



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

KRAFLA, hola KJ-31

2. áfangi:

**Borun fyrir vinnslufóðringu
frá 309 m í 800 dýpi**

**Ásgrímur Guðmundsson
Dagbjartur Sigursteinsson
Grímur Björnsson
Guðlaugur Hermannsson
Hilmar Sigvaldason
Ómar Sigurðsson
Sigurður Benediktsson**

Unnið fyrir Landsvirkjun

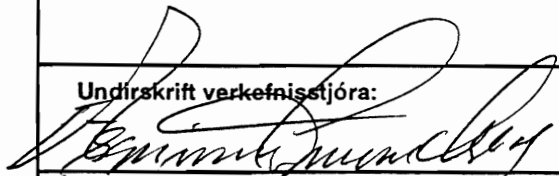
1997

OS-97073

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

Skýrsla nr.: OS-97073	Dags.: Desember 1997	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til:
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: KRAFLA, HOLA KJ-31 2. áfangi: Borun fyrir vinnslufóðringu frá 309 m í 800 m dýpi	Upplag: 25	Fjöldi síðna: 23
Höfundar: Ásgrímur Guðmundsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Grímur Björnsson, Guðlaugur Hermannsson, Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson, Sigurður Benediktsson	Verkefnisstjóri: Ásgrímur Guðmundsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Áfangaskýrsla, 2. verkáfangi	Verknúmer: 630 665	
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Lýst er borun 2. áfanga holu KJ-31 í Kröflu. Holan er á borplani holu KJ-20 í Suðurhlíðum Kröflu. Um er að ræða borun fyrir vinnslufóðringu frá 309 í 800 m dýpi. Rakin er framvinda borunar og gerð grein fyrir og birt öll gögn og upplýsingar, sem fallið hafa til meðan á borun og fóðrun stóð. Borun 2. áfanga hófst 17. september, á 14. verkdegi holunnar, og lauk þann 26. Verkið tók því 10 daga. Gerðar voru hefðbundnar mælingar, þ.e. á hita, halla, vídd, steypugæðum, svo og greiningar jarðlaga og ummyndunar eftir borsvarfi. Vatnsæðar fundust á fjórum stöðum í holunni, sú greinilegasta í basaltbreksíu á 776 m dýpi. Borverkið er unnið af Jarðborunum hf. samkvæmt verklýsingu.		
Lykilorð: Háhitavæði, nýting, vinnsluhola, borun, borholumælingar, jarðlög, ummyndun, vatnsæðar	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af:	



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 630 665

Ásgrímur Guðmundsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Grímur Björnsson, Guðlaugur Hermannsson, Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson og Sigurður Benediktsson

KRAFLA, HOLA KJ-31

2. áfangi: Borun fyrir vinnslufóðringu frá 309 m í 800 m dýpi

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS - 97073

Desember 1997

ORKUSTOFNUN: Kennitala 500269-5379 - Sími 569-6000 - Fax 5688896

Netfang os@os.is - Heimasíða <http://www.os.is>

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR.....	2
2. BORSAGA.....	2
3. BORHOLUMÆLINGAR.....	8
4. JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR.....	9
4.1 Jarðlagalýsing og ummyndun.....	9
4.2 Vatnsæðar.....	10

Töfluskrá

Tafla 1. Gangur borunar fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu.....	2
Tafla 2. Mælingar á skoli.....	3
Tafla 3. Hallamælingar í borun.....	4
Tafla 4. Fóðrunarskýrsla.....	6
Tafla 5: Mælingar í borun.....	8

Myndaskrá

Mynd 1. Gangur borunar.....	11
Mynd 2. Einfaldað jarðlagasnið og mælingar á skoli.....	12
Mynd 3. Hitamælingar í stöngum og eftir upptekt.....	13
Mynd 4. Viddarmæling og reiknað rúmmál bakvið 9 5/8" fóðringu.....	14
Mynd 5. Hitamælingar eftir 1. steypingu.....	15
Mynd 6. Steypubinding.....	16
Mynd 7. Hitamæling fyrir CBL-mælingu.....	17
Mynd 8. Steyping 9 5/8" fóðringar í gegnum stangir.....	18
Mynd 9. Einfaldað jarðlagasnið og jarðlagamælingar.....	19

1. INNGANGUR

Áætlað er að bora fyrir vinnslufóðringu niður á um 800 m dýpi í 2. áfanga með 311 mm (12 1/4") krónu, gera nauðsynlegar mælingar og fódra holuna með 244 mm (9 5/8") rörum, steypa fóðringuna og mæla síðan steypugæði. Fóðringin verður steipt með sementsblöndu og steypugæði síðan metin með CBL-mælingu. Aðalflangs holu (12"/900) verður soðinn á öryggisfóðringuna (13 3/8").

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 Jarðborunum hf. samkvæmt útboðslýsingu KRA-08 og meðfylgjandi greinargerð um forsendur fyrir hönnun og staðsetningu holu KJ-31 (ÁsG-97/06).

2. BORSAGA

Borun 2. áfanga hófst á 14. verkdegi holunnar eða á miðvikudeginum 17. september. Áður hafði verið farið niður með stengur og holan kæld. Því næst var farið niður og borað út stungustykki steypa og fóðringarskór. Komið var niður á góða steypu á 285,4 m dýpi og náði hún því 9 m upp í fóðringuna. Byrjað var að bora í berg kl. 16:40 á 309 m dýpi.

Uppbygging borstrengsins var sem hér segir: 311 mm (12 1/4") borkróna af gerðinni HP-61-A, krónustýring, tengistykki, álagsstöng, strengstýring, 11 álagsstangir, tengistykki ("cross-over") og borstangir.

Borun gekk vel eins og fram kemur í töflu 1 og á mynd 1. Engin vandamál komu upp og var borunin nokkuð jöfn allan tímann. Einu tafimar frá sjálfri boruninni var sá tími sem fór í hallamælingar. Annars var borhraðanum stýrt með breytilegu álagi til að halda jafnri borun og stjórnaðist það af hörku bergsins. Álagið var á bilinu 5 - 20 þúsund pund og snúningur borkrónu á bilinu 50 - 70 sn/mín. Borað var í móberg strax neðan öryggisfóðringar en mjög ummyndað basalhraunlög tóku þar við og náðu niður á 580 m dýpi. Þar neðan við var móberg ráðandi, þar til komið var niður á liðlega 700 m, en þá fór tíðni basaltlaga að aukast á ný. Á neðstu 10 m var komið í súrt berg. Allt bergið var mjög ummyndað og auðboranlegt. Borun var stöðvuð kl 22:10 þriðjudaginn 22. september, þegar komið var niður á 800 m dýpi. Holan var skoluð í 2 tíma og að því búnu var kannað hvort eitthvað botnfall hefði myndast. Stoppað var í 30 mínútur og kannað tvisar á þeim tíma. Eftir 20 mín var holan alveg hrein og eftir 30 mín voru komnir undir 20 - 30 cm. Sem sagt ekkert botnfall.

Tafla 1. Gangur borunar fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu.

Dagur	Borun á dag (m)	Bortími (klst)	Meðalborhr. (m/klst)	Tími á borkrónu (klst)	Dýpi (m)
17.sept. 97	40	8	5,0	8	349
18. sept. 97	83	22	3,77	30	432
19. sept. 97	84	22,5	3,73	52,5	516
20. sept. 97	89	22	4,05	74,5	605
21. sept. 97	101	22	4,59	96,5	706
22. sept. 97	94	20,5	4,58	117	800

Tafla 2. Mælingar á skoli.

