



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

NESJAVELLIR HOLA NJ-19

2. áfangi:

**Borun fyrir 95/8" vinnslu-
fóðringu í 793 m dýpi**

**Ásgrímur Guðmundsson
Benedikt Steingrímsson
Bjarni Richter
Haraldur Sigurðsson
Hjalti Franzson
Kjartan Birgisson
Ómar Sigurðsson
Sigvaldi Thordarson**

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur

1999

OS-99049



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 8-630003

Ásgrímur Guðmundsson
Benedikt Steingrímsson
Bjarni Richter
Haraldur Sigurðsson
Hjalti Franzson
Kjartan Birgisson
Ómar Sigurðsson
Sigvaldi Thordarson

NESJAVELLIR, HOLA NJ-19

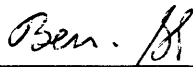
2. áfangi: Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu í 793 m dýpi

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur

OS-99049

Júní 1999



Skýrsla nr: OS-OS-99049	Dags: Júní 1999	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: NESJAVELLIR, HOLA NJ-19 2. áfangi: Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu í 793 m dýpi	Upplag: 35	
	Fjöldi síðna: 23	
Höfundar: Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson Bjarni Richter, Haraldur Sigurðsson Hjalti Franzson, Kjartan Birgisson, Ómar Sigurðsson og Sigvaldi Thordarson	Verkefnisstjóri: Benedikt Steingrímsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Áfangaskýrsla, 2. áfangi borverks	Verknúmer: 8-630003	
Unnið fyrir: Orkuveitu Reykjavíkur		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Í skýrslunni er lýst borun annars áfanga holu NJ-19 á Nesjavöllum, þ.e. borun fyrir vinnslufóðringu í 793 m dýpi, og þeim gögnum sem safnað var á meðan á boruninni stóð. Holan, sem er boruð með Jötni, er á stallinum sunnan Nesjavalladalsins tæpum 250 m norðvestan holu NJ-13. Tilgangurinn með boruninni er að afla orku fyrir Nesjavallavirkjun og er sérstaklega miðað að því að fá hávermiholu. Þessum áfanga í borun holunnar lauk 8. júní á 28. verkdegi. Borað var með 12 1/4" krónu og sett 9 5/8" fóðring. Sýnum af borsvarfi var safnað á tveggja metra fresti og jarðlög og ummyndun greind eftir því samhliða borun eins og venja er, og hefðbundnar borholumælingar gerðar, s.s. á upphitun, holuvídd, jarðlögum og steypingu auk mælinga á halla og stefnu. Borverkið er unnið af Jarðborunum hf samkvæmt verksamningi við Orkuveitu Reykjavíkur, en rannsóknarþáttinn annast Rannsóknasvið Orkustofnunar skv. samningi þar um.		
Lykilorð: Nesjavellir, háhitasvæði, borhola, jarðlög, ummyndun, vatnsæðar	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: BS	

EFNISYFIRLIT

INNGANGUR.....	3
BORSAGA.....	4
JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR.....	10
BORHOLUMÆLINGAR.....	11
HEIMILDIR.....	14

Töfluskrá

Tafla 1. Gangur borunar með 12 1/4" krónu fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu.	4
Tafla 2. Mælingar á skoli.	6
Tafla 3. Hallamælingar.	7
Tafla 4. Fóðrunarskýrsla	8
Tafla 5. Yfirlit borholumælinga.	12

Myndaskrá

Mynd 1. <i>Gangur borunar.</i>	15
Mynd 2. <i>Hitamælingar 5-6. júní.</i>	16
Mynd 3. <i>Jarðlög og borgögn.</i>	18
Mynd 4. <i>Dýptardreifing á wairakít.</i>	19
Mynd 5. <i>Jarðlagamælingar í 2. áfanga.</i>	20
Mynd 6. <i>Útreikningar á steypumagni í fóðringu.</i>	21
Mynd 7. <i>Hitamælingar 7, 8 og 9. júní 1999.</i>	22
Mynd 8. <i>Mælingar á steypubindingu.</i>	23

INNGANGUR

Í inngangi að skýrslu um 1. áfanga borunar holu NJ-19 er fjallað um staðsetningu, hönnun og markmið borunar holunnar (OS-99044). Þessi áfangi fjallar um borun fyrir vinnslufóðringu með 12 ¼” borkrónu. Verklýsing kvað á um eftirfarandi: (1) Borað verður í allt að 800 m dýpi; (2) Sett verður 9 5/8” skrúfuð fóðring í holuna og hún steipt í gegnum stangir, sem tengdar verða við stungustykki, sem sett verður milli annars og þriðja fóðurrörs; (3) Hallamælt verður á um 100 metra fresti allan áfangann; (4) Eftir borun verður holan hitamæld, víddarmæld og jarðlagamæld; (5) Þegar búið er að steypa fóðringu verða steypugæði mæld með CBL.

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

Borverkið er unnið af Jarðborunum hf. samkvæmt verksamningi við Orkuveitu Reykjavíkur frá 25. mars 1999, en rannsóknarhlutinn er unninn af Rannsóknasviði Orkustofnunar samkvæmt samningi við Orkuveitu Reykjavíkur frá 28. maí 1999. Forsendum fyrir staðsetningu og hönnun holunnar er lýst í skýrslu Orkustofnunar frá desember 1998 (OS-98073).

BORSAGA

Vinna við annan áfanga borverksins hófst þegar flans var soðinn á 13 3/8" öryggisfóðringuna þann 29/5 99. Niðursetning gekk vel og var borkróna á botni um klukkan 19:00 að kvöldi laugardagsins 29. maí. Fyrir borun voru öryggislokar prófaðir. Þegar niður var komið hófst borun steypu, stungustykkis og fóðringarskós. Byrjað var að bora í bergi um klukkan 00:30 aðfaranótt sunnudagsins. Borun gekk vel og var notað vatn við borunina.

Ekki var borað með mótör, þar sem búast mátti við að yfirþrýstingur væri í kerfinu og jafnvel hár hiti og því ekki óhætt að fara mjög hratt (sjá 1. áfanga, Benedikt Steingrímsson, o.fl. 1999).

Borunin gekk vel í alla staði eins og fram kemur í töflu 1 og á mynd 1. Borað var fram á hádegi laugardaginn 5. júní kl. 11:00, þegar bordýpi var 793 m, en þar var fóðringardýpið ákveðið. Fóðringarendinn situr um 5 metra inni í fremur grófkorna hraunlagi er var nokkuð hart og ætti því að veita góðan stuðning.

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

Borkróna 12 1/4"	Dagur	Borun (m)	Bortími (klst.)	Meðalborhr. (m/klst.)	Tími á borkrónu (klst.)	Dýpi (m)
Ackerman J-44						
CE-609	30. maí	87	22,5	3,89	22,5	370
CE-609	31. maí	78	22	3,55	44,5	448
CE-609	1. júní	66	22,5	2,93	67	514
CE-609	2. júní	86	22	3,91	89	600
CE-609	3. júní	77	21,5	3,58	110,5	677
CE-609	4. júní	80	22,5	3,5	133	757
CE-609	5. júní	36	11	3,27	144	793
Samtals		510	144	3,52	144	793

Holan var skoluð fram til um kl. 14:00 en þá var hallamælt í 700 metrum (tafla 2). Ástæða þess að skolað var svo lengi var sú að önnur dælan bilaði í um 1 klst. Ekkert botnfall mældist. Síðan var mælingamönnum hleypt að til að mæla hita í stöngum upp úr kl. 15:30. Síðan var holan kæld í um 3 klst. og borstrengur tekinn upp í mastur. Upp úr miðnætti var mælingamönnum aftur hleypt í holuna og voru gerðar hita-, nifteinda-, gamma- og víddarmælingar. Ekki voru gerðar viðnámsmælingar þar sem bilun kom upp í mælitækinu (sjá kafla 4). Holan var fóðruð með 9 5/8 fóðurrörum og um kl. 19:15 var byrjað að steypa fóðringuna og gekk það mjög vel. Steypingin stóð yfir í 52 mínútur og eftirdæling í um 10 mínútur. Vatn kom upp allan tímann meðan á steypingu stóð eða þar til sást í steypu.. Eftir 37 mínútur fór að sjást perlusteinn og átta mínútum síðar var vatnið orðið aðeins litað sementi. Skömmu áður en eftirdælingu lauk fór þrýstingur að stíga verulega og fór upp í 80 bör á skömmum tíma. Því varð að stöðva eftirdælingu er eftir var að dæla um 1000 lítrum vatns. Það þýðir að steypa nær hærra upp í fóðringuna en áætlað hafði verið.

