



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

KRAFLA, HOLA KJ-31

1. áfangi: Borun fyrir öryggisfóðringu í 309 m dýpi

**Ásgrímur Guðmundsson
Dagbjartur Sigursteinsson
Hilmar Sigvaldason
Sigurður Benediktsson
Sigurður Sveinn Jónsson
Sigvaldi Thordarson**

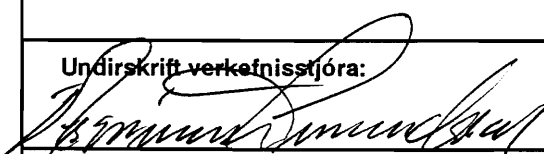
útlán

Unnið fyrir Landsvirkjun

1997

OS-97047



Skýrsla nr.: OS-97047	Dags.: September 1997	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opín <input type="checkbox"/> Lokuð til:
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: KRAFLA, HOLA KJ-31 1. áfangi: Borun fyrir öryggisfóðringu í 309 m dýpi	Upplag: 35	
	Fjöldi síðna: 18	
Höfundar: Ásgrímur Guðmundsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Hilmar Sigvaldason, Sigurður Benediktsson, Sigurður Sveinn Jónsson og Sigvaldi Thordarson	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-31 í Kröflu. Holan er á borplani holu KJ-20 í Suðurhlíðum Kröflu, og átti að bora hana beint niður í Suðurhlíðasvæðið. Borun hófst 9. september og verkáfanganum lauk 13. september. Alls tók verkið 12 daga að meðtöldum flutningi borsins á staðinn, og var borað niður á 309 m dýpi. 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

Grensásvegj 9, 108 Reykjavík

Verknúmer 630 665

Ásgrímur Guðmundsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Hilmar Sigvaldason, Sigurður Benediktsson, Sigurður Sveinn Jónsson og Sigvaldi Thordarson.

KRAFLA, HOLA KJ-31

1. áfangi: Borun fyrir öryggisfóðringu í 309 m dýpi

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS - 97047

September 1997

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

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

Efnisyfirlit

1. Inngangur.....	3
2. Forborun.....	3
3. Borsaga.....	3
4. Borholumælingar.....	7
5. Jarðlög, ummyndun og vatnsæðar.....	8

Töfluskrá

Tafla 1. Gangur borunar fyrir 13 3/8" vinnslufóðringu með 12 1/4" borkrónu.....	4
Tafla 2. Hallamælingar í borun.....	4
Tafla 3. Fóðrunarskýrsla.....	6
Tafla 4. Mælingar í borun.....	8

Myndaskrá

Mynd 1. Afstöðumynd.....	10
Mynd 2. Reiknað steypumagn meðfram 13 3/8" fóðringu.....	11
Mynd 3. Steyping 13 3/8" fóðringar.....	12
Mynd 4. Gangur borunar í 1. áfanga.....	13
Mynd 5. Upphitun á 294 m dýpi í stöngum.....	14
Mynd 6. Hitamælingar í 1. áfanga.....	15
Mynd 7. Víddarmælingar í 1. áfanga.....	16
Mynd 8. Jarðlagamælingar í 1. áfanga.....	17
Mynd 9. Einfaldað jarðlagasnið, borhraði, viðnám og vídd.....	18

1. INNGANGUR

Niðurstöður forðafræðiathugunar, sem gerð var á Orkustofnun veturinn 1996/97 bentu til þess að auka mætti vinnslu úr Suðurhlíðum Kröflufjalls. Hóla KJ-31 er fyrsta holan sem boruð er á árinu beint niður í Suðurhlíðasvæðið en áður hefur verið skáborað frá Suðurhlíðum til norðurs undir Kröflufjall og vesturhlíðar þess. Staðsetning holu KJ-31 er sýnd á mynd 1 og er borplanið í 584,6 m hæð yfir sjó. Hnit holunnar eru: X=442.415,30 og Y=579.161,40 og staðarnúmer í gagnagrunni Orkustofnunar er 580031.

Í suðurhlíðum Kröflu er virkur jarðhiti áberandi og liggur á reinum við misgengi með VNV-ASA stefnu. Hóla KJ-31 er sunnan við misgengin milli hola KJ-16 og KJ-14 á norðurbrún mikils sprengigígs í botni Grænagils. Hóla KJ-14 er tæplega 200 m vestan við KJ-31 og hola KJ-16 um 380 m austan hennar en holurnar þrjár liggja nokkurn veginn á austur-vestur línu.

Áætlað var að bora fyrir öryggisfóðringu niður á um 300 m dýpi í 1. áfanga með 444 mm (17 ½”) krónu og fódra holuna með 311 mm (13 3/8”) rörum, en efsta fódurrörið er 14” efnisrör með 18 mm veggþykkt. Fóðringin skyldi steipt með sementblöndu og steypugæði síðan metin með CBL-mælingu. Aðalflangs holu (12”/900) er soðinn á öryggisfóðringuna (13 3/8”) sem borað er fyrir í öðrum áfanga verksins.

Holuflangs sem notaður var við borun fyrsta áfanga (21¼” API 2000) var soðinn á yfirborðsfóðringuna, 0,75 m ofan við gólf holukjallara og einnig stútur fyrir loka (4 1/16” API 3000). Lokinn nýttist sem kæfingarloki tæki holan að gjósa en einnig var unnt að láta steypu streyma út um lokann við steypingu öryggisfóðringar til að koma í veg fyrir að steypa næði í öryggisbúnað ofan við flangsinn. Öryggislokar voru tveir, sá neðri Cameron QRC stangaloki og sá efri belggosvari af Shaffer gerð.

Borverkið er unnið af Jarðborunum hf. samkvæmt útboðslýsingu KRA-08, sem gerð var í samvinnu Orkustofnunar og VGK hf og greinargerð sem henni fylgdi um forsendur fyrir hönnun og staðsetningu holu KJ-31 (ÁsG-97/06).

