í lokin verður holan kæld, hita-, víddar- og jarðlagamæld, sett niður vinnslufóðring og hún steipt og CBL-mælt.

Fjarlægð frá kjallarabrún að efri brún drifborðs er 6,87 m. Allar dýptartölur í þessari skýrslu eru miðaðar við drifborð Jötuns, eins og venja er, nema annað sé tekið fram.

Atburðarás borunarinnar er rakin og greint er frá eða birt öll gögn og upplýsingar, sem fallið hafa til meðan á borun og fóðrun stóð.

Verkið er unnið af Jarðborunun hf. samkvæmt verksamningi KRA-17. Verklýsingar voru unnar af ÁsG/SThor á Orkustofnun (ÁsG/SThor-99/01) og verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns.

2. BORSAGA

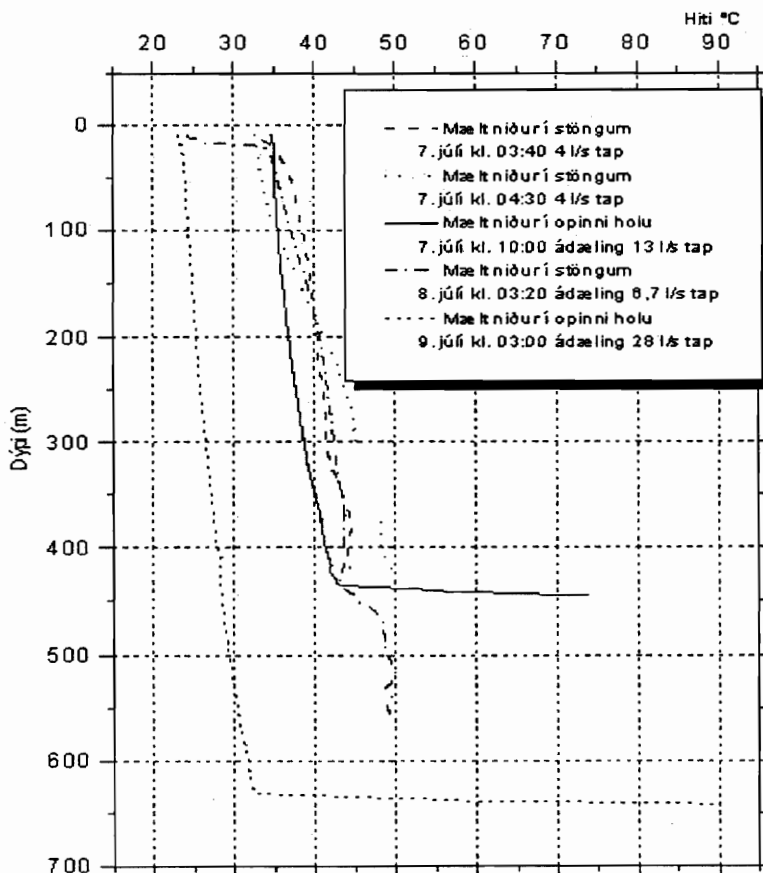
Borun fyrir öryggisfóðringu og fóðrun lauk mánudaginn 5. júlí á 15. verkdegi. Byrjað var að setja niður 12 ¼" krónu þá um kvöldið en áður var töf, þar sem krónan komst ekki framhjá suðunni á holutoppsflansinum. Strengurinn var mjólkaður niður með drifskaftri frá 146 m niður á 289 m dýpi. Steypa var boruð frá kl. 4 um nóttina og var komið í berg kl. 8:30 á 321 m dýpi. Uppbygging borstrengs er sýnd í viðauka 1.

Snúningur á krónu var 50-65 sn/min og álag á bilinu 5–10 tonn. Holan var alveg þétt þar til komið var niður á 400 m dýpi en þá mældist smávægileg breyting, en þegar dýpið var 424 m mældist tæplega 3 l/s tap. Borun var hætt kl. 2:30 aðfaranótt 7. júlí þegar dýpið var 444 m, þar sem stefnuborunartækin voru komin á staðinn. Holan var skoluð í klukkustund og síðan var hafist handa við hitamælingar í stöngum og eru þær sýndar á mynd 1. Einnig var upphitun skoðuð í 30 mínútur niður við botn (mynd 2). Að mælingum loknum var byrjað að taka upp og var því lokið á vaktaskiptunum undir morgun sama dags. Þá var hitamælt á nýjan leik í opinni holu og kólnaði holan niður undir botn eða á 440 m dýpi og var farin að taka við tæpum 13 l/s.

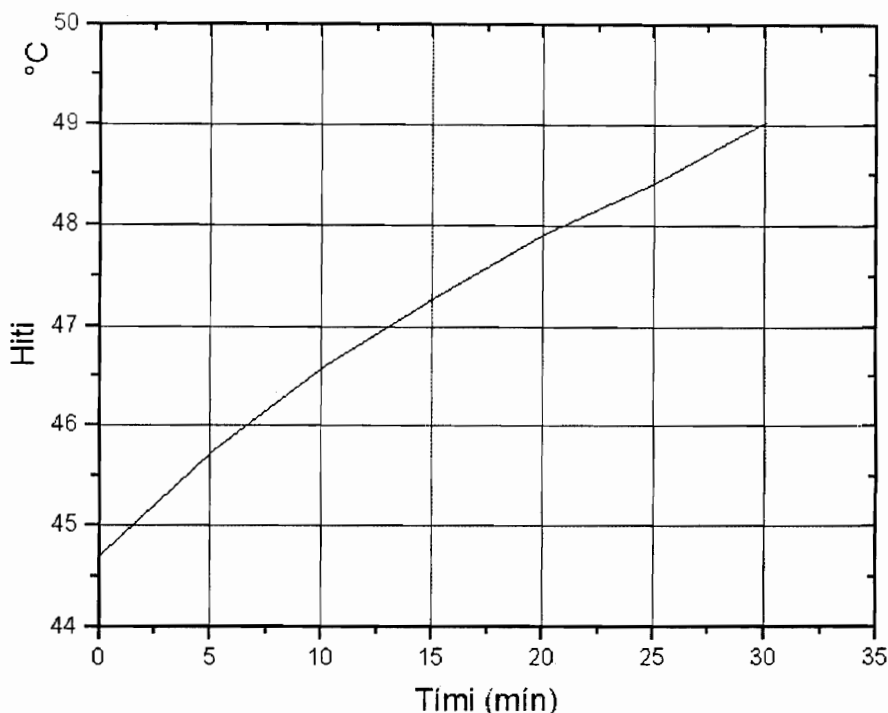
Það tók lungann úr deginum að koma fyrir stefnuborunartækjum og bormótor. Klukkan 19:30 þann 7. júlí var byrjað að bora. Mestur leki í holunni mældist 17 l/s áður en borun hófst aftur. Eins og búast mátti við þá rauk borgangur upp með notkun bormótors og

voru boraðir 9–14 m á klukkustund með 10–12 tonna álagi á krónu og 150–170 sn/mín. Þannig voru afköstin þar til byrjað var að sveigja holuna.

Borun var stöðvuð á 605 m dýpi. Kælt var í eina klukkustund og svo hitamælt. Þá tók holan við 7,6 l/s og eins og sést á hitamælingunni á mynd 1 þá fór mest af þeim leka út í 440 m, en hluti kældi áfram niður. Næst var að byrja að sveigja holuna út í 40° stefnu og byggja 1,5° halla á hverja 30 m þar til fóðringardýpi væri náð. Stuðst var við gýró-mælingar til að staðfesta rétta stefnu. Seinlega gekk að hefja hallaupbyggingu holunnar og var búið að bora eina 32 m þegar allt skolvatn tapaðist eða yfir 55 l/s á 637 m dýpi. Stöngin, sem þá var í, var boruð niður eða á 642 m. Ljóst var að lekinn var það mikill að ekki var annað að gera en að þétta hann með steypingu. Oft hefur verið borað með algjöru tapi en í þessu tilviki var ekki um það að ræða þar sem merki frá MWD skáborunartækjum berast upp með skolvatninu. Að vísu er það innan borstrengsins en um leið og dæling er stöðvuð þá fellur vatnsborðið í borstrengnum niður á sama dýpi og vatnsborðið er í holunni og vatnssúlan slitnar í sundur. Eftir upptekt skömmu eftir miðnætti var holan hitamæld með 28 l/s utanádælingu og er mælingin sýnd á mynd 1. Æðin var mjög skýr á 632 m dýpi og einhver minniháttar leki þar rétt neðan við. Greinilegt var samkvæmt mælingunni að búið var að bora í gegnum lekastaðinn.



Mynd 1. Hitamælingar í stöngum og opinni holu í 444 og 642 m bordýpi.



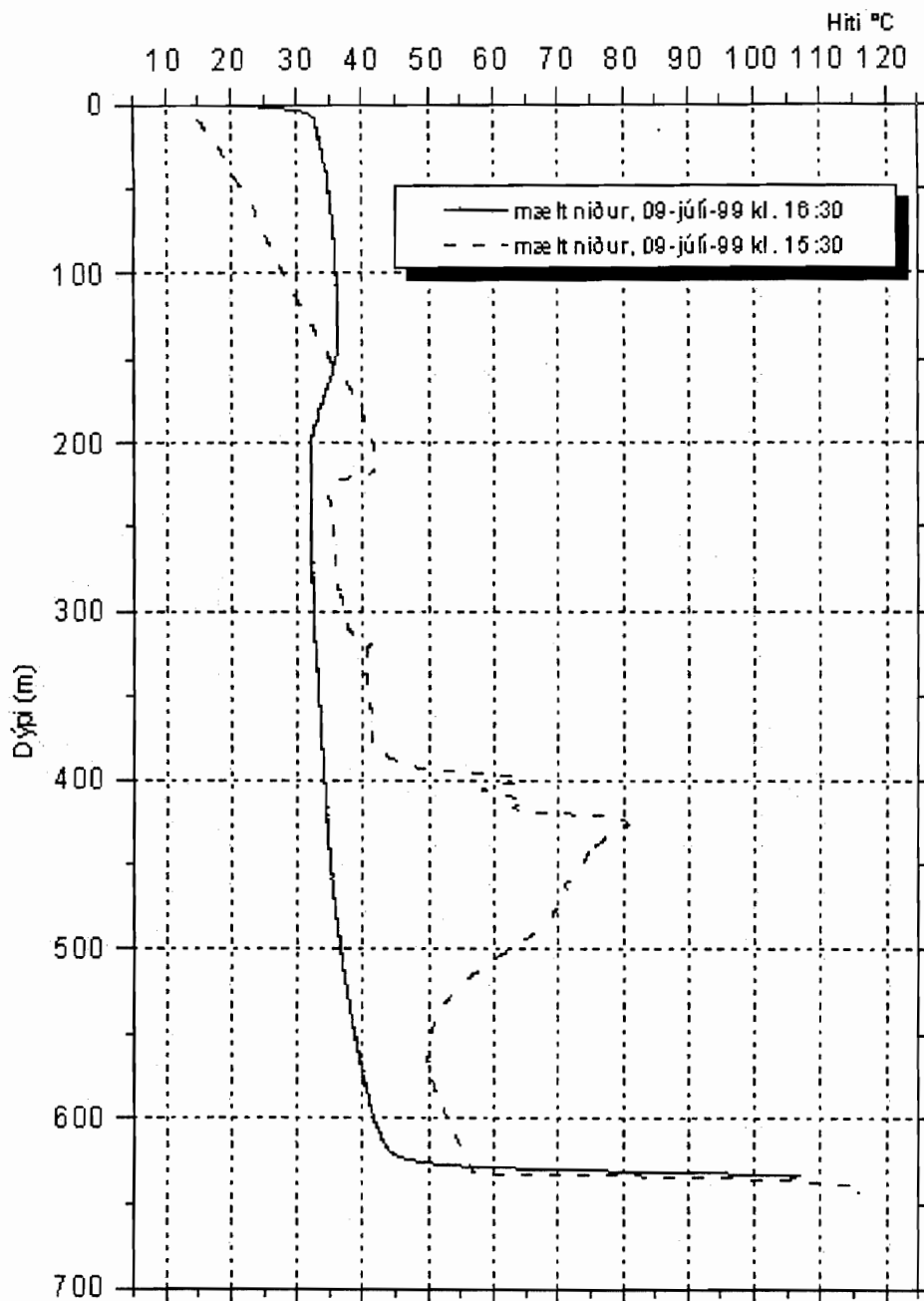
Mynd 2. Upphitun í stöngum á 440 m dýpi.

Aðfaranótt 9. júlí voru settar niður stangir á 600 m dýpi og kl. 8:27 hófst þéttingarsteyping. Hún stóð yfir í 7 mínútur og eftirdæling í 5 mínútur. Glimmer-flögum var bætt út í sementseðjuna og var eðlisþyngdin $1,56 \text{ g/cm}^3$. Skoðað var hvernig til tókst um 7 tímum síðar.

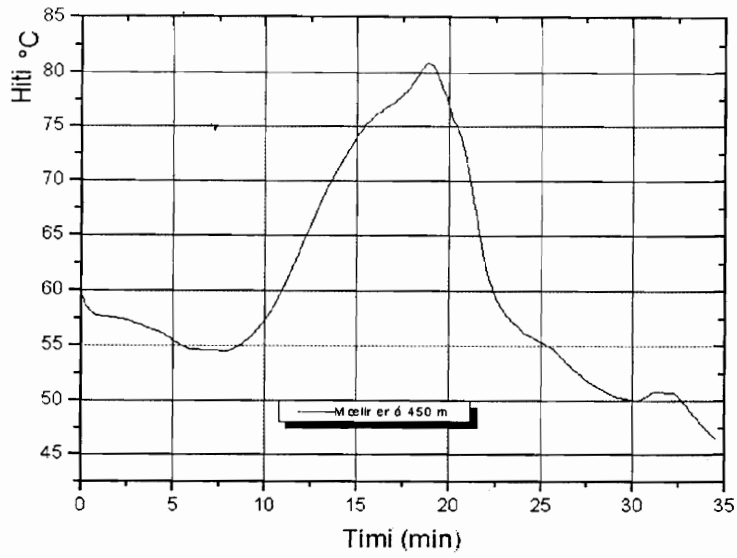
Vatn var látið renna á holuna. Fyrst um sinn um var dælt um 20 l/s en eftir um 11 mínútna dælingu var hún aukin í 28 l/s. Alls var dælt í 23 mínútur og síðustu 2 mínúturnar var dælingin 53 l/s. Reiknað var út að það tæki um tíu mínútur að fylla holuna af vatni ef þéttingin hefði tekist. Vatnsborðsmælir var notaður til að finna vatnsborð og reyndist það vera á um 200 m dýpi, en það var ekki nákvæmt þar sem mikið var af perlusteini fljótandi ofan á. Ekkert kom upp eftir dælinguna og var ljóst að steypingin hefði ekki þétt lekann. Dæling var tekin af og hitamælir settur niður. Kom þá í ljós að allt vatn tapaðist í æðinni á 632 metrum og það rann inn í holuna úr æðum rétt neðan við 400 metra eins og sýnt er á mynd 3. Til staðfestingar var hitamælir hafður á 450 m og fylgst með upphitun með 10 l/s ádælingu (mynd 4).

Stangir voru aftur settar niður á 600 m dýpi og steyppt úr um átta tonnum kl. 18:56–19:05 fötudaginn 9. júlí, eftirdæling stóð yfir til 19:10. G-sement blandað mica-flögum var notað. Sex tímum síðar hófust mælingar eða rétt eftir klukkan eitt, aðfaranótt laugardagsins 10. júlí. Hitamæli var rennt niður og sást að vatnsborð var í 210–220 m og innrennsli var úr æðum neðan við 400 m. Botnæðin tók síðan við innrennslinu. Svo virtist sem steypa hafi sest í sokkinn sem boraður var niður fyrir lekastaðinn í 632 metrum, en bordýpi holunnar var 642 m. Niðurstöður mælinganna eru sýndar á mynd 5. Mælirinn var næst hífður frá botni á um 450 m dýpi og látinn jafna sig þar í 5 mínútur og upphitun mæld og dæling síðan sett á. Við fyrstu skoðun var lokað fyrir krana sem

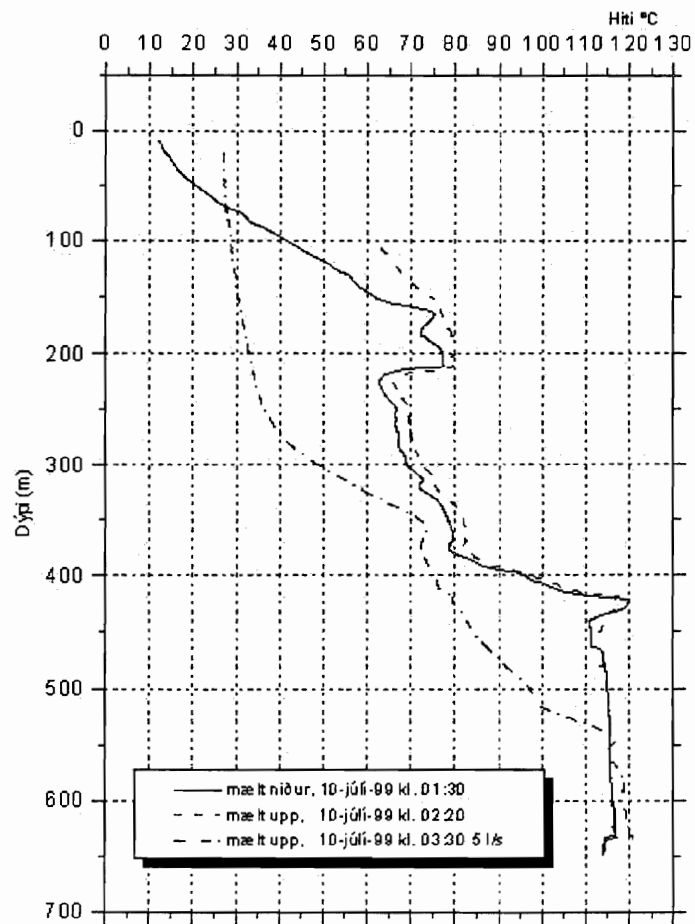
átti að hleypa vatninu í holuna og var því mælingin endurtekin. Dælt var um 10 l/s. Eftir skamma ádælingu sáust áhrifin á athugunarstaðnum. Ádælingin þrýsti vatninu, sem fyrir var, niður holuna og sást í hitamælingu á mynd 6 á 450 m dýpi þegar hitatoppurinn frá 420 m sigldi þar framhjá. Ekki fór á milli mála að botnæðin var enn vel opin.