Eins og venja er við háhitaboranir þá var fylgst reglulega með skolinu og er skráningin sýnd í töflu 2 og á mynd 3 ásamt jarðlagasniði og borhraða. Skráð var á fjögurra tíma fresti dæling, þrýstingur á dælum, skoltap, hiti á skoli bæði niður og upp. Litlar breytingar komu fram í tapmælingum og varð aðeins vart við skoltap á stöku stað (mynd 3) en skoltapið fór aldrei yfir 5 l/s. Breytingar sjást í mælingum á hita

skolvökva upp úr holunni og var mismunahitinn nokkuð sveiflukenndur neðan við 600 metra og fór mest í 7.6°C á um 690 metra.

Á um 285, 360, 430, 470, 540, 665 og 750 m dýpi mældust smávægileg skoltöp en ekki varð vart við neina leka eftir að borun lauk. Vísbendingar um æðar koma þar fram í hitamælingum á 315m, 490m, 530m, 625m, og 760m (mynd 2 og 5). Af þeim æðum sem sjást í hitamælingunum eru æðarnar í 315, og 490 m líklega svolítið yfirþrýstar, en það ruglar skoltapsmælingarnar.

Hallamælingar voru gerðar á um 100 metra fresti. Ekki er vitað í hvaða átt holunni hallar. Mesti hallinn mældist 2.5° en annars lá hallin í um 2°.

Tafla 3 sýnir hallamælingarnar frá upphafi borunar og línuritið legu hennar, en gert er ráð fyrir að hallinn sé ávalt í sömu stefnu.

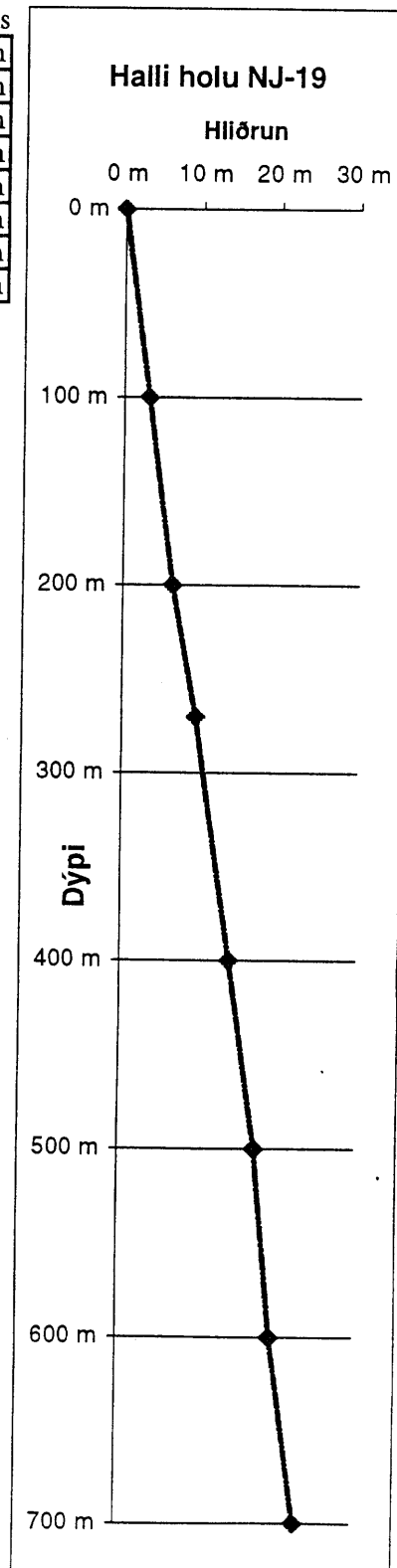
2. áfanga lauk 8 júní, á 24 verkdegi.

Tafla 2. Mælingar á skoli.

Dagsetning	Klukkan	Dýpi	Prýstingur	Dæla 1	Dæla 1	Dæla 2	Dæla 2	Dæling	Tap	Skolhræði	Tími frá botni	Svarf	TFB	Hiti niður	Hiti upp	diff. hiti	
	m	PSI	slög	l/s	slög	l/s	l/s	l/s	cm	m/min	mín	m/min	mín	°T	°T	°T	
30-05-1999	01:45	285	200	93	17,23	91	16,86	34,10	8	2,36	30,08	9,47	25,08	11,36	8,9		
30-05-1999	06:00	300	220	93	17,23	91	16,86	34,10	10	2,95	29,52	10,16	24,52	12,23	10,50		
30-05-1999	09:30	314	225	107	19,83	100	18,53	38,36	0	0,00	36,36	8,64	31,36	10,01	9,80		
30-05-1999	13:20	329	225	108	20,01	100	18,53	38,54	1	0,30	36,25	9,07	31,25	10,53	11,20	2,4	
30-05-1999	17:30	345	220	100	18,53	100	18,53	37,06	2	0,59	34,57	9,98	29,57	11,67	12,50	3,5	
30-05-1999	20:45	367	275	107	19,83	106	19,64	39,47	12	3,54	34,06	10,78	29,06	12,63	11,40		
31-05-1999	02:00	381	220	106	19,64	106	19,64	39,28	4	1,18	36,12	10,55	31,12	12,24	10,00		
31-05-1999	06:00	396	280	108	20,01	108	20,01	40,02	6	1,77	36,26	10,92	31,26	12,67	12,50		
31-05-1999	09:00	410	280	107	19,83	108	20,01	39,84	2	0,59	37,20	11,02	32,20	12,73	9,7		
31-05-1999	13:30	423	280	108	20,01	102	18,90	38,91	1	0,30	36,60	11,56	31,60	13,38	11,00		
31-05-1999	17:00	432	290	112	20,75	106	19,64	40,40	8	2,36	36,05	11,98	31,05	13,91	11,30		
31-05-1999	21:30	442	275	106	19,64	106	19,64	39,28	4	1,18	36,12	12,24	31,12	14,20	9,00	2	
01-06-1999	01:30	450	275	106	19,64	106	19,64	39,28	6	1,77	35,56	12,66	30,56	14,73	9,90	1,9	
01-06-1999	05:30	464	275	106	19,64	106	19,64	39,28	6	1,77	35,56	13,05	30,56	15,18	10,50	2,5	
01-06-1999	09:30	475	280	106	19,64	106	19,64	39,28	12	3,54	33,88	14,02	28,88	16,45	10,7	2,4	
01-06-1999	13:30	485	290	106	19,64	106	19,64	39,28	10	2,95	34,44	14,08	29,44	16,47	10,3	2,5	
01-06-1999	17:30	493	290	106	19,64	107	19,83	39,47	?	4,16	33,47	14,73	28,47	17,32	9,8	12	
01-06-1999	21:30	504	290	106	19,64	106	19,64	39,28	8	2,36	35,00	14,40	30,00	16,80	10,4	2,2	
02-06-1999	01:30	520	290	106	19,64	106	19,64	39,28	0	0,00	37,24	13,97	32,24	16,13	12	2,7	
02-06-1999	05:30	538	300	106	19,64	106	19,64	39,28	0	0,00	37,24	14,45	32,24	16,69	11	3,2	
02-06-1999	06:45	543	300	106	19,64	108	20,01	39,65	10	2,95	34,79	15,61	29,79	18,23			
02-06-1999	09:30	553	290	105	19,46	103	19,09	38,54	14	4,13	32,62	16,95	27,62	20,02	12,1	15,4	3,3
02-06-1999	13:30	567	300	106	19,64	106	19,64	39,28	8	2,36	35,00	16,20	30,00	18,90	11,1	14,2	3,1
02-06-1999	15:30	579	310	106	19,64	106	19,64	39,28	16	4,72	32,76	17,67	27,76	20,86	11,5	14,5	3
02-06-1999	22:00	594	310	111	20,57	106	19,64	40,21	15	4,28	34,06	17,44	29,06	20,44	11,2	14,1	2,9
03-06-1999	02:00	605	310	109	20,20	107	19,83	40,02	12	3,54	34,58	17,49	29,58	20,45	14	17,3	3,3
03-06-1999	06:00	619	310	110	20,38	108	20,01	40,40	6	1,77	36,61	16,91	31,61	19,58	11	15,6	4,6
03-06-1999	09:45	631	310	106	19,64	106	19,64	39,28	10	2,95	34,44	18,32	29,44	21,43	14	17,2	3,2
03-06-1999	10:30	632	Tapmæling á dælu			2	0,37	0,37		0,37	0,00	1111266,67	-5,00	-126,41			
03-06-1999	13:30	640	320	111	20,57	106	19,64	40,21	1	0,30	37,83	16,92	32,83	19,49	10,8	14,7	3,9
03-06-1999	17:30	653	310	106	19,64	106	19,64	39,28	2	0,59	36,68	17,80	31,68	20,61	16,3	20	3,7
03-06-1999	22:00	668	310	108	20,01	106	19,64	39,65	18	5,31	32,55	20,52	27,55	24,24	8	14,9	6,9
04-06-1999	02:00	683	310	107	19,83	106	19,64	39,47	11	3,25	34,34	19,89	29,34	23,28	12,2	17,9	5,7
04-06-1999	06:00	693	320	109	20,20	108	20,01	40,21	6	1,77	36,44	19,02	31,44	22,04	14,2	21,8	7,6
04-06-1999	10:30	710	330	110	20,38	106	19,64	40,02	0	0,00	37,94	18,71	32,94	21,56	20,1	22,4	2,3
04-06-1999	13:30	722	340	113	20,94	105	19,46	40,40	0	0,00	38,29	18,86	33,29	21,69	19	24,4	5,4
04-06-1999	18:45	741	325	106	19,64	105	19,46	39,10	0	0,00	37,06	19,99	32,06	23,11	15	19,7	4,7
04-06-1999	21:55	750	350	107	19,83	106	19,64	39,47	4	1,18	36,29	20,67	31,29	23,97	11,2	18	6,8
05-06-1999	02:00	764	340	109	20,20	105	19,46	39,65	4	1,18	36,47	20,95	31,47	24,28	17,3	21,1	3,8
05-06-1999	05:45	777	340	108	20,01	108	20,01	40,02	4	1,18	36,82	21,10	31,82	24,42	14,1	19,5	5,4
05-06-1999	09:30	790	355	113	20,94	106	19,64	40,58	2	0,59	37,91	20,84	32,91	24,01	12,4	18,1	5,7
05-06-1999	15:00	793	Tapmæling á dælu			6	1,11	1,11		1,11	0,00	464786,11	-5,00	-158,65	15,6	19,5	3,9