2. FORBORUN

Hóla KJ-31 í Kröflu er í Suðurhlíðum norðvestantil á plani holu KJ-20. Planið var lagfært og stækkað í júlí, holunni valinn staður og rörbútur steypdur í borstæðið. Jarðborinn Narfi kom á staðinn mánudaginn 28. júlí og hófst undirbúningur borunar með 22” borkrónu. Borinn var reistur og borun hófst að morgni þriðjudagsins 30. júlí 1997.

Narfi boraði holuna í 60 metra dýpi og tók borunin og frágangur efsta hluta holunnar átta verkdaga. Fóðring var steipt fimmtudaginn 7. ágúst. Steipt var úr tíu tonnum af sementsteypu úr tveimur steypubílum og steypunni dælt niður fóðringuna um ásóðinn steypuhaus. Dælt var úr fyrri bílnum frá klukkan 10:08 til 10:15 og úr þeim seinni frá klukkan 10:17 til 10:23. Dælt var 8000 lítrum af vatni á eftir steypunni og kom steypa upp með fóðringu klukkan 10:30. Dæling stóð til 10:36.

3. BORSAGA

Fyrsti hluti holu KJ-31 var rétt um 60 metrar miðað við kjallarbrún. 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 af holu KJ-16A hófst seinnihluta dags miðvikudagsins 3. september en þá var mastur fellt, vírar dregnir úr því og borinn undirbúinn fyrir flutning. Fyrsti verkdagur holu KJ-31 var fimmtudagurinn 4. september. Þá var lokið við að taka borinn niður af plani KJ-16A og daginn eftir var undirstöðum stillt upp og öðrum hlutum borsins. Mastur var reist að morgni

mánudagsins 8. september. Fresta varð að reisa mastur á sunnudeginum vegna veðurs. Gosvarar voru settir á holuna og borstrengur undirbúinn.

Uppbygging borstrengsins var sem hér segir: 444 mm (17½") borkróna af gerðinni S53A, frá Reed (framl.nr. P51642) krónustýring, tengistykki, álagsstöng, strengstýring, tengistykki, 10 álagsstangir, tengistykki ("cross-over") og borstangir.

Byrjað var að setja niður borstangir aðfaranótt þriðjudagsins 9. september og borað í steypu fram undir morgun. Síriti var stilltur á 64 metra klukkan 09:30 og steypa boruð niður í 67 metra með vatni. Öryggislokar voru prófaðir um morguninn, um átta leytið og að því loknu var unnið að viðgerð á bilaðri soglögn frá kerri að dælum. Blönduð var borleðja og borun í berg hófst að nýju með leðju um tvöleytið á þriðjudag á um 67 metra dýpi. Borun gekk vel eins og fram kemur í töflu 2 og boruðust um 2-4 metrar á klukkustund þar til komið var í afar ummyndað, leirkennt og lint túff á 100-104 metra dýpi. Túffið liggur undir fersklegu glerríku móbergstúffi, blöðróttu með nokkru af holufyllingum. Þegar leirkennda túffið skolaðist upp skilaði sér gróft svarf sem verið hafði á sveimi við krónuna, ásamt þykkri leðju af leir. Leirinn í túffinu settist að borkrónunni og afköst hennar minnkuðu umtalsvert. Þegar komið var í um 135 metra var hraðinn orðinn minni en einn metri á klukkustund en þá virtist eins og leirinn hafi skolast frá krónunni við að koma í örlítið harðara túff því krónan vann betur og hraðinn jókst nokkuð. Svipaður hraði var á boruninni niður í um 140 metra dýpi en þá tók borinn að hökta og láta illa vegna þunnra basaltinnskota í túffinu. Dæling var aukin þegar neðar dró og leðja var blönduð eftir því sem holan dýpkaði og var borun hæg en jöfn. Leirinn var afgerandi niður í um 230 metra þar sem hann tók að minnka verulega. Á um það bil 265 metra dýpi kom fram um 3,5 l/s leki í holunni en hann þéttist fljótlega og í borlok var holan nær þétt. Borun lauk í 309 metra dýpi klukkan 21:20 að kvöldi laugardagsins 13. september. Síðan var holan skoluð í nokkra tíma og hiti mældur í stöngum fyrri hluta nætur. Strengur var tekinn upp og hófust jarðlagamælingar að morgni sunnudagsins 14. september. Mælingum var lokið fyrir hádegi og hófust bormenn handa við að koma fóðringu niður.

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

Borkróna ser:P-51642	Dagur	Borun (m)	Bortími (klst)	Meðalborhraði (m/klst)	Tími á borkrónu (klst)	Dýpi (m)
S53A	09.sept.	35	10	3,5	10	102
--	10. sept.	50	22	2,3	32	152
--	11. sept.	55	22,5	2,4	54,5	207
--	12. sept.	39	22,5	1,5	77	246
--	13. sept.	63	20	3,1	97	309

Holan var hallamæld reglulega meðan á borun stóð og eru niðurstöður sýndar í töflu 2. Þar kemur fram að holan er nánast lóðrétt. Ef frávik frá lóðréttu er alltaf í sömu átt þá er heildarfrávik 3,6 m á 300 m dýpi.

Tafla 2. Hallamælingar í borun.

Bordýpi (m)	Mælt á dýpi (m)	Halli (gráður)	Frávik frá lóðr. (m)	Raundýpi (m)
128	100	0,5	0,9	100
214	200	0,6	1,9	200
309	300	1,0	3,6	309

Unnið var við að setja fódningu niður aðfaranótt mánudagsins 15. september og fram á morgun en það gekk fremur hægt vegna óhagstæðs veðurs. Um hádegi á mánudag var strengur settur niður í stungustykki og holan kæld.