Dagsetning	Klukkan	Dýpi m	Brystingur PSI	Dæla 1 slög	Dæla 1 l/s	Dæla 2 slög	Dæla 2 l/s	Deiling alls l/s	Tap cm	Tap l/s	Skollhraði m/min	Timi frá botni min	Svarf m/min	TFB min	Hiti miður °T	Hiti upp °T	diff.hiti °T
17.09.97	21:40	341	240	96	17,79	88	16,31	34,10	7	2,21	31,52	10,82	24,52	13,91	22,9	26,8	3,9
18.09.97	01:30	355	360	116	21,49	104	19,27	40,77	22	6,93	33,45	10,61	26,45	13,42	22,8	26,4	3,6
18.09.97	05:40	398	370	116	21,49	108	20,01	41,51	8	2,52	38,54	10,33	31,54	12,62	26,2	29,0	2,8
18.09.97	09:40	382	375	116	21,49	116	21,49	42,99	5	1,58	40,94	9,33	33,94	11,26	27,0	29,8	2,8
18.09.97	14:00	395	390	116	21,49	113	20,94	42,43	6	1,89	40,08	9,86	33,08	11,94	26,8	30,0	3,2
18.09.97	17:30	410	390	116	21,49	115	21,31	42,80	6	1,89	40,44	10,14	33,44	12,26	26,3	29,0	2,7
18.09.97	21:35	426	410	120	22,24	120	22,24	44,47	8	2,52	41,47	10,27	34,47	12,36	26,9	30,5	3,6
19.09.97	01:35	436	390	115	21,31	117	21,68	42,99	12	3,78	38,76	11,25	31,76	13,73	24,7	29,5	4,8
19.09.97	05:45	451	400	115	21,31	117	21,68	42,99	11	3,47	39,07	11,54	32,07	14,06	24,5	29,5	5
19.09.97	10:00	465	410	115	21,31	119	22,05	43,36	9	2,84	40,06	11,61	33,06	14,07	22,1	25,7	3,6
19.09.97	18:00	492	450	140	25,94	141	26,13	52,07	9	2,84	48,67	10,11	41,67	11,81	24,7	28,4	3,7
19.09.97	21:30	506	450	120	22,24	118	21,87	44,10	12	3,78	39,86	12,70	32,86	15,40	25,0	28,2	3,2
19.09.97	01:30	522	450	120	22,24	118	21,87	44,10	12	3,78	39,86	13,10	32,86	15,89	25,2	28,2	3
20.09.97	10:00	550	460	120	22,24	118	21,87	44,10	13	4,10	39,55	13,91	32,55	16,90	24,4	27,4	3
20.09.97	14:00	568	450	114	21,12	114	21,12	42,25	11	3,47	38,34	14,82	31,34	18,13	25,0	28,6	3,6
20.09.97	18:00	584	470	119	22,05	119	22,05	44,10	11	3,47	40,17	14,54	33,17	17,61	26,0	29,3	3,3
20.09.97	22:00	600	470	119	22,05	118	21,87	43,92	12	3,78	27,81	21,58	20,81	28,84	27,2	29,1	1,9
21.09.97	02:00	614	480	118	21,87	120	22,24	44,10	14	4,41	27,50	22,33	20,50	29,95	23,7	28,7	5
21.09.97	06:00	629	480	118	21,87	119	22,05	43,92	14	4,41	27,37	22,98	20,37	30,88	26,5	30,0	3,5
21.09.97	10:00	642	470	114	21,12	116	21,49	42,62	13	4,10	26,69	24,05	19,69	32,60	25,5	30,5	5
21.09.97	14:00	661	490	114	21,12	118	21,87	42,99	30	9,45	23,24	28,45	16,24	40,71	32,0	33,3	1,3
21.09.97	18:00	681	500	116	21,49	119	22,05	43,55	24	7,56	24,93	27,31	17,93	37,98	30,5	34,8	4,3
21.09.97	22:00	696	510	120	22,24	119	22,05	44,29	22	6,93	25,88	26,89	18,88	36,86	29,7	34,2	4,5
22.09.97	02:00	716	490	115	21,31	117	21,68	42,99	20	6,30	25,42	28,17	18,42	38,87	29,6	34,4	4,8
22.09.97	06:00	729	510	117	21,68	118	21,87	43,55	20	6,30	25,81	28,25	18,81	38,77	28,7	35,1	6,4
22.09.97	09:30	742	500	120	22,24	121	22,42	44,66	20	6,30	26,58	27,92	19,58	37,90	29,6	34,6	5
22.09.97	14:00	762	530	119	22,05	119	22,05	44,10	21	6,62	25,97	29,34	18,97	40,16	28,8	32,0	3,2
22.09.97	18:00	780	500	112	20,75	114	21,12	41,88	40	12,60	20,28	38,45	13,28	58,71	29,2	31,4	2,2
22.09.97	22:00	799	550	119	22,05	119	22,05	44,10	44	13,86	20,95	38,13	13,95	57,27	29,7	33,4	3,7

Fylgst var með skoli eins kveðið var á um og það mælt á fjögurra tíma fresti og skráð. Á mynd 2 eru niðurstöður skráningar teiknaðar upp samhliða jarðlagasniði. Greinilegar breytingar á skoli koma fram á þremur dýptarbilum, þ.e. á 341 - 355 m, 642 - 661 m og 762 - 780 m dýpi. Æðar eru því tengdar þessum svæðum. Ennfremur er hugsanlegt að æð sé að finna á bilinu 584 - 600 m. Í lok borunar var skoltapið tæpir 14 l/s og eftir tveggja tíma skolun var það komið í 25 l/s. Þannig var það þegar hitamælt var inn í stöngum fyrir uppteikt eins og sýnt er á mynd 3. Búið var að taka upp borstrenginn kl. 6:30 að morgni þriðjudagsins 23. september og holan þá tilbúin til mælinga. Í ljós kom að skoltapið var þá komið upp í 41 l/s. Byrjað var á hitamælingu í opinni holu og er hún sýnd á mynd 3 ásamt upphitun. Holan kældi sig niður á tæplega 780 m dýpi. Nánar er fjallað um jarðlagamælingarnar hér á eftir.

Eins og venja er og mælt er fyrir í verklýsingu var hallamælt á 100 m fresti og niðurstöður að finna í töflu 3. Hallinn mældist þetta á bilinu 0,5 - 1°. Samkvæmt því gæti frávik frá lóðréttu verið rúmlega 10 m ef hallaaukning hefur verið í sömu átt í öllum mælingum.

Tafla 3. Hallamælingar í borun.

Bordýpi (m)	Mælt á dýpi (m)	Halli (gráður)	Frávik frá lóðr. (m)	Raundýpi (m)
128	100	0,5	0,9	128
214	200	0,6	1,9	214
309	300	1,0	3,6	309
432	400	0,9	5,2	432
528	500	0,9	6,8	528
632	600	1,0	8,5	632
727	700	1,0	10,2	632

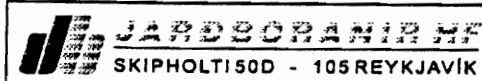
Að mælingum loknum skömmu fyrir hádegi þriðjudaginn 23. september þá var fóðrun undirbúin. Fyrsta rör fór niður um kl. 14. Vindur tafði verkið aðeins til að byrja með, en fóðringin var komin niður skömmu eftir miðnætti. Fóðringarendinn var um 2,5 m frá botni. Aðfaranótt miðvikudagsins 24. september voru stangir settar niður, alls 27 standar, og búið var að tengja við stungustykkið kl. 6:30. Að því búnu var holan kæld í gegnum stengur og upp með fóðringu til tæplega 11. Í mælingar þrógramminu var holan viddarmæld og útfrá því var reiknað út það rúmtak sem fylla þyrfti með steypu milli fóðringa og fóðringar og bergs. Viddarmælingin og rúmtaksmælingin eru sýndar á mynd 4, rúmtakið reiknaðist um 42 m³, en það er algjört lágmark þar sem í þeirri tölu er ekki reiknað með því sem tapast út í lekastaði. Áætlað var að steypa úr 40 - 50 tonnum af sementi ef vatn kæmi ekki upp í steypingunni. Nákvæmlega kl.10:57 (skv. klukku staðarjarðfræðings) var byrjað að steypa. Dælt var niður G-sementsblöndu og voru áætluð afköst rúmlega 1 m³/mín. Eftir 35 mínútna steypingu þá kom vatn upp eitt augnablik, en eftir 39 mínútur rann stöðugt upp. Ekki var neinn sementslitur á vatninu, en síðustu 3 mínútur steypingarinnar var vatnið biksvart og síðustu mínútuna kom það upp óreglulega með gusugangi. Alls stóð steypingin yfir í 49 mínútur og var lokið kl 11:46. Steypingunni var hætt þegar þrýstingurinn (Po) var farinn að stiga. Áætlað var að dæla 37 cm úr karinu en það samsvaraði innanrúmmáli stangarlengjunnar. Eftir 6 mínútur var búið að dæla sem samsvaraði 18 cm þá var þrýstingurinn kominn upp í 100 bar og því hætt. Stangir voru losaðar frá stungustykki og vatni dælt í gegnum þær til hreinsunar. Alls var notað um 57,5 tonn af sementi og var eðlisþyngd sementseðjunnar um 1,62 g/cm³ að meðaltali.