Tafla 3. Hallamælingar.

Dýpi	Halli	Hliðrun	Hliðrun alls
0 m	0,0°	0 m	0 m
100 m	1,8°	3 m	3 m
200 m	1,8°	3 m	6 m
270 m	2,5°	3 m	9 m
400 m	2,0°	5 m	14 m
500 m	2,0°	3 m	17 m
600 m	1,2°	2 m	19 m
700 m	1,9°	3 m	23 m





JARÐBORANIR HF

FÓÐRUNARSKÝRSLA

Framhaldseyðublað nr. 68-051

Verk nr. 42669	Hola nr. NJ-19	Borstaður Nesjavellir	Fóðning nr. 3	Blaðsíða nr. 2
-------------------	-------------------	--------------------------	------------------	-------------------

RÓRATALNING				RÓRATALNING				RÓRATALNING			
LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m
13.65	30		392.75								
13.25	31		406.00								
13.38	32	X	419.38								
13.76	33		433.14								
13.68	34		446.82								
13.84	35	X	460.66								
13.25	36		473.91								
13.86	37		487.77								
13.63	38	X	501.40								
13.28	39		514.68								
13.10	40		527.78								
11.94	41	X	539.72								
13.66	42		553.38								
13.67	43		567.05								
13.56	44	X	580.61								
13.62	45		594.23								
13.56	46		607.79								
13.47	47	X	621.26								
13.43	48		634.69								
13.82	49		648.51								
13.46	50	X	661.97								
13.95	51		675.92								
13.10	52		689.02								
13.46	53	X	702.48								
13.71	54		716.19								
13.75	55		729.94								
13.06	56	X	743.00								
13.56	57		756.56								
0.80	FK		757.36								
13.39	58		770.75								
12.90	59	XX	783.65								
0.53	FS		784.18								

JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR.

Svarfi var safnað á tveggja metra fresti eins og venja er við boranir og það greint samhliða borun. Gerð voru frumdrög af jarðlagasniði á borstað og ummyndunarsteindir greindar eins og kostur var á. Á mynd 3 er fyrirleggjandi jarðlagasnið. Meginatriðin í jarðлагаuppbyggingunni á 282–793 m dýpi eru eftirfarandi:

282 – 408 m dýpi. **Einsleitt móbergstúff**, sem er áberandi dflótt niður í u.þ.b. 300 m en þar neðan við stakdflótt. Ummyndun eykst við þessi sömu skil á þann veg að leir verður mjög áberandi og ekkert sést af fersku gleri þar neðan við. Zeólítar sjást og einstaka sinnum fáeinir litlir pýrít kristallar. Það vottar fyrir kalsíti, enda er einingin fremur þétt. Neðan 370 m fer eitthvað að bera á ummyndun zeólíta yfir í kvars.

408 – 496 m dýpi. **Basalt hraunlög** með einstaka túff og breksúlögum. Ummyndun er ekki mikil í sjálfu basaltinu en á lagamótum er karginn ummyndaður. Blöðrur í berginu eru hálfylltar og þá oftast af leir. Kalsít er algengt og þá aðallega í sprungum. Auk þess eru þar zeólítar og sá nýjasti af þeirri tegund í holunni heitir mordenít og sást á rúmlega 430 m dýpi. Ummyndun tekur þeim breytingum á um 440 m dýpi að leirinn verður grófkristallaður og dökkgrænn. Þetta bendir til að verið sé að nálgast blandagsbeltið, og komnir nærri 200°C. Líklega er þetta sú eining sem kölluð hefur verið H-II (Hjalti Franzson, 1993). Afar athyglisvert er að sama hraunlagasyrpa finnst 100 m ofar í holu NJ-13 (sem er staðsett um 230 m suðaustan holu 19). Það þýðir að um 100 m misgengi með sigi til vesturs liggur á milli holanna.

496-624 m dýpi. **Móberg.** Skiptast á breksú og túfflög en túffið í meirihluta. Ummyndun tekur stakkaskiptum neðan við hraunlagasyrpuna, á 498-534 dýpi verður vart við mikla ummyndun, wairakít (>200°C), kvars (>180°C), klórít (>230°C) og mikið pýríti (oft tengt við lekt). Neðan þessa dýpis minnkar ummyndun á ný, þótt wairakít og kvars sjáist gjarnan í einhverju magni. Líklega er þetta sú eining sem kölluð hefur verið MIV-1 (Hjalti Franzson, 1993).

624-718 m dýpi. **Móberg.** Skiptast á breksú og túfflög en breksían í meirihluta. Eitt hugsanlegt innskot af fínkorna, lítt ummynduðu þóleíti virðist til staðar í 702-710 m. Nokkur ásýndarbreyting verður þar, og móbergseiningin verður almennt ljósleitari. Ummyndun er allnokkur og á köflum mikil. Klórít og wairakít virðast nokkuð ráðandi, en einnig er farið að bera meira á fallegum bergkristalli (kvars). Þrátt fyrir að þessar háhitasteindir séu áberandi finnast enn lághitazeólítar eins og stilbít. Zeólítarnir mordenít og laumontít (~120°C) finnast einnig á stöku stað, en þeir myndast við heldur hærri hita en stilbít. Þetta er vitnisburður um ójafnvægi í ummynduninni, en háhitasteindirnar koma eftir zeólítunum og einnig er hægt að sjá að stilbítið er sumstaðar byrjað að ummyndast yfir í kvars og wairakít. Líklega samsvarar þessi móbergseining þeirri sem kölluð hefur verið MIV-2 (Hjalti Franzson, 1993).

718-793 m dýpi. **Ólivín-þóleítt hraunlagasyrpa.** Þessi syrpa virðist koma hér fram um 100 m neðar en í holu 13, sem er svipuð hliðrun og í efri hraunlagasyrpunni. Þetta virðast fremur þunn hraunlög, með túffi á milli. Eitt túff- og breksúlagið er þó allt að 16 metra þykkt. Efst í einingunni virðist hún lítið ummynduð, en neðan við túff- og breksúlagið virðist ummyndun hraunlaganna aukast allnokkuð. Mögulegt er að í einu af neðstu sýnunum finnist wollastónít, en það gæti bent til $\geq 270^\circ\text{C}$ hita. Ummyndunarsteindirnar eru þó hinar sömu og áður (lághitazeólítarnir virðast þó horfnir). Þessi ummynduðu ól-þóleíftlög virðast vera fremur þunn hraunlög (ca. 6-10

metrar) með karga á milli. Vegna ummyndunarinnar eru þau fremur lin og all ljósleit. Þetta er líklega sú syrpa sem hefur verið kölluð H-V (Hjalti Franzson, 1993).

Á mynd 4 er sýnt dýptarkort af ummyndunarsteindinni wairakít, sem tengist jarðhitakerfinu og myndast við $>200^{\circ}\text{C}$. Önnur myndin er fengin úr skýrslu Hjalta Franzsonar (1988) og er byggt á gögnum úr þeim holum sem þá höfðu verið boraðar. Hin myndin sýnir þá mynd, sem wairakít dreifingin fær við ný gögn úr holu NJ-19. Hún sýnir að NJ-19 sver sig meira í ætt við holu 13 en við holur 8 og 4 og bendir einnig til að í stað þess að áberandi meint yfirþrýstingssvæði liggi yfir Kýrdalsbrúnunum, þá virðist það einskorðað a.m.k. við svæðin í kringum holu 4 annars vegar og holu 8 hins vegar.