Steyping var undirbúin eftir hádegi á mánudag. Steypudæla var ræst rétt fyrir klukkan 15:00. Um 15:03 fór vatn að renna í blöndunarker og skömmu síðar byrjaði sement að blandast saman við. Dæling á steypu hófst klukkan 15:05. Dæling á steypu varði til klukkan 15:33 þegar eftirdæling hófst, eða í 28 mínútur. Eftirdæling stóð til klukkan 15:43 eða í tíu mínútur og var 3450 lítum dælt niður á eftir steypunni sem samsvarar 18,5 cm í kari borsins. Steypa kom upp með fódningu klukkan 15:30 eða eftir 25 mínútna dælingu en litur var farinn að sjást á vatni sem kom upp um klukkan 15:29. Ekkert tap var í holunni þegar steyping hófst og ber dældu magni steypu og útreiknuðu magni vel saman (mynd 2) ef miðað er við meðaldælingu eða um einn rúmmetra af steypublöndu á mínútu. Meðaleðlisþyngd steypublöndunnar sem fór niður var um $1,62 \text{ g/cm}^3$, byggt á 16 mælingum á um tveggja mínútna fresti meðan á dælingu stóð. Eðlisþyngd steypublöndunnar sem kom upp meðfram fódningu var örlítið meiri eða um $1,64 \text{ g/cm}^3$ og skýrist það af því að steypan sem fór niður fyrstu 10 mínúturnar var á bilinu $1,64$ til $1,67 \text{ g/cm}^3$. Eftir það léttist steypublandan nokkuð og var í kringum $1,60 \text{ g/cm}^3$ þar til blöndun lauk. Þrýstingur á dælulögn var að jafnaði 8-12 bar meðan dæling steypunnar stóð yfir. Í lok eftirdælingar þegar strengur var að tæmast af steypu og að fyllast af vatni fór þrýstingurinn í um 16 bar. Tæpum fjórum tímum eftir steypingu hafði steypan sigið nokkuð og var steypd niður á milli fódringa úr um 3,5 tonnum af sementsblöndu, eða 3-4 rúmmetrum af steypu. Allar nánari upplýsingar um fódningu og steypingu er að finna í töflu 3 og á mynd 3.

Fóðring var skorin um kvöldið þegar steypa var aðeins farin að taka sig. Suðumenn frá Grími hf. á Húsavík voru komnir á staðinn með sín tæki og tól og byrjaðir að stilla flangsinn af um miðja nótt aðfaranótt þriðjudagsins. Suðu flangsins var lokið um miðjan dag og sprunguleit lauk rétt fyrir kvöldmat, þriðjudaginn 16. september. Markar það lok fyrsta áfanga og þá fóru bormenn í að stilla upp öryggislokum fyrir 2. áfanga holunnar.


Um það leyti er suðu á holuflangsi var að ljúka var tekin ákvörðun af boreftirliti að sleppa CBL-mælingu á steypu utan 13 3/8" fódringar í samráði við mælingamenn frá borholumælingum OS enda kom steypa upp eftir einungis 25 mínútna dælingu. Útreiknað magn á steypu miðað við víddarmælingu var á bilinu 23-24 rúmmetrar og allar líkur á að steyping fódringarinnar hefði tekist mjög vel.

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

Mælingar á skoltapi og skráning dælingar og þrýstings á dælum var stopul í boruninni enda komu ekki fram visbendingar um tap ef frá er talinn lekastaður sem vart varð við í um 265 metrum. Þar áætluðu bormenn að 3,5 l/s hefðu tapast en lekinn þéttist fljótlega aftur. Dæling var á bilinu 30-50 lítrar á sekúndu í boruninni og þrýstingur á dælum var á bilinu 250-400 psi. Dæling var að jafnaði aukin þegar mikill leir var í svarfinu og borhraði var lágur. Eins og áður hefur komið fram var leki í holunni í borlok nær enginn eða af stærðargráðunni 1-2 lítrar á sekúndu. Litlar sem engar upplýsingar eru því til um dælingu og breytingar á henni í boruninni aðrar en þær sem að framan eru taldar.

Þessum áfanga lauk eins og áður segir um kvöldmatarleytið, þriðjudaginn 16. september þegar holuflangs hafði verið soðinn á fódringuna og suðan röntgenmynduð. Alls tók verkáfanginn 12 verkdays eins og sýnt er á mynd 4.

Tafla 3. Fóðrunarskýrsla.

 JARDBORANIR HF SKIPHOLTÍ 50D - 105 REYKJAVÍK	FÓÐRUNARSKÝRSLA		Eyðublað nr. 68-051

Verk nr. 240-660	Hola nr. kj-3f	Borstaður Krafla	Bor Jötunn	Verkkaupi Landsvirkjun
Vidd holu 17 1/2"	Dýpt holu mv. drifborð 309,59	Fóðring nr. 2	Fóðrun framkv. dags. 14.-15. / 9. 1997	Útfyllt af: B.G.G.

Holudýpi frá flangsi				Fóðringard. frá fl.				Röretalning			
302,23 m				294 m				LENGD	NR	MS	ALLS m
FÓBRING	Gerð	K-55		Þyngd	68 lbs/ft						
	Utánmál	13 3/8"		Innánmál	315,3 mm						
	Veggþykkt	12,2 mm		Pöntunar nr.							
	Tengi	Skrúfuð Buttress						4,72	1		4,72
	Flangs	12" ANSI 900						12,54	2		17,26
	Stungutengi	Float Collar						12,51	3		29,77
	Skór	Float Shoe						12,48	4	X	42,25
	Miðjustillar	8	stk	Steyputappar	0	stk		13,04	5		55,29
							12,66	6		67,95	
STEYPING	Steypa 1 þurrefni	28.000	kg	Tæfni	0	kg	12,53	7	X	80,48	
	Eðlisþyngd	1,62	kg/l	Steypingartími	28	mín	12,35	8		92,83	
	Steyputæki	Jett Mixari og Halliburton Dæla						12,98	9		105,81
	Steypa kom upp	?	Já	Eðlisþyngd steypu upp	1,6	kg/l	12,47	10	X	118,28	
	Eftirdæling	3.459	ltr	Eftirdæling	9	mín	12,33	11		130,61	
	Steypa 2 þurrefni		kg					12,31	12		142,92
							12,68	13	X	155,60	
FRÁGANGUR	Dýpi á steypu utan röra	22	m	Steypt utan með eftir	2,5	klst	12,47	14		168,07	
	Steypa þurrefni	3.500	kg	Skorið ofan af eftir	5,5	klst	12,56	15		180,63	
	Dýpi á steypu í röri	285	m	Steypa boruð eftir	46,5	klst	12,34	16	X	192,97	
							12,71	17		205,68	
						12,30	18		217,98		
ATHUGASEMDIR							12,43	19	X	230,41	
Efsti rörið er 18 mm. þykkt Stál 37							11,97	20		242,38	
Steypa kom upp og seig mjög lítið eða aðeins um 22 m.							12,98	21		255,36	
Steypa var uppi er skorið hafði verið ofanaf.							12,52	22		267,88	
							0,83	F.C		268,71	
F.C. = Float Collar og F.S. = Float Shoe.							12,49	23	X	281,20	
							12,03	24	X	293,23	
							0,50	F.S		293,73	