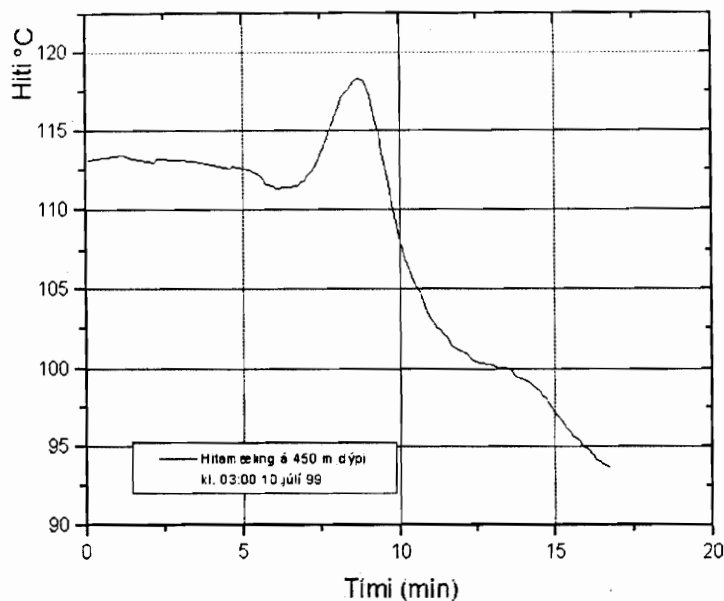
Mynd 3. Hitamælingar eftir 1. þéttingarsteypu.



Mynd 4. Upphitun 9. júlí 1999, á 450 m dýpi.



Mynd 5. Hitamælingar eftir 2. þéttingarsteypu.

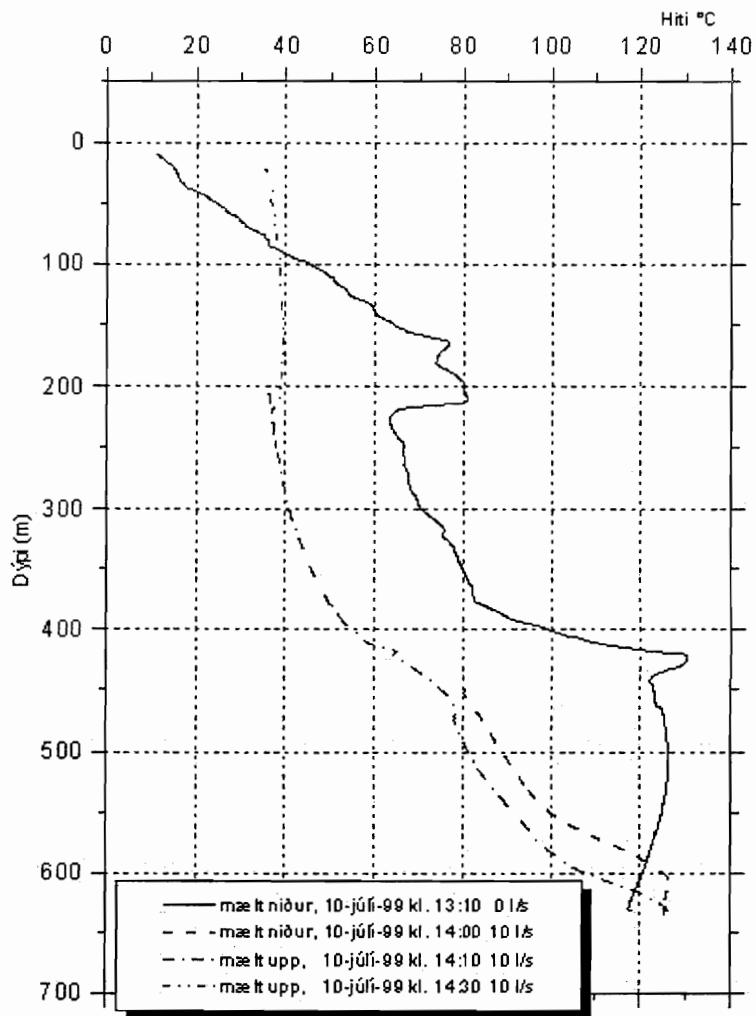


Mynd 6. Upphitun 10. júlí 1999 kl. 03, á 450 m dýpi.

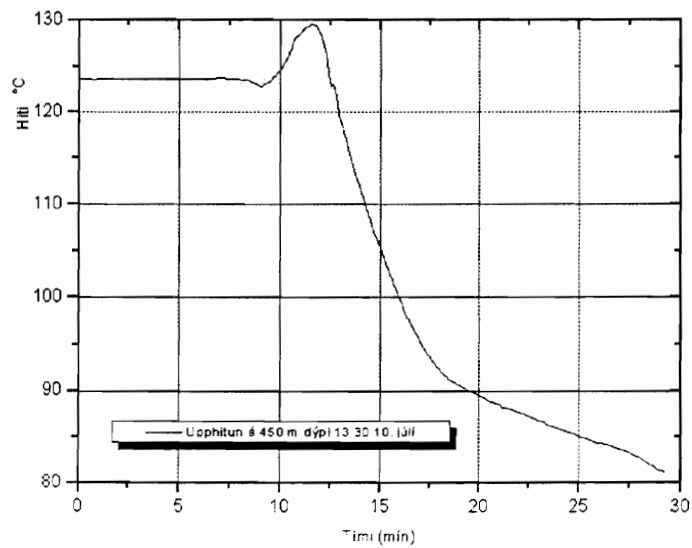
Enn var haldið áfram þéttingartilraunum og undir morgun laugardaginn 10. júlí var stept úr 10 tonnum af G-sementi blandað mica-flögum og var það 3. steypingin í lekann. Stuðst var við hitamælingar um 6 tímum síðar til að meta árangur. Á myndum 7 og 8 sést að aðstæður voru svipaðar og eftir fyrri steypingar og því ekki sjáanlegur mikill árangur. Ekki var átt við holuna það sem eftir var dagsins og fram undir morgun sunnudagsins 11. júlí. Um nóttina var fundað í kjölfar orðsendingar sem Jarðboranir sendu fulltrúa verkkaupa. Niðurstöður fundarins voru þær að næsta aðgerð færi þannig fram, að útbúa þykkan geltappa með þéttiefnum (hnetum og mica-flex) og senda hann niður og í kjölfarið að steypa úr 15 tonnum af G-sementi bættu mica flögum. Klukkan 7:10 hófst steyping eftir að um 7 m³ leðjutappi var kominn niður. Þurrefni leðjutappans voru sem hér segir:

- ✓ 800 kg af bentónít geli,
- ✓ 8 pokar af hnetuskeljum
- ✓ 8 pokar af mica-flögum

Eftir fjögurra mínútna steypingu stífluðst sementsleiðslur og tafðist steypingin þess vegna um 10 mínútur, en kl. 7:24 var hún aftur komin af stað og stóð yfir í 13 mínútur og eftirdælingu lauk síðan 07:43. Alls var stept úr 17,5 tonnum af G-sementi.



Mynd 7. Hitamælingar eftir 3. þéttingarsteypu.



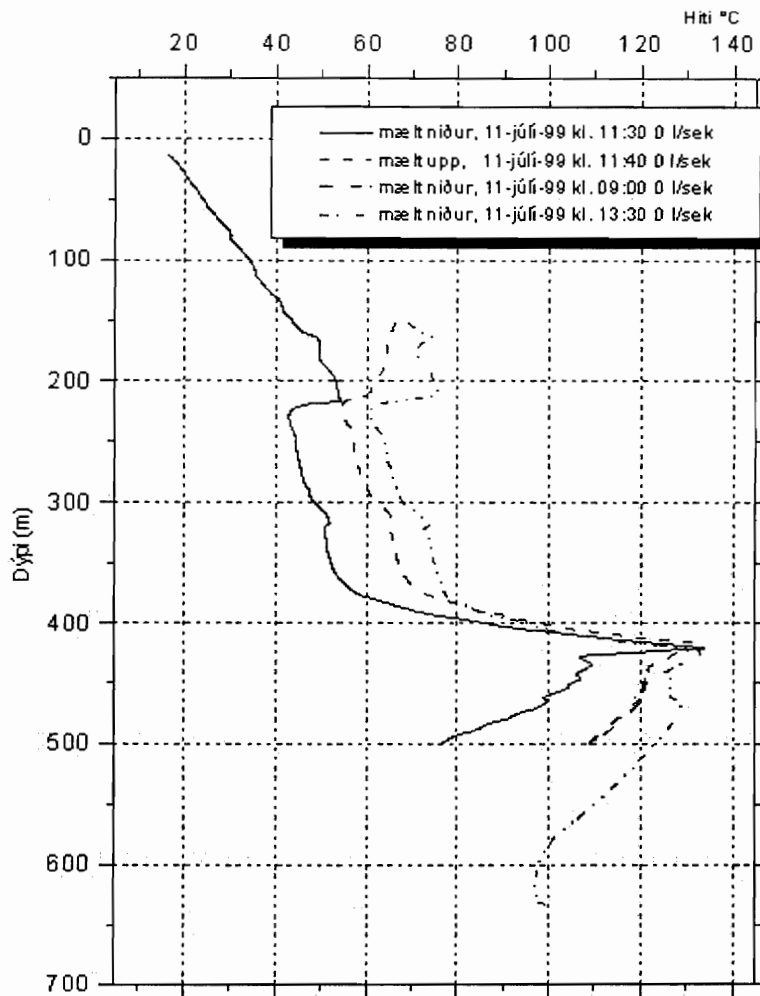
Mynd 8. Upphitun 10. júlí kl 13:30, á 450 m dýpi.

Reynt var að meta árangur fljótlega eftir að stangir voru komnar upp úr holu eftir steypingu. Samkvæmt athugunum þá um morguninn var ekki að sjá neitt millirennslí úr 400 m æðum niður í botnæðina. Meðal annars var fylgst með upphitun á 500 m dýpi í 130 mín og var upphitunarhraði þar eins og búast mátti við ef ekkert rennsli var til staðar úr æðum. Þegar hitaferill var skoðaður um kl. 18 sást ekkert millirennslí, en við ádælingu streymdi vatn niður í botnæðina. Myndir 9 og 10 sýna niðurstöður hitamælinganna frá þessum aðgerðum. Ákveðið var þegar niðurstöður hitamælinga lágu fyrir að halda áfram á sömu braut og steypa einu sinni enn.

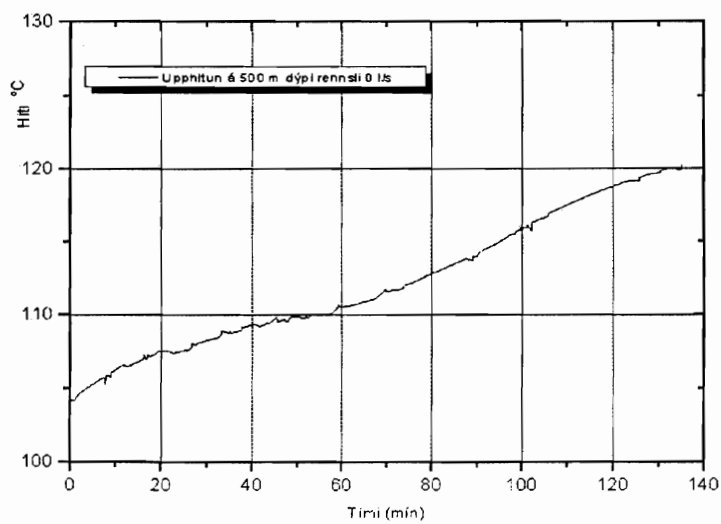
Fimmta steyping í botnæð holu KJ-33 var gerð rétt fyrir kl. 20 sunnudaginn 11. júlí. Steypan var löguð úr 10 tonnum af G-sementi og bætt með mica-flögum. Við upptekt á borstreng kom í ljós vísbending um vatnsborð hafi farið upp í 120–150 m dýpi, sem var góður fyrirboði því dæling var ekki meiri en um 15 l/s.

Mælingamenn voru ræstir út kl. 03:30 aðfarnótt mánudagsins 12. júlí. Í hitamælingunni niður holuna skömmu síðar kom í ljós að vatnsborð var 10–20 m hærra en í sambærilegum mælingum áður. Ennfremur var lögun hitaferilsins breytt neðan 400 m dýpis. Þegar 10 l/s ádæling var sett á þá var hitamælir hafður á 500 m dýpi og breyttist hiti þar ekki í um 10 mínútur meðan þessi athugun stóð yfir eins og sést á mynd 11. Það var strax vísbending um að botnæðin væri loksins orðin þétt. Hitamælt var frá 550 m og upp í 200 m en þá var skrífað fyrir dælingu til að sjá vatnsborð. Það fannst á 140 m dýpi eftir að hafa sigið í 2 mínútur. Greinilegt var að árangri var loksins náð eftir 5. þéttingarsteypinguna og um 50 tonn af sementi auk annarra bætiefna. Hitamæli var næst slakað niður á 500 m dýpi og dælt á holuna. Byrjað var að dæla 20 l/s kl. 5:10 og dæling svo aukin í tæpa 25 l/s kl. 5:26. Fimm mínútum síðar kom vatn upp, loksins. Skoltap var mælt á dælum og reyndist það vera 13,3 l/s. Samkvæmt hitamælingu sem gerð var skömmu síðar og sýnd er á mynd 12 þá fór vatnið út í æðarnar á 420–440 m dýpi. Ekki þótti ástæða til að fara út í frekari þéttingaraðgerðir og var þá haft í huga að í borun töpuðust aðeins 2–3 l/s á þessum stað og var búist við að svo verði þegar borun byrjar á nýjan leik. Það er að segja að gert var ráð fyrir að svarf þétti æðina að mestu leyti í borun.

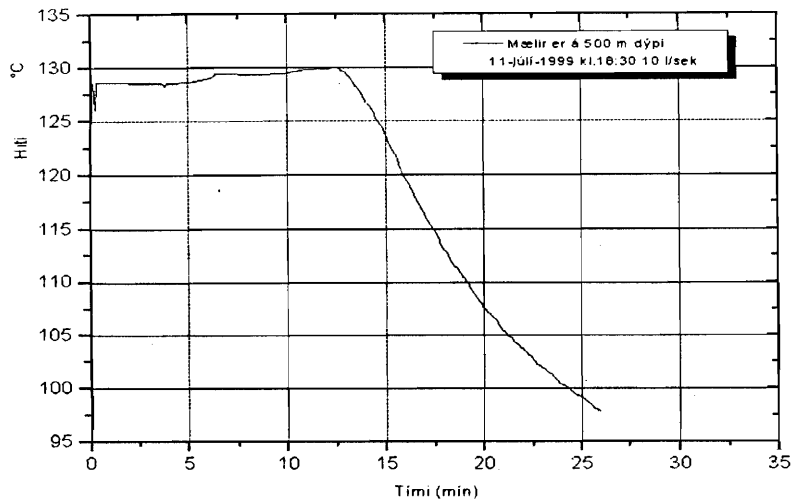
Undirbúningur að niðurstetningu fyrir borun hófst strax á mánudagsmorgni 12. júlí. Þegar búið var að koma hlutunum saman var sett niður í beit á 400 m dýpi en þar neðan við og að botni voru stangir mjólkaðar niður með drifskaftri, þ.e.a.s. kælt var á undan hverri stöng þannig að króna og viðkvæm tæki ofhitnuðu ekki. Milli kl. 18 og 19 var komið niður á steiptan botn í rúmum 630 m eins komið hafði fram í hitamælingum. Borun í berg byrjaði síðan kl. 20:10 á 642 m dýpi. Skoltap var rúmlega 13 l/s þegar sett var niður og í borun fór lekinn fljótlega niður í 6–8 l/s.



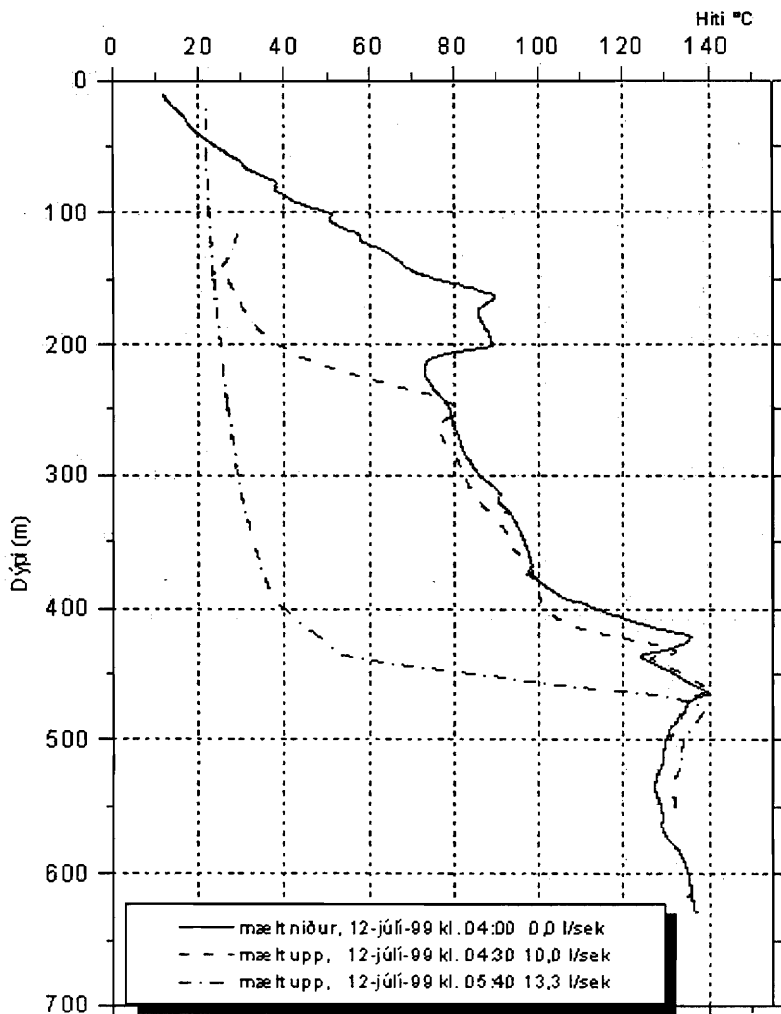
Mynd 9. Hitamælingar eftir 4. þéttingarsteypu.