Ekkert var hægt að gera fyrr en vitað var hvar efra borð steypu væri að finna og þær upplýsingar var aðeins hægt að fá með CBL-mælingu. Á undan CBL-mælingunni var hitamælt að kvöldi miðvikudagsins 24. september og mælingarnar eru sýndar á mynd 5. Þar kom fram vísbending um að steypuborð gæti verið alveg við fóðurrörsskóinn á öryggisfóðringunni á um 300 m dýpi. Skömmu eftir miðnætti var CBL-mælt og eru niðurstöður mælinga sýndar á mynd

6. Þar kemur skýrt fram að góð steypa nær upp í 320 m dýpi og síðan einhver steypuhroði upp undir 300 m. Reiknað var með að skjóta göt á fóðringuna til að steypa alla leið upp, en áður en til þess kom var kannað hvort nokkur leki væri í holunni milli steypuborðs og öryggisfóðringar. Lokað var að fóðringu með belggosvara og dælt þar til þrýstingur var um 10 bar og var holan alveg þétt. Skömmu síðar var gerð önnur tilraun og þá fór að leka rétt neðan fóðringar og tók holan við 10 l/s við 13 bar. Dæling var síðan augin upp í 25 l/s og fór þrýstingur þá upp í 32 bar. Að fengnum þessum upplýsingum var ákveðið að steypa niður milli fóðringa. Byrjað var að steypa kl. 08:13 og var því lokið kl.08:25. Eins og áður voru afköst áætluð rúmlega rúmmeter á mínútu. Í annari steypingunni voru notuð 15 tonn af G-sementi og var meðaleðlisþyngd eðjunar er niður fór $1,60 \text{ g/cm}^3$. Steypan seig síðan lítilega og var bætt ofan á og hélst hún þannig. Seinni part fimmtudagsins 25. september var hitamælt (mynd 7) og síðan var CBL-mælt. Niðurstöður eru sýndar á mynd 6. Nánari upplýsingar um fóðrun og steypingu eru á mynd 8 og í töflu 4.

Unnið var við holutoppinn og niðursetningu stanga til borunar 3. áfanga 26. september og er það skráður síðasti verkdagur 2. áfanga. Áfanginn hófst 17. september og tók því 10 daga eins fram kemur á mynd 1.

Tafla 4. Fóðrunarskýrsla.



FÓÐRUNARSKÝRSLA

Eyðublað nr. 68-051

Verk nr. 420-660	Hola nr. KJ-31	Borstaður Krafla	Bor Jötunn	Verkkaupi Landsvirkjun
Vidd holu 12 1 / 4"	Dýpt holu mv. drifborð 800,00 m.	Fóðring nr. 3	Fóðrun framkv. dags. 23.-26.09.1997.	Útfyllt af: D.Sig.

Holudýpi frá flangsi				792,64 m		Fóðringard. frá fl.		790 m		Röretalning			
FÓÐRING	Gerð	K-55		Þyngd		47 lbs/ft							
	Utanmál	9 .5 / 8"		Innanmál		220,5 mm		LENGD	NR	MS	ALLS m		
	Veggþykkt	12 mm		Pöntunar nr.									
	Tengi	Skrúfuð Buttress						12,95	1		12,95		
	Flangs	Í slíf í flansi á 13.3 / 8" fóðringu						13,47	2		26,42		
	Stungutengi	Float Collar						13,70	3	X	40,12		
	Skór	Float Shoe						13,42	4		53,54		
	Miðjustillar	20	stk	Steyputappar	0	stk		14,08	5		67,62		
STEYPING	Steypa 1 þurrefni	57.300	kg	Tafefni	125	kg	13,86	6	X	81,48			
	Eðlisþyngd	1,62	kg/l	Steypingartími	50	mín	13,76	7		95,24			
	Steyputæki	Jet Mixari og Halliburton dæla						13,93	8		109,17		
	Steypa kom upp ?	Nei		Eðlisþyngd steypu upp	0	kg/l	13,66	9	X	122,83			
	Eftirdæling	3.300	ltr	Eftirdæling	7	mín	14,30	10		137,13			
	Steypa 2 þurrefni		kg					13,35	11		150,48		
FRÁGANGUR	Dýpi á steypu utan röra	300	m	Steypt utan með eftir	20	klst	14,14	12	X	164,62			
	Steypa þurrefni	18.000	kg	Skorið ofan af eftir	25	klst	13,75	13		178,37			
	Dýpi á steypu í röri	753	m	Steypa boruð eftir	52	klst	14,12	14		192,49			
							14,13	15	X	206,62			
ATHUGASEMDIR							13,68	16		220,30			
Þegar steypa 1 var framkvæmd var yfir 40 l/sek tap í holunni. Til stóð að steypa úr 42.000							13,51	17		233,81			
kg. En þegar það magn var um það bil að hverfa niður í holuna fór vatn að renna upp							14,16	18	X	247,97			
Fljótlega fór það að verða svart og leggja af því gasfnik mikinn og um sama leiti fór að							13,41	19		261,38			
hækka dæluprístingur svo farið var í eftirdælingu. Hún var um það bil hálfnuð er þrýstingur							14,26	20		275,64			
var kominn í 100 bar og var þá dælingu hætt							14,19	21	X	289,83			
Góð steypa mældist síðan í 300 m. Lokað var að rörunum með belggosvara og við 30 bar.							14,19	22		304,02			
á dælingu opnaðist út fast undir fóðringu og var þá steyp úr 15 tn. Sú steypa seig svolítið							13,98	23		318,00			
sv litlu seinna var bætt ofaná og seig sú steypa ekki.							13,77	24	X	331,77			
Bondmæling síðar sýndi góða steypu upp í topp.							14,16	25		345,93			
							13,81	26		359,74			
							13,66	27	X	373,40			
							13,83	28		387,23			
							13,71	29		400,94			

3. BORHOLUMÆLINGAR

Þegar borun fyrir fôðringu þessa áfanga lauk voru fyrstu mælingar gerðar. Mælingum þessa áfanga verða gerð nokkur skil hér á eftir, en yfirlit þar um er birt í töflu 5. Mælingar hófust skömmu eftir miðnætt þann 23. september eftir skolun holunnar og athugun á botnfalli. Til að mæla botnfall var dæling tekin af um kl. 0:45 og um kl. 1:10 var byrjað að dæla utan með stöngum. Hitamælt var innan í borstöngum niður að borkrónu á 789 m, en holan var boruð í 800 m dýpi. Þar var fylgst með upphitun í holunni í tæpan hálf tíma og síðan hitamælt upp. Hitamælingarnar eru sýndar á mynd 3. Þar má sjá að upphitunin við borkrónuna var rúmar 2°C á tæpum hálf tíma. Einnig má greinilega sjá vatnsæð á um 776 m dýpi og mun holan því kæla sig vel þangað niður meðan fôðrun stendur yfir.

Uppteikt borstrengs lauk upp úr kl. 6 að morgni 23. september og hófust þá hefðbundnar mælingar á ástandi holu og eðlisþáttum jarðlaga. Byrjað var á að hitamæla, síðan var viddarmælt og svo gerðar jarðlagamælingar, þ.e. mælingar á náttúrulegri gammageislun, nifteindadempun, og rafviðnám.

Hitamælingin er sýnd á mynd 3 með fyrri mælingum eins og áður hefur verið greint frá. Þar sést vatnsæðin á 776 m mjög skýrt. Einnig má merkja æðar á um 470 m og um 640 m dýpi. Viddarmælingin er á mynd 4 og sýnir að holan er töluvert útvöskuð frá boraðri vidd (311 mm eða 12 ¼"). Mestur er skápurinn neðan öryggisfôðringar og er hann um 35 m langur. Tveir stuttir en víðir skápar eru í holunni á rúmlega 630 m dýpi og rúmlega 770 m dýpi.

