



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

KRAFLA, HOLA KJ-30

**1. áfangi:
Borun fyrir öryggisfóðringu
í 308 m dýpi**


**Ásgrímur Guðmundsson
Benedikt Steingrímsson
Dagbjartur Sigursteinsson
Guðlaugur Hermannsson
Guðrún Sverrisdóttir
Hilmar Sigvaldason
Ómar Sigurðsson
Sigurður Sveinn Jónsson**

Unnið fyrir Landsvirkjun

1997

OS-97044



Skýrsla nr.: OS-97044	Dags.: Ágúst 1997	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til:
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: KRAFLA, HOLA KJ-30 1. áfangi: Borun fyrir öryggisfóðringu í 308 m dýpi	Upplag: 25	
	Fjöldi síðna: 24	
Höfundar: Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Guðlaugur Hermannsson, Guðrún Sverrisdóttir og Sigurður Sveinn Jónsson	Verkefnisstjóri: Ásgrímur Guðmundsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Áfangaskýrsla, 1. verkáfangi	Verknúmer: 630 665	
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: <p>Lýst er borun 1. áfanga holu KJ-30 í Kröflu. Holan er á borplani holu KJ-19 í hlíðum Kröflu, og átti að skáboru hana þaðan undir vesturhlíðar Kröflu. Holunni er eins og fleiri holum ætlað að skera tvær sprungur á 1000-2000 m dýpi. Borun hófst 21. júní og verkáfanganum lauk 2. júlí. Alls tók verkið 19 daga að meðtöldum flutningi borsins á staðinn, og varð holan 308 m djúp. 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 13 3/8 fóðringar. Einnig var sýnum af borsvarfi safnað á tveggja metra fresti samkvæmt venju við borverk sem þetta. Jafnframt voru jarðlög og ummyndunarsteindir greind eftir borsvarfi. Borverkið er unnið af Jarðborunum hf. samkvæmt verklýsingu.</p>		
Lykilorð: Háhitasvæði, nýting, vinnsluhola, borun, borholumælingar, jarðlög, ummyndun, vatnsæðar	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af:	



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer 630 665

**Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur
Sigursteinsson, Guðlaugur Hermannsson, Guðrún Sverrisdóttir,
Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson og Sigurður Sveinn Jónsson**

KRAFLA, HOLA KJ-30

1. áfangi: Borun fyrir öryggisfóðringu í 308 m dýpi

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS - 97044

Júlí 1997

Efnisyfirlit

1. Inngangur.....			
3			
2. Borsaga.....			
3			
3. Borholumælingar.....			
8			
4. Jarðlög,	ummyndun		og
vatnsæðar.....		10	

Töfluskrá

Tafla 1. Gangur borunar fyrir 13 3/8" öryggisfóðringu.....	4
Tafla 2. Mælingar á skoli.....	5
Tafla 3. Hallamælingar.....	5
Tafla 4. Fóðrunarskýrsla.....	7
Tafla 5. Mælingar í 1. áfanga borunar holu KJ-30.....	8

Myndaskrá

Mynd 1. Afstöðumynd.....	11
Mynd 2. Áætluð stefna og halli holunnar (smækkuð mynd).....	12
Mynd 3. Jarðlagasnið, borhraði og mælingar á skoli.....	13
Mynd 4. Hitamælingar í stöngum, og fyrir og eftir mælingaprógram.....	14
Mynd 5. Hitamæling eftir upptekt fóðringar.....	15
Mynd 6. Víddarmælingar.....	16
Mynd 7. Rúmmál holu utan 13 3/8" fóðringar skv. víddarmælingu.....	17
Mynd 8. Steypugæðamæling eftir 2. steypingu.....	18
Mynd 9. Steypugæðamæling eftir 4. steypingu.....	19
Mynd 10. Gangur borunar í 1. áfanga.....	20
Mynd 11. Hitamælingar 27. og 28. júní.....	21
Mynd 12. Víddarmælingar eftir upptekt borstrengs og eftir upptekt fóðringar.....	22
Mynd 13. Hitamælingar milli steypinga eftir 2. steypingu.....	23
Mynd 14. Jarðlagasnið og jarðlagamælingar.....	24

1. INNGANGUR

Holu KJ-30 var valinn staður á borplani holu KJ-19 og var hugmyndin að skábora þaðan undir vesturhlíðar Kröflu. Hér var verið að koma í framkvæmd hugmynd frá árinu 1982, en þá var holan forboruð niður á 56 m dýpi (mælt frá plani) með Höggbor 3. Staðsetning holunnar er sýnd á mynd 1. Hnit holunnar eru sem hér segir:

$$X = 442.685,24$$

$$Y = 579.352,82$$

Hæð yfir sjávarmáli er 584,24 m, mælt á steyptan kjallara.

Landfræðilega er nánast útilokað, nema með ærnum tilkostnaði, að bora niður í vesturhlíðar Kröflu og var því frekar valin sú hugmynd að skábora inn á svæðið frá aðgengilegri stað. Mynd 2 sýnir áætlaða stefnu og halla. Þar er gert ráð fyrir að hallabreyting (KOP) verði á um 300 m dýpi og hallaupbygging verði 2 - 2,5°/30 m með stefnu í 15° (± 15°) þar til 30 - 35° halla verður náð. Eftir það verður þeim halla haldið niður í áætlað lokadýpi, sem samsvarar mældum 2000 m (OS-Greinargerð ÁsG-97/03).

Í 1. áfanga, sem hér er fjallað um, var áætlað að bora fyrir 311 mm (13 3/8") öryggisfóðringu niður á 300 m dýpi með 444 mm (17 1/2") krónu. Steypa síðan fóðringuna með háhita gæðasementi og meta gæði framkvæmdarinnar með CBL-mælingu. Á öryggisfóðringuna yrði síðan soðinn aðflangs holunnar.

Áður en borun hófst þá voru öryggislokar borsins reyndir samkvæmt verklýsingu.

Borverkið er unnið af Jarðborunum hf. samkvæmt útboðslýsingu Verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns hf og Orkustofnunar, KRA-08, og greinargerð sem henni fylgdi um forsendur fyrir hönnun og staðsetningu holu KJ-30 (ÁsG-97/03).

2. BORSAGA

Borun holu KJ-29 lauk 13. júní og var undirbúningur flutnings á Jötni á holu KJ-30 þegar í stað hafinn. Dýpt höggborsholu KJ-30 var 56 m miðað við kjallarabrún. 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.

Flutningur borsins hófst 14. júní, sem jafnframt telst vera 1. verkdagur, en næstu daga unnu bormenn við flutning og uppsetningu borsins ásamt því að sinna ýmis konar viðhaldi og viðgerðum. Mastur var reist fimmtudaginn 19. júní. Daginn eftir var lokið við að flytja borstengur á borstað. Unnið var við öryggisloka á föstudegi og geymsluholur fyrir borstöng og drifskaft (músar- og rottuhola) boraðar. Að kvöldi föstudagsins 20. júní var borstrengnum raðað saman og hann settur niður. Uppbygging strengsins var með þeim hætti sem hér segir: 444 mm (17 1/2") borkróna af gerðinni S53A, krónustýring, tengistykki, álagsstöng, strengstýring, tengistykki, 10 álagsstangir, tengistykki ("cross-over") og borstangir. Það ber að taka fram að hér er um að ræða endanlega röðun í strenginn en fram af því bættust við álagsstengur eftir því sem dýpi leyfði. Borleðja var blönduð og borun hófst rétt fyrir miðnætti aðfaranótt laugardagsins 21. júní og var boruð steypa frá rúmlega 60 m niður í um 64 metra. Þegar borað hafði verið niður úr steypunni í botni höggborsholunnar og smávegis í fast berg til viðbótar var síriti stilltur á 65 metra klukkan 02:30.

Rétt eftir hádegi laugardaginn 21. júní var borun stöðvuð og öryggislokar prófaðir. Cameron stangaloki gekk ekki til baka og varð að taka lokann í sundur og hreinsa hann. Borun hófst að nýju um klukkan 21 þá um kvöldið.

Borhraði var afar lítill þegar bordýpi var 95-100 metrar. Var talið líklegt að leir og drulla hefðu sest að krónu og stýringum og yllu hinum lága borhraða. Um klukkan 18 á sunnudag var strengurinn tekinn upp af þeim sökum. Borkrónan var hreinsuð og strengur settur niður aftur. Borun hófst að nýju um klukkan 22:30 á sunnudagskvöldið.

Æð opnaðist í 132 metrum aðfaranótt mánudagsins 23. júní og var tap í henni rétt um 10 lítrar á sekúndu. Hún þéttist skömmu síðar og var tap orðið rétt um 1 l/s á 140 metra dýpi. Á 158 metra dýpi var merkjanlegt tap og um það leyti var dæling tekin af vegna hallamælingar. Þegar hallamælingu var lokið og dæling sett á að nýju, milli kl. 10 og 11 um morguninn mánudaginn 23. júní, var tapið mun meira og kom ekkert úr holunni þó dæling væri komin í 38 lítra á sekúndu. Borað var í algjöru skoltapi í tæpa þrjá tíma, um tíu metra kafla, en um kl.13:30 tók síðan skol að renna upp á nýjan leik. Fyrst um sinn var rennslið lítið, eða rétt um 10 l/s en jókst jafnt og þétt og tapmæling fjórum tímum síðar sýndi um 7,5 l/s tap.

Borun gekk ágætlega þriðjudaginn 24 júní. Þá var borað úr 197 m í 265 m dýpi eða 69 m alls. Borhraði var jafn og ekki varð vart við tap. Borað var í misbasaltríka breksíu. Ákveðið var að hallamæla holuna ekki aftur fyrr en borun áfangans væri lokið, vegna hættu á að skoltap og hrun yrði við stöðvunina líkt og við mælingu á 158 m. Miðvikudaginn 25. júní urðu nokkrar tafir vegna dælubilana. en þar fyrir utan gekk borun vel. Ákveðið var að bora í 308,5 m, en þá yrði fóðringarendi í 301 m ef 7 m væru ætlaðir fyrir botnfall sem hugsanlega næðist ekki upp. Í töflu 1 er yfirlit yfir gang borunar.

Tafla 1. Gangur borunar fyrir 13 3/8" öryggisfóðringu.