Mynd 10. Upphitun 11. júlí 1999 kl.09:15, á 500 m dýpi.



Mynd 11. Upphitun 11. júlí 1999 kl. 18:30, á 500 m dýpi.



Mynd 12. Hitamælingar eftir 5. þéttingarsteypu.

Borun fyrir vinnslufóðringu holunnar, eftir að þéttingum á miklum leka á 632–635 m dýpi lauk, gekk snuðrulaust fyrir sig allt niður á 1120 m dýpi. Þar var ákveðið að setja fóðringarendann. Gangur borunar er sýndur í töflu 1 og á mynd 13. Þar kemur fram að boraðir voru 799 m á 83 tímum og var meðalborhraði 9,6 m/klst, sem verður að teljast harla gott. Álag var á bilinu 15–35 þúsund pund og snúningur á bilinu 130–150 sn/mín. Eftir þéttingartilraunir minnkaði skoltap eins og fram kemur í töflu 2. Lengst af var það innan við eða um 5 l/s en á 785–806 m dýpi fór það upp í tæpa 8 l/s, sem var marktæk breyting.

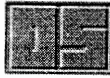
Hönnunarforsendur gerðu ráð fyrir að vinnslufóðringin næði niður í neðri hluta jarðhitakerfisins og skermaði það efra frá. Vitað er að kalsít hverfur á þessu hitabili þegar komið er úr efra kerfinu (~200°C) og farið er niður í það neðra (~300°C). Því var fylgst vandlega með þeirri steind. Kalsít var tiltölulega algengt niður á um 1050 m dýpi, en þar fór holan inn í fersklegt innskot. Innan þess fannst ekkert kalsít, sem annað hvort þýddi að það væri svo þétt að kalsít hefði ekki náð að þrengja sér inn í það, eða að holan væri komin niður í neðra kerfið. Athyglisvert var að hitamælir í MWD-tækjunum í borstreng, sem sýnt hafði stöðugan hita frá um 850 m dýpi, tók að mæla aukinn hita er komið var niður í innskotinu á 965 m (mynd 14). Hitaaukningin nam um 2°C á hverja 10 m. Miðað við fyrri reynslu frá MWD-hitamælingum þá var þetta vísbending um þetta holu á þessu bili og e.t.v. var það frekari vísbending um að komið væri niður í neðra kerfið.

Eins og venjulega við boranir í Kröflu þá var fylgst náið með breytingum á skolvatni og það skráð á fjögurra tíma fresti í borun og örar ef ástæða þótti til. Bormenn sáu um þennan þátt að vanda og er skráningin sýnd í töflu 2. Ennfremur eru mælingarnar sýndar ásamt jarðlagasniði og borhraða á mynd 15. Greinilegir lekar komu inn á 420-480, u.þ.b. 635 og 785-806 m dýpi. Eins og taflan gefur til kynna geta verið lekar á fleiri stöðum.

Eftir að borun lauk í 1120 m dýpi var holan skoluð til að hreinsa hana af svarfi og kæla í 3 klukkustundir, og var borstrengur síðan tekinn upp úr henni.

Tafla 1. Gangur borunar með 12 1/4" krónu fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu.

Borkróna 12 1/4" EHP 53-AD	Dagur	Borun (m)	Bortími (klst.)	Meðalborhr. (m/klst.)	Tími á borkrónu (klst.)	Dýpi (m)
	6. júlí	101	14,5	7,0	14,5	422
	7. júlí	77	6,5	11,8	21	499
	8. júlí	143	13	13	34	642
	9. júlí	0	0	0	34	642
	10. júlí	0	0	0	34	642
	11. júlí	0	0	0	34	642
	12. júlí	28	3,5	7,7	37,5	670
	13. júlí	144	17,5	8,2	55	814
	14. júlí	174	15	11,6	70	988
	15. júlí	132	13	10,2	83	1120
Samtals	6.-15. júlí	799	83	9,6	83	1120

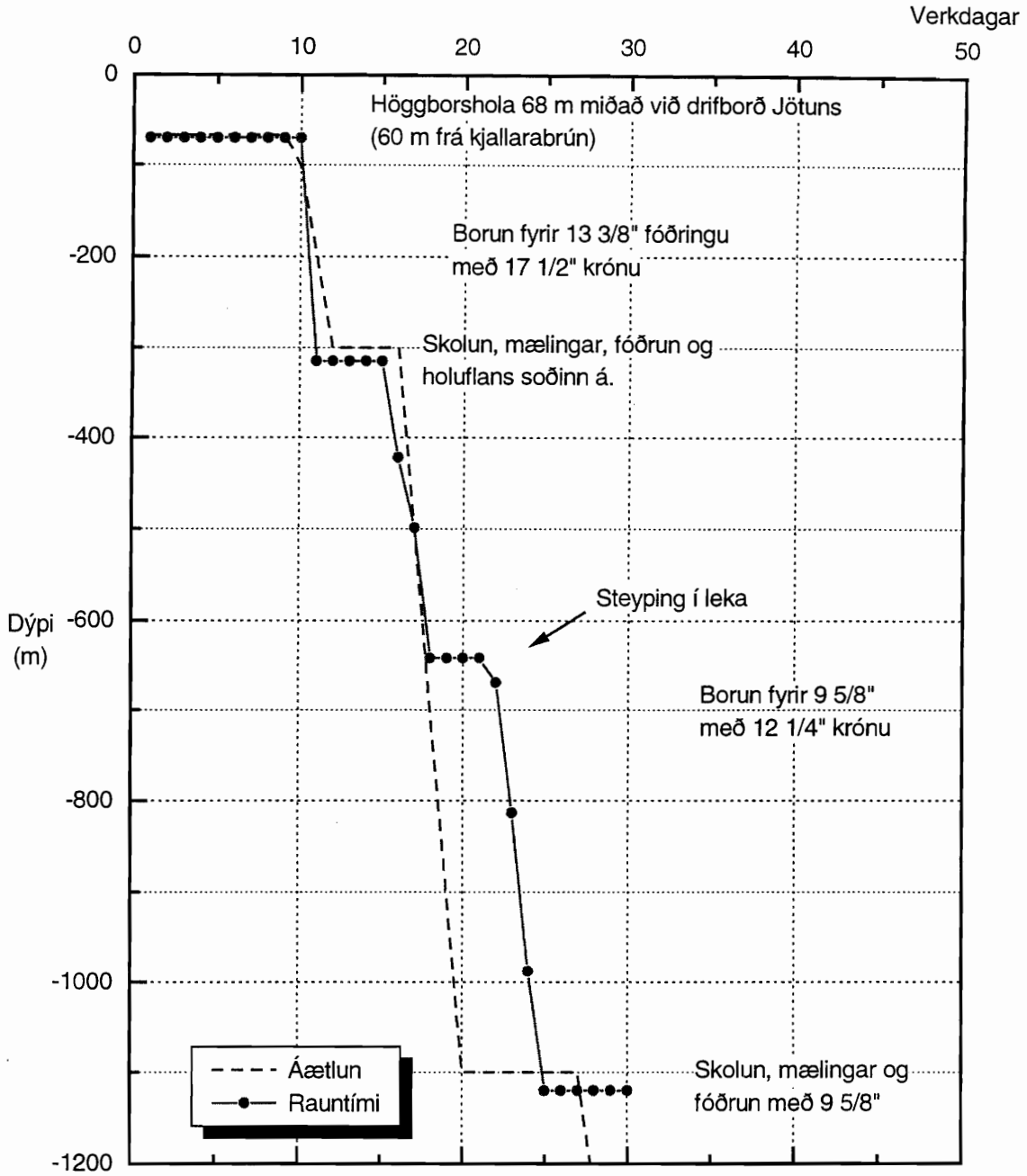


ORKUSTOFNUN
ROS

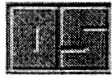
KRAFLA HOLA KJ-33

Gangur borunar í 2. áfanga

ÁsG/SSJo
21-07-99

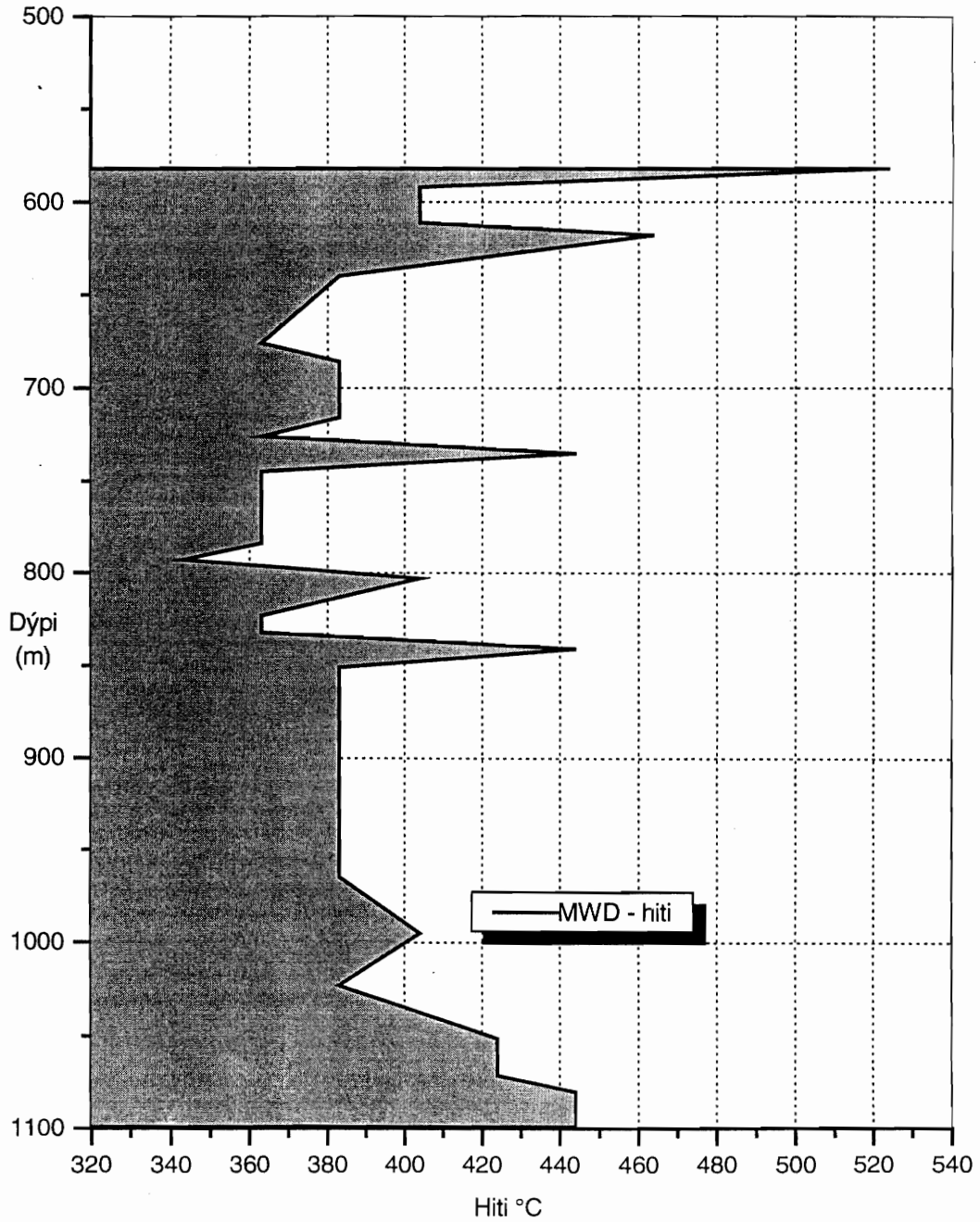


Mynd 13. Gangur borunar.



ORKUSTOFNUN
Rannsóknardeild

KRAFLA
Hola KJ-33
MWD-Hitamælingar



Mynd 14. MWD-hitamælingar.



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

Borgögn KJ-33 Krafla

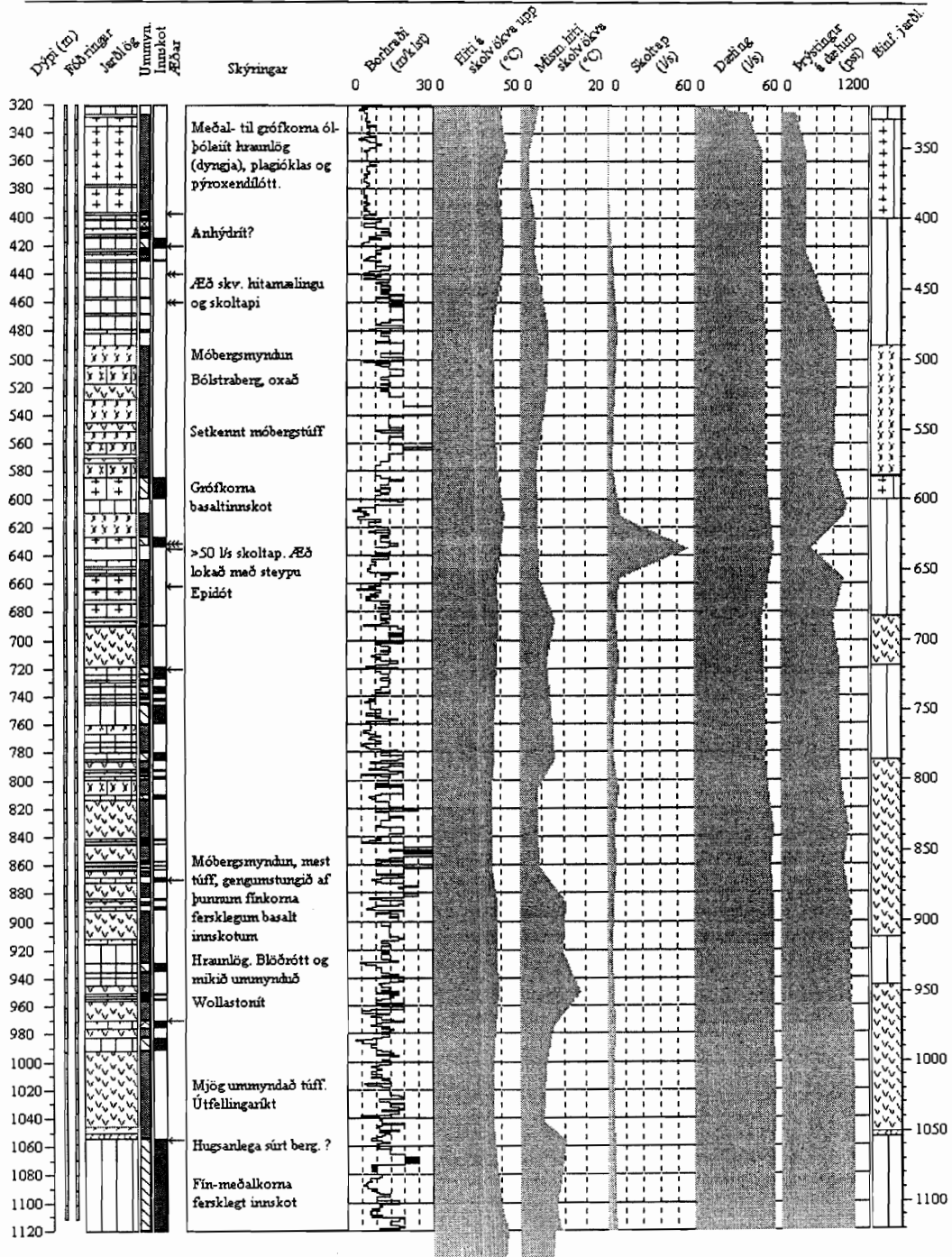
16. júlí 1999

Staður: Krafla
Holunafn: KJ-33

Bor: Jötunn
Dýptarbil: 321-1120 m

Skolvökvi: Vatn
Verkhlutí: 2. áfangi

Staðarnúmer: 58033
Starfsmenn: KB/ArH/SSJ o



Mynd 15. Jarðlagasnið og mælingar á skolun.

Ádæling var höfð í holuna á meðan upptekt stóð yfir. Ekki var hitamælt í stöngum þar sem ástæðulaust var að hafa dýran borstreng í holunni lengur en bráðnausnlegt var. Skoltap reyndist um 6 l/s í lok borunar en er strengur var kominn úr holu var hann kominn í um 26 l/s. Holan var hitamæld og kom í ljós að hún kólnaði allt niður á um 950 m dýpi, og rann ádælingarvatnið í æðar sem voru á um 460, 662, 870, og 970 m dýpi (mynd 18). Í síðari hitamælingum, er skoltap hafði aukist í um 30 l/s, kom í ljós að æðin í 970 m hafði opnast enn meir og hélt holunni kaldri niður á um 1000 m dýpi.

Meðan á borun stóð var fylgst með halla og stefnu. Notuð voru MWD-tæki (measure while drilling), sem byggja á segulmælingum. Samhliða, og til að staðfesta segulmælingarnar, var gýrómælt nokkuð þétt til að byrja með en síðan á 100 m fresti í borun. Niðurstöður MWD mælinga eru sýndar í töflu 3, og gýrómælinga í töflu 4.

Tafla 3. MWD halla- og stefnumælingar.