4. BORHOLUMÆLINGAR

Í töflu 4 er að finna yfirlit um mælingar í holunni í fyrsta áfanga. Allar mælingarnar eru gerðar eftir að borun lauk fyrir 13 3/8" föðringu á 309 m dýpi um kl. 21:20 þann 13. september 1997. Eftir að borun lauk var holan skoluð í nokkrar klukkustundir til að ná upp botnfalli, hallamæld og síðan var gelið þvegið úr holu. Það var svo kl. 03:17 þann 14. september að byrjað var að hitamæla í borstreng. Fyrst var mælt niður í 295 m en svo var fylgst með hitastigi á 294 m í hálfu klukkustund og að lokum var hitamælt þegar mælir var hífður úr holunni. Þessum mælingum lauk kl. 04:30 og tóku því 73 mínútur.

Hitastig á 294 m dýpi sem fall af tíma er sýnt á mynd 5. Holan hitnar upp um tæpar 10°C á þeirri hálfu klukkustund sem mælt var.

Eftir að lokið var við að taka borstreng úr holu var byrjað á að mæla í opinni holu kl. 07:47 og var mælingum lokið kl 10:10, eða eftir 143 mínútur. Fyrst var hitamælt og settist mælir í rúmlega 300 m. Hlíðarþúrið, sem ætlað er að verja hitanemann hnjaski, var fullt af geli en það hefur einangrað nemann. Væntanlega hefur þetta gerst þegar mælir settist á gelkókuna í botni holunnar. Eftir að jarðlagamælingum lauk var holan hitamæld aftur og eru allar hitamælingarnar sýndar á mynd 6. Á myndinni kemur fram að neðan 270 m dýpis hitnar holan úr 35°C í 86°C eða um 50°C á 7,5 klukkustundum. Heitust varð hún tæplega 90°C á 300 m dýpi. Holan var mjög þétt og tók við innan við 2 l/s meðan á mælingum stóð. Áður en farið var að setja niður föðurrör var settur niður borstrengur og holan kæld. Ekki er hægt að sjá neinar vísbendingar um lekastaði á hitamælingunum en í borun varð vart við rúmlega 3 l/s tap nálægt 265 m. Þar er að sjá lítið hitastökk í síðustu hitamælingunni, en einnig eru slík hitastökk í 155 m og 185 m.

Viddarmælingar eru sýndar á mynd 7. Holan er lítið útvöskuð og aðeins er einn skápur rétt neðan við yfirborðsföðringu. Á mynd 2 er sýnt útreiknað steypumagn í rúmmetrum samkvæmt viddarmælingu sem þarf til að fylla upp með 13 3/8" föðringunni.

Jarðlagamælingarnar eru sýndar á mynd 8 ásamt borhraða. Viðnámsmælingar sýna lágt viðnám í allri holunni. Viðnámið er hlutfallslega hátt niður í 100 m en þar tekur við áberandi lágviðnámskafla niður í 230 m þar sem viðnám fer aftur hækkandi.

Gammamælingin sýnir svipaða skiptingu í mæligildum og viðnámið, þar sem mæligildið er nokkru lægra á kaflanum 100–230 m en annars staðar í holunni. Þessa skiptingu er erfðara að sjá í nifteindamælingunni. Það er þó hægt að hugsa sér að skiptingin sé fyrir hendi en að á 200–230 m kaflanum sé jarðmyndun með þéttara bergi. Einnig er áberandi toppur á 140 m dýpi sem ekki á sér samvörun í viðnáms- eða gammamælingunum.

Tafla 4. Mælingar í borun.

Tími	Mæling	Dýptarbil	Tilgangur	Skrá	Athugasemdir
03:17-03:30	Hitamæling	0-295	Upphitun	H0914031.dat	Í stöngum. Dæl. < 2 l/s
03:31-04:03	Hiti (með tíma)	294	Upphitun	T0914033.dat	Hiti á 294 m
04:05-04:20	Hitamæling	0-295	Upphitun	H0914040.dat	Í stöngum. Dæl. < 2 l/s
07:47-08:00	Hitamæling	0-300	Upphitun	H0914074.dat	Eftir upptekt – gel í holu
08:10-08:30	Vídd-X hluti	0-300	Skápar	X0914081.dat	Geltappi í botni
08:10-08:30	Vídd-Y hluti	0-300	Skápar	Y0914081.dat	Geltappi í botni
08:40-09:10	Nifteindir	0-300	Jarðlög	N0914084.dat	
08:40-09:10	Gamma	0-300	Jarðlög	G0914084.dat	
09:20-09:30	Viðnám 16"	65-300	Jarðlög	S0914092.dat	
09:20-09:30	Viðnám 64"	65-300	Jarðlög	L0914092.dat	
09:20-09:30	SP	65-300	Jarðlög	A0914092.dat	
09:40-10:05	Hitamæling	0-300	Upphitun	H0914094.dat	Eftir mæliprógram

5. JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR

Sýnum af borsvarfi var safnað í 125 ml dósir á tveggja metra fresti eins og venja er við samþærileg 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 nálægum holum þ.e. holu KJ-20 sem er aðeins í um 30 metra fjarlægð og holu KJ-14 sem er um 200 metrum vestan við KJ-31.