Borkróna	Dags.	Borun (m)	Bortími (klst)	Meðalborhraði (m/klst)	Tími á borkrónu (klst)	Dýpi (m)
S53A	20. júní	4	1	4,0	1	64
--	21. júní	25	14	1,78	15	89
--	22. júní	30	18	1,66	33	119
--	23. júní	78	22	3,54	55	197
--	24. júní	69	22,5	3,07	77,5	266
--	25. júní	42,5	14	3,03	91,5	308,5

Jarðlögin sem borað var í eru basalttrík breksía og var hún þéttari og basalttríkari ofan til. Við dælubilanimar varð ljóst að botnfall myndi verða talsvert. Í 3 klst. dælustoppi um nóttina eftir að borun lauk varð 15-18 m botnfall. Á tæplega 300 m dýpi kom í fremur hart lag, en í 305 m aftur á móti í grautlint. Um leið og borun var hætt varð svo algjört skoltap í botni, og einnig hrundi að ofan svo hálfilla gekk að ná upp. Eftir að 30 m höfðu verið hífðir upp var dælt allt að 51 l/s en lítið kom upp og aðeins í gusum sem greinilega stöfuðu að einhverju leyti af gasi. Eftir skolun í um 1,5 klst. var botnfall mælt og reyndist vera 9 m. Pláss fyrir botnfall neðan fóðringar hafði verið áætlað 7 m. Um kvöldið hófu bormenn svo aðgerðir til að reyna að þétta með muldum hnetuskeljum og glimmer, og reyndu að ná upp botnfalli með bentónít-leðju. Hvort tveggja gekk vel, holan þéttist og allt botnfall náðist upp. Mikið gas rauk úr skolvökva í svarfassa meðan á borun stóð. Í töflu 2 eru sýndar mælingar á skoli í þessum áfanga og á mynd 3 eru sýndar mælingar á skoli ásamt jarðlagasniði. Um kl 03:30 aðfaranótt 26. júní var mælt í stöngum og kom þá í ljós að holan kældi sig niður í 296 m dýpi eins og fram kemur á mynd 4. Hún hitnaði aðeins um 0,4 °C í botni á hálfri klukkustund.

Álag á borkrónu var að jafnaði á bilinu 10 og 20 þúsund pund og fór það eftir hörku bergsins hvernig því var beitt. Snúningur á krónu var að jafnaði 50 - 70 sn/mín.

Tafla 2. Mælingar á skoli.

Dags.	Tími	Dýpi	Prýstingur	Dæla 1	Dæla 1	Dæla 2	Dæla 2	Dæling alls	Tap	Tap	Skolhraði	Tími frá botni	Svarf	TFB
		m	PSI	slög	l/s	slög	l/s	l/s	cm	l/s	m/mín	mín	m/mín	mín
21.06.97	20:40	84	20	0	0,00	60	11,12	11,12	0	0,00	4,68	17,94		
23.06.97	03:45	132	200	104	19,27	92	17,05	36,32		9,75	11,19	11,80	6,19	21,34
23.06.97	06:00	140	240	114	21,12	112	20,75	41,88	2	1,21	17,12	8,18	12,12	11,55
23.06.97	10:00	158	250	117	21,68	117	21,68	43,36	1	0,61	18,00	8,78	13,00	12,15
23.06.97	12:00	158		95	17,60	95	17,60	35,21		35,21	0,00			
23.06.97	13:20	165	240	120	22,24	120	22,24	44,47		30,00	6,09	27,08	1,09	150,90
23.06.97	17:40	180	275	124	22,98		0,00	22,98		0,00	9,67	18,61	4,67	38,51
24.06.97	01:40	200	240	123	22,79	126	23,35	46,14		2,44	18,40	10,87	13,40	14,93
24.06.97	05:40	210	330	133	24,64	135	25,02	49,66		1,83	20,14	10,43	15,14	13,87
24.06.97	09:50	221	320	128	23,72	130	24,09	47,81		1,78	19,38	11,40	14,38	15,37
24.06.97	13:45	231	330	130	24,09	131	24,27	48,36		2,38	19,36	11,93	14,36	16,08
24.06.97	16:30	239	340	130	24,09	130	24,09	48,18		2,97	19,03	12,56	14,03	17,03
24.06.97	22:10	259	350	126	23,90	128	24,30	48,20		3,27	18,92	13,69	13,92	18,61
25.06.97	06:30	277	350	133	24,64	121	22,42	47,07		4,75	17,82	15,55	12,82	21,61
25.06.97	09:15	284	320	128	23,72	122	22,61	46,33		7,15	16,49	17,22	11,49	24,71
25.06.97	17:55	305	350	130	24,09	120	22,24	46,33		7,73	16,25	18,77	11,25	27,11

Lokið var við hallamælingar eins og til stóð áður en tekið var upp og eru niðurstöður þeirra mælinga að sjá í töflu 3. Þar kemur fram að holan er nánast lóðrétt.

Tafla 3. Hallamælingar.

Bordýpi (m)	Mælt á dýpi (m)	Halli (gráður)	Frávik frá lóðr. (m)	Raundýpi (m)
158	100	0,9	1,6	100
308,5	200	0,3	2,1	200
308,5	300	1,0	3,8	300

Að morgni 26. júní var tekið upp og mælingaprógrammi lauk um hádegi, en nánar er fjallað um það köflunum um borholumælingar og jarðlög. Þá var tekið til við að fódra holuna. En fódrunin gekk ekki sem skyldi. Síðdegis, þegar 10 fódurrör höfðu verið sett niður, hrundi að þeim á 118 m dýpi og tókst ekki að koma þeim lengra. Eftir ítrekaðar tilraunir til að koma þeim niður var ákveðið að taka þau upp aftur og var hafist handa við það um kl. 20 þann 26. júní. Því lauk um kl. 01 aðfaranótt 27. júní. Þá var mældur hiti og fór allt skolið út á 82 m dýpi eins og fram kemur á mynd 5. Þá var víddarmælt og er mælingin sýnd á mynd 6. Mælarnir settust í 105 m, sem sýnir að hrundi eða fyrirstaðan í holunni hafði hækkað um 15 m til viðbótar eftir upptekt fóduringar. Þann 27. júní unnu bormenn allan daginn við að bora út hrundi. Telja þeir að hrundi hafi samtals stíflað 50 m af holunni. Að kvöldi 27. júní var svo tekið upp og holan hita- og víddarmæld um kl. 01 eftir miðnætti. Mælar fóru aðeins í 290 m dýpi og því var ljóst að enn höfðu hrundi í hana 18 metrar. Enn var hafist handa að hreinsa en það var sama sagan, alltaf hrundi þegar hift var. Um kl. 18 síðdegis þann 28. júní var svo ákveðið að fódra holuna svo langt niður sem unnt væri að komast, þó ekki ofar en á 250 m dýpi. Einnig var ákveðið að setja ekki miðjustýringar á fóduringuna þar sem þær gætu komið hrundi veikra jarðlaga af stað. Holan var lóðuð eftir upptekt kl. 21 um kvöldið og reyndist hún þá 304 m. Þá hófst fódrun. Fremur gekk hún brösuglega framan af vegna skemmda á fódurrörum. Þá skemmdist flotkollu, raunar sá eini sem til var í landinu.

Fódrun lauk svo að kvöldi sunnudagsins 29. júní. Fóduringin komst í 296,3 m dýpi sem þýðir að um 8 m hafa hrundi frá því lóðuð var áður en fódrun hófst. Fóduringarendi (botnskór) var í 288 m. Rúmmál steypu var metið út frá víddarmælingum eins og sýnt er á mynd 7. Rétt fyrir miðnætti var steypu úr 45 tonnum af G-sementi með eðlisþyngdina 1,60 g/cm³ en steypan kom ekki upp. Steypan harðnaði yfir nóttina og CBL-mælt var kl. 10 að morgni mánudags 30. júní. CBL-mælingin er sýnd á mynd 8. Við mælinguna kom í ljós að holan var opin niður við botn, sennilega á 296 m dýpi, og vatnsborð var á 160 m dýpi. Mælingin sýndi steypuna ágæta

frá 165 m niður í 260 metra. Var þá ákveðið að reyna að loka holunni í botninn svo hún héldi vatni. Steypt var úr 15 tonnum af G-sementi og var eðlisþyngd þess $1,70 \text{ g/cm}^3$. Eftir það var steypumælt, skömmu fyrir miðnætti. Steypan reyndist góð upp á um 190 m en léleg þaðan upp í 85-90 m. Engin steypa var þar fyrir ofan. Um kl. 02 þann 1. júlí var svo 10 tonnum af steypu þrýst niður með fódringu og aftur 5 tonnum kl. 06. Gæði steypunnar voru könnuð með CBL-mælingu, sem hófst um kl. 14 þann 1. júlí, og eru niðurstöður sýndar á mynd 9.

Þegar byrjað var að fódra holuna þann 26. júní, kom í ljós að borplan hallaðist. Bormenn mældu frávik frá lóðlínu frá masturstoppi að jörð um 12 tommur. Eftirlitsmaður pantaði mælingamenn og þeir settu upp fastpunkta og mældu planið þann 28. júní og aftur þann 1. júlí til að fylgjast með hvort halli færi vaxandi. Halli reyndist ekki aukast sem neinu nam en mælingamönnum og bormönnum bar ekki saman um það í hvað átt borinn hallaðist.

Þessum áfanga lauk um miðjan dag, miðvikudaginn 2. júlí þegar holuflangs hafði verið soðinn á fódringuna og suðan röntgenmynduð. Alls tók verkáfanginn 19 verkdaga að meðtöldum flutningi borsins af holu KJ-29 eins og sýnt er á mynd 10.

3. BORHOLUMÆLINGAR

Yfirlit um borholumælingar í fyrsta áfanga borunar holu KJ-30 er að finna í töflu 5. Allar mælingarnar voru gerðar eftir að komið var í fóðringardýpi. Þá fóru fram hefðbundnar hitmælingar í stöngum og síðan mæliprógram eftir upptekt borstrengs. Fóðrun holunnar gekk brösulega eins og lýst er í yfirlitinu hér að framan. Holan hrundi og stíflaðist og þurfti að taka fóðurrörið upp úr holunni og hreinsa hana. Holan var hita og víddarmæld nokkrum sinnum á meðan á þessu stóð. Þá var hún og lóðuð áður en fóðurrörin fóru endanlega niður í holuna. Fjórar steypingar þurfti til að steypa fóðringuna og voru steypugæði könnuð milli steypinga og að steypingum loknum. Heildartími við mælingar í þessum áfanga var tólf og hálfur klukkutími.