Dýpi (m.)	Halli (°)	Stefna (°)	Dýpi (m.)	Halli (°)	Stefna (°)
582	1.83	308.01	832	11.95	41.94
592	1.91	306.00	841	12.23	42.13
602	1.96	320.20	851	12.66	44.00
611	1.98	341.90	860	12.63	44.21
618	2.15	355.20	869	13.14	44.10
640	3.24	12.09	878	13.85	40.77
676	4.66	25.21	888	14.07	54.54
686	4.92	29.39	898	14.51	39.27
697	5.01	41.90	907	15.39	38.82
706	5.54	47.88	917	15.65	41.10
716	5.98	51.55	926	16.09	39.70
726	6.61	47.30	946	17.32	38.64
735	6.91	54.30	965	18.47	38.05
745	7.47	54.00	995	19.70	41.65
754	7.77	53.20	1023	21.46	36.60
764	8.54	50.60	1051	23.04	40.27
774	9.01	51.07	1071	23.74	43.03
784	9.85	51.14	1080	24.71	43.14
793	10.38	48.97	1090	25.06	52.37
803	10.82	47.65	1099	25.50	46.49
823	11.93	42.39			

Jarðlagamælingar ásamt víddarmælingu voru gerðar í kjölfar hitamælinganna og fjallað um þær í kafla um mælingar. Mælingarnar náðu aðeins niður að 1000 m dýpi þar sem hiti reyndist of hár þar fyrir neðan.

Fóðrun holunnar með 9 5/8" rörum hófst er mælingum lauk, og náði botn vinnslufóðringar niður á 1111,5 m dýpi, um 8,5 m ofan við holubotn. Ákveðið var að mæla halla og stefnu holunnar með nákvæmum gýrómæli innan í fóðringu. Upphaflega átti að framkvæma þá mælingu eftir steypingu fóðringar en talið að heppilegra væri að gera hana fyrir steypingu. Vatni var dælt ofan í fóðringuna í rúma klukkustund og utanádælingu hætt til að koma á virku flæði vatns niður á botn fóðringar þar sem holan

var heitust. Í kjölfar þess var hitamæli stungið niður í holuna til að sannfærast um að hitinn væri nægilega lágur fyrir gýrósmælinn. Reyndist holan vera rétt um 67°C við tengistykkið í 1080 m. Niðurstöður gýrósmælingarinnar eru sýndar í töflu 4 og er það í góðu samræmi við forsendur, þ.e.a.s. stefnuborun frá um 605 m dýpi. Notaður var seguláttaviti í strengnum. Gýrósmælingar voru teknar reglulega til að staðfesta aflestur segulmælinga. Á mynd 16 sést samanburður á þessum mælingum. Mælingarnar sýna að stefna holunnar er vel innan þeirra marka sem ákveðið var, og reyndist halli holunnar í 1075 m dýpi vera 24,26° frá lóðréttu og stefnan 42°. Holubotn er í um 98 metra láréttri fjarlægð frá holutoppi í 1075 m bordýpi (1061 m raundýpi).

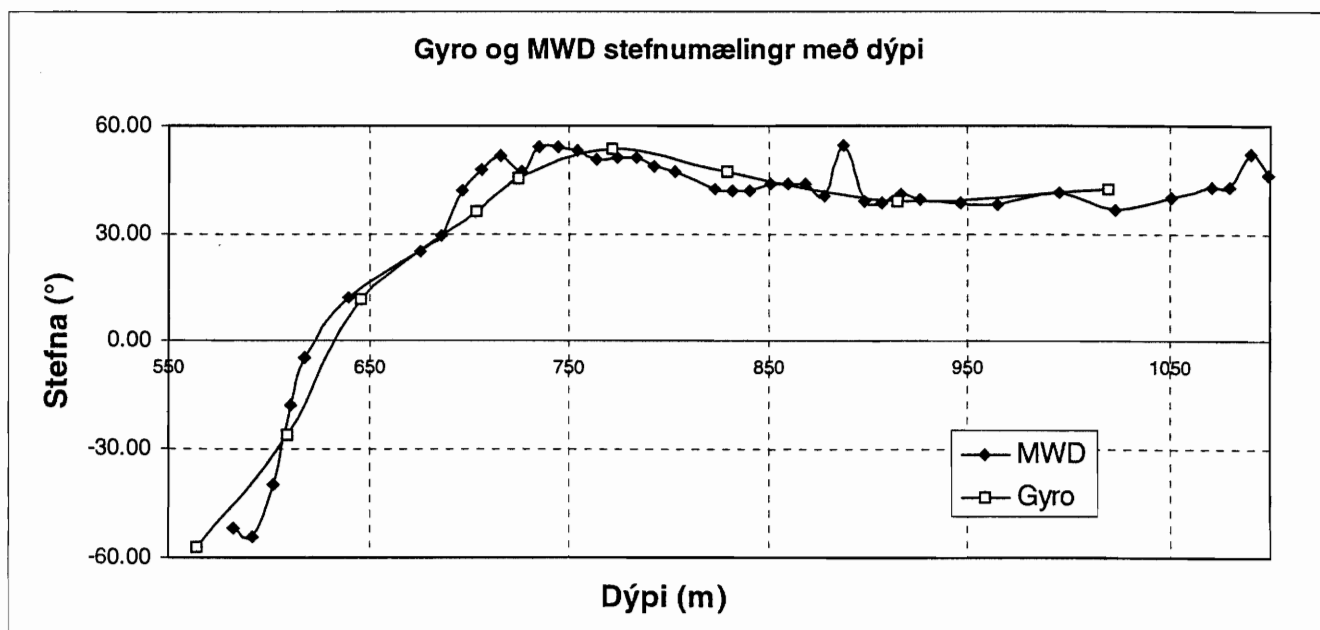
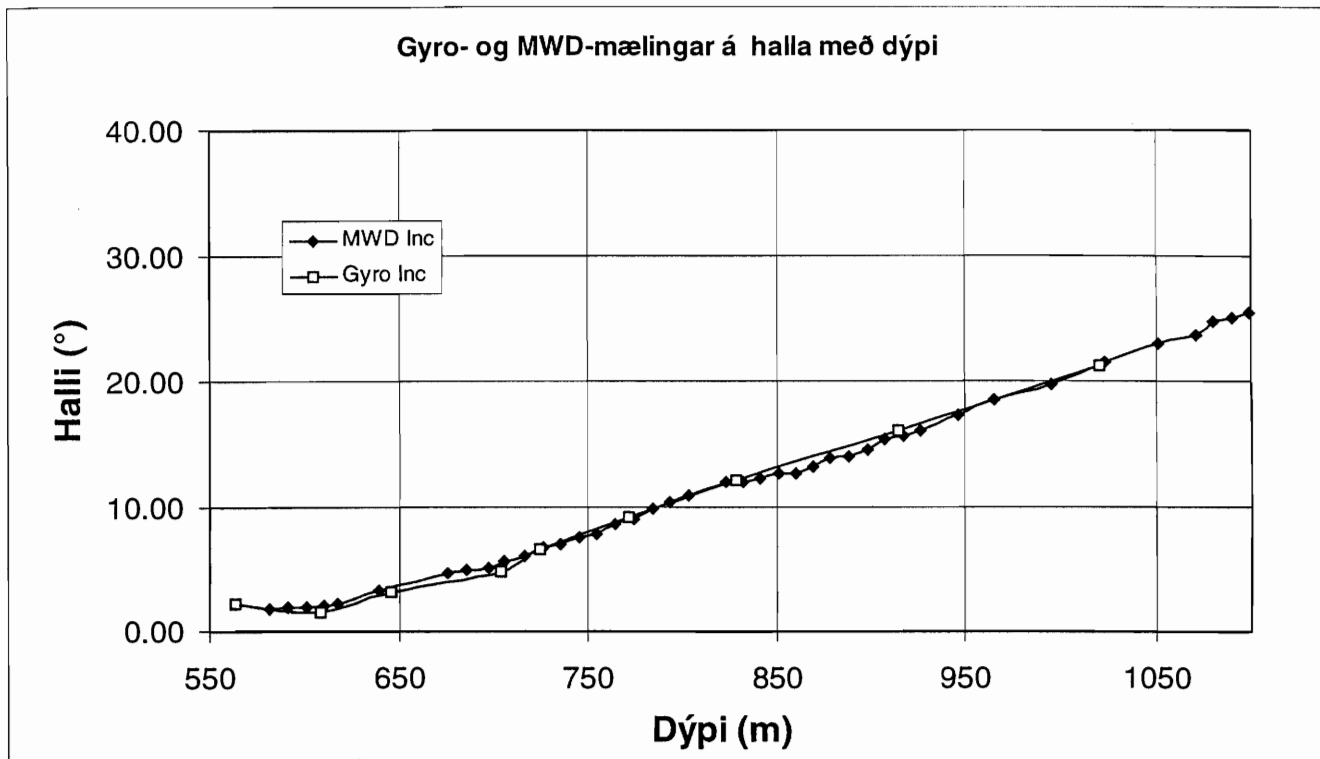
Tafla 4. Gýrósmælingar í vinnslufóðringar.

Mælt dýpi (m)	Halli (°)	Stefna (°)	Raun dýpi (m)	Hliðrun til N (m)	Hliðrun til V og A (m)	Hliðrun (m)	Dog leg
10	0	0	10	0	0	0	0
30	0.57	345.86	30	0.10 N	0.02 W	0.06	0.86
40	0.36	329.76	40	0.17 N	0.05 W	0.1	0.74
50	0.22	281.80	50	0.20 N	0.09 W	0.1	0.8
60	0.41	288.54	60	0.22 N	0.14 W	0.08	0.58
70	0.61	295.05	70	0.25 N	0.22 W	0.05	0.62
80	0.46	291.86	80	0.29 N	0.31 W	0.02	0.46
100	0.63	308.56	100	0.39 N	0.47 W	0	0.35
120	0.73	308.95	120	0.54 N	0.65 W	-0.01	0.15
130	0.69	303.40	130	0.61 N	0.75 W	-0.02	0.24
140	0.75	302.85	139.99	0.68 N	0.86 W	-0.03	0.18
150	0.76	304.86	149.99	0.75 N	0.97 W	-0.05	0.08
160	0.82	308.75	159.99	0.83 N	1.08 W	-0.05	0.24
170	0.84	308.86	169.99	0.93 N	1.19 W	-0.06	0.06
180	0.75	308.49	179.99	1.01 N	1.30 W	-0.06	0.27
190	0.91	309.15	189.99	1.10 N	1.41 W	-0.06	0.48
200	1.1	309.67	199.99	1.21 N	1.55 W	-0.06	0.57
210	1.21	309.54	209.99	1.34 N	1.70 W	-0.07	0.33
220	1.3	310.43	219.98	1.48 N	1.87 W	-0.07	0.28
230	1.11	310.57	229.98	1.62 N	2.03 W	-0.06	0.57
240	1.36	309.19	239.98	1.76 N	2.20 W	-0.06	0.76
250	1.41	305.69	249.98	1.90 N	2.39 W	-0.08	0.29
260	1.49	304.83	259.97	2.05 N	2.59 W	-0.1	0.25
270	1.57	305.78	269.97	2.21 N	2.81 W	-0.12	0.25
280	1.7	301.05	279.97	2.36 N	3.05 W	-0.15	0.56
290	1.96	298.47	289.96	2.52 N	3.33 W	-0.21	0.82
300	1.96	297.05	299.95	2.68 N	3.63 W	-0.28	0.15
310	1.96	298.56	309.95	2.84 N	3.93 W	-0.35	0.15
320	1.98	303.45	319.94	3.02 N	4.23 W	-0.41	0.51
330	1.98	305.12	329.94	3.21 N	4.51 W	-0.44	0.17
340	1.96	304.84	339.93	3.41 N	4.79 W	-0.47	0.07
350	2.06	305.89	349.92	3.61 N	5.08 W	-0.5	0.32
360	1.94	307.91	359.92	3.82 N	5.36 W	-0.52	0.42
370	1.99	307.79	369.91	4.03 N	5.63 W	-0.53	0.15
380	2.02	309.26	379.91	4.25 N	5.90 W	-0.54	0.18
390	2.03	309.52	389.9	4.47 N	6.18 W	-0.54	0.04
400	2.03	309.76	399.89	4.70 N	6.45 W	-0.55	0.03
410	1.92	309.65	409.89	4.92 N	6.71 W	-0.55	0.33
420	1.9	310.38	419.88	5.13 N	6.97 W	-0.55	0.09
430	2	310.74	429.88	5.35 N	7.23 W	-0.54	0.3
440	2	311.44	439.87	5.58 N	7.49 W	-0.54	0.07
450	1.89	309.68	449.86	5.80 N	7.75 W	-0.53	0.38

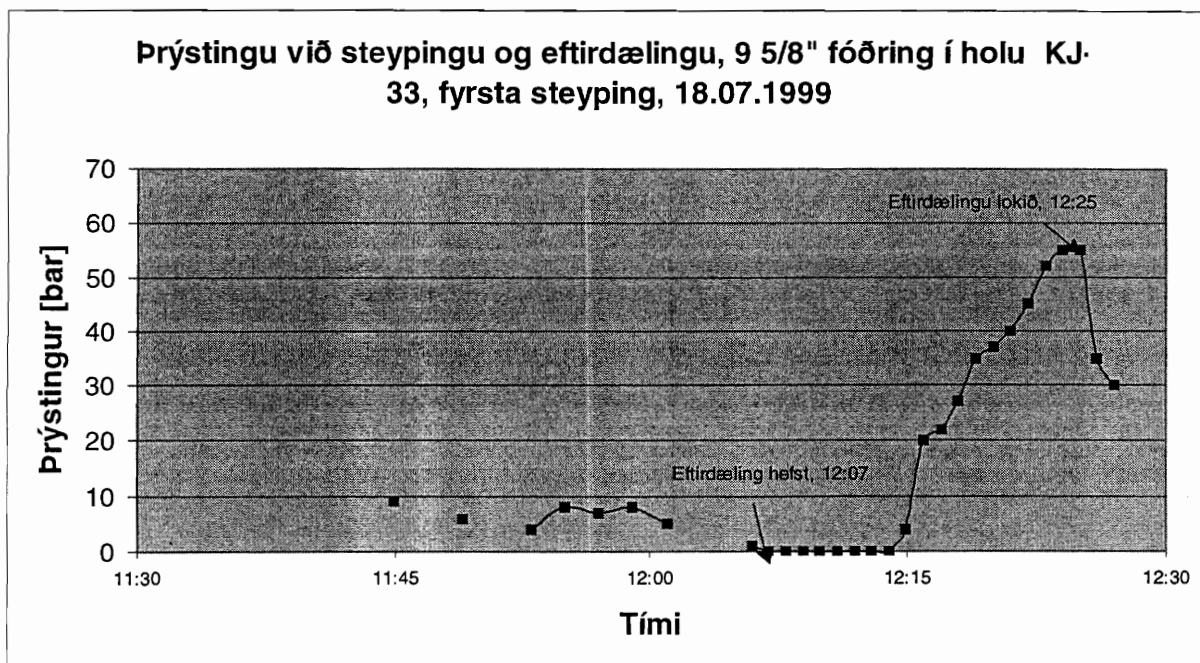
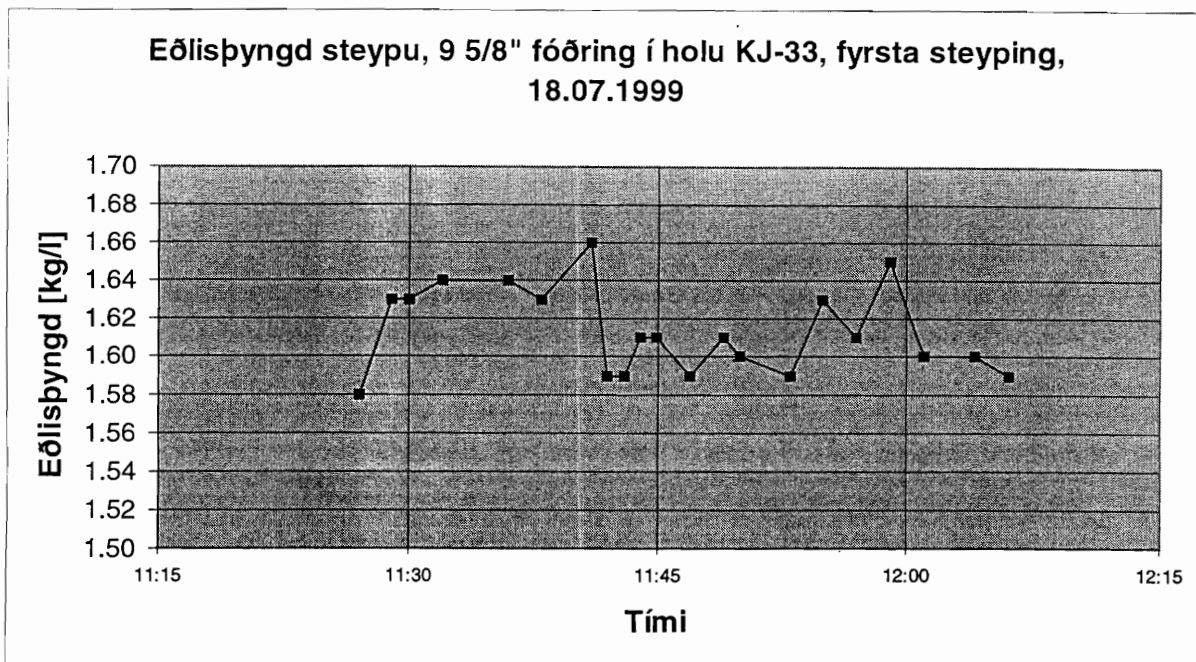
460	1.73	309.95	459.86	6.01 N	7.99 W	-0.54	0.48
470	1.94	311.93	469.85	6.22 N	8.23 W	-0.53	0.66
480	1.91	313.38	479.85	6.44 N	8.48 W	-0.51	0.17
490	1.93	310.52	489.84	6.67 N	8.73 W	-0.5	0.29
500	1.93	309.58	499.84	6.88 N	8.99 W	-0.5	0.09
520	1.82	311.92	519.83	7.31 N	9.48 W	-0.49	0.2
540	1.97	310.66	539.82	7.75 N	9.98 W	-0.48	0.23
550	1.98	309.06	549.81	7.97 N	10.24 W	-0.48	0.17
560	2	309.57	559.8	8.19 N	10.51 W	-0.49	0.08
570	2.05	310.58	569.8	8.42 N	10.78 W	-0.48	0.18
580	2.17	310.3	579.79	8.65 N	11.06 W	-0.48	0.36
590	1.9	312.35	589.78	8.89 N	11.33 W	-0.47	0.84
600	2.02	319.74	599.78	9.14 N	11.57 W	-0.44	0.84
610	1.82	339.16	609.77	9.42 N	11.74 W	-0.33	2.03
620	2.28	356.65	619.77	9.77 N	11.81 W	-0.11	2.31
630	2.73	6.53	629.76	10.20 N	11.79 W	0.24	1.87
640	3.15	14.71	639.74	10.70 N	11.69 W	0.68	1.78
650	3.72	20.11	649.73	11.27 N	11.51 W	1.24	1.96
660	4.24	25.11	659.7	11.91 N	11.24 W	1.9	1.87
670	4.58	28.52	669.67	12.60 N	10.90 W	2.65	1.29
680	4.69	33.9	679.64	13.29 N	10.48 W	3.44	1.34
690	4.79	39.04	689.61	13.95 N	9.99 W	4.27	1.31
700	5.01	46.16	699.57	14.58 N	9.41 W	5.12	1.94
710	5.42	49.09	709.53	15.19 N	8.74 W	6.02	1.47
720	6.01	52.17	719.48	15.82 N	7.97 W	7	1.99
730	6.48	52.57	729.42	16.48 N	7.10 W	8.06	1.42
740	7.02	55.97	739.35	17.17 N	6.15 W	9.2	2.01
750	7.43	57.14	749.27	17.86 N	5.10 W	10.4	1.31
760	8.1	55.17	759.18	18.62 N	3.98 W	11.7	2.16
770	8.82	53.89	769.07	19.47 N	2.78 W	13.13	2.23
780	9.46	52.38	778.94	20.42 N	1.51 W	14.67	2.05
790	10.12	52.28	788.8	21.46 N	0.17 W	16.33	1.98
800	10.72	50.8	798.63	22.59 N	1.25 E	18.11	1.97
810	11.34	48.61	808.45	23.83 N	2.71 E	19.99	2.24
820	11.74	47.1	818.25	25.17 N	4.19 E	21.97	1.5
830	11.97	45.88	828.03	26.58 N	5.68 E	24.02	1.02
850	12.61	47.61	847.57	29.50 N	8.78 E	28.24	1.11
870	13.12	47.67	867.07	32.50 N	12.07 E	32.66	0.77
880	13.71	46.3	876.8	34.08 N	13.77 E	34.96	2.01
890	14.14	45.58	886.5	35.76 N	15.50 E	37.35	1.39
900	14.76	44.5	896.19	37.52 N	17.26 E	39.84	2.03
910	15.31	43.9	905.85	39.38 N	19.07 E	42.42	1.71
920	15.91	43.16	915.48	41.33 N	20.92 E	45.11	1.9
930	16.62	42.76	925.08	43.38 N	22.83 E	47.91	2.16
940	17	42.75	934.65	45.50 N	24.80 E	50.8	1.14
950	17.38	42.92	944.2	47.67 N	26.81 E	53.75	1.15
960	18.09	42.86	953.73	49.90 N	28.88 E	56.79	2.13
970	18.6	43.24	963.22	52.20 N	31.03 E	59.93	1.57
980	18.82	43.59	972.69	54.53 N	33.23 E	63.14	0.74
990	19.48	43.62	982.14	56.91 N	35.49 E	66.41	1.98
1000	19.85	43.66	991.55	59.34 N	37.82 E	69.77	1.11
1010	20.26	43.44	1000.95	61.83 N	40.18 E	73.19	1.25
1020	21.15	43.71	1010.3	64.39 N	42.62 E	76.72	2.69
1030	21.47	43.21	1019.62	67.03 N	45.12 E	80.35	1.1
1040	22.03	43.83	1028.91	69.71 N	47.67 E	84.04	1.82
1050	22.79	43.46	1038.15	72.47 N	50.30 E	87.85	2.32
1060	23.19	43.2	1047.36	75.31 N	52.98 E	91.75	1.24
1075	24.26	42.11	1061.09	79.75 N	57.07 E	97.78	2.31