Jarðlagasnið

Í þeim hluta holu KJ-31 sem þessi skýrsla fjallar um er móberg ráðandi ásamt fáeinum þunn-um innskotslögum. Næst yfirborði eru hraunlög frá nútíma og ofan á þeim jarðvegsblönduð veðrunarkápa (regolith).

Einfölduð mynd af jarðlögum er sýnd á mynd 9 og er í grófum dráttum sem hér segir:

- 0-10 m Brúnleit jarðvegsblönduð veðrunarkápa eða breksía. Blanda af basalti, móbergi og jarðvegi með jarðhitaútfellingum.
- 10-28 m Glerjað basalt, fersklegt og bólstra- eða breksíulegt, blöðrótt og leirfyllt.
- 28-52 m Basalthraunlög, þrjú eða fjögur talsins. Efsta lagið er finkorna, blöðrótt og í hol-um er svartur leir. Nokkuð skörp lagskil er á um 36 metra dýpi og þar tekur við örlítið grófara og ólivín-þóleitlegra basalt, blöðrótt, talsvert oxað og kargalegt. Gætu verið þunn lög með karga á milli. Neðsti hlutinn er afar oxaður, blöðróttur og kargalegur en neðst í þessari basaltsyrpu er þétt og örlítið grófara basalt.
- 52-90 m Móberg. Glerrík breksía eða hlutkristallað, fersklegt og dilótt túff. Glerið, sem er fersklegt ofan til verður örlítið ummyndað þegar neðar dregur. Blöðrur eru samt langt frá því að vera fylltar, í þeim er dökkur leir, kalsít, kaldón/kvars og örsmá korn af pýriti.
- 90-110 m Þrjú þunn basaltlög sem skera móbergið, fremur finkorna og blöðrulaus að mestu og eru sennilega innskot í móberginu Nokkur ummyndun er í grennd við jaðra basaltlaganna en þá aðallega á neðra borði þeirra.
- 110-144 m Útfellingaríkt grænleitt ummyndað túff með gríðarlega miklum leir. Eitt til tvö þunn basaltlög skera móbergið á um 140 metra dýpi.
- 146-196 m Ljóst grænleitt útfellingaríkt túff, mikið ummyndað.
- 196-232 m Móbergsbreksía þar sem túffeinkennin eru minna áberandi og meira blandað basaltlegri kornum.
- 234-298 m Ljóst mjög ummyndað og holufyllingaríkt túff með miklu af pýrit. Blöðrur eru kringlóttar og eru hluti af perlitiskum strúktúr túffsins, en allt gler er horfið og túffeinkennin ekki glögg ef frá er talin lögunin á umræddum blöðrum. Þær eru fylltar finkristölluðum leir (klóríti?) eða kalsíti/kvarsi og nær undantekningalaust með pýriti. Algeng myndunarröð í sprungum og holufyllingum er frá holuvegg; pýrit – kvars/kalsít. Pýrit finnst einnig í grunnmassa. Túffið er glögglega annarrar gerðar en lögin fyrir ofan. Ekki er ásýndarmunurinn það greinilegur að unnt sé með góðu móti að flokka berggerðina nákvæmlega enda er bergið gríðarlega sundursoðið og ummyndað. Breytingin í gerð jarðlaganna kemur þó ekki einungis fram í breyttri ásýnd svarfsins heldur fer borhraði vaxandi í þessum hluta og greinileg skil koma fram í jarðlagamælingum. Bergið er nokkuð örugglega túff, en öll einkenni eru máð vegna hinnar miklu ummyndunar

300-308 m Dekkra túff, breksíulegra með epidóti og líkara því að það sé meira blandað basalti. Mikið holufyllt.

Ummyndun

Enginn vöxtur eða breyting verður á ummyndun í holunni ofanverðri og er þá átt við efstu 60 metrana. Nokkuð mikið er um svartan leir í holunni, í basaltinu myndar leirinn þunna skán innan í holunum en í móberginu er þær gjarnan fylltar. Analsím virðist vera langalgengast en situr oftast en ekki á svarta leirnum og er því ekki vel sýnilegt. Pýrít sést sem smákorn og er ekki ráðandi. Kalsedón og kalsít er til staðar og einnig er vottur af anhydriti í einstaka holu. Stílbít/heulandít finnst. Ekkert laumontít sést. Bergið er ferskt og ummyndun er á fremur lágu stigi. Dílar eru ferskir og grunnmassi einnig. Engir ólivindílar sjást, en málmur er lítið ummyndaður. Mest er ummyndunin í kringum skilin á milli basaltsins og móbergsins á 52-54 metrum.

Ummyndun er talsverð niður alla holuna neðan yfirboðsfóðringar en efsti hlutinn er nokkuð fersklegur að sjá og gler ferskt en nokkuð um ummyndunarsteindir í holunni og blöðrum en þær langt frá því að vera fylltar. Algengast er að sjá lághitazeólíta og kalsedón auk votts af kalsíti. Neðan við 100-104 metra dýpi verða nokkuð skörp skil þar sem bergið þar fyrir neðan er gríðarlega leirríkt eins og komið hefur fram. Leirinn er áberandi í svarfi allt niður undir skil í ummyndun á um 234 metra dýpi.