Tafla 5. Mælingar í 1. áfanga borunar holu KJ-30.

Dagsetning	Mæling	Skrá	Dýptarbil	Athugasemdir
26. júní 1997	Hiti-dT-CCL	h0626034.dat	30-297	Niður í stöngum Dælt 30 l/s
26. júní 1997	Hiti á 297 m	t0626040.dat	297	Upphitun á 297 m í 30 mín. Dælt 30 l/s
26. júní 1997	Hiti-dT-CCL	h0626043.dat	30-297	Upp í stöngum. Dælt 30 l/s
26. júní 1997	Hiti-dT-CCL	h0626080.dat	30-309	Eftir upptekt. Dælt 28 l/s
26. júní 1997	X-vídd	x0626084.dat	10-308	Hraði 25 m/mín. Dælt 28 l/s
26. júní 1997	Y-vídd	y0626084.dat	10-308	Hraði 25 m/mín. Dælt 28 l/s
26. júní 1997	Nifteindir	n0626092.dat	10-309	Hraði 9 m/mín. Dælt 28 l/s. Vatnsborð ca 45 m
26. júní 1997	Gamma	g0626092.dat	10-309	Hraði 9 m/mín. Dælt 28 l/s. Vatnsborð ca 45 m
26. júní 1997	Viðnám 16"	s0626101.dat	50-300	Niður Hraði 30 m/mín. Dælt 28 l/s. Vb ca 45 m
26. júní 1997	Viðnám 64"	l0626101dat	50-300	Niður Hraði 30 m/mín. Dælt 28 l/s. Vb ca 45 m
26. júní 1997	Viðnám SP	a0626101.dat	50-300	Niður Hraði 30 m/mín. Dælt 28 l/s. Vb ca 45 m
26. júní 1997	Viðnám 16"	s0626103.dat	50-300	Upp Hraði 30 m/mín. Dælt 28 l/s. Vb ca 45 m
26. júní 1997	Viðnám 64"	l0626103dat	50-300	Upp Hraði 30 m/mín. Dælt 28 l/s. Vb ca 45 m
26. júní 1997	Viðnám SP	a0626103.dat	50-300	Upp Hraði 30 m/mín. Dælt 28 l/s. Vb ca 45 m
26. júní 1997	Hiti-dT-CCL	h0626105.dat	30-309	Í lok mæliprógramms. Dælt 28 l/s.
27. júní 1997	Hiti-dT-CCL	h0627010.dat	0-105	Eftir upptekt fóðringar. Dælt 28 l/s. Stífla í 105 m
27. júní 1997	X-vídd	x0627012.dat	0-105	Eftir upptekt fóðringar. Dælt 28 l/s. Stífla í 105 m
27. júní 1997	Y-vídd	y0627012.dat	0-105	Eftir upptekt fóðringar. Dælt 28 l/s. Stífla í 105 m
28. júní 1997	Hiti-dT-CCL	h0628004.dat	20-290	Eftir 1. hreinsun. Botnfall 18 m. Dælt 22 l/s
28. júní 1997	X-vídd	x0628011.dat	20-290	Eftir 1. hreinsun. Botnfall 18 m. Dælt 22 l/s
28. júní 1997	Y-vídd	y0628011.dat	20-290	Eftir 1. hreinsun. Botnfall 18 m. Dælt 22 l/s
28. júní 1997	X-vídd	x0628013.dat	20-290	Endurtekin mæling
28. júní 1997	Y-vídd	y0628013.dat	20-290	Endurtekin mæling
28. júní 1997	Lóðun		0-304	Lóðun fyrir fóðrun.
30. júní 1997	Hiti-dT-CCL	h0630110.dat	20-263	Mælt niður 11 tímum eftir 1. steypingu
30. júní 1997	Hiti-dT-CCL	h0630113.dat	20-263	Mælt upp 11.5 tímum eftir 1. steypingu
30. júní 1997	Steypumæling	b0630120.dat	0-263	Mælt niður 12 tímum eftir 1. steypingu
30. júní 1997	Steypumæling	b0630121.dat	0-263	Mælt upp 12.5 tímum eftir 1. steypingu
30. júní 1997	Hiti-dT-CCL	h0630223.dat	20-263	Mælt eftir 1. og 2 steypingu
30. júní 1997	Steypumæling	b0630225.dat	20-263	Mælt niður eftir 1. og 2 steypingu
30. júní 1997	Steypumæling	b0630230.dat	20-263	Mælt upp eftir 1. og 2 steypingu
30. júní 1997	Hiti-dT-CCL	h0630231.dat	20-263	Mælt eftir 1. og 2 steypingu
1. júlí 1997	Hiti-dT-CCL	h0701000.dat	20-200	Eftir 30 mín. dælingu milli fóðringa
1. júlí 1997	Hiti-dT-CCL	h0701003.dat	20-200	Eftir 30 mín. dælingu milli fóðringa
1. júlí 1997	Hiti-dT-CCL	h0701153.dat	20-263	14-10 tímum eftir 3. og 4. steypingu
1. júlí 1997	Steypumæling	b0701155.dat	10-263	14-10 tímum eftir 3. og 4. steypingu
1. júlí 1997	Steypumæling	b0701160.dat	10-263	14-10 tímum eftir 3. og 4. steypingu

Hitamælingar í stöngum og eftir upptekt eru sýndar á mynd 4. Holan var flóðopin og glepti auðveldlega við þeim 28-30 l/s sem dælt var í hana þegar þessar mælingar voru gerðar. Ádælingin kælir holuna niður í 296 m dýpi, en þar er dýpsta æðin. Þetta sést greinlega á mynd 4. Hitamælingar sem gerðar voru í holunni í baslinu með fóðringuna eru sýndar á myndum 5 og 11. Fyrri mælingin var gerð eftir að fóðringin hafði verið tekin upp úr holunni.

Holan var þá stífluð á 105 m dýpi. Mælingin sýnir að vatnið tapast út á 82 m dýpi. Hitamælingin eftir fyrstu hreinsunina sýnir einnig að æðin á 82 m gleypir megnið af ádælingunni enda þótt einhvert streymi sé til dýpri æða, en þó ekki til æðarinnar í 296 m enda sú æð grafin í botnfallinu sem náði upp í 290 m þegar mælingin var gerð.

Hola KJ-30 var víddarmæld í þriggja gang eins og sjá má af töflu 5. Fyrsta mælingin var gerð strax eftir upptekt borstrengs í hinu hefðbundna mæliprógrammi. Næst var mælt eftir að fóðringin var tekin upp vegna hruns í holunni. Í þriðja sinn var mælt eftir fyrstu hreinsun holunnar. Reyndar var þá átján metra botnfall í holunni. Víddarmælingarnar eru sýndar hér á tveimur myndum. Á mynd 6 er sýnd mælingin frá 26. júní. Þetta er fjögurra arma mæling og ber X-parinu og Y-parinu vel saman. Holan er því ágætlega sívöl. Neðri partur holunnar stendur nokkurn veginn mál borkrónunnar. Þrengingin rétt ofan 300 m dýpis er hugsanlega vegna steins sem skagar inn í holuna, en líklegra er að mæliarmarnir hafi krækst í nibbu í holuveggnum og armarnir hrokkið inn þegar þeir losnuðu úr festunni. Ofan 150 m dýpis er holan mjög útvöskuð og ná stærstu skáparnir í 700 mm vídd (28"). Það er þetta dýptarbil sem olli erfiðleikunum við fóðrun holunnar og hefur hrunið komið að mestu af 90-110 m dýpi, eins og sjá má á mynd 12 þar sem sýnd er annars vegar víddarmælingin frá því fyrir fóðrun og hins vegar mæling eftir 1. hreinsun botnfallsins eftir að fóðringin hafði verið tekin upp úr holunni. Það skal tekið fram að fulllopnir ná armar mælisins út í 740 mm (29"). Það er því ljóst af mynd 12 að þrjár stærstu skáparnir í holunni eru stærri en 29".

Reiknað var rúmmál holunnar utan 13 3/8"-fóðringar miðað við víddarmælingarnar frá 26. og 28. júní. Samkvæmt fyrri mælingunni var rúmmál holunnar utan 13 3/8"-fóðringar niður á 295 m dýpi 27 rúmmetrar en var komið í 28,3 rúmmetra þann 28. júní (mynd 7). Samkvæmt víddarmælingunni hefur hrunið í holunni verið að minnsta kosti 1,3 rúmmetrar og sennilega meira þar sem víddarmælirinn sýnir fullt útslag (29") í stærstu skápunum. Rúmmál botnfallsins bendir til þess að hrunið gæti hafa verið allt að fimm rúmmetrar.

Jarðlagaskipan við holuna var könnuð með viðnáms- og nifteinda- og gammamælingum. Fjallað verður um þær í jarðlagakaflanum hér á eftir.

Steyping öryggisfóðringarinnar gekk brösulega eins og lýst er hér að framan. Um tíu tímum eftir fyrstu steypingu var farið til að hita- og steypumæla. Þá kom í ljós að botninn var úr holunni og reyndist vatnsborð vera á 163 m dýpi. Steypumælingin náði því aðeins yfir 100 m bil í holunni þar sem ekki gengur að mæla ofan vatnsborðs og stungustykkið er í 263 m dýpi (miðað við drifborð). Samkvæmt mælingunni er allur þessi kafli steypdur enda þótt steypa væri engan veginn hröðnuð (mynd 8). Steypt var í holuna og botninn þéttur. Næst var mælt um 23 tímum eftir 1. fóðringarsteypuna. Mælingin er sýnd á mynd 9. Þar sést vel hröðnuð steypa neðan 180 m dýpis. Þar fyrir ofan er einhver steypuhroði upp í 90 m en engin steypa þar fyrir ofan. Ádæling milli fóðringa sýndi að holan kældi sig niður að efri steypuskilunum við 90 metra dýpi (mynd 13). Því var ákveðið að ljúka fóðringarsteypingunni með því að dæla steypu niður á milli fóðringanna. Þetta var gert í tveimur áföngum. Fyrst var steypt úr 13 rúmmetrum og þremur tímum síðar úr 7 rúmmetrum. Þess má geta að rúmmál holunnar utan fóðringar er um 10 rúmmetrar niður á 90 m dýpi. Holan var hitamæld fyrir steypumælinguna. Mælingin er sýnd á mynd 13. Hæsti hiti í holunni var þá um 90°C. Kælipunktur á um 275 m bendir til þess að þar hafi vatn tapast út, en tæplega 2 l/s töpuðust í holunni þegar hún var skoluð fyrir steypinguna. Kælipunkturinn fellur saman við skáp (mynd 6) og er þar ákveðin vísbending um vatnsæð í holunni.

4. JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR

Sýnum af borsvarfi var safnað í 125 ml dósir á tveggja metra fresti eins og venja er við sambærileg verk og sáu bormenn um þann þátt. Sýnin voru flutt á rannsóknarstofu í stöðvarhúsi Kröfluvirkjunar og svarfið þvegið og skoðað. Staðarjarðfræðingur fylgdist jafnharðan með gerð jarðlaga og ummyndun meðan á borun stóð. Jarðlögin eru svipuð því sem sást í holu KJ-19 enda aðeins 30 m á milli holanna

Jarðlög og jarðlagamælingar eru sýnd á mynd 14 og er í grófum dráttum sem hér segir:

- 65-158 m Móbergstúff, fersklegt niður á 88 m en eftir það ummyndað. Túffið er skorið af þremur þunnum fín-meðalkorna, fersklegum basalhraunlögum. Þau eru á u.þ.b. 110, 120 og 135 m dýpi. Túffið er mjög laust í sér umhverfis hraunlög sem einnig sést á háum borhraða.
- 158-170 m Vantar svarf vegna skoltaps
- 170-194 m Ummynduð útfellingarík móbergsbreksía. Efst í henni sést í fersklegt gler en ummyndun eykst er neðar dregur.
- 194-308 m Mjög basaltrík ummynduð breksía með þunnum hraunlögum. Yfirleitt eru breksíueinkennin strjál en basaltið ráðandi, en lagamót sjást ekki greinilega. Fersklegt fínkornótt hraunlag er þó á 228-234 m, og ummynduð fín-meðalkorna hraunlög á 248-260 m, 270-272 m, og 282-289 m. Á 296-304 m er berg sem var mjög þétt í borun en hefur svipuð einkenni og breksían umhverfis. Af því er dregin sú ályktun að þetta sé ekki hraunlag heldur eitill í breksíunni.

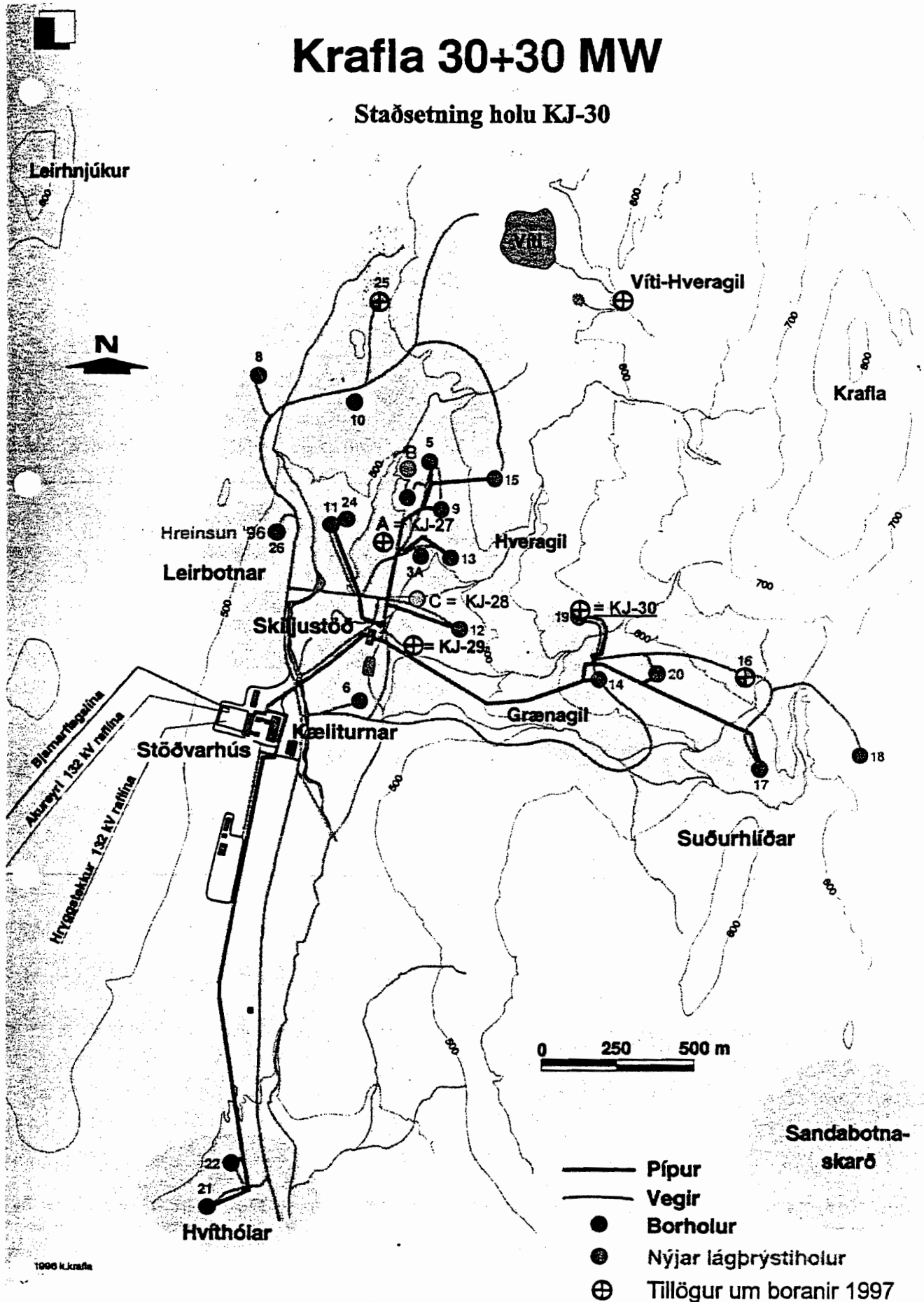
Ummyndun er talsverð niður alla holuna. Efst sjást zeólítarnir stilbít, heulandít og analsím. Laumontít er á 90-158 m dýpi. Kalsít og pýrít sjást niður alla holuna. Kalsedón sést fyrst á um 100 metra dýpi eða þar um bil og kvars fer að sjást neðan við 120 metra og síðan niður. Á um 170 m verða skil í ummynduninni. Laumontítið er horfið, en kvars og wairakít eru áberandi og leirinn er sennilega orðinn klórít. Þessi ummyndun helst niður holuna og meint klórít verður greinilegra og sést vel kristallað. Ryðlituð járnambönd eru áberandi á 100-120 metra dýpi.

Vatnsæðar sem sjást eða vísbendingar eru eru tilgreindar hér að neðan:

- 82 m Vatnsæð sést í hitamælingu á 82 m dýpi.
- 132 m Vísbending um vatnsæð skv. skoltapi en sést ekki í hitamælingum.
- 275 m Vísbendingar um æð skv. skoltapi, hita- og víddarmælingu
- 296 m Hitamæling og skoltap.

Krafla 30+30 MW

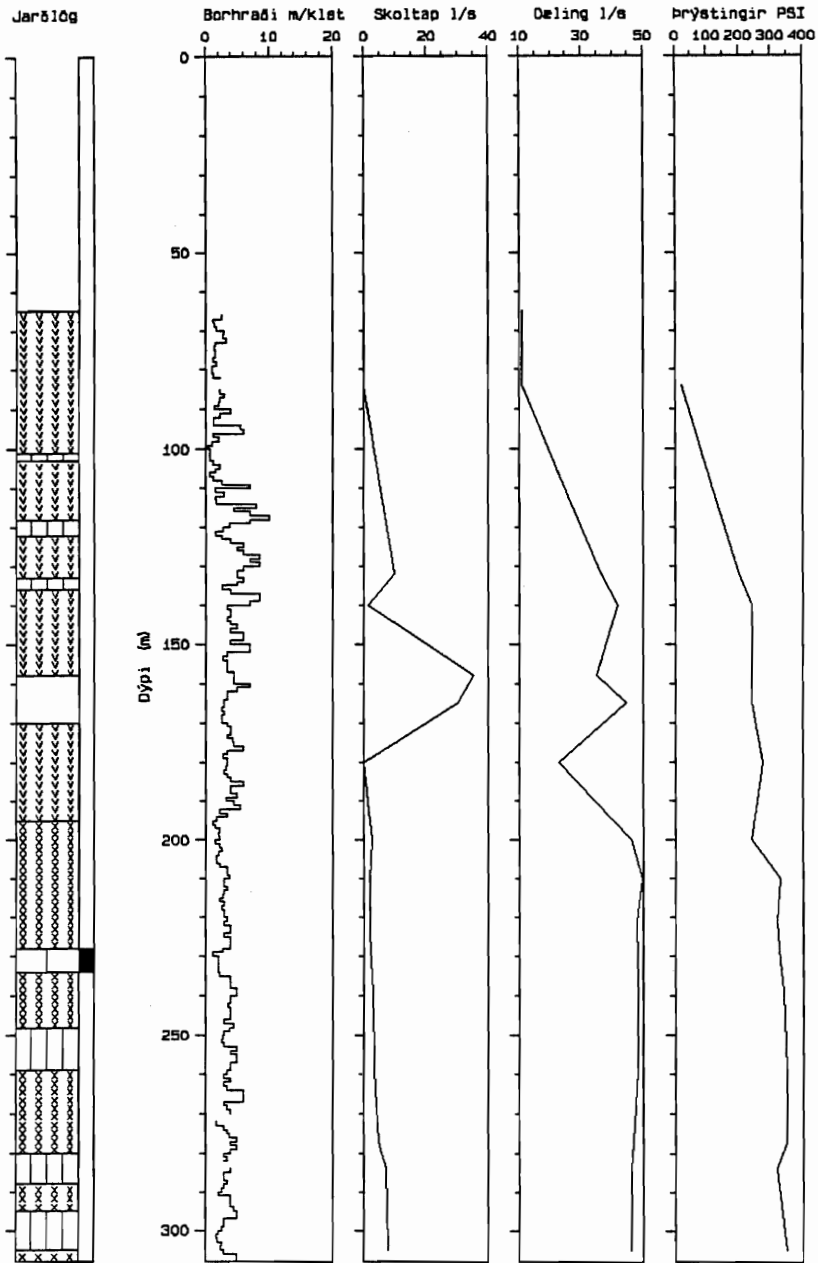
Staðsetning holu KJ-30



Mynd 1. Afstöðumynd.