Þá var komið að steypingu fôðringarinnar. Ákveðið var að steypa holuna í a.m.k. 2 áföngum til þess að forðast að skjóta göt á fôðringuna. Rúmmálmæling sem byggð var á víddarmælingu hafði sýnt að 43 tonn af steypu nægðu til að fylla holuna utan fôðringar. Skömmu eftir miðnætti laugardagsins 17. júlí var búið að tengja borstangir við stungustykki og holan skoluð og kæld á meðan steyputæki voru gerð klár og sement var blandað. Sunnudaginn 18. júlí kl. 11:27 hófst fôðringarsteypan og stóð yfir í 40 mínútur. Steypt var í gegnum borstangir í fyrstu atrennu úr um 42 tonnum af G-sementi og byrjaði eftirdæling kl. 12:07, og lauk kl. 12:25. Fylgst var nákvæmlega með steypingunni og var eðlisþyngd hennar 1,60–1,65 g/cm³ eins og sést á mynd 17 ásamt dæluþrýstingi. Ekkert kom upp meðan á steypingu stóð og því ljóst að finna þurfti steypuborð. Eftir um 8–10 klukkustunda bið var hitamælt og síðan CBL-mælt til að finna steypuborð. Í ljós kom að holan lak um 26 l/s á um 460 m dýpi og að steypuborð var þar rétt neðan við. Þóttu þær niðurstöður vart geta orðið betri, því þá var unnt að steypa restina af fôðringunni milli fôðringa frá yfirborði. Vatnsborð var talið vera á um 227 m dýpi. Á miðnætti mánudaginn 19. júlí var ákveðið að steypa í annað sinn og í þetta sinn úr um 18 tonnum af steypu, og var blandað fjórum 25 kg pokum af glimmeri (mica) í fyrsta hluta steypunnar til að reyna að stífla æðina sem mest í 460 m dýpi. Beðið var í um 3 tíma eftir 2. steypingu, og þá steypt úr 6 tonnum, eða þar til steypuborð kom til yfirborðs. Var þá steypingu fôðringar lokið kl. 5:30 um morguninn og þótti hafa tekist mjög farsællega. Allar nánari upplýsingar um fôðrun holunnar er að finna í töflu 5. Frekari upplýsingar og umfjöllun um mælingar á steypugæðum er að finna í kaflanum um mælingar.

Gengið var frá holutoppi að steypingu lokinni. Það óhapp varð í steypumælingu að neðsti hluti steypumælis losnaði frá og datt niður í holuna ásamt stýringu. Reynt var að fiska það upp með því að slaka sérstaklega gerðu fiskitæki á mælivírnum niður en án árangurs. Ekki tókst að ná stykkinu upp, og var það ráð tekið að mylja það með sérstaklega gerðum hnalli. Borað var með hnallinum í gegnum stungustykkið og 8 m niður í steypu þar fyrir neðan.



Mynd 16. Samanburður á segul- og gýrómælingum.



Mynd 17. Eðlisþyngd steypu og dæluþrýstingur.


Tafla 5. Fóðrunarskýrsla.

		FÓÐRUNARSKÝRSLA		Eyðublað nr. 68-051
JARÐBORANIR HF				

Verk nr. 42670	Hola nr. KJ-33	Borstaður Krafla	Bor Jötunn	Verkkaupi Landsvirkjun
Vidd holu 12 1/4"	Dýpt holu mv. drifborð 1120 m	Fóðring nr. 3	Fóðrun framkv. dags. 16-17/7 1999	Utfyllt af: B.G D.S.

Holudýpi frá flangsi		1.112,64 m		Fóðringard. frá fl.		1.103,27 m		Röratalning			
FÓBRING	Gerð	K-55		Þyngd		47 lbs/ft		LENGD	NR	MS	ALLS m
	Utanmál	9 5/8"		Innanmál		220,5 mm					
	Veggþykkt	12 mm		Pöntunar nr.							
	Tengi	Skrúfuð Buttress				3,95		1		3,95	
	Flangs	Í slif í holuflangsi				13,46		2	X	17,41	
	Stungutengi	Float Collar				13,08		3		30,49	
	Skór	Float Shoe				13,28		4		43,77	
	Miðjustillar	30	stk	Steyputappar	0	stk	13,36	5	X	57,13	
STEYPING	Steypa 1 þurrefni	42.000	kg	Tafefni	210	kg	12,91	7		83,13	
	Eðlisþyngd	1,62	kg/l	Steypingartími	40	mín	12,14	8	X	95,27	
	Steyputæki	Jett mixari og Halliburton dæla				11,89	9		107,16		
	Steypa kom upp	?	nei	Eðlisþyngd steypu upp		kg/l	12,18	10		119,34	
	Eftirdæling	9.817 l.	ltr	Eftirdæling	18	mín	12,08	11	X	131,42	
	Steypa 2 þurrefni	18.000	kg	Steypt eftir 12 klst.			12,90	12		144,32	
							13,13	13		157,45	
FRÁGANGUR	Dýpi á steypu utan röra	200	m	Steypt utan með eftir	16	klst	12,83	14	X	170,28	
	Steypa þurrefni	6.000	kg	Skorið ofan af eftir	30	klst	12,80	15		183,08	
	Dýpi á steypu í röri	1.070	m	Steypa boruð eftir	67	klst	12,97	16		196,05	
							12,13	17	X	208,18	
ATHUGASEMDIR							12,46	18		220,64	
Steyping númer 2 var framhvæmd þannig að það var dælt 18 tonnum af G blöndu ofan							12,14	19		232,78	
frá utan með fóðringu. Steyping númer 3 var gerð eins þá var steyst úr 6 tonnum. Steypa							12,36	20	X	245,14	
kom upp og seig ekkert.							13,20	21		258,34	
							13,30	22		271,64	
							12,39	23	X	284,03	
							13,17	24		297,20	
							13,28	25		310,48	
							12,97	26	X	323,45	
							13,13	27		336,58	
							12,91	28		349,49	
							12,81	29	X	362,30	

Tafla 5. Frh. fódrunarskýrslu.

		FÓÐRUNARSKÝRSLA		Framhaldseyðublað nr. 68-051							
JARÐBORANIR HF											
Verk nr.	Hola nr.	Borstaður	Fóðring nr.	Blaðsíða nr.							
42670	KJ-33	Krafla	3	2							
RÖRATALNING				RÖRATALNING		RÖRATALNING					
LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m
12,39	30		374,69	12,32	62	X	785,86				
12,87	31		387,56	13,23	63		799,09				
12,07	32	X	399,63	13,11	64		812,20				
13,01	33		412,64	12,03	65	X	824,23				
12,56	34		425,20	12,37	66		836,60				
12,39	35	X	437,59	13,26	67		849,86				
13,08	36		450,67	12,27	68	X	862,13				
13,25	37		463,92	13,10	69		875,23				
12,17	38	X	476,09	12,37	70		887,60				
13,08	39		489,17	13,42	71	X	901,02				
13,09	40		502,26	13,59	72		914,61				
12,89	41	X	515,15	12,92	73		927,53				
13,08	42		528,23	13,24	74	X	940,77				
13,18	43		541,41	12,27	75		953,04				
12,79	44	X	554,20	13,38	76		966,42				
13,05	45		567,25	12,17	77	X	978,59				
12,71	46		579,96	12,79	78		991,38				
12,85	47	X	592,81	12,84	79		1.004,22				
12,75	48		605,56	11,99	80	X	1.016,21				
12,27	49		617,83	13,78	81		1.029,99				
13,50	50	X	631,33	12,09	82		1.042,08				
13,22	51		644,55	11,87	83	X	1.053,95				
12,86	52		657,41	12,14	84		1.066,09				
13,40	53	X	670,81	11,60	85		1.077,69				
13,35	54		684,16	0,85	86		1.078,54				
13,54	55		697,70	12,24	87	X	1.090,78				
13,09	56	X	710,79	12,04	88	X	1.102,82				
13,24	57		724,03	0,45	89		1.103,27				
12,05	58		736,08		90						
12,95	59	X	749,03		91						
12,40	60		761,43		92						
12,11	61		773,54		93						

3. BORHOLUMÆLINGAR

Yfirlit um borholumælingar í öðrum áfanga er að finna í töflu 6. Fyrstu mælingarnar í þessum áfanga voru gerðar 7. júlí kl. 03:40, en þá var hitamælt áður en stefnuborunartæki voru sett niður, bæði í stöngum og í opinni holu. Þann 8. júlí var hita- og gýrósmælt áður en tekið var til við að sveigja holuna. Dagana 9.–12. júlí voru síðan gerðar allmargar hitamælingar í kjölfar tilrauna til að þétta holuna vegna algjörs skoltaps í æð á 632 m dýpi. Fjallað er um þessar mælingar í kaflanum um borsögu, og eru þær sýndar á myndum 1–12.

Undirbúningur fyrir jarðlagamælingar í öðrum hluta holu KJ-33 hófst um kl. 04 að morgni 16. júlí eftir upptekt borstrengs, og lauk um 12 tímum síðar. Mælingarnar gengu frekar hægt fyrir sig, meðal annars vegna bilunar í púlsateljara og truflana frá rafstöð í mælingabíl.

Holan var fyrst hitamæld niður á tæplega 1100 m dýpi og mældist hitinn þar rúmlega 150°C (sjá mynd 18). Hitamælirinn var því næst dreginn upp í 1000 m dýpi og upphitun athuguð. Mælt var í 35 mínútur og hækkaði hitinn um 2°C á tímabilinu (sjá mynd 19). Upphitunin virtist því vera um 4°C á klukkustund. Hitamælirinn var svo dreginn upp og holan hitamæld á nýjan leik (sjá mynd 18). Niðurdæling í holuna var 26.5 l/s meðan á hitamælingum stóð. Svo virðist sem æðar séu á um 460, 662, 870 og 970 m dýpi. Mismunurinn á hitamælingunum tveim sýnir að ádælingin kælr holuna niður að æðinni á 970 m dýpi.

Síðan var tekið til við eiginlegar jarðlagamælingar, en þær eru sýndar á mynd 20. Náttúruleg gammageislun í bergi er háð magni kalíums, þóríums og úraníums í því og er slík mæling mjög gagnleg til að greina súr og ísúr jarðlög. Nifteinda mælingu er hægt að nota samhliða viðnámsmælingum til að meta poruhluta bergsins. Nifteinda mælingin hófst um kl. 09:40 og var mælt niður holuna á 978 m dýpi, en ekki var mælt dýpra vegna hita. Náttúruleg gammageislun var síðan mæld upp holuna og lauk þeirri mælingu um kl. 12:30. Vegna rafmagnstruflana eru gæði gamma-mælinganna ekki sem skyldi og óvíst um túlkun þeirra.

Rafviðnám jarðlaga var mælt með 16” og 64” bili á milli rafskauta eins og venja er. Viðnámsmælt var bæði upp og niður holuna og var ágætt samræmi milli þeirra mælinga, en einungis upp mælingin er sýnd á mynd 20. Sýni var einnig tekið af skolvökva og verður það leiðnimælt og notað við frekari útreikninga á viðnámi jarðlaganna sem greint verður frá síðar.

Jarðlagamælingarnar endurspegla nokkuð vel niðurstöður jarðlagagreininga meðan á borun stóð og verður betur fjallað um þær þegar kemur að frekari úrvinnslu.

Tafla 6. Yfirlit borholumælinga.