Litlar breytingar eru í rafviðnámi, en það er um 10 ohmm niður á um 350 m dýpi, þar sem það hækkar og er að jafnaði um 20 ohmm niður á um 640 m dýpi. Á um 640 m lækkar viðnámið í um 6 ohmm og er þannig niður á rúmlega 750 m dýpi, þar sem það byrjar að hækka aftur. Í nifteindamælingunni (N-N) má greina þykkari jarðlög, en mest áberandi eru skiptin á tæplega 580 m dýpi. Ofan þeirra eru jarðlög þéttari en neðan þeirra samkvæmt nifteindamælingunni. Af náttúrulegu gammageisluninni má helst greina að súr jarðlög eru við síðustu 10 m holunnar.

Tafla 5: Mælingar í borun

Dagsetning	Tími	Mæling	Dýptarbil	Tilgangur	Skrá	Athugasemdir
23-09-1997	1:30	Hitamæling	0-789	Upphitun	H0923013	Í stöngum. Skoltap um 25 l/s
23-09-1997	1:50	Hiti (með tíma)	789	Upphitun	T0923015	Hiti á 789 m
23-09-1997	2:20	Hitamæling	789-0	Upphitun	H0923022	Í stöngum. Skoltap um 25 l/s
23-09-1997	6:40-7:15	Hitamæling	0-800	Æðar	H0923064	Eftir uppteikt, skoltap um 40 l/s
23-09-1997	7:40-8:27	Vidd-X hluti	0-797	Skápar	X0923074	Um 3m botnfall
23-09-1997	7:40-8:27	Vidd-Y hluti	0-797	Skápar	Y0923074	Dæling 25 l/s
23-09-1997	8:40-10:30	Nifteindir	0-800	Jarðlög	N0923084	
23-09-1997	8:40-10:30	Nat-Gamma	0-800	Jarðlög	G0923084	
23-09-1997	10:50-11:20	Viðnám 16"	300-800	Jarðlög	S0923110	
23-09-1997	10:50-11:20	Viðnám 64"	300-800	Jarðlög	L0923110	
23-09-1997	10:50-11:20	SP	65-300	Jarðlög	A0923105	Mettun í mælingu
24-09-1997	22:50-23:20	Hitamæling	0-762	Upphitun	H0924225	Steypingu lauk kl. 11:46
24-09-1997	23:20-23:45	Hitamæling	762-0	Upphitun	H0924232	
24-09-1997	23:50-00:30	Steypumæling	0-762	Binding	B0924235	Tæki stillt
25-09-1997	00:30-1:25	Steypumæling	762-0	Binding	B0925003	Steypubinding fôðringar
25-09-1997	2:30-3:00	Hitamæling	0-505	Kæling	H0925023	Eftir opnun æðar neðan fôðringar

Fyrstu steypingu 9 5/8" fôðringar lauk rétt fyrir hádegi 24. september án þess að steypan kæmi upp. Upp úr kl. 22 um kvöldið var farið að holunni til að mæla hita í henni og síðan að finna, hvar steypuborðið væri utan fôðringar. Byrjað var á að hitamæla til að kanna hversu djúpt væri hægt að fara með CBL-mælitækið, sem mælir steypubindingu fôðringar, en það þolir ekki meiri hita en um 100°C. Mælt var niður á 762 m dýpi og eru mælingarnar sýndar á mynd 6.

Hitinn fór aðeins á tveimur stuttum dýptarbilum yfir 100°C og því ljóst að hægt var að fara alla leið niður með CBL-tækið líka.

Mæling á steypubindingu fódringar er sýnd á mynd 6. Þar sést að steypan hefur harðnað nokkuð vel á þeim 12 klukkutímum sem liðnir voru frá steypingunni. Steypuborðið er eitthvað ofar og mátti greina lélega bindingu upp á um 297 m dýpi, eða aðeins upp í öryggisfóðringu. Vitað var um vatnsæð rétt neðan öryggisfóðringar sem nær niður á um 300 m dýpi. Vegna þess að mælingin sýndi lélega bindingu eða lítt harðnaða steypu við neðri enda öryggisfóðringar og vegna vitneskju um vatnsæð á þeim slóðum var ákveðið að fresta götun fódringar og reyna að koma á rennsli til vatnsæðarinnar. Um kl 2 aðfaranótt 25 september var byrjað að þrýsta vatni milli fódringa. Fórn þrýstingur á toppi í um 30 bar áður en rás í vatnsæðina opnaðist. Ádæling var síðan aukin til að hækka þrýstinginn. Rennsli til vatnsæðarinnar jókst og þrýstingur lækkaði. Um kl. 2:30 var ádæling orðin um 25 l/s við um 33 bar mótnþrýsting. Þá var ljóst að ekki þyrfti að gata fódringu til að ljúka steypingu hennar. Þessum aðgerðum lauk með því að hiti var mældur í holunni til að kanna, hvar rennslið færi út í bergið. Hitamælingin er sýnd á mynd 5 og má ráða af henni að vatnsæðin sé nærri, enda öryggisfóðringar og kælist holan þangað niður.

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. Upphleðslumyndanir eru líkar því sem gerist í holum KJ-14 og 17, en í KJ-31 var komið um 60 m ofar í súra bergið sem er einkennandi fyrir Suðurhlíðasvæðið. Í holum KJ-16, 19 og 20 var borað í innskot á 600 - 800 m dýpi. Þau sáust ekki í holu KJ-31. Hér á eftir er lýsing á því er borað var í fyrir vinnslufóðringu og er einfaldað jarðlagasnið ásamt jarðlagamælingum sýnt á mynd 9:

4.1 Jarðlagalýsing og ummyndun

309 - 330 m dýpi. Móberg er ráðandi á þessum kafla. Bergið er ljósgrágrænt og mjög ummyndað. Það er eins konar breksía eða túff og mjög útfellingaríkt. Dæmi voru um það að pýrít væri í slíku magni að það var vel yfir helmingurinn af sýnunum eins og til dæmis í 324 m dýpi. Annars er pýrít mjög áberandi í öllum kaflanum. Áður en 300 metrnum var náð í 1. áfanga þá var komið í epidót, sem síðan hélst niður holuna. Aðrar ummyndunarsteindir sem ber mikið á eru kalsít og kvars, einnig sést wairakit.

330 - 580 m dýpi. Basalt hraunlög. Bergið er mjög breytilegt hvað varðar kristöllum og ummyndun. Líklega er um að ræða stafla af misþykkum hraunlögum. Flest þeirra eru finkorna, fáeinir metrar á þykkt og með karga á milli. Eitt hraunlag sker sig úr í þykkt og er um 30 m þykkt, á 450 - 480 m dýpi. Neðan 500 m dýpis eru hraunlögin sennilega þunn enda oft lítið annað en breksía sem sést. Bergið er ljósgrænt á lit vegna ummyndunar. Neðst er þunnt finkorna basaltinnskot. Ummyndun er á háu stigi. Epidót, kvars, kalsít, pýrít og klórít eru mest áberandi, en einnig sjást prenit og wairakit.

580 - 740 m dýpi. Móberg er ráðandi berggerð. Mest af þessu flokkast sem breksía en oft má sjá túff og breksíu saman. Öðru hvoru voru basaltlög til staðar en vegna ummyndunar var erfitt að sjá hvort um innskot eða hraunlög var að ræða. Sama ummyndun er í þessum hluta og fyrir ofan. Skoltap mældist á um 660 m dýpi (mynd 2) og þar er bergið nokkuð oxað og alveg niður í 680 m. Mikið magn af pýríti sást og á 680 m dýpi var eins og borað hafi verið ofan í

pýritnámu. Eitthvað af smáæðum eru á þessum slóðum og kemur það m.a. fram í hitamælingunum.

740 m - 800 m dýpi. Hraunlög, móberg og súrt berg. Frá 740 m niður 790 m eru hraunlög og breksíur ráðandi og erfitt að segja til um hvort þetta tilheyri hraunlagamyndun eða móbergsmyndun. Þar neðan við eða á 790 m kemur 10 m þykkt súrt lag, nánast hvítt á lit en gulleitum blæ slær á það vegna mikils epidóts. Neðst glitti í basalhraunlag. Sama ummyndun er og fyrir ofan. Á tæplega 780 m var æð skorin og kom það m.a. fram í skoltapi.