Kalsít, kvars og pýrít sjást niður alla holuna og á um 235 metra dýpi verða skörp skil er markast af pýrít, þar sem það sést í gríðarlegu magni og helst niður alla holuna. Þessi breyting sést einnig í jarðlagamælingunum, sérstaklega í viðnáms- og gammamælingu og einnig má merkja upphaf þessarar syrpu í breytingu á borhraða (sjá mynd 9). Jarðlögin eru mikið holufyllt og eru holufyllingar smáar. Fínkristallaður ljósgrænn leir (klórít ?) er áberandi. Ekki er auðvelt að greina á milli steinda í viðsjá og til þess þyrfti að beita XRD-greiningu. Þær steindir sem greindar eru með vissu í holunni eru kalsít, kvars, pýrít og epidót en það kemur mjög snögglega inn á um 300 metra dýpi þar sem verða nokkur skil í túffinu og það verður örlítið dekkra og líkst meira breksíu.

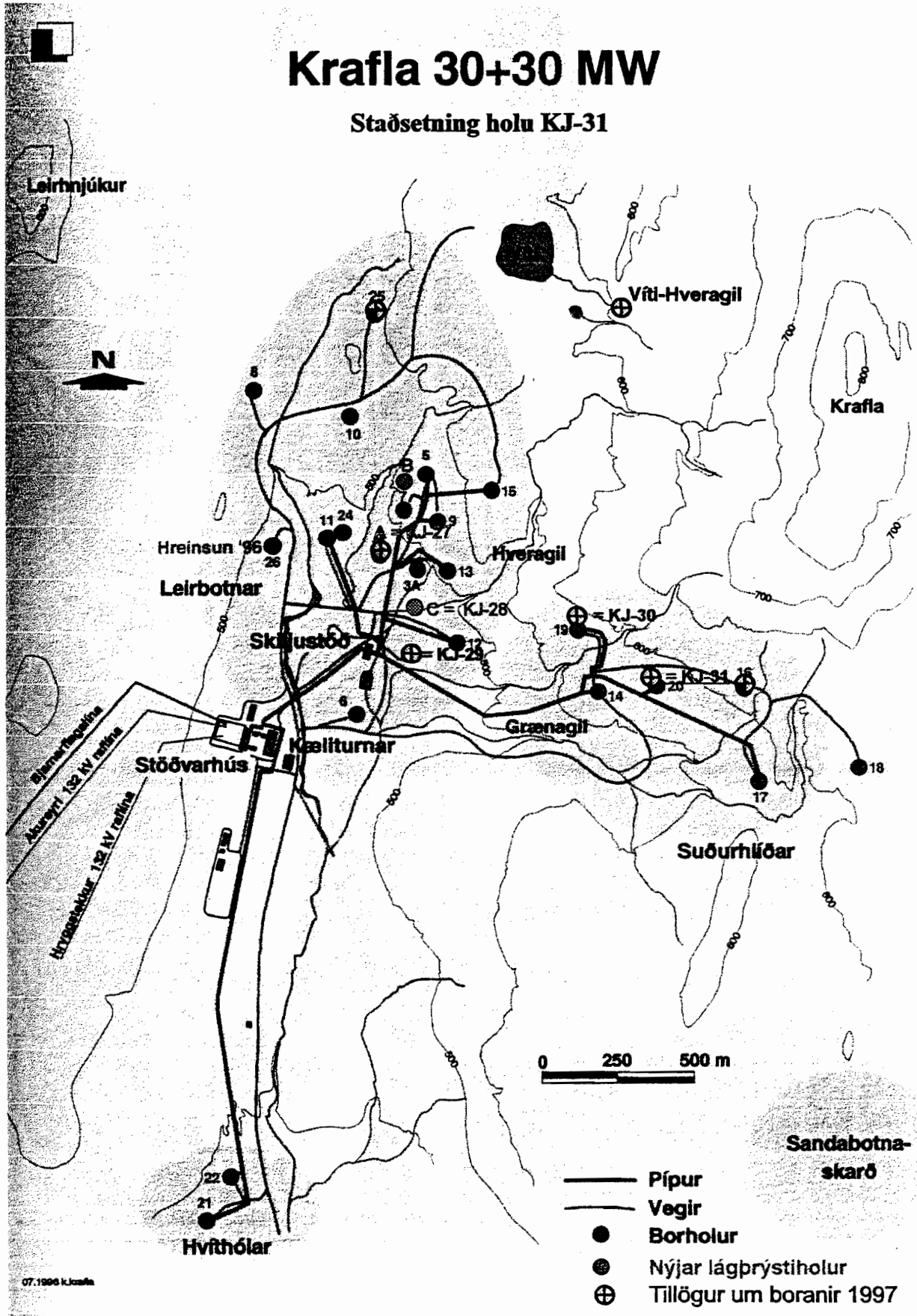
Vatnsæðar

- 155 m Örlítið brot í síðustu hitamælingunni (sjá mynd 6) en æðin ekki merkjanleg með öðrum hætti. Hitabrotið gæti verið ofan við þunnt basaltlag sem fer að bera á í svarfi nokkur neðar. Önnur smáæð virðist jafnframt vera neðan við lagið.
- 165 m Örlítið brot kemur fram í síðustu hitamælingunni og gæti verið um að ræða smáæð í tengslum við þunnt basaltlag sem sker móbergið.
- 185 m Smáæð sem kemur einungis fram í síðustu hitamælingunni.
- 265 m Um 3,5 l/s tap í borun. Æðin þéttist skömmu síðar en sést sem örlítið dekkra berg í svarfi í annars mjög ljósu og ummynduðu móbergi. Æðin sést ekki vel í hitamælingunum.

Æðarnar sem hér eru taldar upp eru allar minniháttar og vart merkjanlegar. Holan var þétt allan tímann meðan á borun stóð eins og komið hefur fram.