Vísbendingar sáust um smáæðar, en enga æð sem neitt kveður að. Í borun var vart nokkuð flóktandi skoltaps, en engin leið var að sjá á skoltapi nákvæmlega hvar æðar komu inn og hvar áður þéttar æðar opnuðust aftur. Hins vegar sáust þær ágætlega í hitamælingum (myndir 2 og 5) og eru eftirfarandi:

285 m dýpi. Æðin kemur fram sem skoltap upp á um 2,5 l/s. Sést ekki á hitamælingum.

315 m dýpi. Æðin kemur skýrt fram í hitamælingum sem smávægilegt innstreymi og þar af leiðandi með hærri þrýsting en vatnssúlan fyrir ofan hana. Hún kemur fram í miðri, einsleitri móbergstúffeiningu.

360, 430 og 470 m dýpi. Þessar smáæðar koma einungis fram í skoltapi á stærðargráðunni 2,5-3,5 l/s. Hugsanlegt er þó að ekki séu þær allar nýjar æðar, heldur gæti einnig verið að þær opnuðust og lokuðust á víxl. 360 m æðin er í einsleitu móbergstúffi, en hinar tvær í ól. þóleiít hraunlögum.

490 m dýpi. Æðin kemur skýrt fram í hitamælingum sem smávægilegt innstreymi, og þar af leiðandi með hærri þrýsting en vatnssúlan fyrir ofan. Æðin er í miðju fínmeðalkorna ól. þóleiít hraunlagi.

530 m dýpi. Smáæð er þarna samkvæmt hita- og skoltapsmælingu (540 m). Æðin er með lægri þrýsting en vatnssúlan yfir henni og því verður kælipunktur þar sem skolvökvinn leitar út í bergið. Hún er á mótum túffs og breksíu.

625 m dýpi. Smáæð samkvæmt hitamælingu og sést þar sem breksía og túff liggja saman.

665 m dýpi. Æð sem sést aðeins í skoltapi upp á 5 l/s. Hugsanlegt er að einhverjar af efri æðunum hafi opnast aftur, en ekki sé um nýja æð að ræða.

760 m dýpi. Smáæð samkvæmt hitamælingu og sést hún í kafla sem einkennist af fínmeðalkorna, nokkuð ummynduðum ól. þóleiít hraunlögum.

BORHOLUMÆLINGAR

Yfirlit borholumælinga í 2. áfanga er sýnt í töflu 5. Engar mælingar voru gerðar í öðrum áfanga fyrir en fóðringardýpi var náð þann 5. júní. Dýpi holunnar var þá orðið 793 m og var byrjað á að hitamæla innan í borstrengnum til að kanna hitaástand holunnar og upphitunarhraða sem er undirbúningur fyrir jarðlagamælingar og fóðrun. Mælt var niður á einstreymisloka á 779 m dýpi og er mælingin sýnd á mynd 2. Á myndinni vottar fyrir nokkrum smáæðum nálægt 315, 490, 530, 625, og 760 m. Næst

var upphitunarhraðinn athugaður og sat hitamælirinn við einstreymislokann í um 50 mínútur. Engin dæling var á holuna þann tíma, né þegar hitamælt var upp holuna þar á eftir. Við einstreymislokann hitnaði holan um tæpar 7°C þennan tíma og í síðari hitamælingunni sést að þessi upphitun er nokkuð jöfn frá 490 m og til botns (mynd 4). Þessum fyrstu mælingum var lokið skömmu fyrir kl. 19 og var þá ákveðið að kæla holuna aðeins meira áður en borstrengur yrði tekinn upp.

Undir miðnætti var búið að taka borstrenginn upp og undirbúningur að jarðlaga-mælingum hófst. Byrjað var á að hitamæla niður holuna rétt eftir miðnætti þann 6. júní og er mælingin sýnd á mynd 2. Nokkur dýptarskekkja er í mælingunni (10 m) sem kemur inn í efri hluta holunnar. Í megin atriðum lítur mælingin eins út og fyrri mælingar, en upphitunartíminn er um þrjár klukkutímar í þessari mælingu. Næst var mæld náttúruleg gammageislun, nifteindadreifing og vídd holunar. Þegar mæla átti rafviðnám jarðlaga reyndist útleiðsla í kapaltengingum sem ekki tókst að lagfæra og varð því að sleppa þeirri mælingu. Nokkur tími fór í að reyna að laga viðnámskapalinn og var því ákveðið að gera aðra hitamælingu í lokin. Sú hitamæling er einnig sýnd á mynd 2 og eru þá liðnir rúmir átta tímar frá mælingunni á undan. Botnhitinn er þá kominn yfir 150°C og enn vottar fyrir sömu æðum og áður. Hitnunin í holunni er aðallega neðan 300-400 m og er nær eingöngu vegna hitaleiðni. Hitnunin er lítil ofan 300 m dýpis en er orðin um 40°C nærri botni á þessum átta tímum. Vegna þessa var ákveðið að kæla holuna frekar áður en byrjað yrði að setja niður fóðringuna.

Tafla 5. Yfirlit borholumælinga.

Dags.	Tími	Mæling	Dýptarbil	Tilgangur	Skrá	Athugasemdir
5-6-1999	16:20-16:50	Hitamæling	54-779	Upphitun	H0605162	Í stöngum
5-6-1999	16:50-17:40	Hitamæling	779	Upphitun	T0605165	Tímamæling
5-6-1999	18:30-18:50	Hitamæling	5-779	Upphitun	H0605183	Í stöngum
6-6-1999	0:10-1:00	Hitamæling	10-790	Upphitun	H0606001	Ath. 10m dýptarsk.
6-6-1999	1:00-1:25	Hitamæling	20-783	Afstemming	H0606010	Athugun á teljurum
6-6-1999	1:50-3:00	Nifteindir	240-789	Jarðlög	N0606015	
6-6-1999	1:50-3:00	Nat-Gamma	240-789	Jarðlög	G0606015	
6-6-1999	3:20-4:10	Vídd X-armur	5-787	Skápar	X0606032	
6-6-1999	3:20-4:10	Vídd Y-armur	5-787	Skápar	Y0606032	
6-6-1999	8:30-9:15	Hitamæling	22-791	Upphitun	H0606083	
7-6-1999	23:15-23:45	Hitamæling	25-750	Upphitun	H0607231	
8-6-1999	01:00-01:40	Steypumæling	750-80	Kvörðun	B0608010	3.5 t. e. steypingu
8-6-1999	02:45-03:15	Steypumæling	750-80	Kvörðun	B0608024	6 t. e. steyp. Ný próba
8-6-1999	09:05-09:30	Hitamæling	25-750	Upphitun	H0608090	
8-6-1999	10:05-10:35	Steypumæling	630-10	Steypugæði	B0608100	13.5 t. e. steypingu
8-6-1999	10:45-11:20	Steypumæling	750-10	Steypugæði	B0608104	14 t. e. steyp. Ný próba
9-6-1999	08:20-08:35	Hitamæling	10-605	Upphitun	H0609082	
9-6-1999	08:50-09:15	Steypumæling	460-45	Steypugæði	B0609085	37 t. e. steypingu
9-6-1999	09:35-10:00	Steypumæling	530-50	Steypugæði	B0609093	38 t. e. steyp. Ný próba

Jarðlagamælingarnar eru sýndar á mynd 5 ásamt vídd holunnar og hita. Eins og áður sagði var ekki hægt að mæla rafviðnám jarðlagana. Nokkuð ákveðin lagskipting kemur fram í nifteindamælingunni og mælingunni á náttúrulegri gammageislun. Á dýptarbilinu 300-400 m gætu verið jarðlög með líka eiginleika en vegna útvöskunar holunnar á þessu bili þarf að bera þetta saman við jarðlagagreiningu til að segja til um það með sjónrænu mati. Þar fyrir neðan (400-500 m) er önnur áberandi jarðlagasýrpa í mælingunum sem virðist þéttari en syrpur ofar og dýpra í holunni. Fleiri syrpur sjást en eru ekki eins áberandi.

Víddarmælingin í holunni sýnir skáp rétt neðan öryggisfóðringar og nokkra útvöskun næstu 100m neðan þeirrar fóðringar. Víddarmælingin var að lokum notuð til að reikna mismunurinn á rúmmáli holunnar og væntanlegrar fóðringar (9 5/8"). Samkvæmt þeim reikningum þarf um 33 m³ steypu til að fylla í bilið milli fóðringar og holuveggja (mynd 6).

Eftir mælingar sunnudaginn 6. júní voru stangir settar niður til að kæla holuna áður en byrjað var á fóðrun. Holan var fóðruð með 9 5/8" fóðurrörum og um kl. 19:15 þann 7. júní var byrjað að steypa fóðringuna og gekk það mjög vel. Steypingin stóð yfir í 52 mínútur og eftirdæling í um 10 mínútur. Vatn kom upp allan tímann meðan á steypingu stóð eða þar til sást í steypu. Eftir 37 mínútur fór að sjást perlusteinn og átta mínútum síðar var vatnið orðið aðeins litað sementi. Skömmu áður en eftirdælingu lauk fór þrýstingur að stíga verulega og fór upp í 80 bör á skömmum tíma. Því varð að stöðva eftirdælingu er eftir var að dæla um 1000 lítrum vatns. Það þýðir að steypa nær hærra upp í fóðringuna en áætlað hafði verið.