4.2 Vatnsæðar

310 - 341 m dýpi. Æð kom í ljós rétt neðan við fóðringarenda og sást vel í hitamælingum auk þess sem skammvinnt skoltap varð. Ummyndun er mikil á þessum kafla og þá sérstaklega pýrit.

470 m dýpi. Æð sést í hitamælingum. Þar rétt neðan við eða á 480 -500 m dýpi er ummyndunarsteindin pýrit mjög afgerandi.

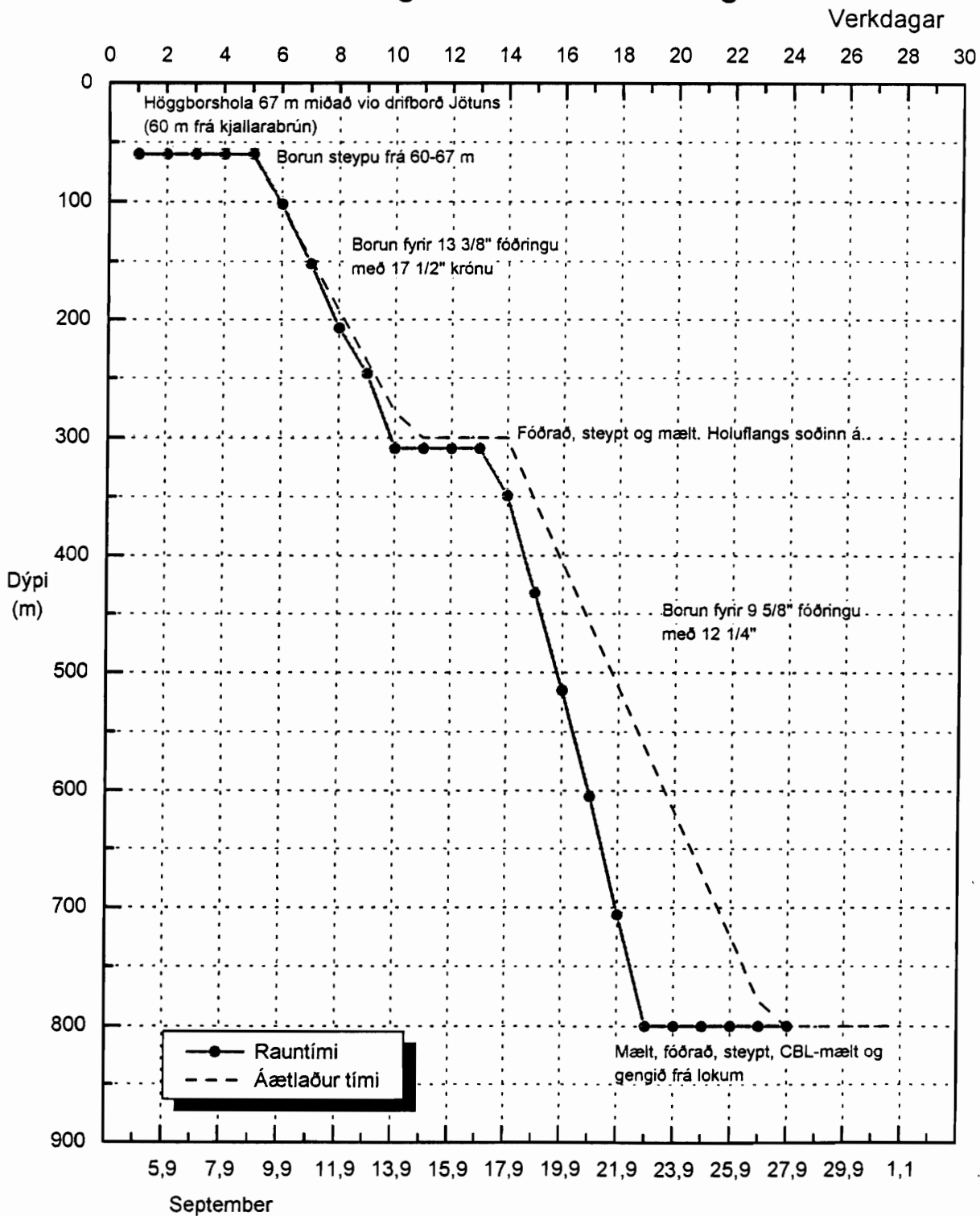
640 - 661 m dýpi. Æð sést greinilega í hitamælingu á um 640 m dýpi. Ennfremur tvöfaldaðist skoltapið í þessum kafla, þ.e. jókst um 5 l/s, sennilega neðan við 5 m þykkt innskot á 640 m dýpi.

762 - 780 m dýpi. Greinilegasta æðin í holunni samkvæmt hitamælingum er á 776 m dýpi. Hún kemur fram í basaltbreksíu og þar jókst skoltapið um 6 l/s.



KRAFLA HOLA KJ-31

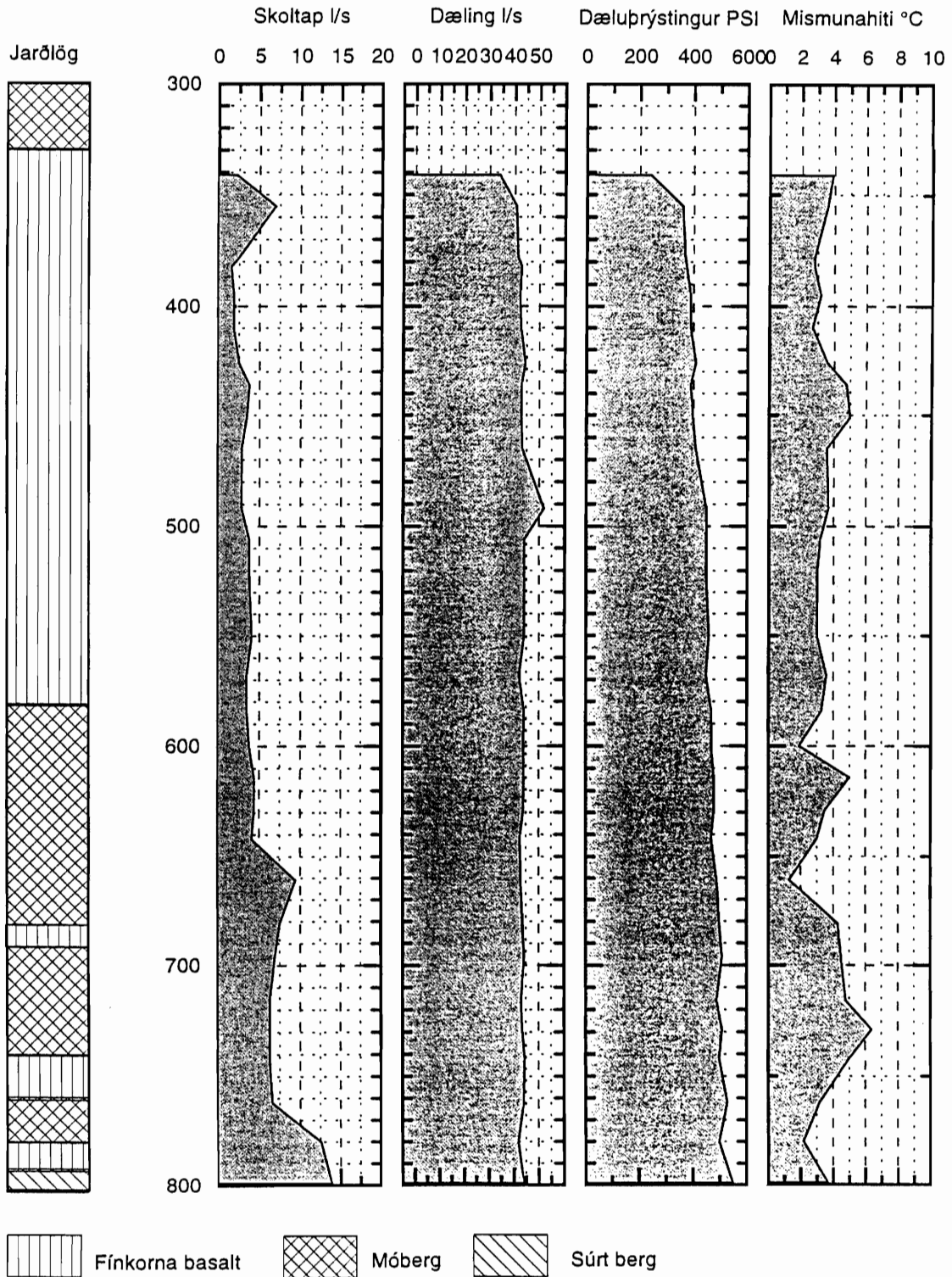
Gangur borunar í 2. áfanga



Mynd 1. Gangur borunar.