Dags.	Tími	Mæling	Dýptarbil	Tilgangur	Skrá	Aths
07.07.99	03:40-04:00	Hiti	15-420	Upphitun	H0707034	Q=-4 l/s
07.07.99	04:00-04:30	Hiti	420	Upphitun	T0707040	Q=-4 l/s
07.07.99	04:30-04:50	Hiti	420-5	Upphitun	H0707043	Q=-4 l/s
07.07.99	08:20-08:40	Hiti	10-425	Upphitun	H0707082	Q=-13 l/s
08.07.99	10:00-10:20	Hiti	10-561	Æðar	H0708100	v/Gýró, í stöngum, Q=-7.5 l/s
09.07.99	00:30-01:00	Hiti	10-642	Upphitun	H0709003	v/steypu, Q=-28 l/s
09.07.99	15:30-15:50	Hiti	10-643	Upphitun	H0709153	v/steypu,
09.07.99	15:50-16:20	Hiti	450	Upphitun	T0709155	v/steypu, Q=-10 l/s
09.07.99	16:30-17:00	Hiti	630-2	Upphitun	H0709163	v/steypu,
10.07.99	01:30-02:00	Hiti	10-632	Upphitun	H0710013	v/steypu,
10.07.99	02:10-02:20	Hiti	450	Upphitun	T0710021	v/steypu,
10.07.99	02:20-02:40	Hiti	450-100	Upphitun	H0710022	v/steypu,
10.07.99	02:40-02:50	Hiti	108-2	Upphitun	H0710024	v/steypu,
10.07.99	02:50-03:00	Hiti	10-450	Upphitun	H0710025	v/steypu,
10.07.99	03:00-03:20	Hiti	450	Upphitun	T0710030	v/steypu, Q=-10 l/s
10.07.99	03:20-03:40	Hiti	631-13	Upphitun	H0710032	v/steypu, Q=-10 l/s
10.07.99	13:10-13:30	Hiti	10-632	Upphitun	H0710131	v/steypu,
10.07.99	13:30-14:00	Hiti	450	Upphitun	T0710133	v/steypu, Q=-10 l/s
10.07.99	14:00-14:10	Hiti	450-632	Upphitun	H0710140	v/steypu, Q=-10 l/s
10.07.99	14:10-14:30	Hiti	632-196	Upphitun	H0710141	v/steypu, Q=-10 l/s
10.07.99	14:30-14:40	Hiti	250-20	Upphitun	H0710143	v/steypu, Q=-10 l/s
11.07.99	09:00-09:16	Hiti	15-500	Upphitun	H0711090	v/steypu,
11.07.99	09:10-11:30	Hiti	500	Upphitun	T0711091	v/steypu,
11.07.99	11:30-11:37	Hiti	450-500	Upphitun	H0711113	v/steypu,
11.07.99	11:40-11:50	Hiti	500-150	Upphitun	H0711114	v/steypu,
11.07.99	13:30-14:00	Hiti	151-632	Upphitun	H0711133	v/steypu,
11.07.99	17:50-18:16	Hiti	15-632	Upphitun	H0711175	v/steypu,
11.07.99	18:20-18:40	Hiti	500	Upphitun	T0711182	v/steypu, Q=-10 l/s
11.07.99	18:40-19:00	Hiti	450-23	Upphitun	H0711184	v/steypu, Q=-10 l/s
12.07.99	04:00-04:20	Hiti	10-630	Upphitun	H0712040	v/steypu,
12.07.99	04:20-04:40	Hiti	500	Upphitun	T0712004	v/steypu
12.07.99	04:40-04:56	Hiti	500-117	Upphitun	H0712043	v/steypu,
12.07.99	05:10-05:30	Hiti	500	Upphitun	T0712051	v/steypu, Q = -10 l/s
12.07.99	05:40-06:00	Hiti	550-20	Upphitun	H0712054	Q = -10 l/s
16.07.99	04:30-05:10	Hiti	15-1088	Upphitun	H0716043	Q = -26,5 l/s
16.07.99	05:10-06:00	Hiti	1000	Upphitun	T0716051	Q = -26,5 l/s
16.07.99	06:00-06:40	Hiti	1000-9	Upphitun	H0716060	Q = -26,5 l/s
16.07.99	09:40-10:30	Nifteindir	14-979	Jarðlög	N0716094	Q = -26,5 l/s
16.07.99	10:30-12:30	Nat-gamma	979-4	Jarðlög	G0716103	Q = -26,5 l/s
16.07.99	13:20-13:50	Viðnám	313-1000	Jarðlög	S/L0716132	16" og 64" skautabil, Q=-30 l/s
16.07.99	13:20-13:50	Sjálfspenna	313-1000	Jarðlög	A0716132	Q = -30 l/s
16.07.99	13:50-14:30	Viðnám	1000-313	Jarðlög	S/L0716135	16" og 64" skautabil, Q=-30 l/s
16.07.99	13:50-14:30	Sjálfspenna	1000-313	Jarðlög	A0716135	Q = -30 l/s
16.07.99	14:30-15:10	Hiti	35-1026	Æðar	H0716143	Q = -30 l/s
16.07.99	15:50-16:30	Y-vidd	1000-2	Holuvidd	Y0716155	Q = -30 l/s
18.07.99	17:30-18:05	Hiti	10-1085	Upphitun	H0718173	Eftir steypingu og upptekt
18.07.99	18:30-19:05	Hiti	15-1085	Lekt	H0718183	Q=-8.7 l/s
18.07.99	20:20-20:55	Hiti	200-1085	Lekt	H0718183	Q=-20 l/s
18.07.99	23:05-00:10	Steypumæl.	1080-10	Steypugæði	B0718230	Miðjustillir datt af í mælingunni
19.07.99	03:30-04:35	Steypumæl.	1060-5	Steypugæði	B0719033	Nýja próban
19.07.99	13:30-14:00	Hiti	15-1000	Upphitun	H0719133	
19.07.99	14:40-15:15	Steypumæl.	480-10	Steypugæði	B0719144	Eftir steypingu utanmeð
19.07.99	15:45-16:45	Steypumæl.	8550-10	Steypugæði	B0719154	Nýja próban
21.07.99	10:15-10:45	Hiti	25-1090	Upphitun	H0721101	Eftir upptekt, Q=0 l/s
21.07.99	10:45-11:15	Hiti	1050	Upphitun	T0721104	Eftir upptekt, Q=0 l/s
21.07.99	11:15-11:45	Hiti	1050-10	Upphitun	H0721111	Eftir upptekt, Q=0 l/s



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

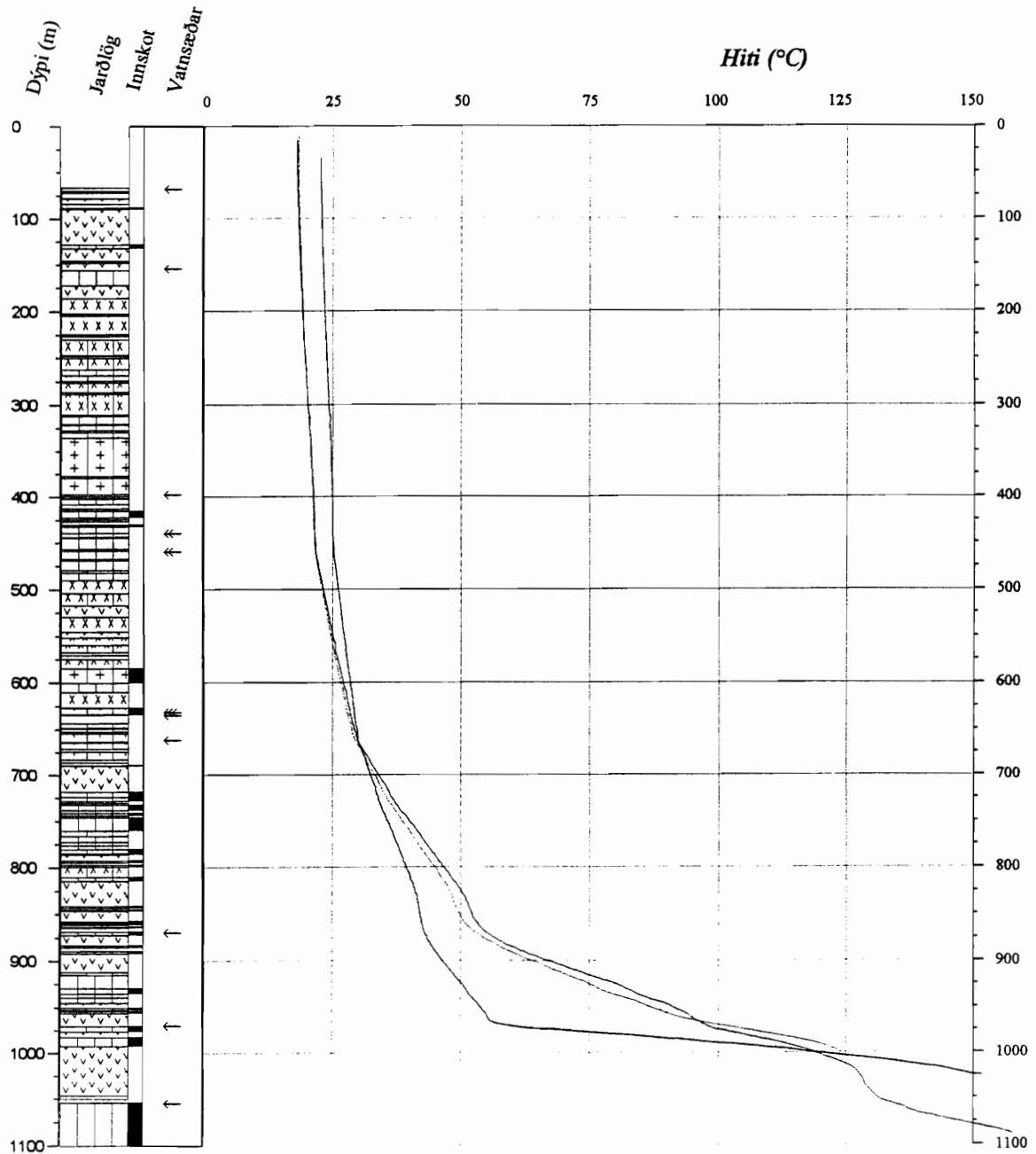
Hitamælingar

Staður Krafla
Verkhluti 2. áfangi
Bor Jötunn

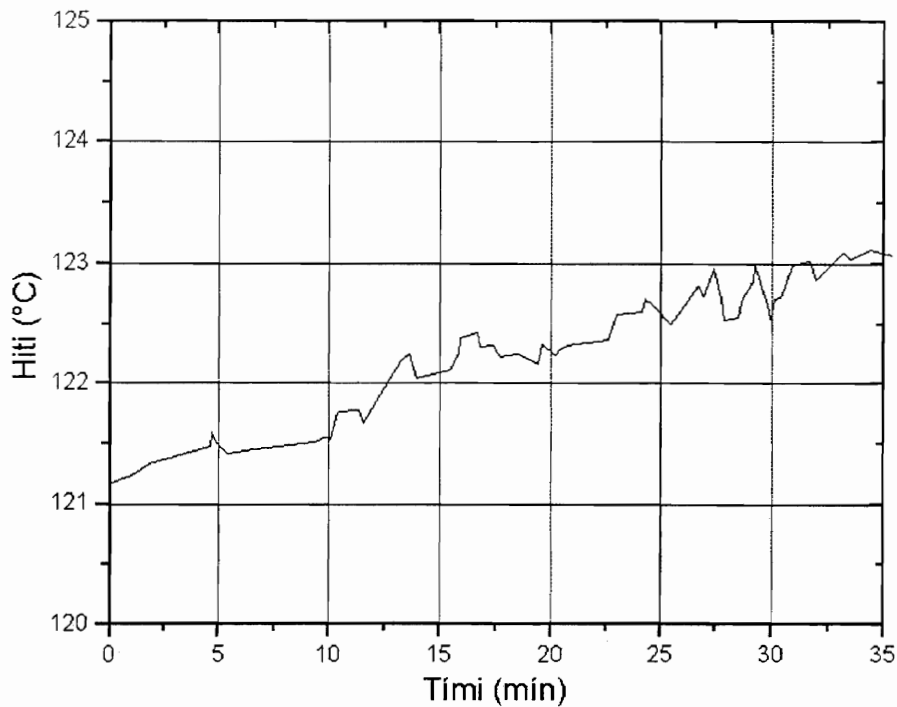
Holunafn KJ-33
Dýptarbil 321-1120 m
Boraðferð Stefnumborun

Staðarnúmer 58033
Dagsetning 16. júlí 1999
Starfsmenn: KB/ArH/SSJo

- Mælt 16. júlí 1999 kl 04:30, ádæling 26.5 l/s
- Mælt 16. júlí 1999 kl 06:00, ádæling 26.5 l/s
- Mælt 16. júlí 1999 kl 14:30, ádæling 30 l/s



Mynd 18. Hitamælingar eftir borun í 1120 m dýpi.



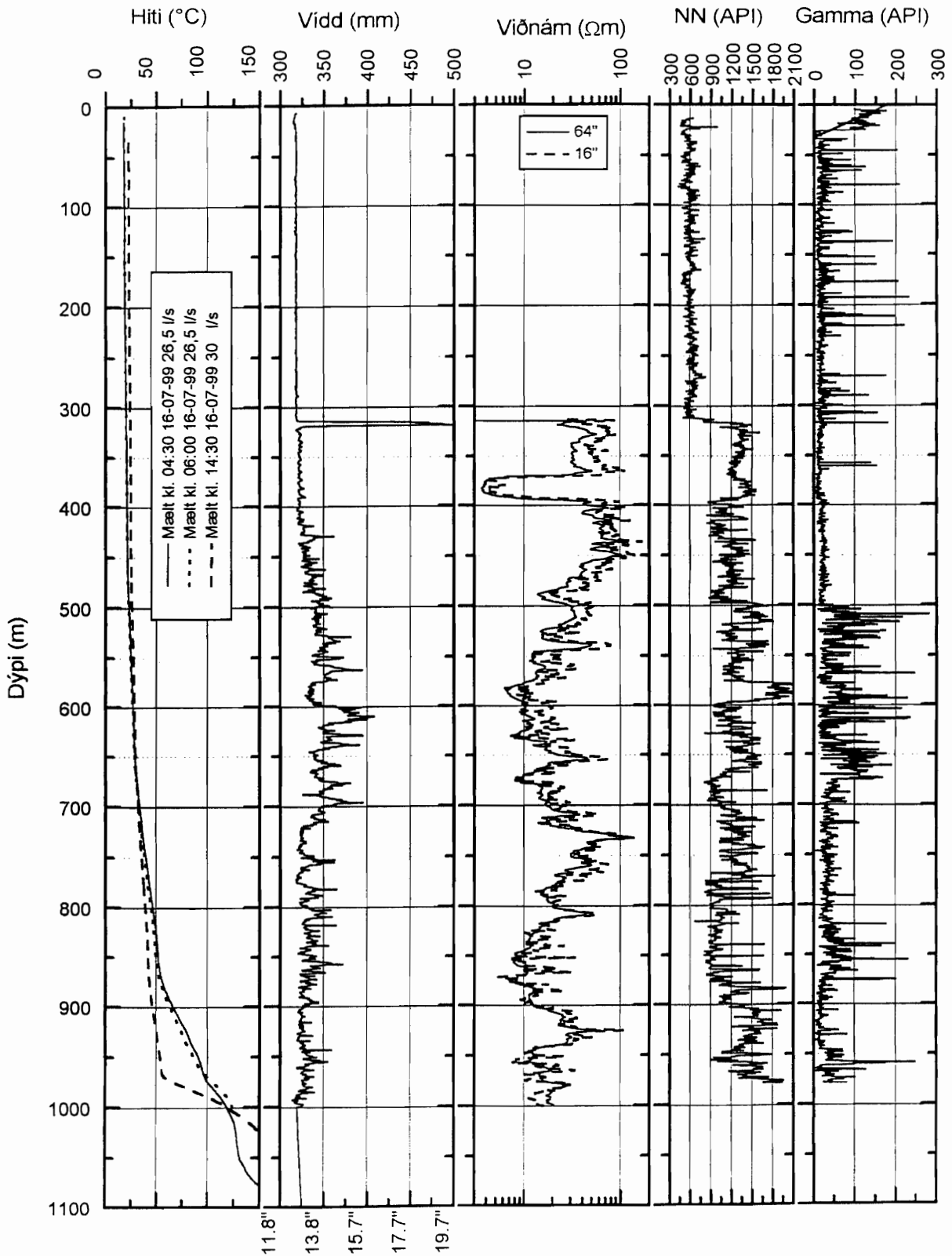
Mynd 19. Upphitun á 1000 m dýpi (16. júlí 1999).

Þegar hér var komið sögu þótti ráðlegt að hitamæla aftur áður en víddarmælt var, til þess að sjá hve djúpt hægt væri að koma víddarmælinum. Hitamælingin hófst um kl. 14:30 og stóð yfir í 40 mínútur. Niðurstöður mælinganna má sjá á mynd 18. Samanburður á henni við þær fyrri sýnir glögg að ádælingin kælir niður að æðinni á 970 m, og jafnframt að sú æð virðist taka við meira magni vatns en áður, en fyrir þessa mælingu var ádælingin aukin í 30 l/s.

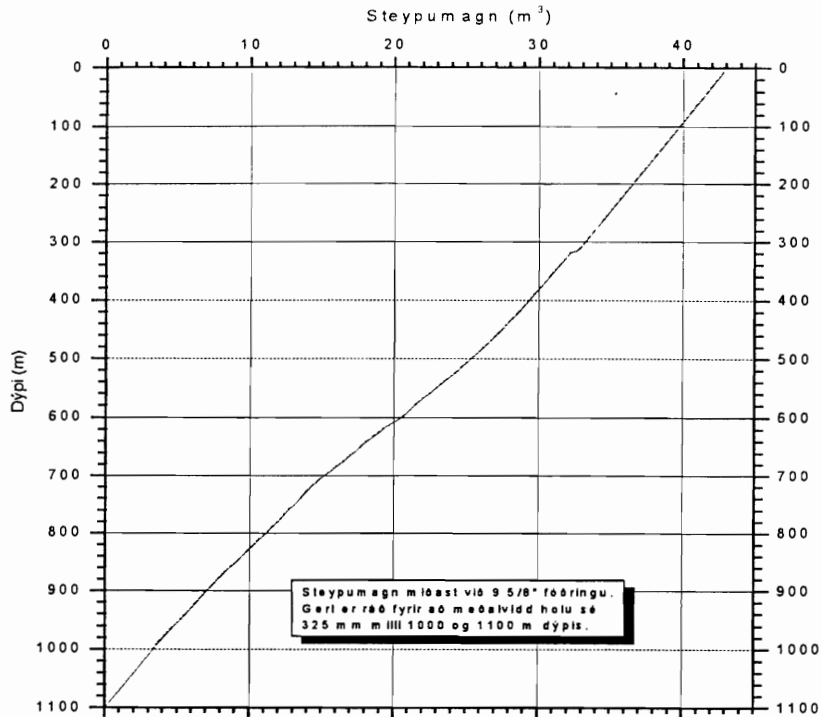
Samkvæmt hitamælingunni þótti ekki ráðlegt að fara með víddarmælinn neðar en á 1000 m dýpi. Aðeins var hægt að mæla eina vídd af tveimur. Niðurstöður mælinganna má sjá á mynd 20. Stór skápur virðist vera rétt neðan við fóðringuna sem segir að hún fór ekki alveg niður í botn. Nokkra skápa er að finna á 600 til 700 m dýpi og virðist sá stærsti vera nær 20 m langur með 400 mm vídd. Tveir skápar eru einnig í kringum 550 m. Annars eru ekki umtalsverðir skápar í holunni.

Víddarmælingin var svo notuð til að reikna rúmmál steypu sem þarf til að fylla holrýmið milli fóðringar og bergs. Samkvæmt þeim reikningum þarf um 43 m³ til þessa (sjá mynd 21).

Krafla Hóla KJ-33



Mynd 20. Jarðlagamælingar í 2. áfanga.