Strax að steypingu lokinni var stangarlengjan losuð úr stungustykki og gekk það vel og voru nokkrir standar teknir strax upp í mastur. Eðlisþyngd steypu var nokkuð stöðug en að meðaltali um 1,61 g/cm³ er hún var send niður. Eðlisþyngd steypu sem upp kom skömmu áður en eftirdælingu var hætt var 1,60 g/cm³. Steypan seig um u.þ.b. 20 metra, en nægilegt reyndist að steypa ofan frá. Frekari upplýsingar um steypingu er að finna í fóðrunarskýrslu í töflu 4. Steypumagn reyndist vera 55 tonn.

Mælingamenn mættu til steypumælinga um kl. 23 þann 7. júní, en steypingu 9 5/8" fóðringar lauk um kl.20:30 það kvöld. Byrjað var á að hitamæla og síðan voru steypugæði mæld (CBL). Sú mæling var gerð til að fá samanburð við seinni mælingar eftir að steypan yrði byrjuð að harðna. Þessar mælingar ásamt þeim sem síðar voru gerðar eru sýndar á myndum 8 og 9. Á mynd 9 eru CBL mælingarnar sem gerðar voru með gamla CBL mælinum sýndar, en þær sem gerðar voru með nýja mælinum sýndu alveg sömu hegðun. Hitamælingin sýndi að holan var köld alveg niður í botn, var um 50°C í botni, og því líklegt að hörðnun steypunnar gæti tekið töluverðan tíma, sérstaklega í efri hluta holunnar.

Næstu hita- og steypumælingar voru síðan gerðar morguninn 8. júní, um 12 tímum eftir steypinguna. Holan var þá orðin liðlega 100°C í botni, en ekki nema 40°C á 300 m dýpi. CBL-mælingin sýndi að steypan var farin að harðna vel fyrir neðan 480 m, en milli 410 og 480 m dýpis var kafli þar sem steypubinding var mun lakari. Þar fyrir ofan var síðan ágæt steypa upp að 300 m, en þar fyrir ofan var steypubinding nánast engin og því var ljóst að bíða þyrfti enn um sinn eftir hörðnun steypunnar.

Síðastu hita- og steypumælingar voru því framkvæmdar um morguninn þann 9. júní, eða um 36 tímum eftir að steypingu lauk. Hitamælingin sýndi að holan var orðin 150°C á 600 m dýpi. CBL-mælingin sýndi að enn var lélegur kafli milli 410 og 460 m

dýpis (ekki var hægt að fara neðar með gamla CBL mælinn vegna hita), en þó hafði steypubinding þar skánað nokkuð, þ.a. ekki virðist hér vera um ósteyptan kafla að ræða. Milli 300 og 410 m dýpis var steypubinding orðin mjög góð, en ofan við 300 m var steypubinding mun lakari, en hafði þó greinilega skánað mjög frá deginum áður, og greinilegt að hún var á réttri leið. Þar sem steypa í efstu 300 m var greinilega farin að taka sig þótti óhætt að hefja undirbúning að borun 3. áfanga, en greinilegt er að hörðnun steypunnar tekur töluverðan tíma við þessar aðstæður, eins og einnig kom í ljós í holu 20.

HEIMILDIR

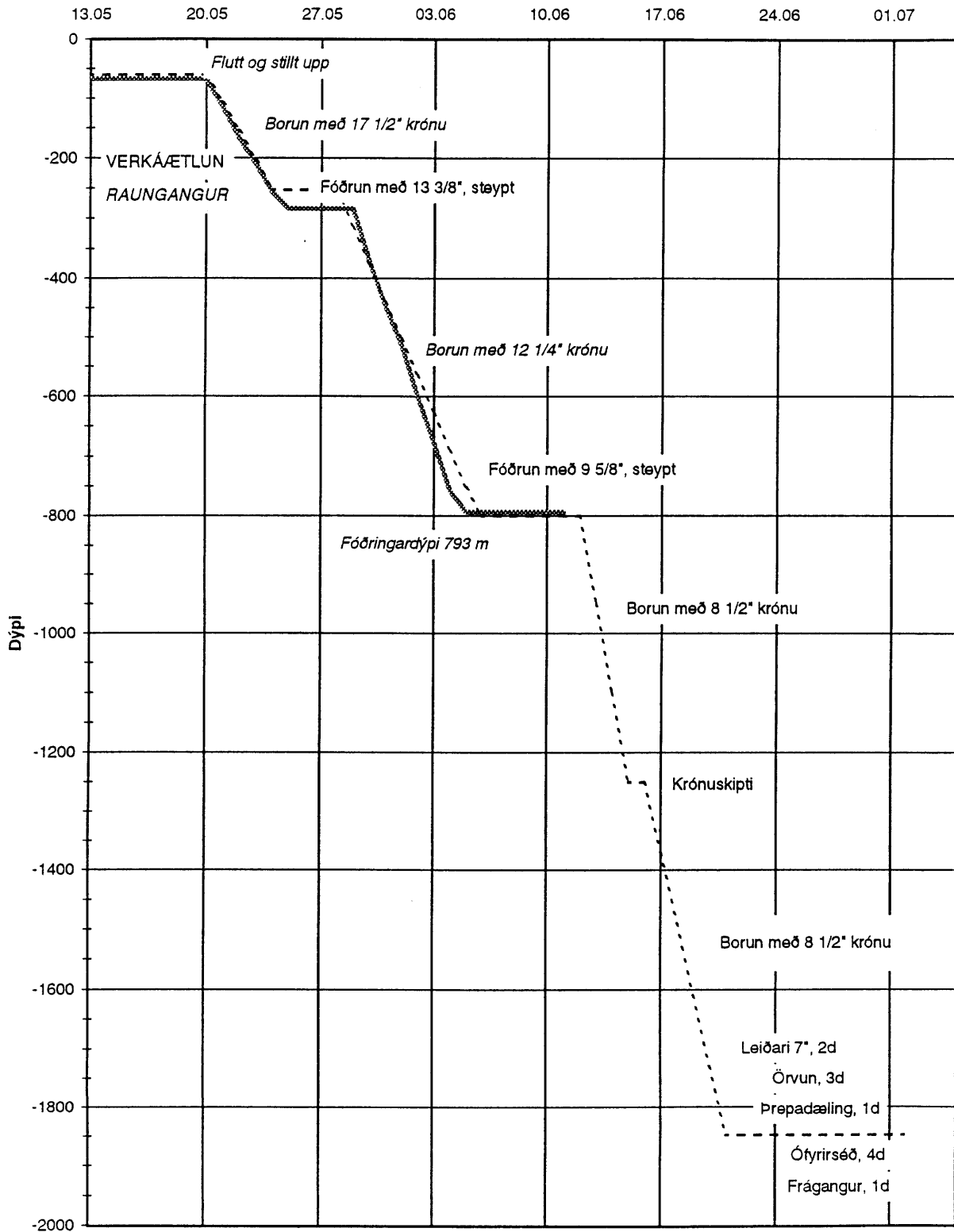
Benedikt Steingrímsson, Sverrir Þórhallsson og Hjalti Franzson 1998: Nesjavellir. Borun holu NJ-19. Forsendur fyrir staðsetningu og hönnun holunar. OS-98073, 15 s.

Benedikt Steingrímsson, Bjarni Guðmundsson, Guðlaugur Hermansson, Hjalti Franzson, Kjartan Birgisson og Sigvaldi Thordarson 1999. Nesjavellir, hola NJ-19. 1. áfangi: Borun fyrir öryggisfóðringu í 283 m dýpi. OS-99044, 18 s.

Hjalti Franzson 1988: Nesjavellir. Borholujarðfræði. Vatnsgengd í jarðhitageymi. OS-88046/JHD-09, 58 s.

Hjalti Franzson 1993: Bergmyndanir í borholum á Nesjavöllum. Upphleðslueiningar. OS-93010/JHD-05B, 31 s.