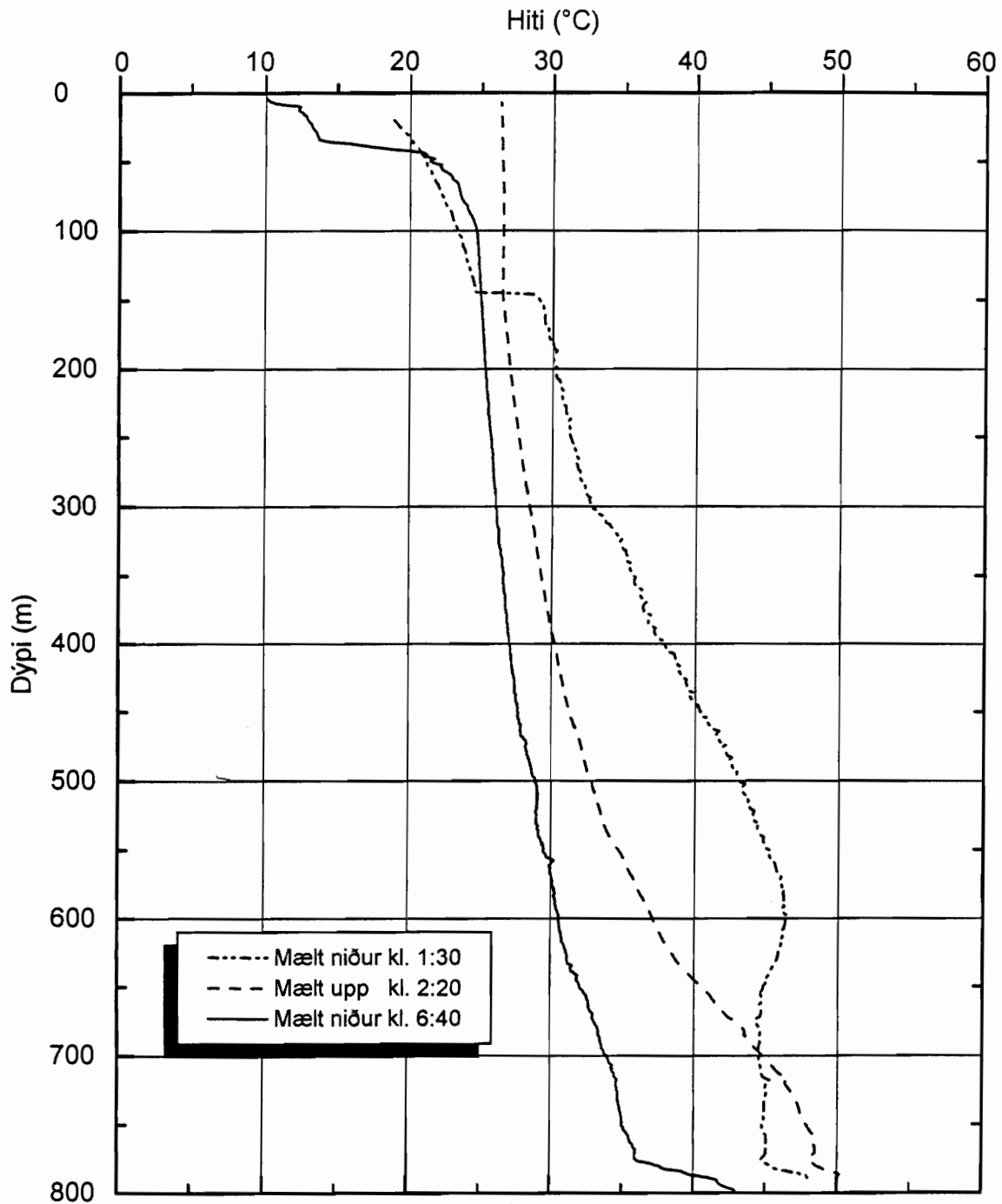
Einfaldað jarðlagasnið og mælingar á skoli



Mynd 2. Einfaldað jarðlagasnið og mælingar á skoli.

Krafla hola KJ-31- 2. Áfangi

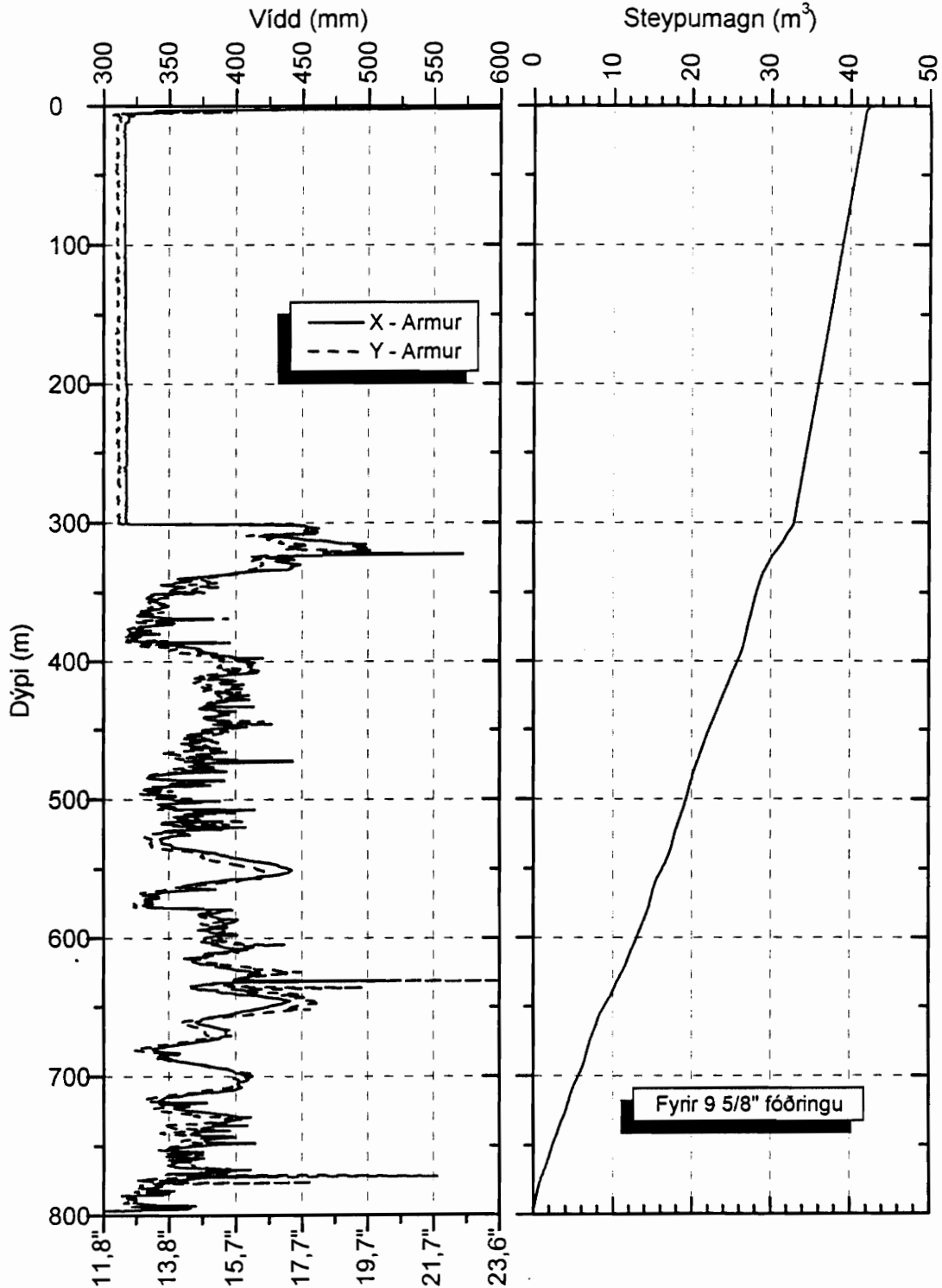
Hitamælingar í stöngum og eftir upptekt



Mynd 3. Hitamælingar í stöngum og eftir upptekt.