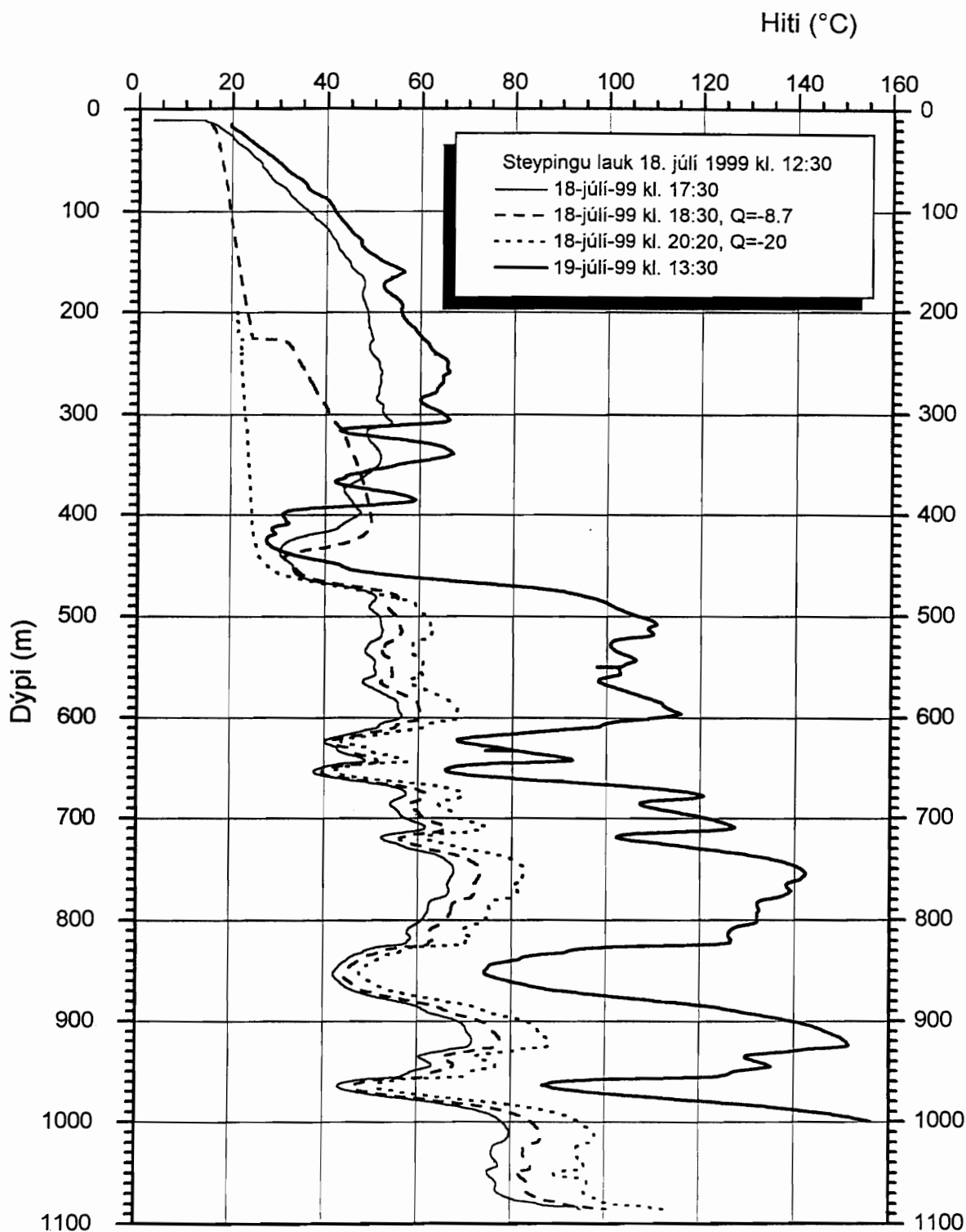
Mynd 21. Útreikningar á steypumagnni til að steypa fódningu.

Næst var farið til mælinga þann 18. júlí, eftir að fódning hafði verið sett niður og fyrstu steypingu lokið. Byrjað var á að mæla hita kl. 17:30, og síðan tvær hitamælingar í viðbót með mismunandi ádælingu (8,7 og 20 l/s) til að athuga hvort hægt væri að sjá hvar vatn streymdi út ofan steypuborðs. Þessar mælingar eru sýndar á mynd 22 og má þar sjá að í 20 l/s utanádælingu fer vatnið út um æð á um 450 m dýpi og steypuborð því einhverstaðar þar fyrir neðan. Þessu næst var farið í steypumælingar og byrjuðu þær um kl. 22 með stillingu á merki frá mælipróbu, en mælingar hófust síðan upp úr kl. 23, eða um 11,5 tímum eftir að fyrstu steypingu lauk. Sú mæling sýndi að steypubinding var orðin allgóð neðan við 800 m dýpi (sjá mynd 23) og mátti sjá merki um steypu allt upp undir ~450 m dýpi, en þar fyrir ofan var ekki hægt að sjá nein merki um steypubindingu fódringar. Þetta benti til þess að steypuborð hafi verið við æð á ~450 m dýpi, en sú æð tók við 26 l/s ádælingu í skoltapsprófun sem gerð var áður en hitamælt var í 20 l/s utanádælingu fyrr um kvöldið. Var því ákveðið að steypa ofan frá og var það gert upp úr kl. 01:30, úr um 18 tonnum. Skömmu síðar var farið niður með nýju cbl próbuna og eru mælingar með henni sýndar á mynd 24. Aftur var steyppt ofan frá kl. 05:30, þá úr 6 tonnum og seig sú steypa sáralítið. Hita og steypumælingar voru síðan endurteknar um miðjan dag 19. júlí, eða um 12 tímum eftir að síðustu steypingu lauk (sjá myndir 22-24). Steypumælingarnar sýna að steypan hefur harðnað og bundist fódringunni vel upp að ~310 m dýpi, en þar fyrir ofan er mælingin ekki afgerandi, en hafa ber í huga að þar fyrir ofan er kalt og er steypan því lengi að harðna þar. Merki á sveiflusjá benti til þess að steypa væri bak við fódringuna (bæði í mælingu með gömlu og nýju próbunni) og því ályktað að þetta væri spurning um hörðun steypunnar frekar en að um ósteyptan kafla væri að ræða, enda benti steypusagan til þess.

Orkustofnun
Borholumælingar

Krafla Hola KJ-33

19-júli-1999
KB/SThor/ArH

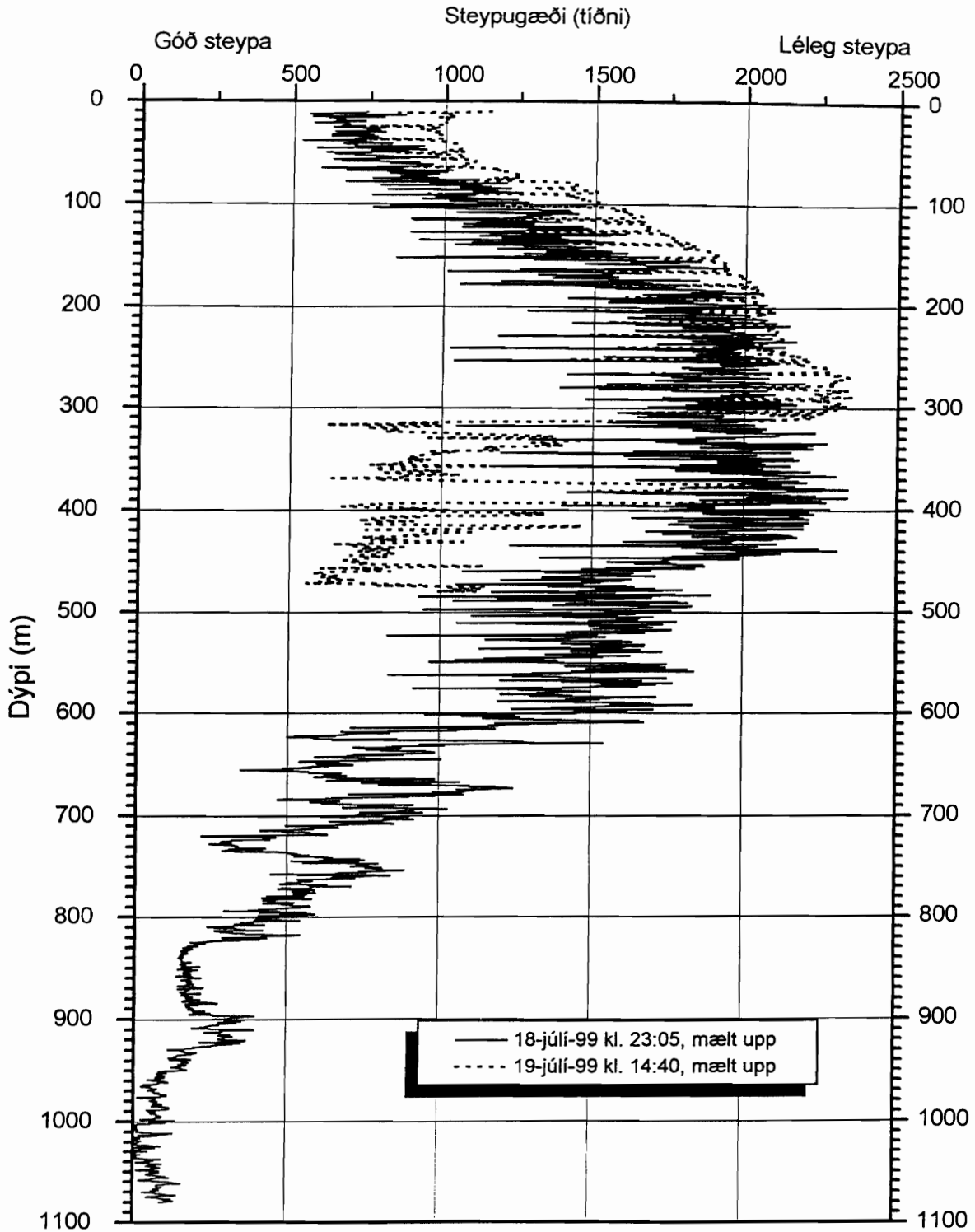


Mynd 22. Hitamælingar eftir steypingu fóðringar.

Orkustofnun
Borholumælingar

Krafla, hola K-33

19-júlí-1999
SThor/KB/ArH

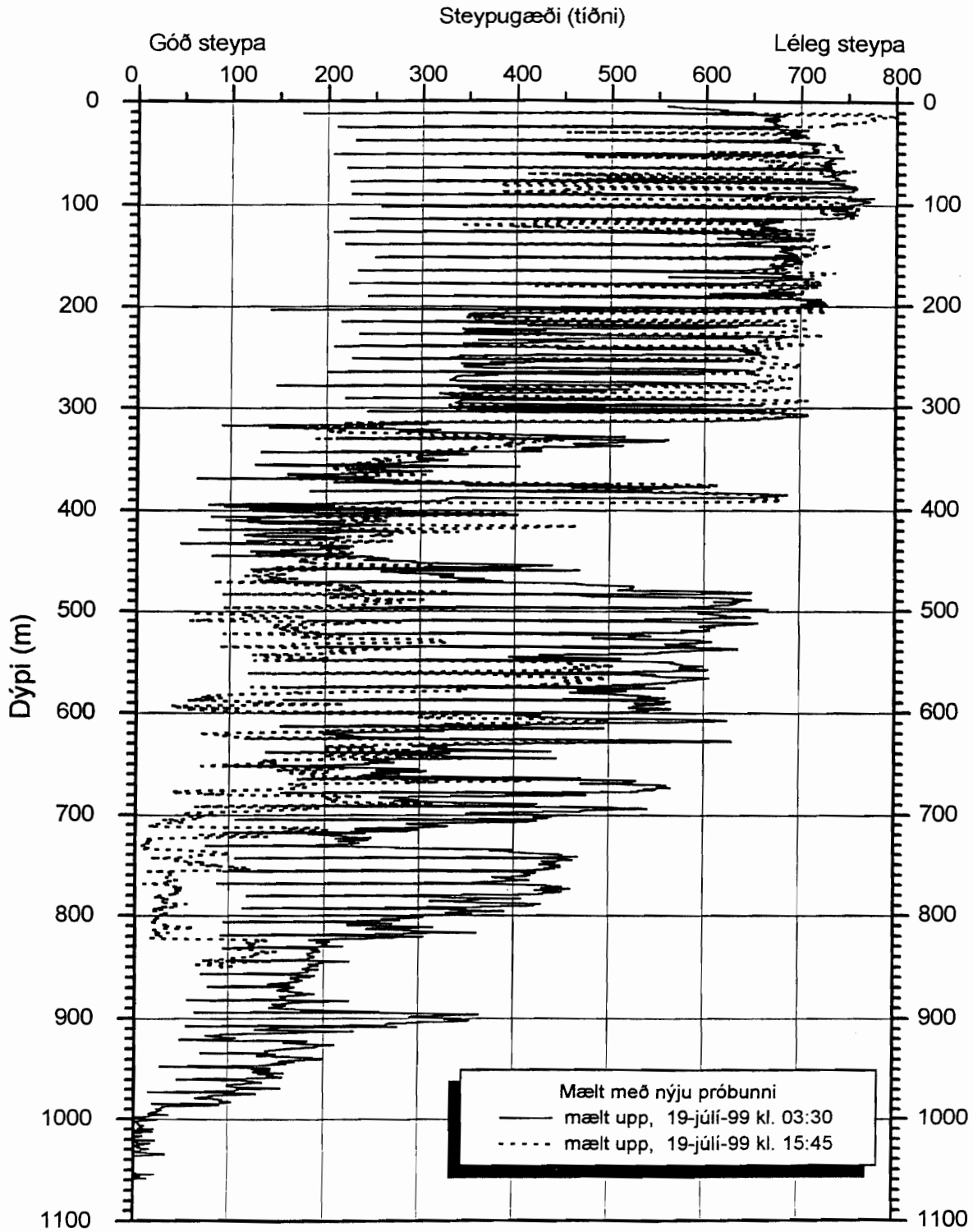


Mynd 23. Mælingar á steypubindingu – gamla próban.

Orkustofnun
Borholumælingar

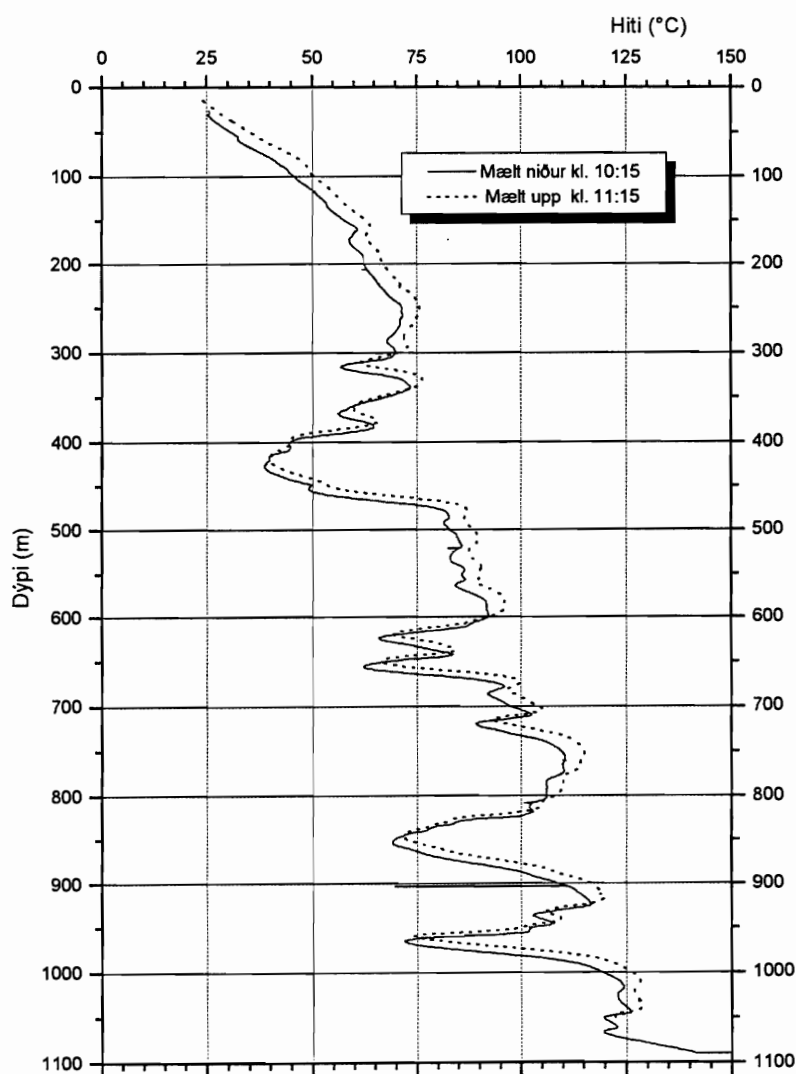
Krafla, hola K-33

19-júlí-1999
SThor/KB/ArH



Mynd 24. Mælingar á steypubindingu – nýja próban.

Síðustu mælingarnar í 2. áfanga voru síðan gerðar 21. júlí, eftir að búið var að taka upp borstreng með hnalli (junk mill) sem notaður var til að mylja miðjustilli og bora út stungustykki. Þetta var gert í þeim tilgangi að kanna hversu langt væri hægt að fara með borkrónu og bormótor til borunar 3. áfangans, án þess að kæla holuna á undan krónu. Mælingarnar eru sýndar á mynd 25, og sést þar að holan er orðin tæplega 90°C heit á um 480 m dýpi og hitnaði um ~5°C á þeim rúmlega klukkutíma sem leið milli niður og upp mælingar á því dýpi.



Mynd 25. Hitamælingar 21. júlí 1999, í lok 2. áfanga.

4. JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR

Eins og venja er þá var safnað svarfsýnum á reglubundinn hátt með tveggja metra bili. Þau voru greind samhliða borun og niðurstöður eru sýndar á jarðlagasniði á mynd 26. Einnig var ummyndun greind. Borhraði var mjög mikill og því er ekki við því að búast að jarðlagasnið geti náð sömu nákvæmni og þegar um hægari borun er að ræða. Jarðlagamælingar fylla því upp í þá mynd sem óljós er við svarfgreiningu. Rétt er að taka fram að vegna mikilla truflana í gammamælingunni var valið að sýna mælinguna sem gerð var í 3. áfanga og er þá mælt í gegnum vinnslufóðringuna. Einnig var bætt við smá búp úr nifteindamælingu 3. áfanga. Það sést greinilega á mynd 26 í neðstu 100 metrunum enda er merkið bakvið fóðringu í nifteindum mjög dauft.