ROS-JF GSV/ÁsG
Fri Sep 12 10: 18: 36 1997

KRAFLA - HOLA KJ-30 1. ÁFANGI
Jarðlagasnið, borhraði og mælingar á skoli



Skýringar við jarðlagasnið

- | | | | | | |
|--|---------------------------------|--|-------------------|--|--------------|
| | Fersklegt fin-meðalkorna basalt | | Basaltrik breksia | | Svarf vantar |
| | Umyndað fin-meðalkorna basalt | | Tuff | | |
| | Innskot | | | | |

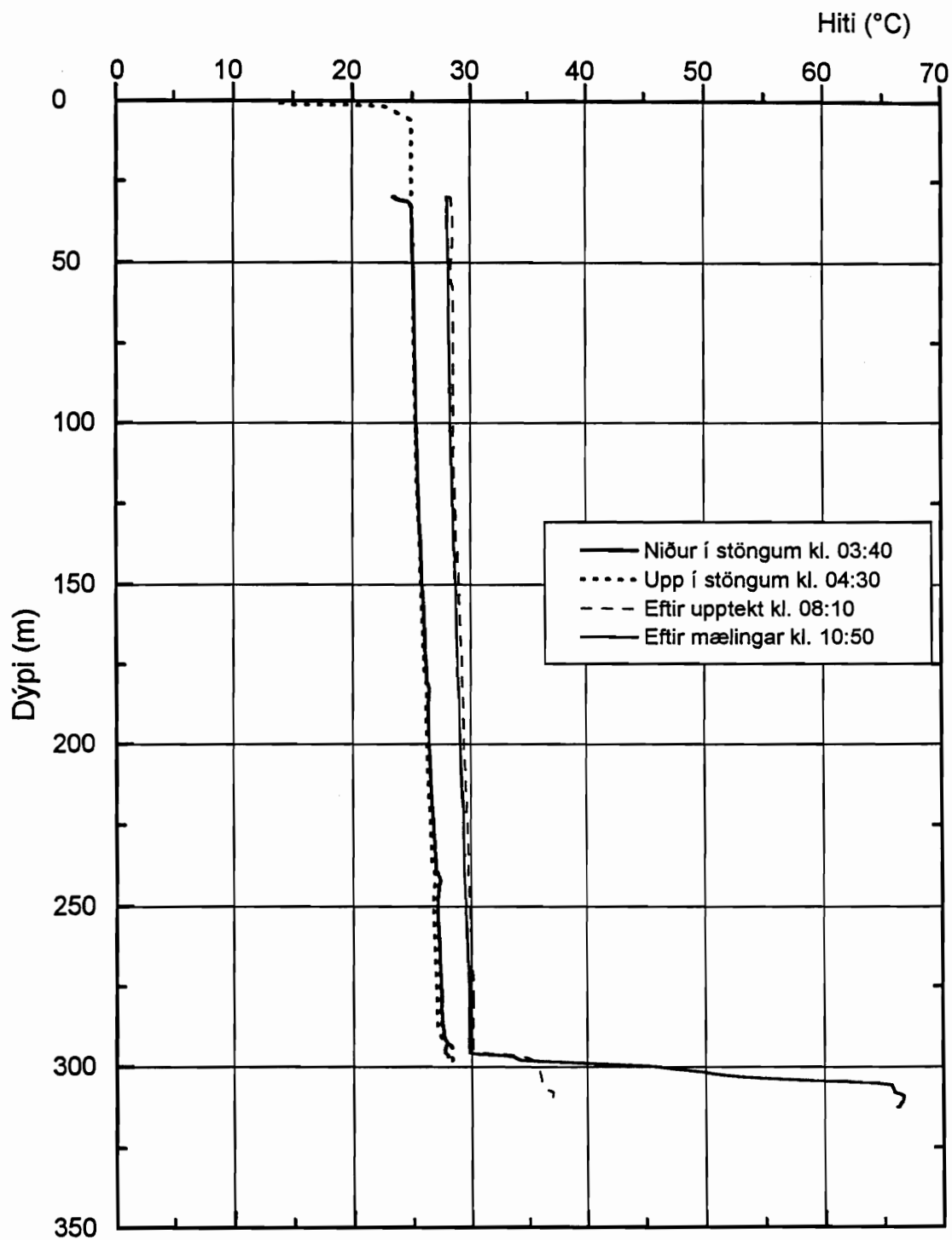
Mynd 3. Jarðlagasnið, borhraði og mælingar á skoli.

Orkustofnun
Borholumælingar

BS/GuH/GSV 26-06-97

KRAFLA HOLA KJ-30

Hitamælingar 26. júní

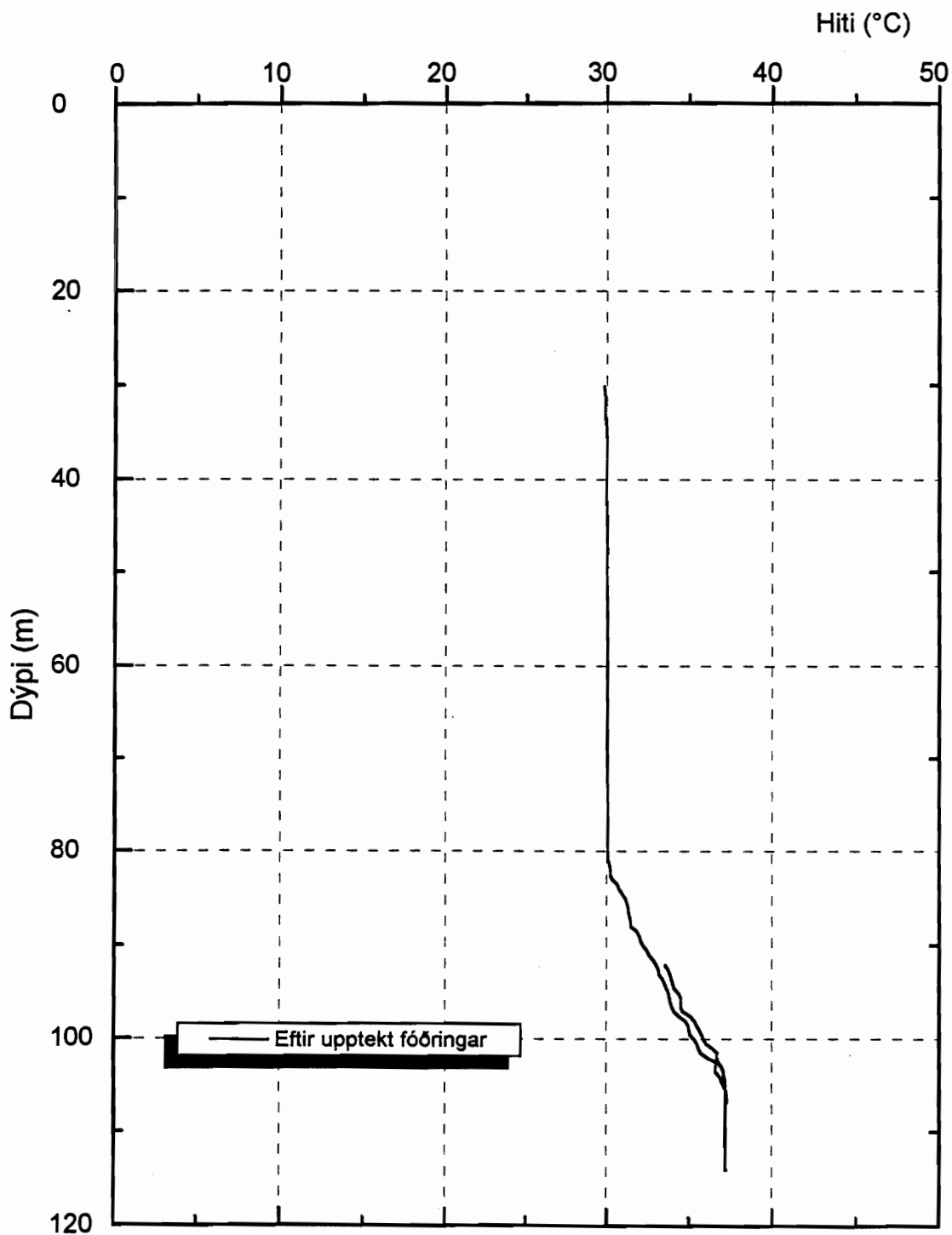


Mynd 4. Hitamælingar í stöngum, og fyrir og eftir mælingaprógram.