Krafla hola KJ-31 - 2. Áfangi

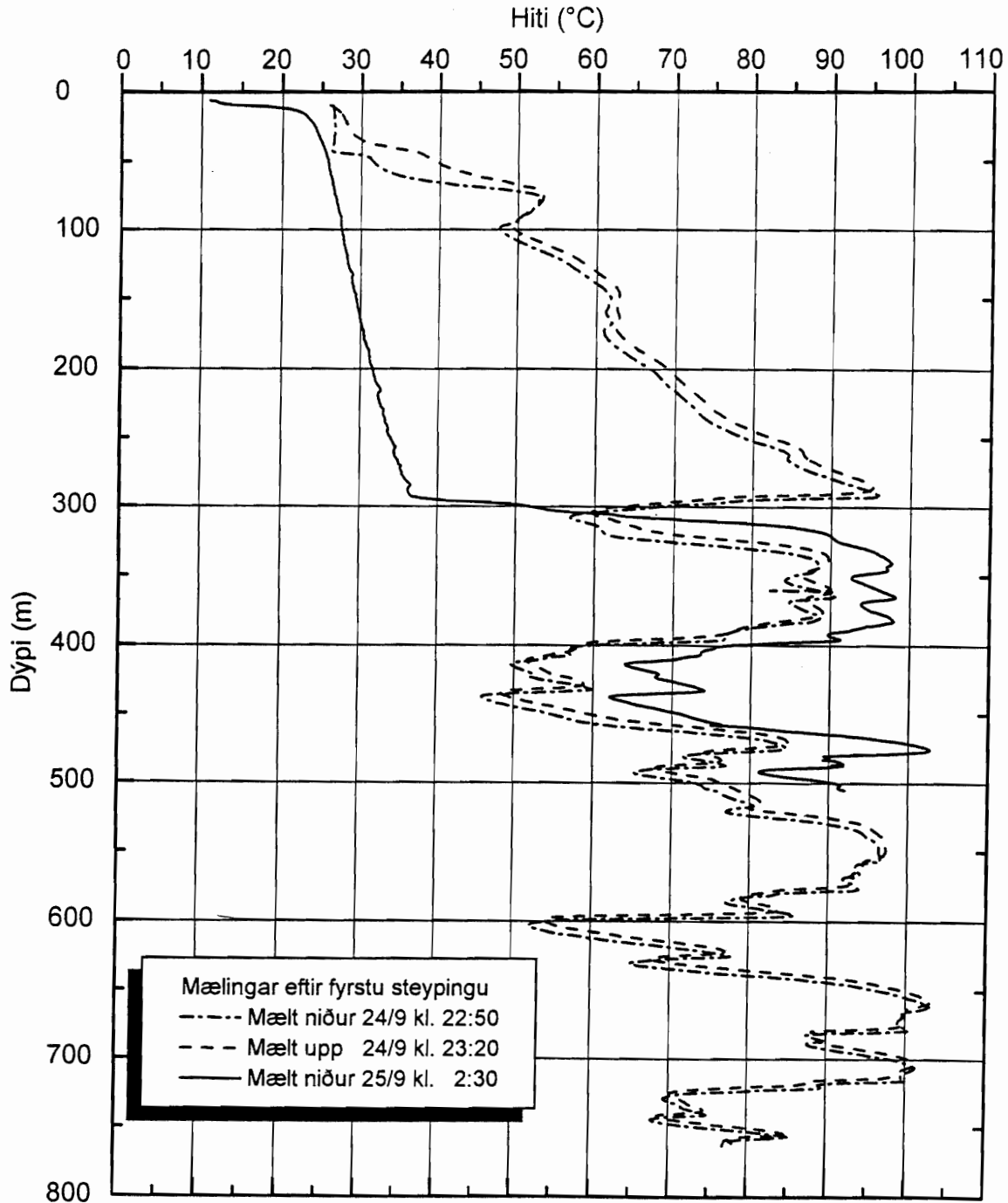
Viddarmæling og reiknað rúmmál bak við 9 5/8" fóðringu



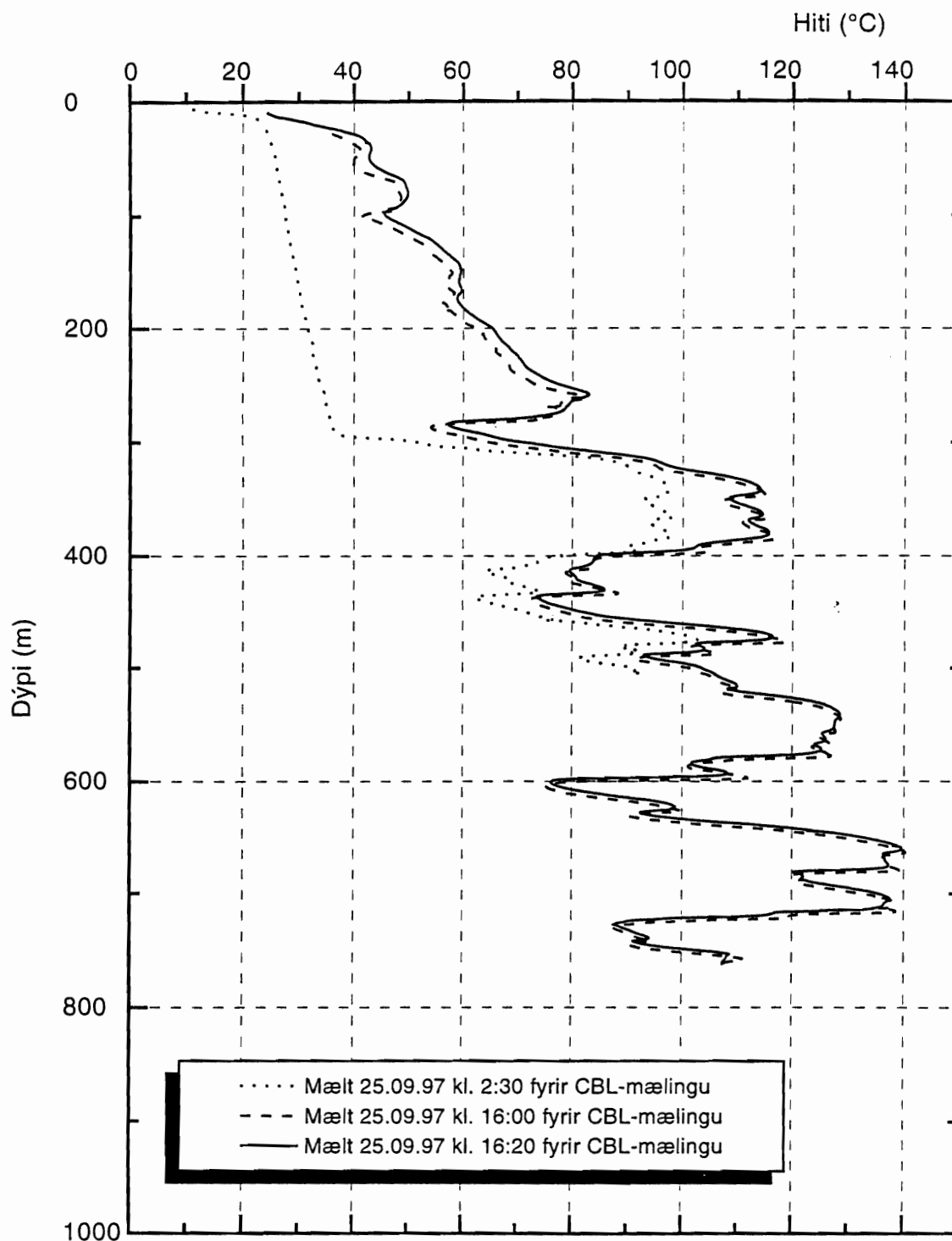
Mynd 4. Viddarmæling og reiknað rúmmál bak við 9 5/8" fóðringu.