Krafla 30+30 MW

Staðsetning holu KJ-31



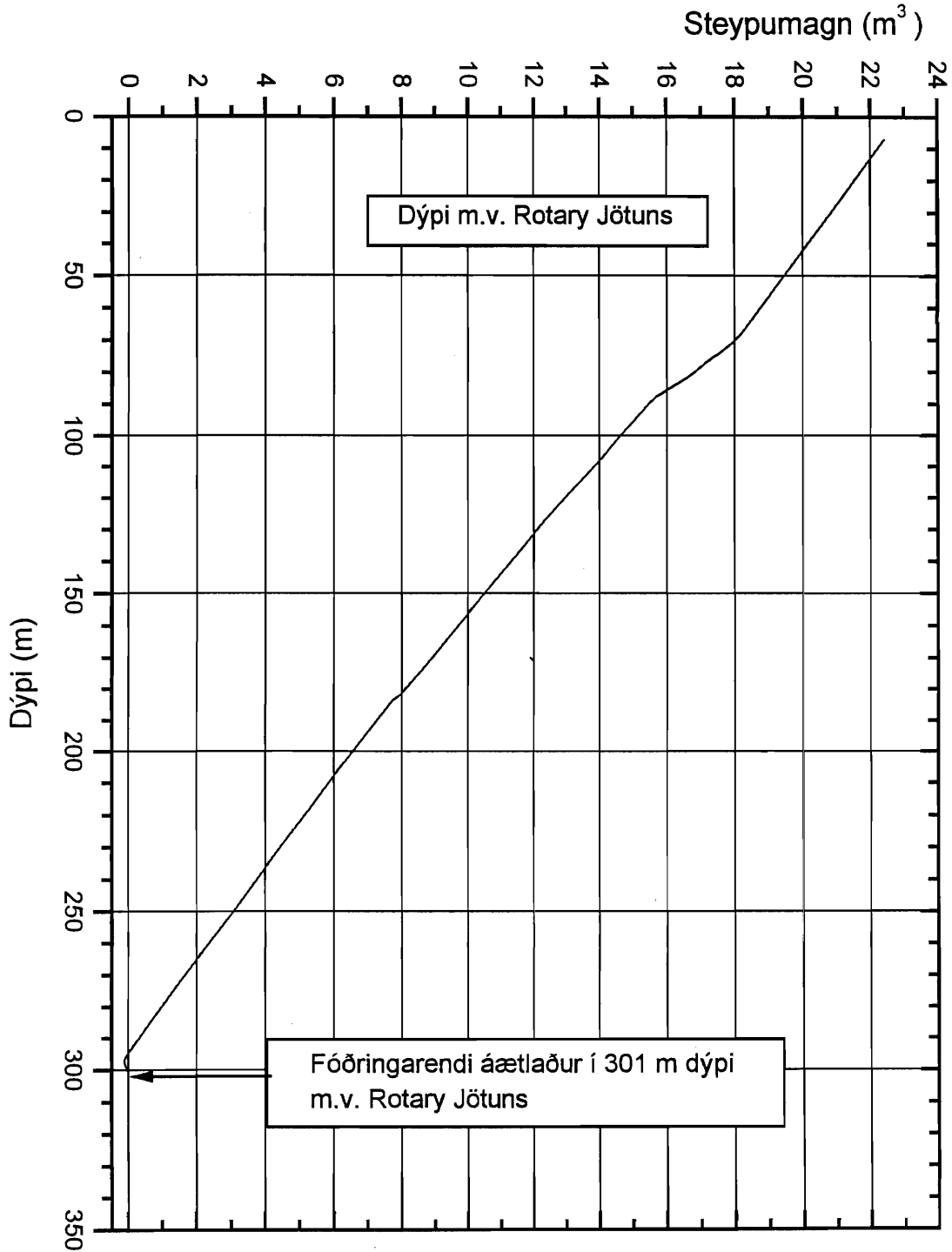
Mynd 1. Afstöðumynd.