Orkustofnun
Borholumælingar

BS/GuH/GSv 27-06-97

KRAFLA HOLA KJ-30
Hitamæling 27. júní



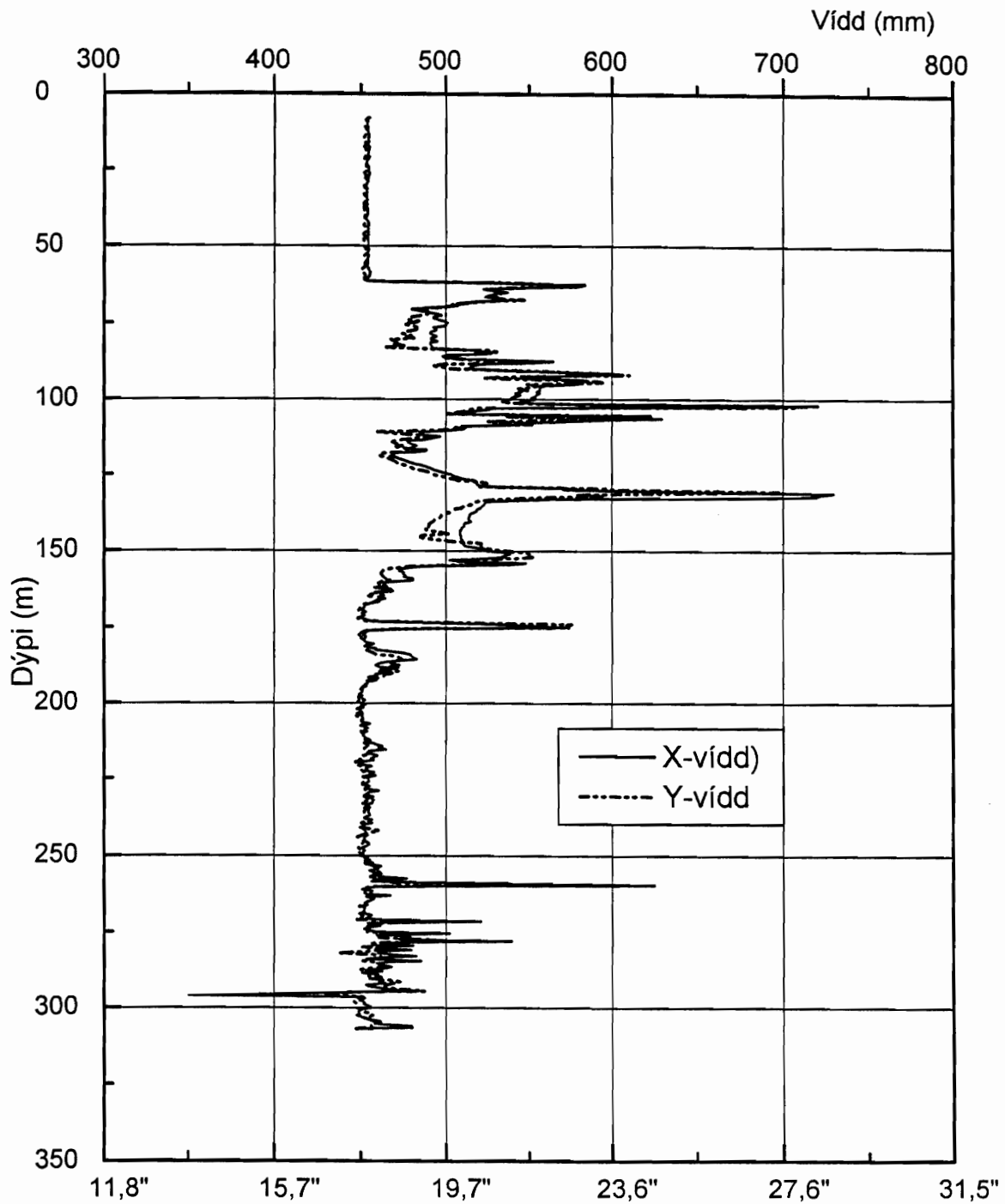
Mynd 5. Hitamæling eftir upptekt fóðringar.

Orkustofnun
Borholumælingar

KRAFLA HOLA KJ-30

Víddarmælingar

BS/GuH 26-06-97

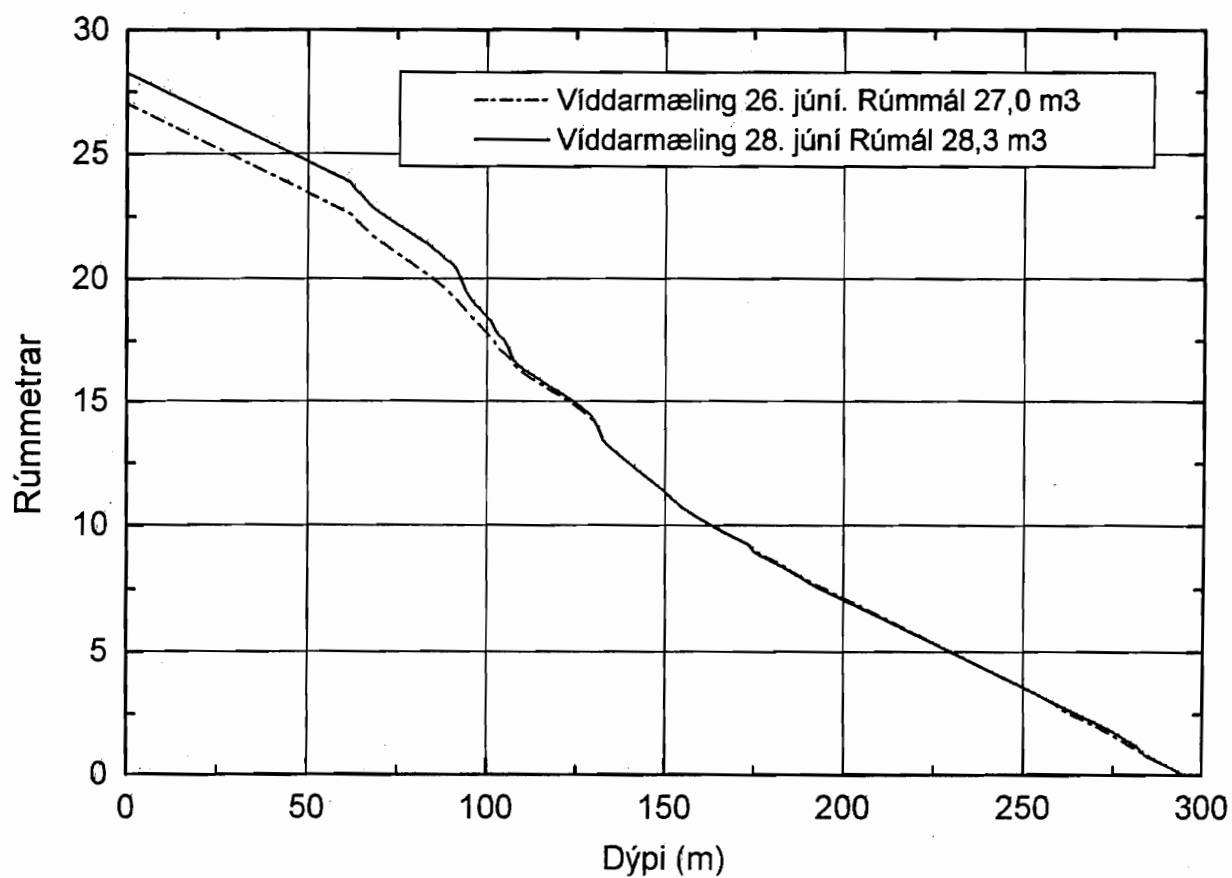


Mynd 6. Víddarmælingar.

ORKUSTOFNUN
Borholumælingar

29-06-97 BS/GuH

KRAFLA HOLA KJ-30
Rúmmál holu utan 13 3/8" fõðringar
(Skv. víddarmælingum)

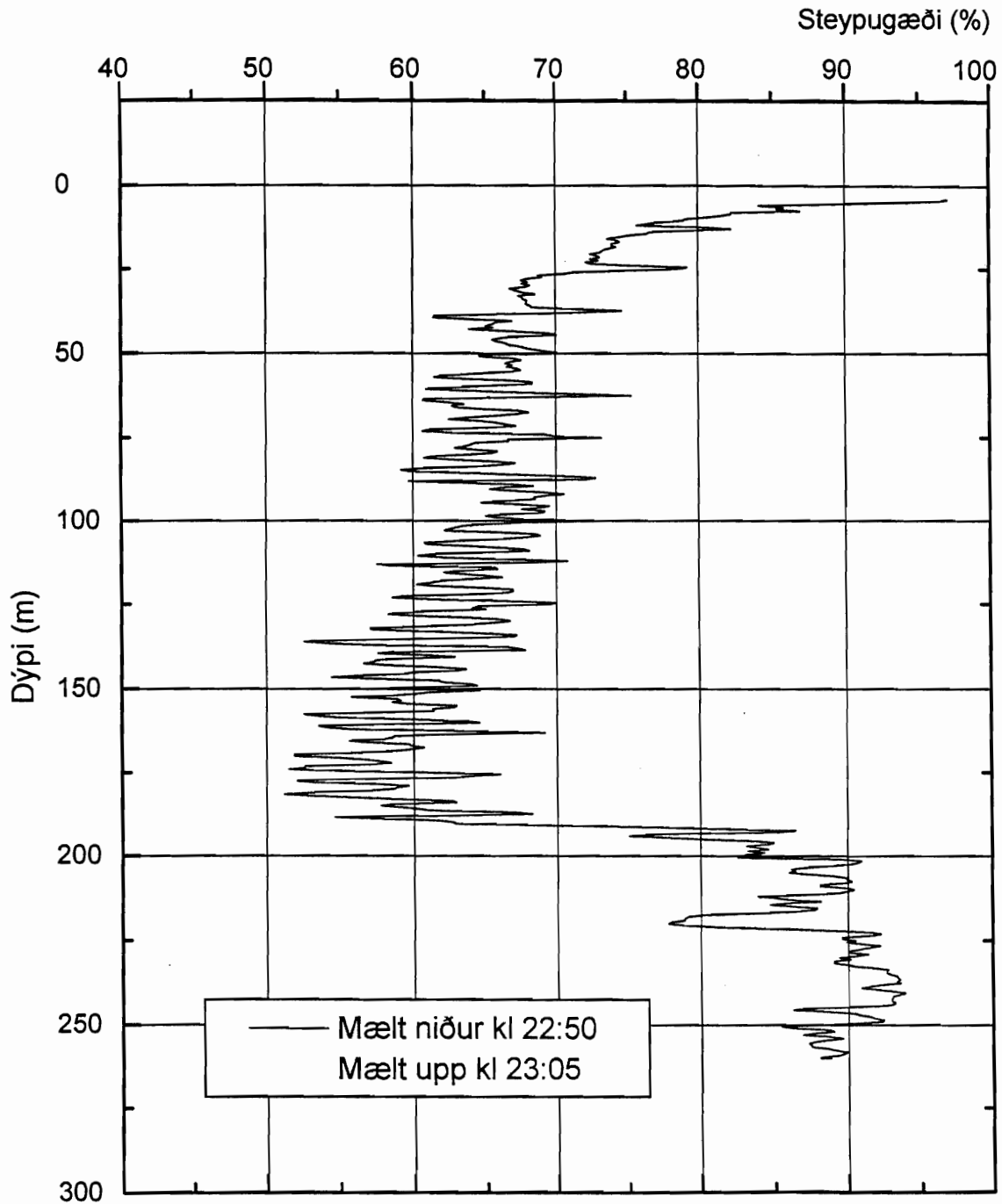


Mynd 7. Rúmmál holu utan 13 3/8" fõðringar skv. víddarmælingu.