Krafla hola KJ-31 - 2. Áfangi

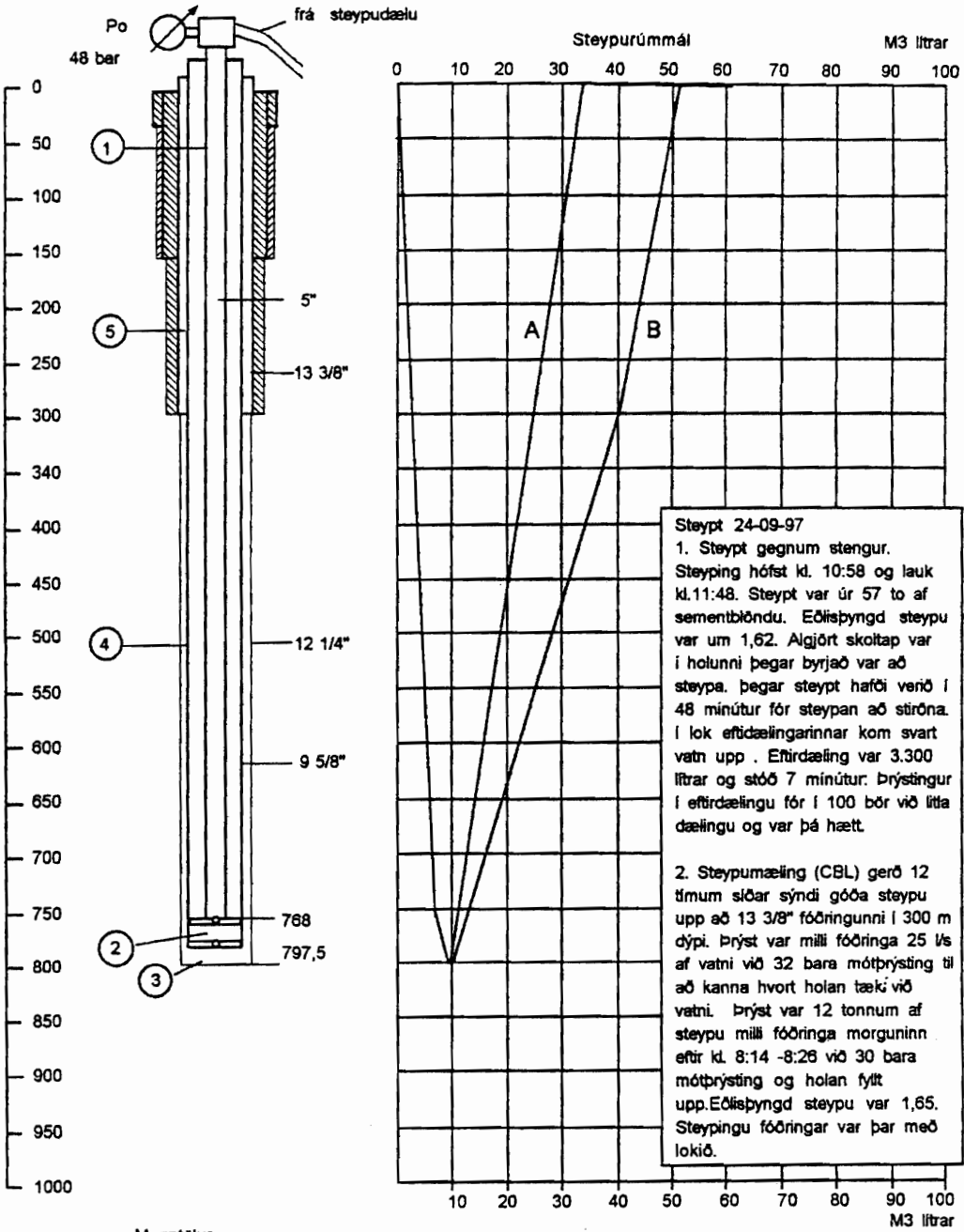
Hitamælingar eftir 1. steypingu



Mynd 5. Hitamælingar eftir 1. steypingu.



Mynd 7. Hitamæling fyrir CBL-mælingu.



Magnbólur

	V/m *	m	=	l	A 0% umframmagn	B 120% umframmagn	í opinni holu
1.	9,26	768		7.112		7.112	
2.	39,5	25		988		988	
3.	76	5		380		836	
4.	29	493		14.297		31.740	
5.	33,7	300		10.110	32.887	10.110	samtals 50.786

Mynd 8. Steyping 9 5/8" fódningar í gegnum stangir.

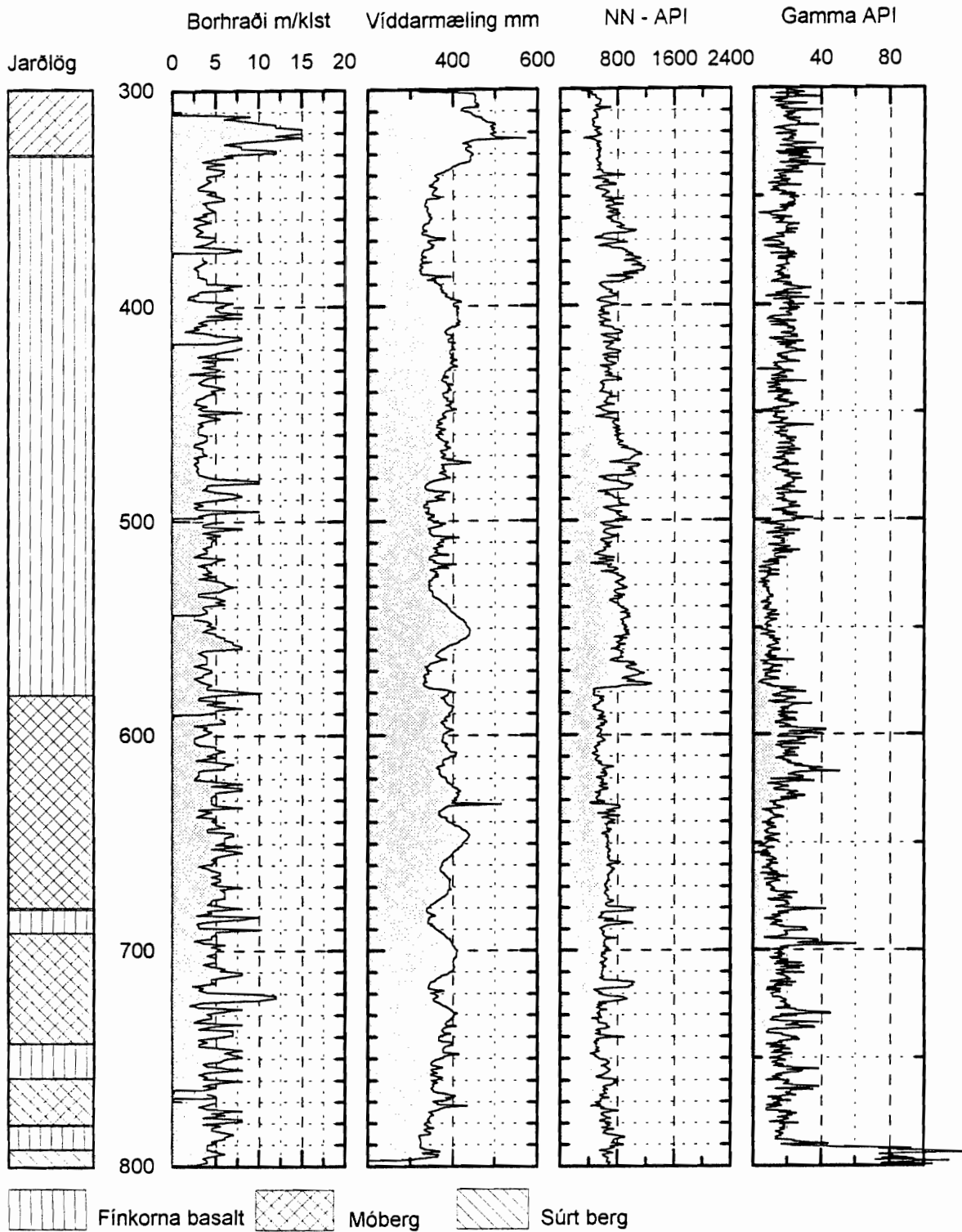


ORKUSTOFNUN
ROS

Krafla hola KJ-31

ÁsG-22.09.97

Einfaldað jarðlagasnið og jarðlagamælingar



Mynd 9. Einfaldað jarðlagasnið og jarðlagamælingar.