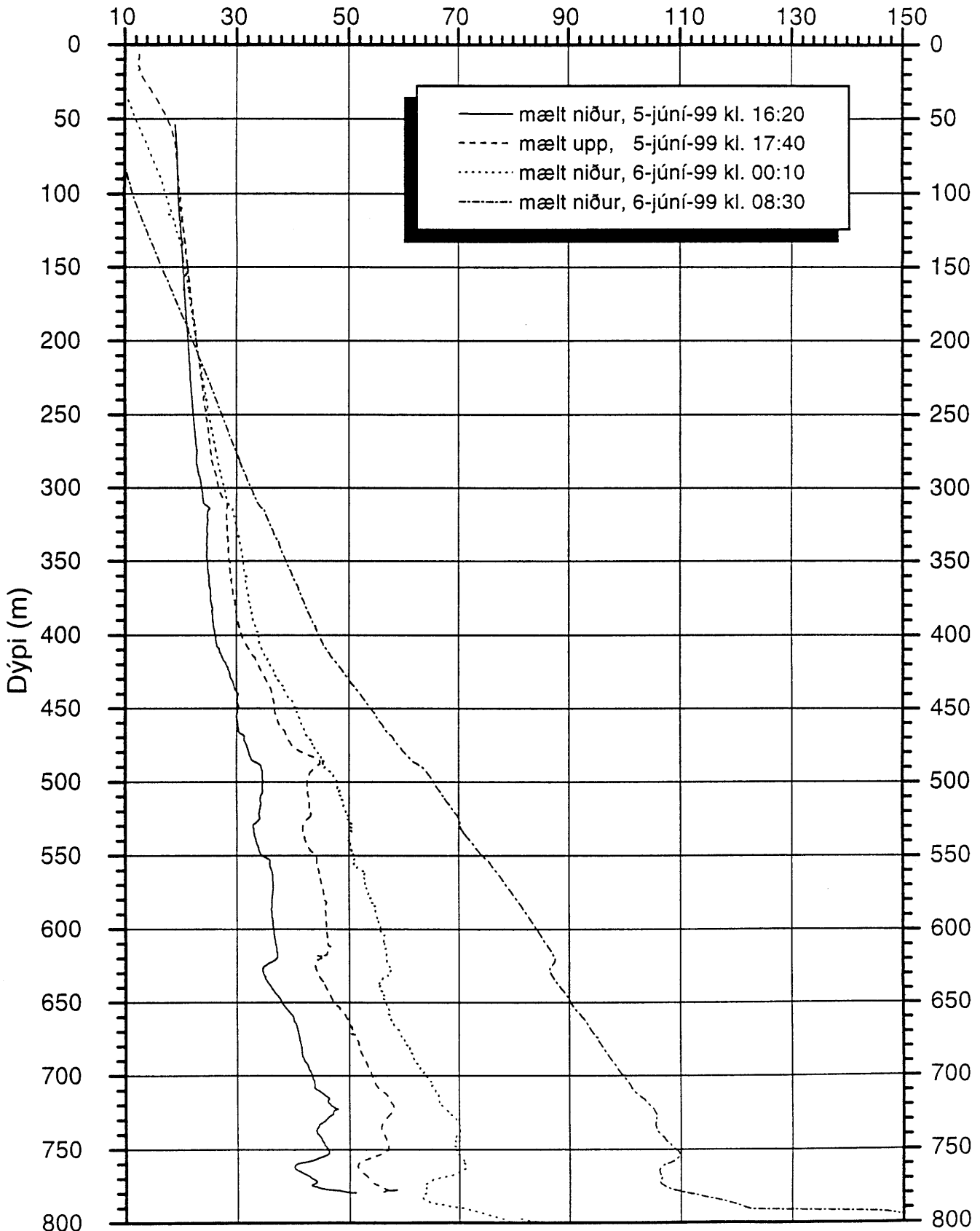
NJ-19 VERKÁÆTLUN



Mynd 1. Gangur borunar.

Nesjavellir, hola NJ-19

Hiti (°C)



Mynd 2. Hitamælingar 5-6 júní.