Orkustofnun
Borholumælingar

KRAFLA HOLA KJ-30
Steypumæling e. 2. steypingu
Um 23 tímum eftir 1. steypingu

BS/GuH/GSv 1-7-1997

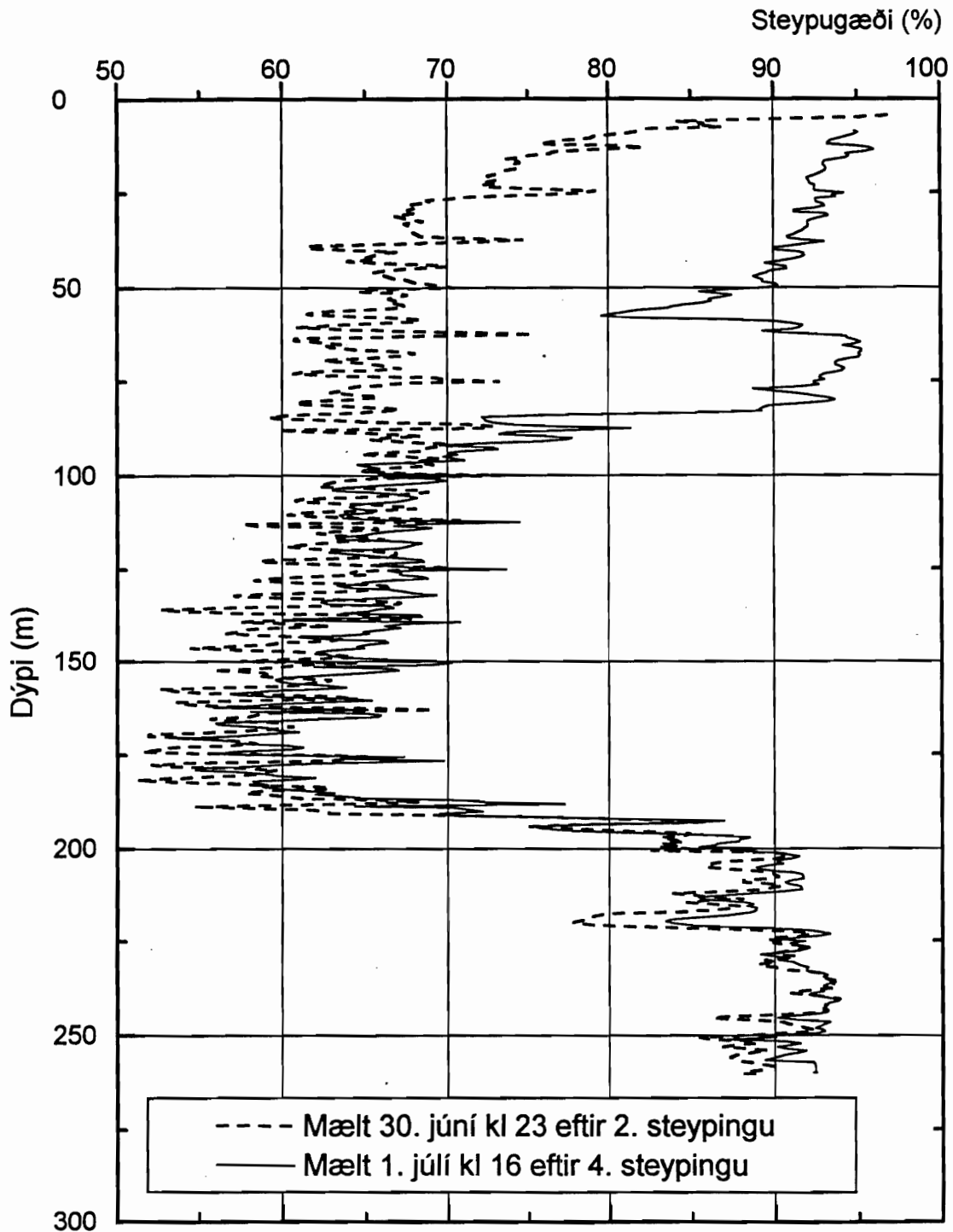


Mynd 8. Steypugæðamæling eftir 2. steypingu.

Orkustofnun
Borholumælingar

KRAFLA HOLA KJ-30
Steypumælingar

BS/GuH/GSv 1-7-1997



Mynd 9. Steypugæðamæling eftir 4. steypingu.