- 320-329 m Fínkorna blöðrótt basalhraunlög, örlítið plagióklas dílótt. Væg oxun er sjáanleg og bergið er nokkuð ummyndað. Dökkgrænn finfjaðraður leir er í holum. Neðan við hraunlögin er ljóst glerríkt túff, hugsanlega millilag. Algengustu ummyndunarsteindir í basaltinu eru pýrít, kalsít og kvars.
- 329-397 m Meðal- grófkorna basalhraunlög. Bergið er mjög dökkt og ummyndað, en ekki er farið að sjá á plagióklas kristöllum. Bergið er örlítið plagióklas dílótt en einnig sjást allnokkrir grænleitir pýroxendílar. Lítið af ummyndunarsteindum en algengastar eru kalsít, kvars og pýrít. Basaltið virðist vera beltað og það er líkast ólivín-þóleíti og hugsanlega dyngja frá hlýskeyði.
- 397-490 m Fínkorna hraunlög með kargalegum millilögum. Meira ummyndað en hraunlögin að ofan. Fáein ferskleg innskot eru í efri hluta myndunarinnar. Algengustu ummyndunarsteindir eru eins og áður kalsít, pýrít og kvars.
- 490-584 m Móbergsmýndun. Í staflanum skiptast á túfflög, breksíur og glerjuð basaltlög sem líkast til eru bólstraberg/bólstrabreksíur. Efst í syrpinni er breksía, dökkt eða nær svart frauðkennt berg og vottar fyrir oxun í berginu. Þegar neðar kemur verður bergið þéttara og minna glerjað en síðan er komið í hreint hlutkristallað túff, þar sem plagióklas listar eru áberandi. Samlímð móbergskorn eru greinanleg og vitna um setrænan (móbergs) uppruna bergsins. Í staflanum skiptast á breksíur, túff og glerjað basalt eins og áður sagði. Samlímdu kornin eru til staðar í öllum gerðum bergsins. Rétt neðan við miðja syrpu er túfflag, 5-7 metra þykkt sem er mjög líkt seti. Helstu ummyndunarsteindir í móberginu eru kalsít, sem er algengt, kvars, sem sést oft, gjarnan sem kalsedón, og pýrít sem kemur inn við og við en ekki í miklu magni.
- 584-610 m Grófkorna basaltinnskot og fínkorna basalt. Innskotsbergið er dökkt og plagióklasdílótt. Bergið er talsvert sprungið og með fyllingum. Mest ber á kalsíti, kvarsí og pýrít en einnig er dökkur leir. Neðan við innskotið er upphleðsluberg, ljósgrænt ummyndað og blöðrótt basalt.
- 610-627 m Breksía eða móberg. Bergið er ljósgrænt eða nánast hvítt vegna ummyndunar. Erfitt er að segja hvort um er að ræða breksíu eða túff, þar sem þarna ægir saman túfflegu bergi, hálfkristölluðu og kristölluðu. Útfellingaríkt með kvarsí, kalsíti og pýrít.
- 627-634 m Basaltinnskot. Grátt-grágrænt, meðal til grófkorna basalt. Bergið er lítið ummyndað en pýrít er þar áberandi. Ekkert svarf kom frá því að dýpi á kjafatakerlingu borsins stóð í 637 m. Þar var skorin mikil æð, sem tók

- langan tíma að þetta. Hitamæling sýndi að æðin var á 632 m dýpi og önnur þrem metrum neðar.
- 634-644 m Svarf vantar.
- 644-686 m Meðal-grófkorna ummynduð ólivín þóleiít hraunlög. Bergið er á köflum glerjað og glerjaði hlutinn útlitandi eins og túff á milli vel kristallaðs bergs. Á nokkrum stöðum er breksía milli hraunlaga áberandi eins og á 648-653, 663-664 og 671-674 m dýpi. Kalsít er mest áberandi ummyndunarsteind ásamt leir. Kvars wairakit og pýrít sjást í mismiklu magni og epidót vottur í fyrsta skipti á um 660 m dýpi, jafnframt sést það af og til neðar. Oxunar vottur sést á um 660-668 m dýpi.
- 686-718 m Ljósgrænt útfellingaríkt og ummyndað móbergstúff. Fínkorna fersklegt basaltinnskot er á 689-690 m dýpi. Kalsít og leir (líklega klórít) eru mjög áberandi enda er allt gler ummyndað. Kvars, wairakit og pýrít algengt og epidót sést öðru hvoru.
- 718-760 m Grófkorna basaltinnskot grásvart á lit í efstu 10 metrunum. Þar neðan við er basalhraunlag með breksíu eða karga ofan á. Síðan taka við fínkorna lítið eitt ummynduð grásvört basaltinnskot aðskilin af ummynduðum grænleikum basalhraunlögum. Ummyndun tengist greinilega sprungum og þá sprungufyllingum. Sömu ummyndunarsteindir eru eins og hafa verið fyrir ofan. Kalsít, kvars og pýrít eru algeng sem sprungufyllingar, en epidót meira áberandi í ummynduðu basaltlögum.
- 786-914 m Ummyndað móbergstúff er ráðandi berggerð. Efstu metrarnir eru úr túffi síðan kemur 10-12 m kafli með mjög ummynduðu glerjuðu basalti eða basaltbreksíu ljósgrænni á litinn. Ofan og neðan við eru fínkorna þétt basaltinnskot. Þá tekur við ljósgrænt og gulleitt túff og stafar liturinn af leirnum og epidóti sem var sérlega áberandi. Á um 880 m dýpi við fínkorna innskot var bergið nokkuð oxað og neðan við innskot á 890 m var greinileg litabreyting í túffinu. Þar var bergið ljósgrænt á lit og lítið um epidót í því. Aðrar algengar ummyndunarsteindir voru kalsít, kvars og pýrít.
- 914-946 m Basalhraunlög með basaltinnskotum. Basalhraunlögin eru ljósgræn, mikið ummynduð, blöðrótt og sprungin. Fínkornóttara þéttara og minna ummyndað basalt sést einnig sem er talið vera innskotsberg. Aukning í pýríti og kældir fletir renna stöðum undir að svo sé. Helstu ummyndunarsteindir eru epidót, kvars, kalsít, pýrít og leir (klórít).
- 946-1050 m Móberg. Ljósgrænt ummyndað og útfellingaríkt túff er einkennandi. Það er skorið af basaltinnskotum bæði fín- og grófkorna, greinilega minna ummynduðum en móbergið er. Helstu ummyndunarsteindir eru þær sömu og fyrir ofan auk þess sést wollastónít af og til ásamt preníti. Kalsít er fremur algengt.
- 1050-1055 m Mjög ljósleitt berg, sem grunur leikur á að geti verið súrt berg, en ekkert útslag kom þar í gammamælingu. Taka þarf þunnneið af þessu bergi til að ganga úr skugga um slíkt.
- 1055-1120 m. Fínkorna fersklegt þétt þóleiít innskot. Verður meðalkorna er nær dregur 1120 m dýpi. Kalsít ekki til staðar.

Nokkrar vatnsæðar voru skornar og var æðin í 632 m þar opnust allra og í kaflanum um borsöguna er lýst ítarlega hvernig gekk að komast í gegnum hana. Annars voru eftirtaldar æðar skornar:

398 m dýpi. Æðin sést í hitamælingu, en er ekki áberandi. Ekki er marktæk breyting í skoli. Hún er í breksiukafla neðan við þykkan hraunlagabunka.

420 m dýpi. Æðin sést greinilega í hitamælingum og einnig kemur fram um 2 l/s skoltap. Hún er í eða við fínkorna þétt tæplega 10 m þykkt basaltinnkot.

440 m dýpi. Æðin sést greinilega í hitamælingum og skoltap jókst um tæpa 2 l/s. Æðin sést við þunnt basaltinnkot í fínkorna basalhraunlögum.

460 m dýpi. Æðin sést greinilega í hitamælingum og jafnframt eykst skoltap um rúmlega 2 l/s og er komið í 6-7 l/s í borun. Æðin sést við sambærilega aðstæður og næsta fyrir ofan og ekki er ósennilegt að þær séu einhvern vegin tengdar.

632 m dýpi. Þetta er stærsta æðin sem skorin var í þessum verkáfangi og tók nokkra daga að þetta hana svo að borun gæti haldið áfram. Hún sést á afgerandi hátt í hitamælingum og litlu neðar sást önnur eða á 635 m dýpi. Allt skolvatn tapaðist þar eða yfir 50 l/s. Verið var að bora í grófkorna basaltinnkot þegar botninn datt úr holunni og líklegt er að sprungur meðfram ganginum hafi verið svona vel opnar.

662 m dýpi. Æðin sést nokkuð skýrt sem kælt svæði í hitamælingu eftir að föðring hafði verið steipt. Hún er á hraunlagamótum.

720 m dýpi. Hugsanlega er þar æð og sést hún í hitamælingu á sambærilegan hátt og sú í 662 metrum. Það fellur vel við jarðlagastaflann en þar endar móbergskafli og basaltinnkot sjást.

860 - 870 m dýpi. Æð sést í hitamælingum á þess dýpi þar sem fínkorna ferskleg basaltinnkot skera móbergið.

970 m dýpi. Æð sést í hitamælingum við svipaðar aðstæður og næsta æð fyrir ofan nema hvað nú eru innskotin grófkorna.

1055 m dýpi. Æðin sést í hitamælingu og kemur fram neðst í móberskafla þar sem borað er inn í þykkt innkot. Ef til vill er ísúrt berg þar rétt við. Þetta er neðsta æðin í þessum hluta

Neðan við mikla skoltapið í 632 m var erfitt að styðjast við venjubundnar mælingar á skoltapi. Aftur á móti hjálpuðu hitamælingar í MWD-tækjunum, en þær eru sýndar á mynd 14.



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

Jarðlagamælingar

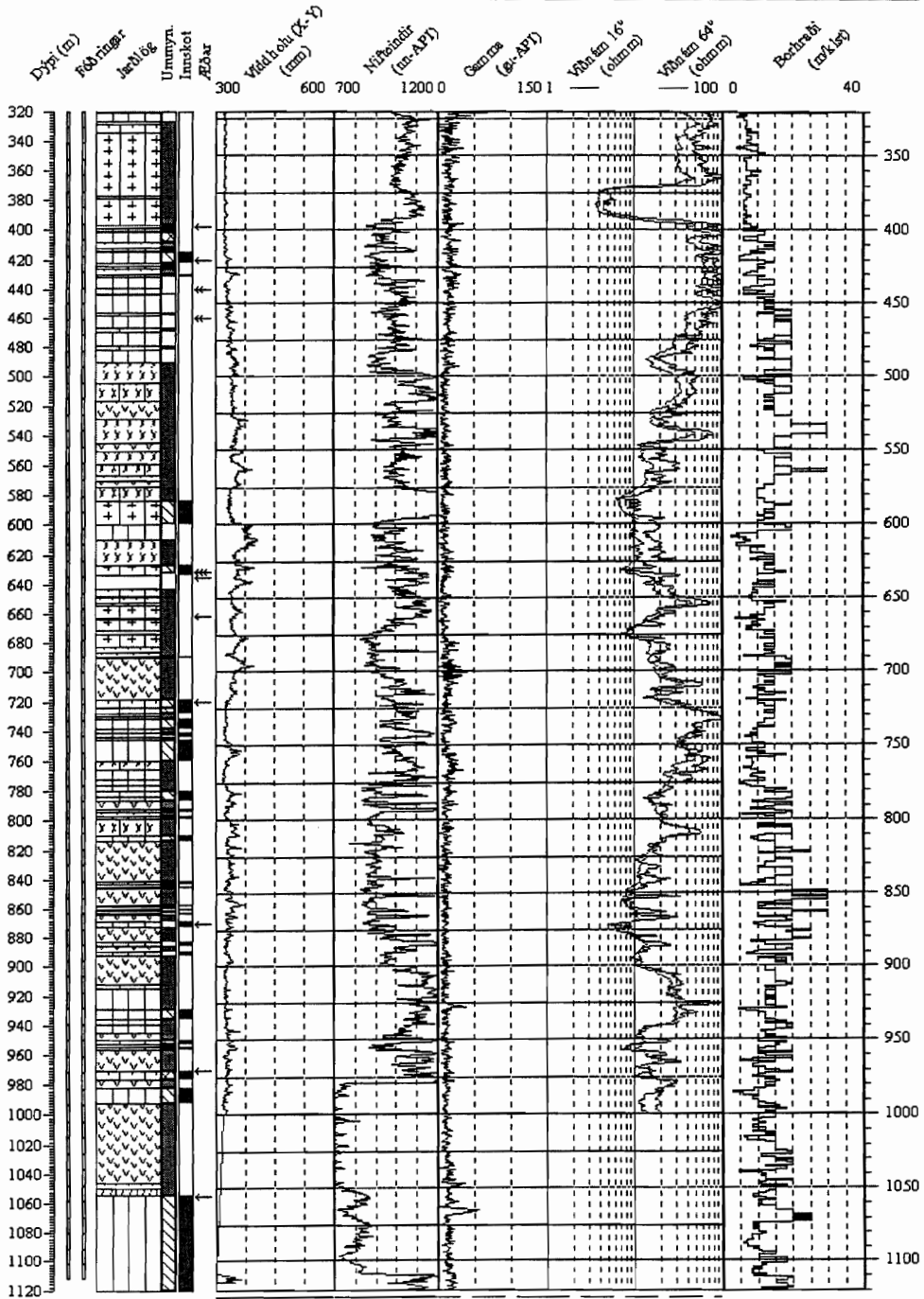
16. júlí 1999

Staður: Krafla
Holunafn: KJ-33

Bor: Jötunn
Dýptarbil: 321-1120 m

Skolvökvi: Vatn
Verkhliuti: 2 áfangi

Staðarnúmer: 58033
Starfsmenn: KB/ArH/SSJ



Mynd 26. Jarðlagasnið og jarðlagamælingar.

VIÐAUKI 1

Job No.:
 Operator: Landsverkjun
 Field: ICELAND NORTH
 Well: GYRO
 Run No.: 2

 AFE No.:
 Location:
 MWD Operator(s):
 Dir'l Driller(s):
 BHA No.: 3

 Company Man:

 Hole Size: 12-1/4"

BOTTOM HOLE ASSEMBLY

Assembly Type: Motor w/ Bent Sub	Reason Pulled: <undefined>	Circulating : 50.25 hrs
Motor Size / Type: 9.625 in / 5/6 LOBE 3 STAGE	Serial No.: 963049 42001	Flow Rate : 3300.00 ltr/min
Sliding(41.0%): 159.00 m @ 14.17 hrs ==> 11.22 m/hr		SPM : 0.00
Rotating(59.0%): 263.00 m @ 20.42 hrs ==> 12.88 m/hr		
Total Drilled: 422.00 m @ 34.59 hrs ==> 12.20 m/hr		

No.	Serial No.	Tool Description	OD (in)	ID (in)	Length (m)	Total Length (m)	Connections		Conn
							Up	Down	
1	2575	(BIT) REED,EHP 53 AP,TCI	12.250		0.35	0.35	6 5/8 Reg		P
2	74410	(SUB) Cross-Over Sub	9.375	3.000	0.46	0.81	7 5/8 Reg	6 5/8 Reg	B/P
3	963049 42001	(MTR) SPERRY SUN,5/6 LOBE 3 STAGE, 1.150° Bend	9.625	7.250	8.70	9.51	6 5/8 Reg	6 5/8 Reg	B/B
4	117767	(SUB) Cross-Over Sub	9.500	3.000	1.50	11.01	6 5/8 Reg	7 5/8 Reg	B/P
5	20223A	(DC) Slick Non-Mag Drill Collar	8.000	3.000	2.63	13.64	6 5/8 Reg	6 5/8 Reg	B/P
6	74475	(STA) Integral Blade,3 Spiral blades, blade OD=11.750	7.750	2.813	2.36	16.00	6 5/8 Reg	6 5/8 Reg	B/P
7	FS 6121	(SUB) Float Sub	8.000	4.000	0.66	16.66	5 1/2 FH	6 5/8 Reg	B/P
8	24869	(MWD) HDS-1L-LF	8.125	4.270	9.22	25.88	5 1/2 IF	5 1/2 IF	B/P
9	60385	(SUB) Cross-Over Sub	8.000	4.000	0.49	26.37	6 5/8 Reg	5 1/2 FH	B/P
10	SNC30	(SUB) MuleShoe Sub	7.750	4.000	0.75	27.12	6 5/8 Reg	6 5/8 Reg	B/P
11	62966	(STA) Integral Blade,3 Spiral blades, blade OD=12.250	8.000	2.813	1.96	29.08	6 5/8 Reg	6 5/8 Reg	B/P
12	64735 / 50691	(DC) 2 jts, Slick Non-Mag Drill Collar	8.000	3.000	17.44	46.52	6 5/8 Reg	6 5/8 Reg	B/P
13		(SUB) Cross-Over Sub	0.000		0.80	47.32	5 1/2 H-90	6 5/8 Reg	B/P
14		(DC) 9 jts, Slick Drill Collar	7.750	2.812	85.02	132.34	5 1/2 FH	5 1/2 FH	B/P
15		(SUB) Cross-Over Sub	0.000		0.74	133.08	5 1/2 H-90	4 1/2 IF	B/P
16		(JAR) Jar	6.750	4.000	9.90	142.98	4 1/2 IF	4 1/2 IF	B/P
17		(SUB) Cross-Over Sub	0.000		0.73	143.71	4 1/2 IF	5 1/2 H-90	B/P
18		(DC) 3 jts, Slick Drill Collar	7.750	2.812	28.31	172.02	5 1/2 H-90	5 1/2 H-90	B/P
19		(SUB) Cross-Over Sub	0.000		0.80	172.82	N/A	N/A	B/P

BIT DATA

Manufacturer: REED	IADC:	Model: EHP 53 AP	Length: 0.35 m
Bit Type: TCI	Depth In: 633.00 - 1055.00 (422.00) m		Gage Length: 0.00 mm
Serial No.: 2575	Nozzles: 32(3) /32nd		TFA: 2.356 in2
Hours : 34.58			