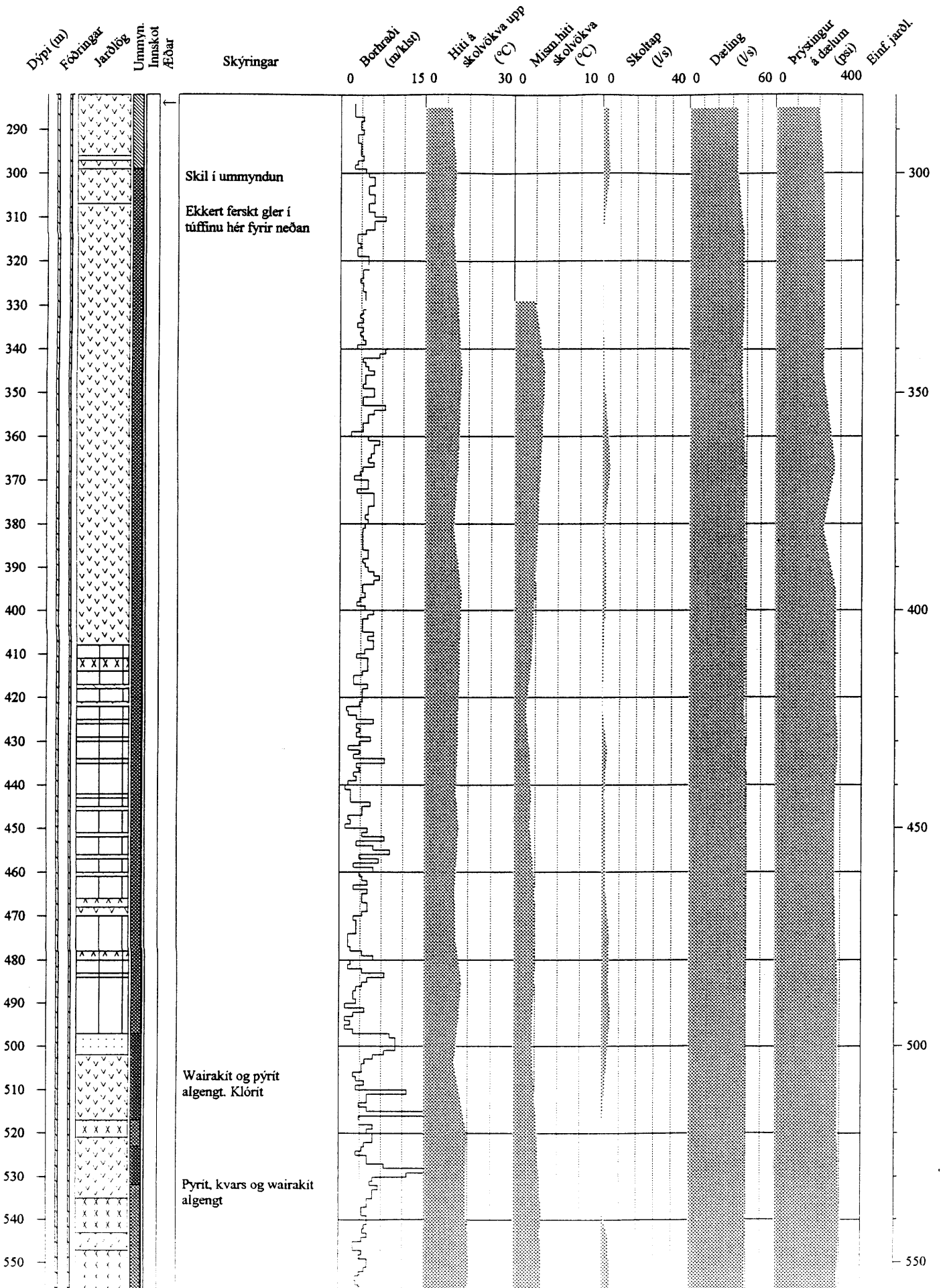


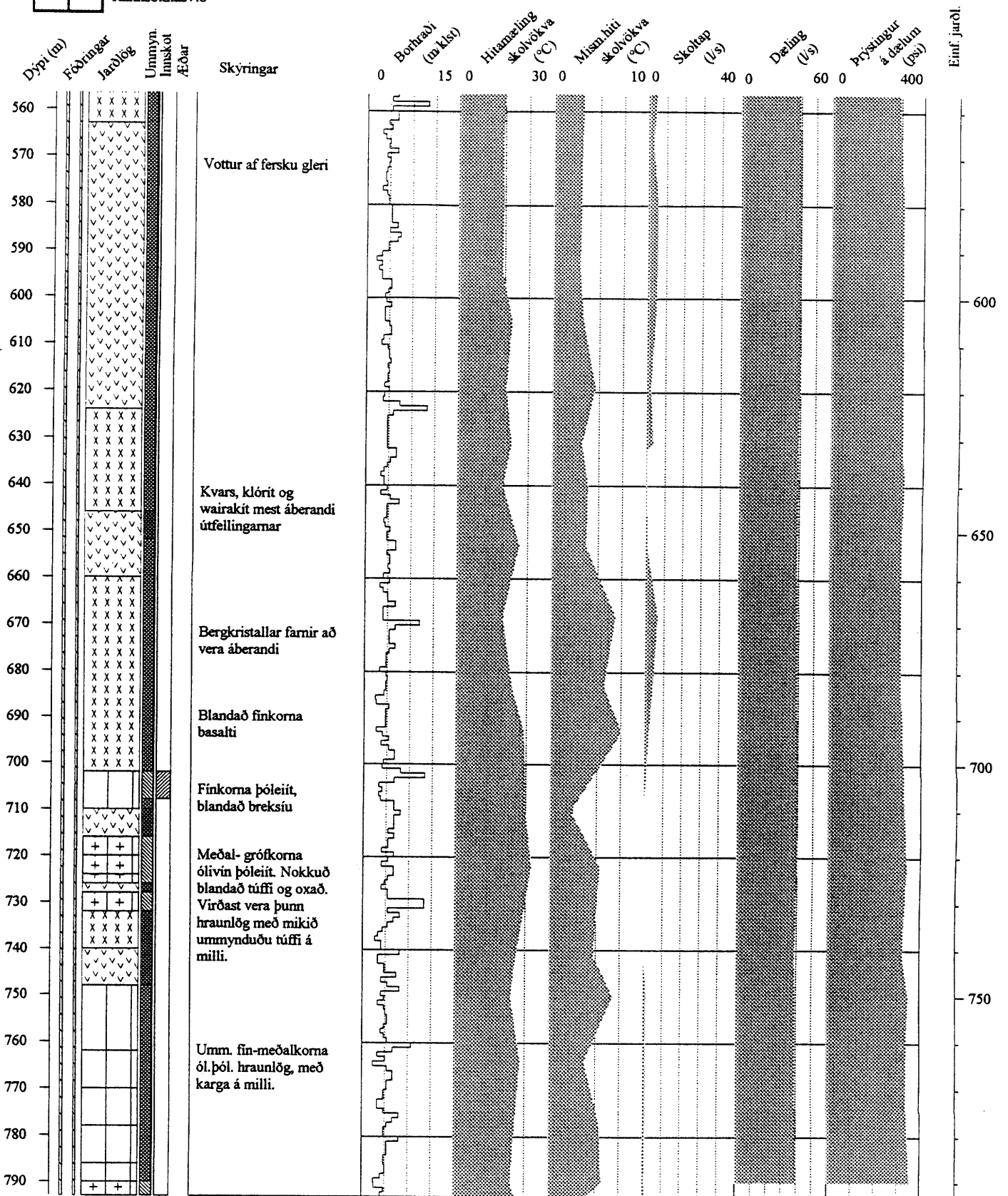
Staður: Nesjavellir
Holunafn: NJ-19

Bor: Jötunn
Dýptarbil: 282 - 793m

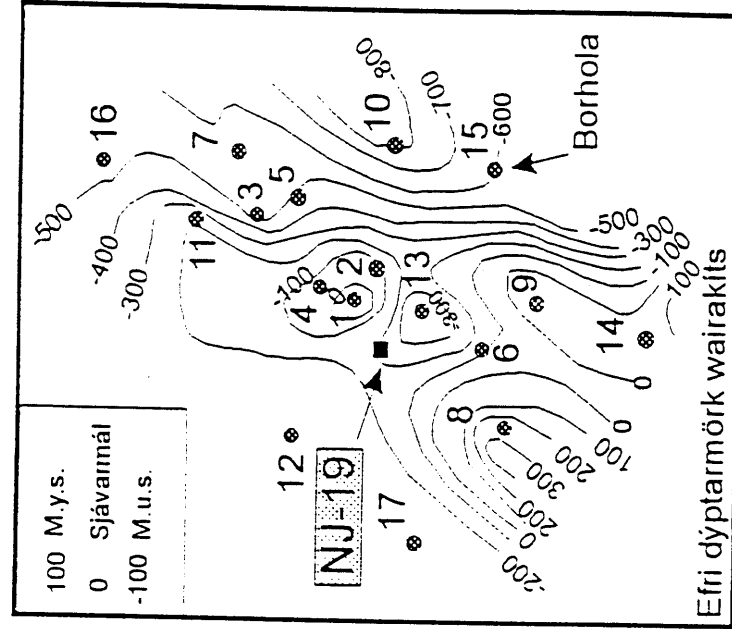
Skolvökvi: Vatn
Verkhluti: 2. Áfangi

Verknúmer: 8-630-003
Starfsmenn: ÁsG/HF/BR

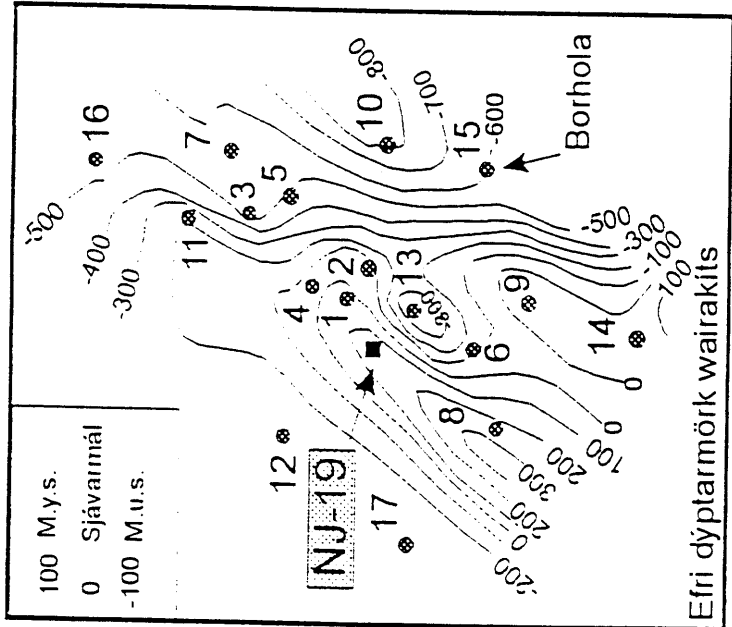




Mynd 3. Jarðlög og borgögn.



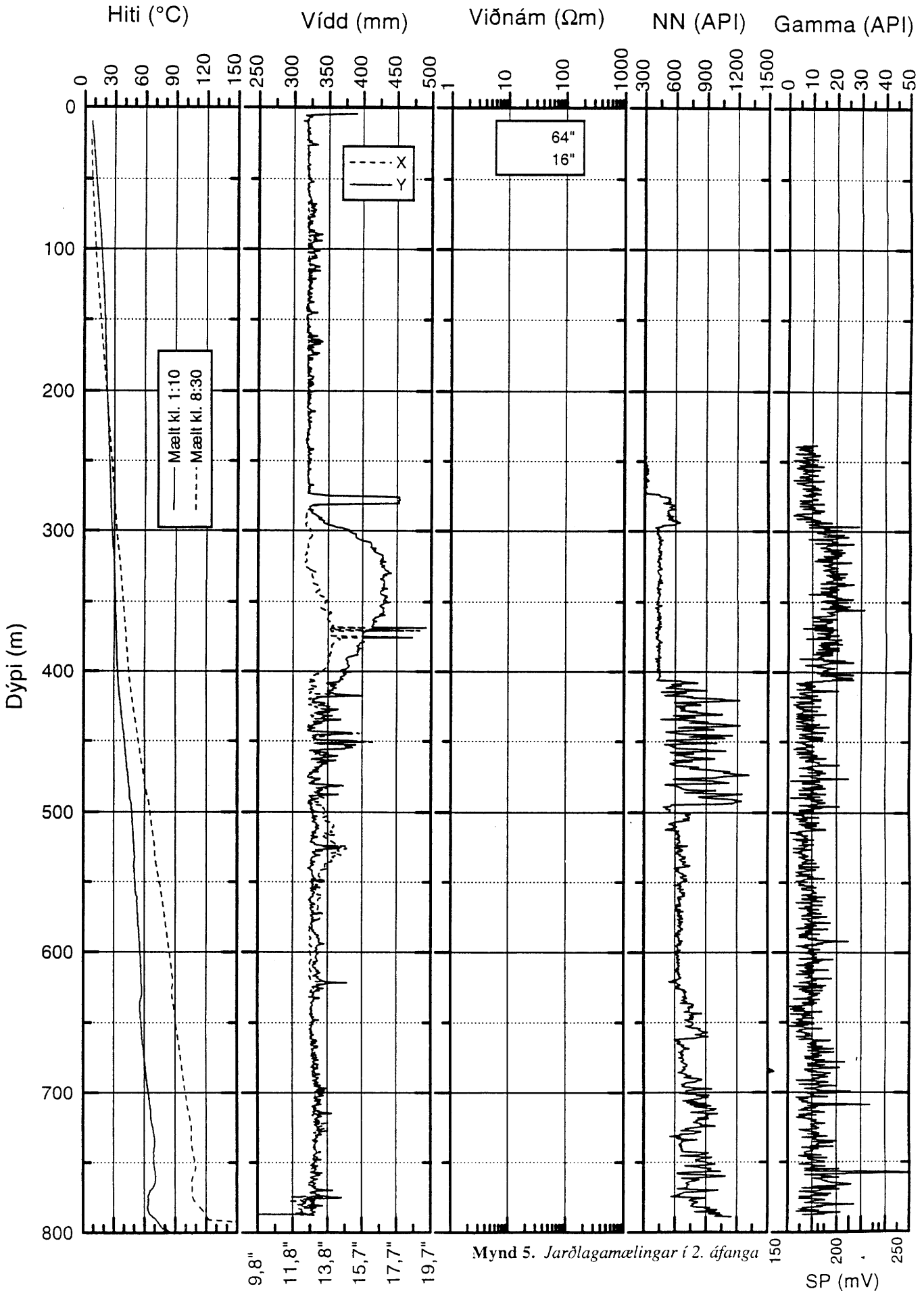
Endurskoðað í lok 2 áfanga



Úr skýrslu Hjalla Franzsonar 1988

Mynd 4. Vinstri myndin sýnir dýptarmörk á wairakít fyrir borun NJ-19 og sú hægra myndin sýnir nýjar upplýsingar fengust.