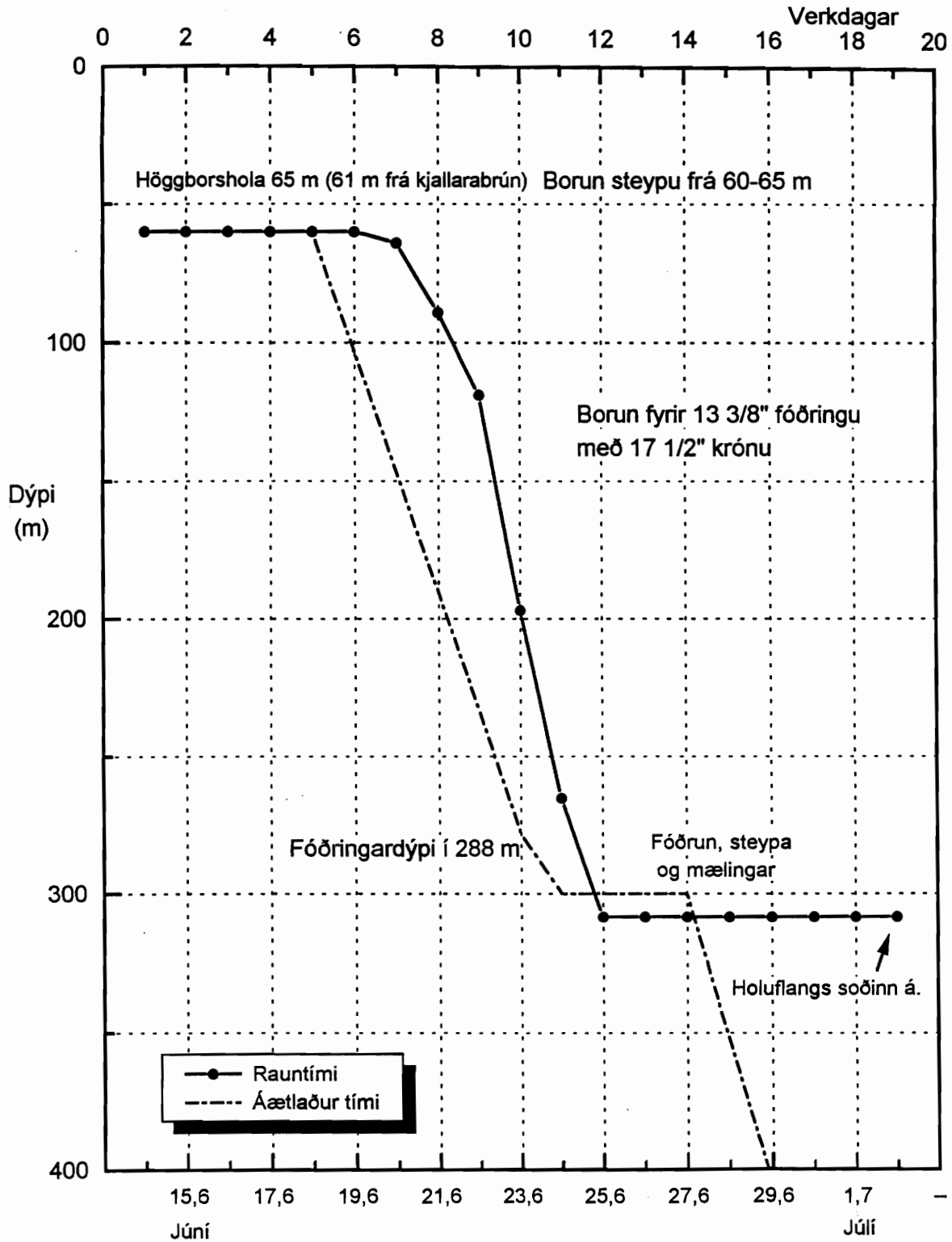


ORKUSTOFNUN
ROS

KRAFLA HOLA KJ-30

Gangur borunar í 1. áfanga

GSV/SSJo
03-07-97



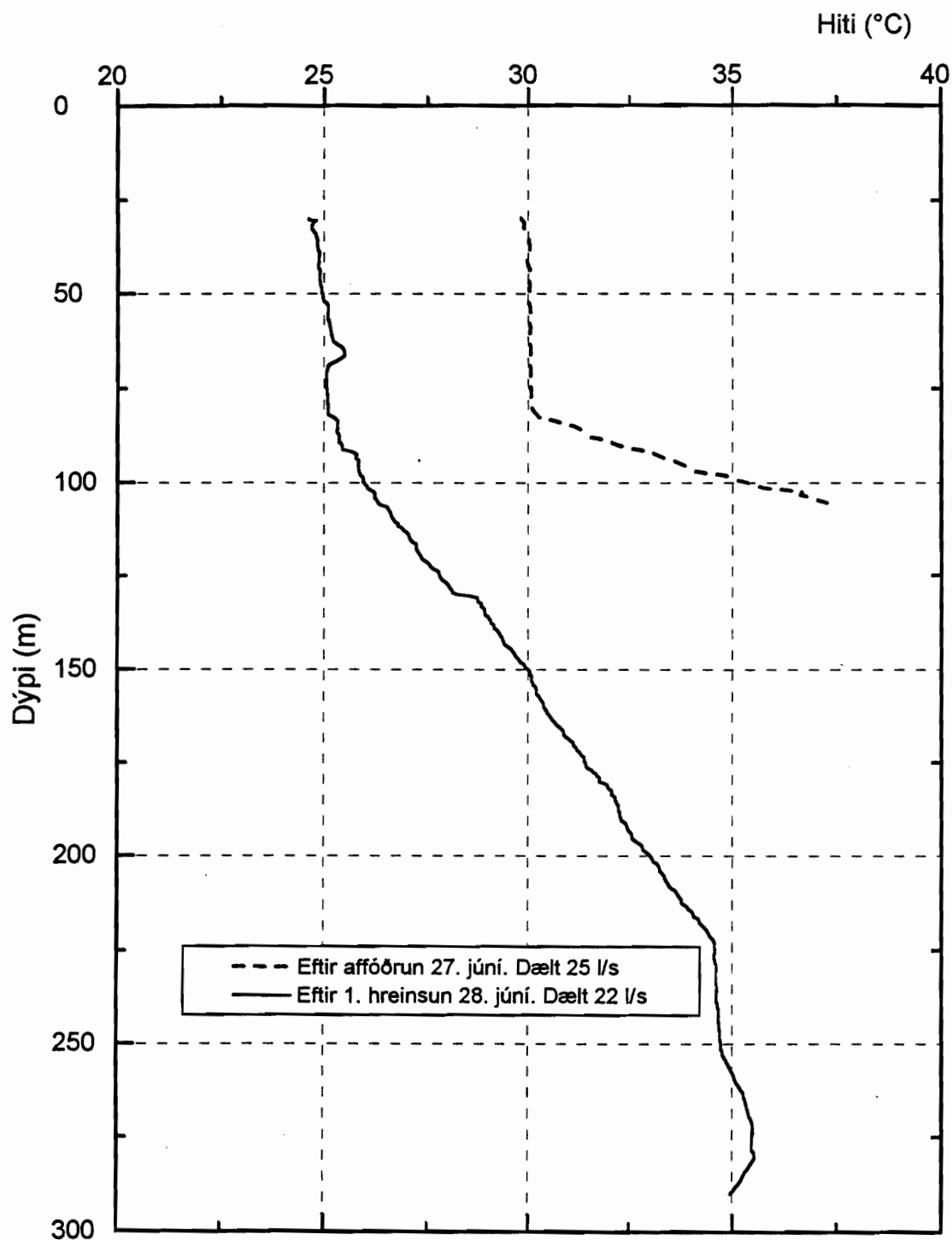
Mynd 10. Gangur borunar í 1. áfanga.

Orkustofnun
Borholumælingar

BS/GuH/GSv 28-06-97

KRAFLA HOLA KJ-30

Hitamælingar



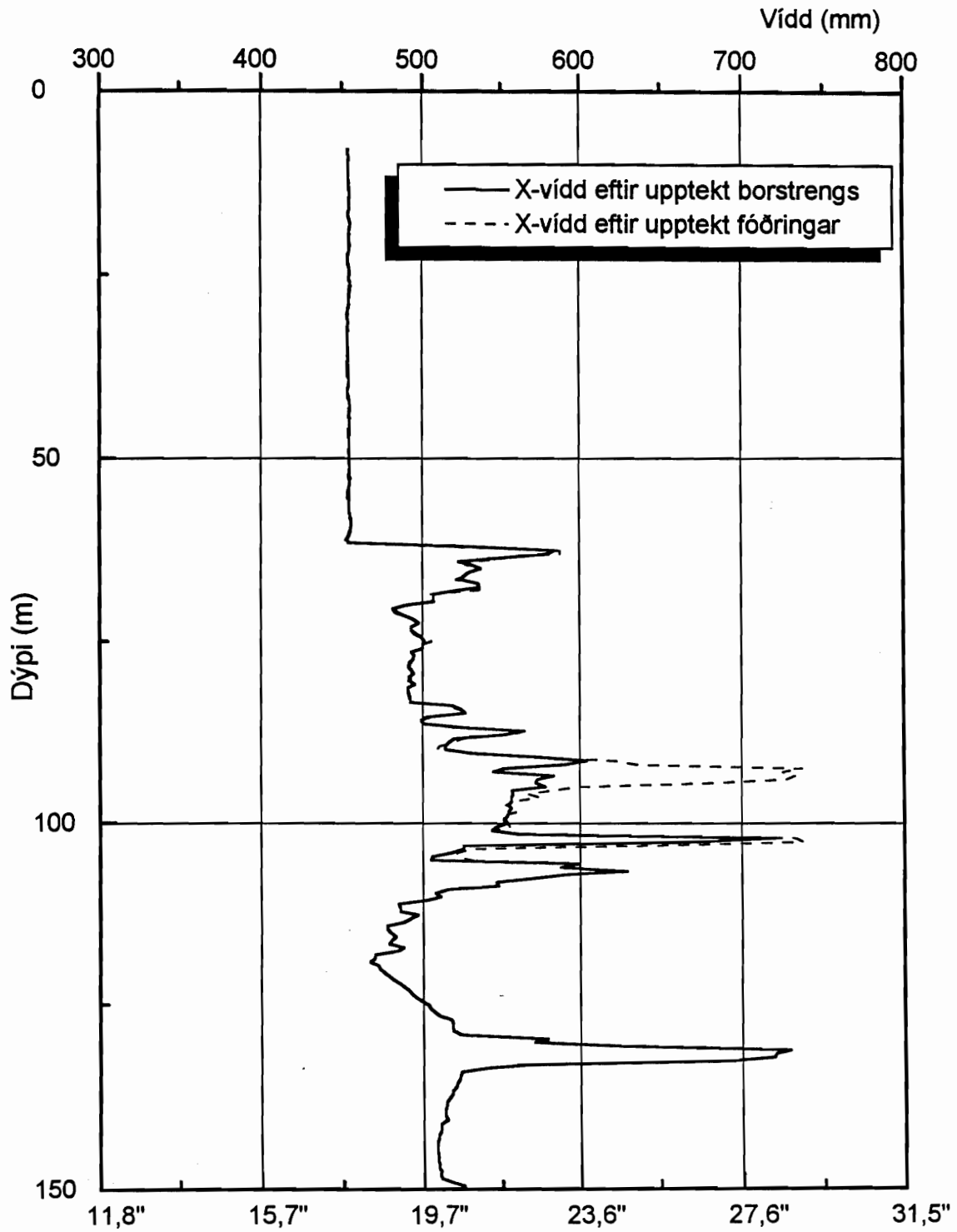
Mynd 11. Hitamælingar 27. og 28. júní.

Orkustofnun
Borholumælingar

KRAFLA HOLA KJ-30

Víddarmælingar

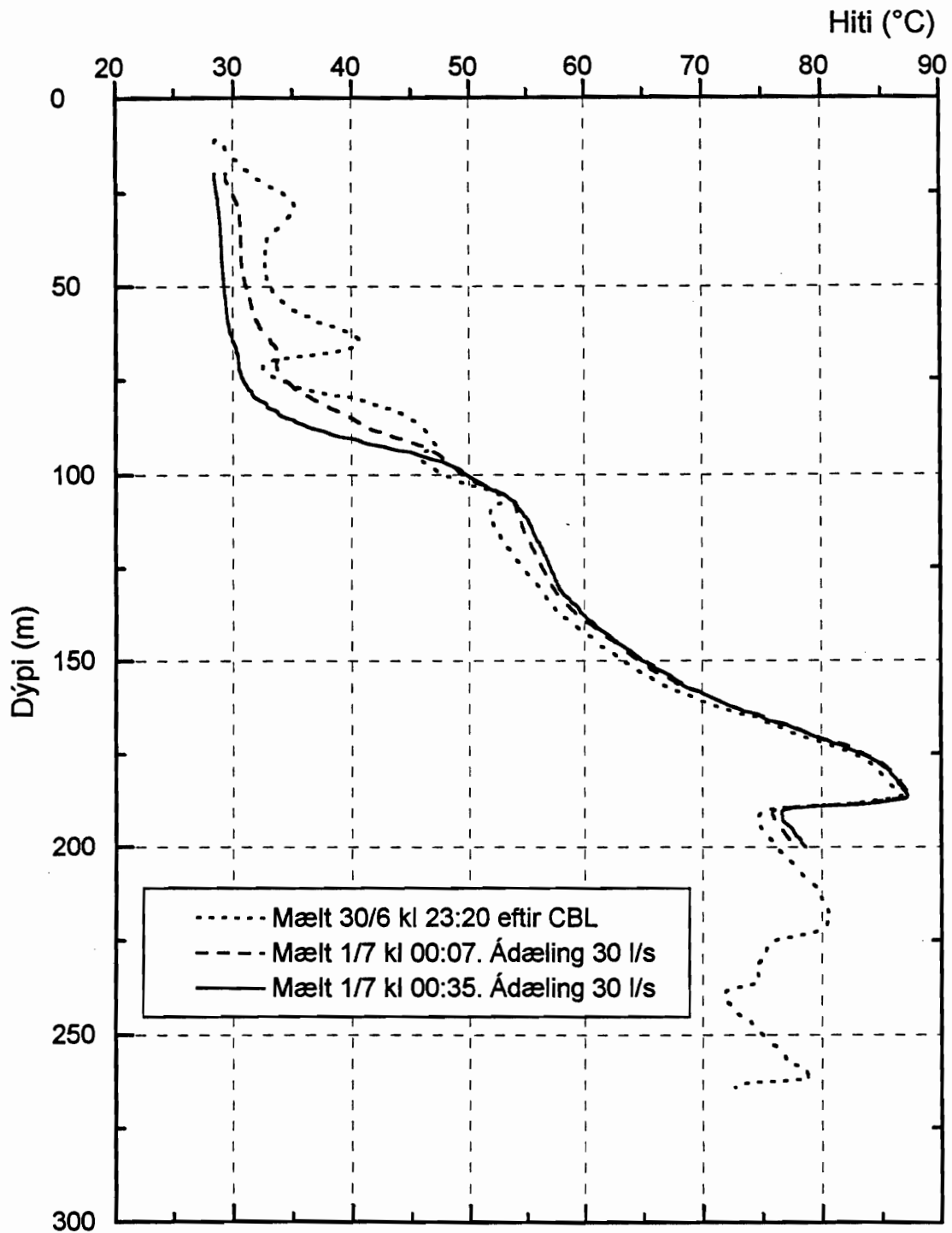
BS/GuH/GSv 27-06-97



Mynd 12 Víddarmælingar eftir upptekt borstrengs og eftir upptekt fõðringar.

Orkustofnun
Borholumælingar

KRAFLA HOLA KJ-30
Hitamælingar eftir 2. steypingu
Dælt milli fóðringa frá klukkan 23:35



Mynd 13. Hitamælingar milli steypinga eftir 2. steypingu.