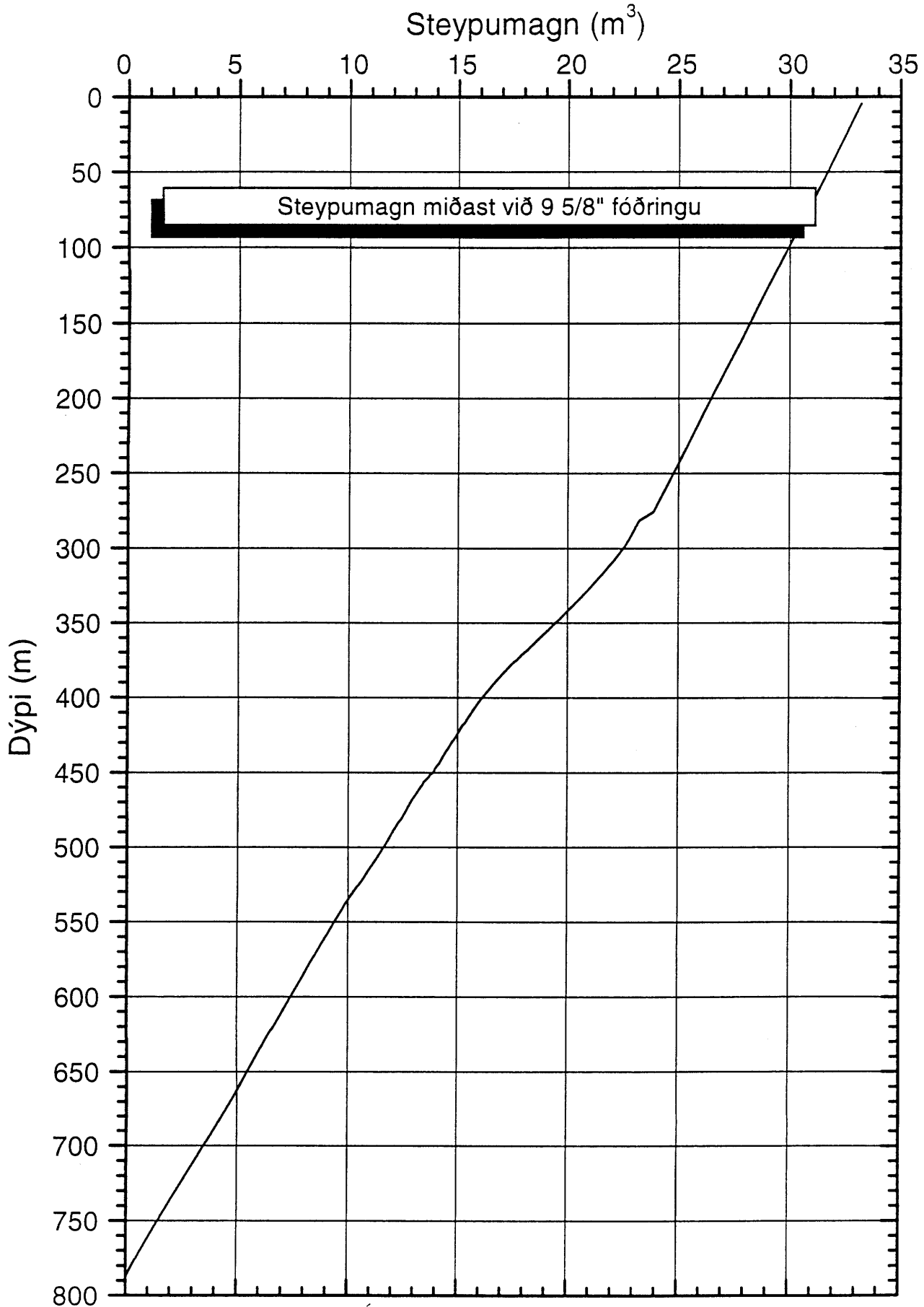
Nesjavellir hola NJ-19



Mynd 5. Jarðlagamælingar í 2. áfanga

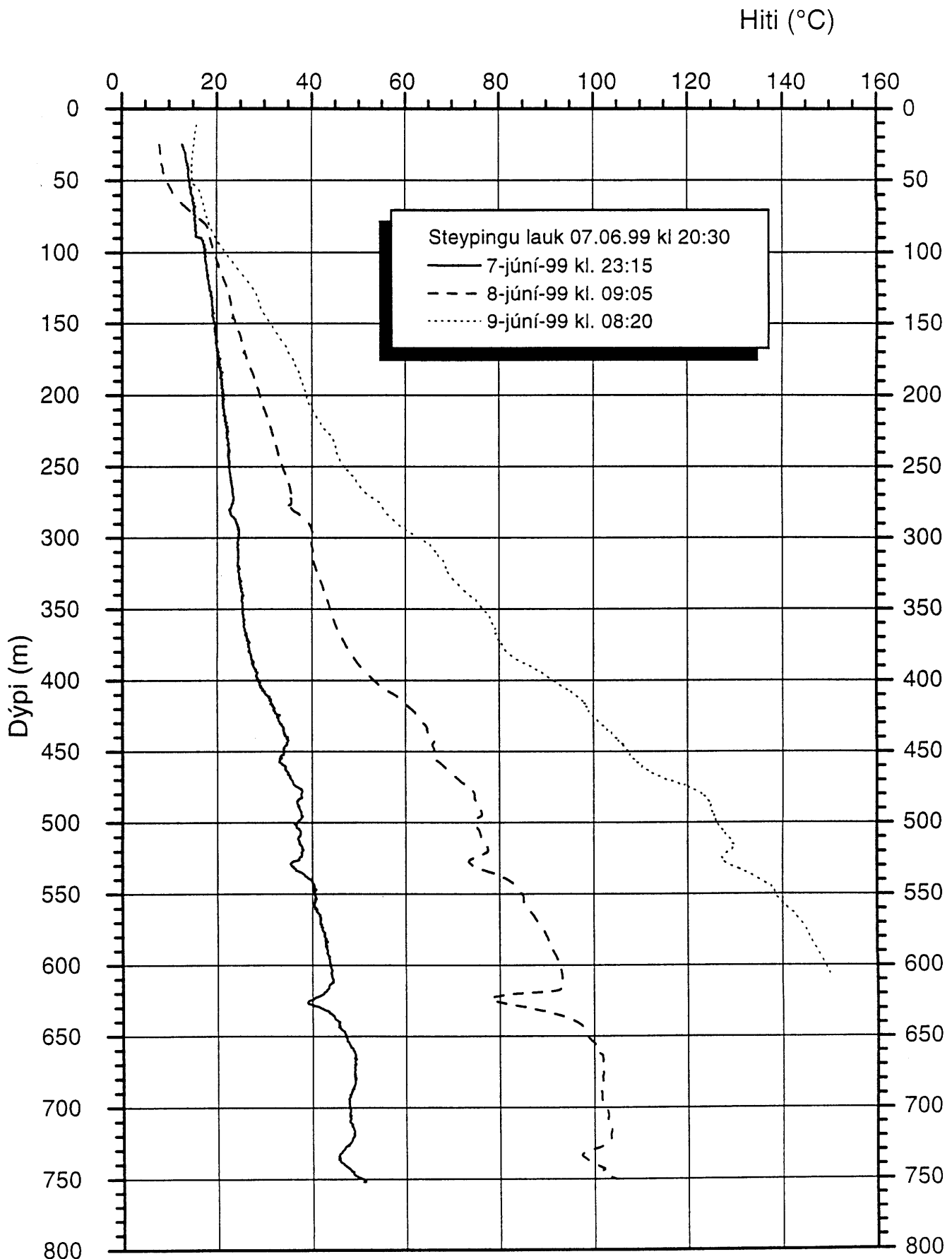
Orkustofnun
Borholumælingar

Nesjavellir hola NJ-19



Mynd 6. Útreikningar á steypumagni fyrir fóðringu.

Nesjavellir, hola NJ-19



Mynd 7. Hitamælingar 7, 8 og 9 júní, 1999