Orkustofnun
Borholumælingar

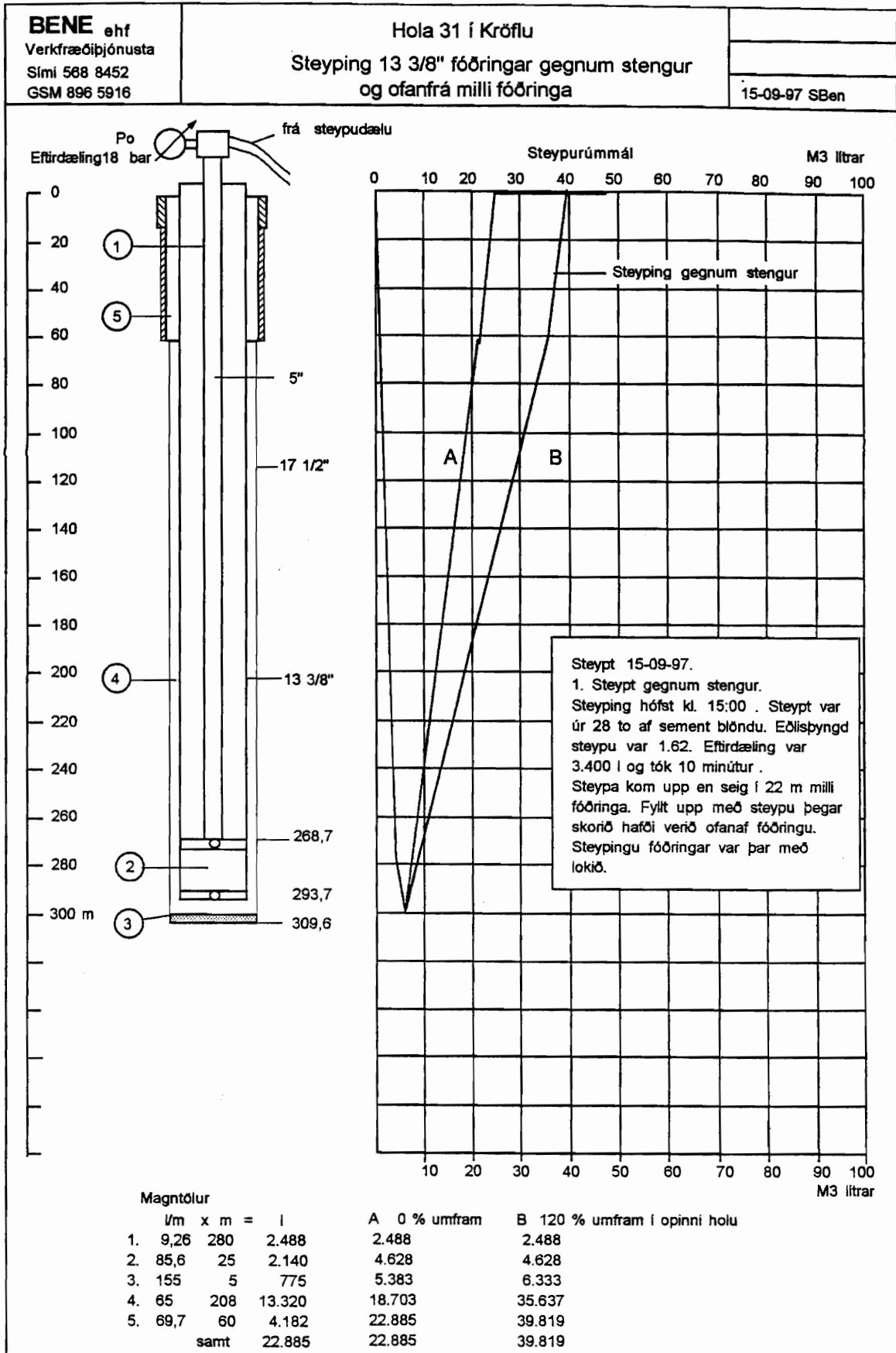
HS/SThor 14-09-1997

Krafla hola K-31

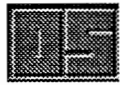
Steypumagn fyrir 13 3/8" fóðringu



Mynd 2. Reiknað steypumagn meðfram 13 3/8" fóðringu.



Mynd 3. Steyping 13 3/8" fódðingar.

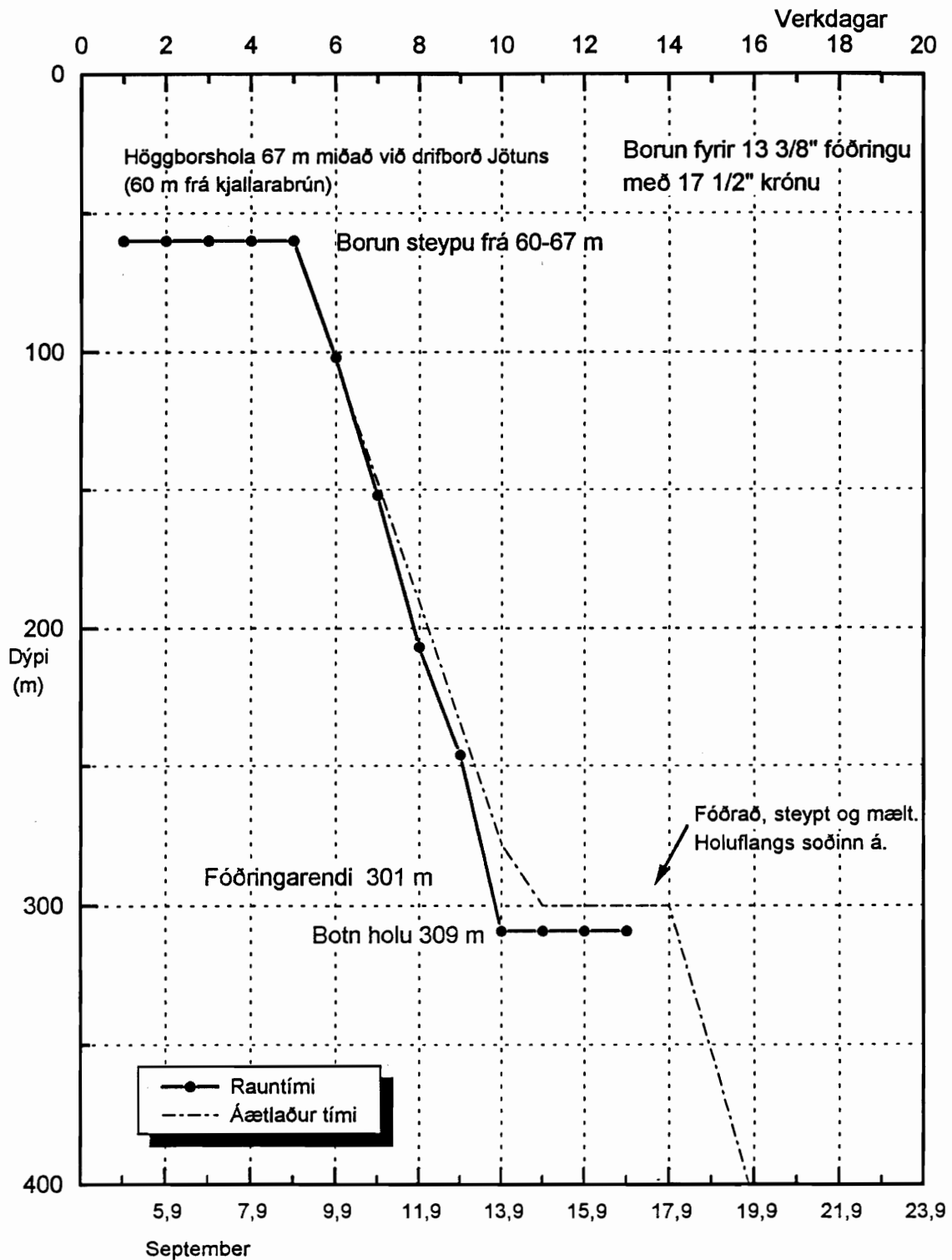


ORKUSTOFNUN
ROS

KRAFLA HOLA KJ-31

Gangur borunar í 1. áfanga

SSJo
09-09-97



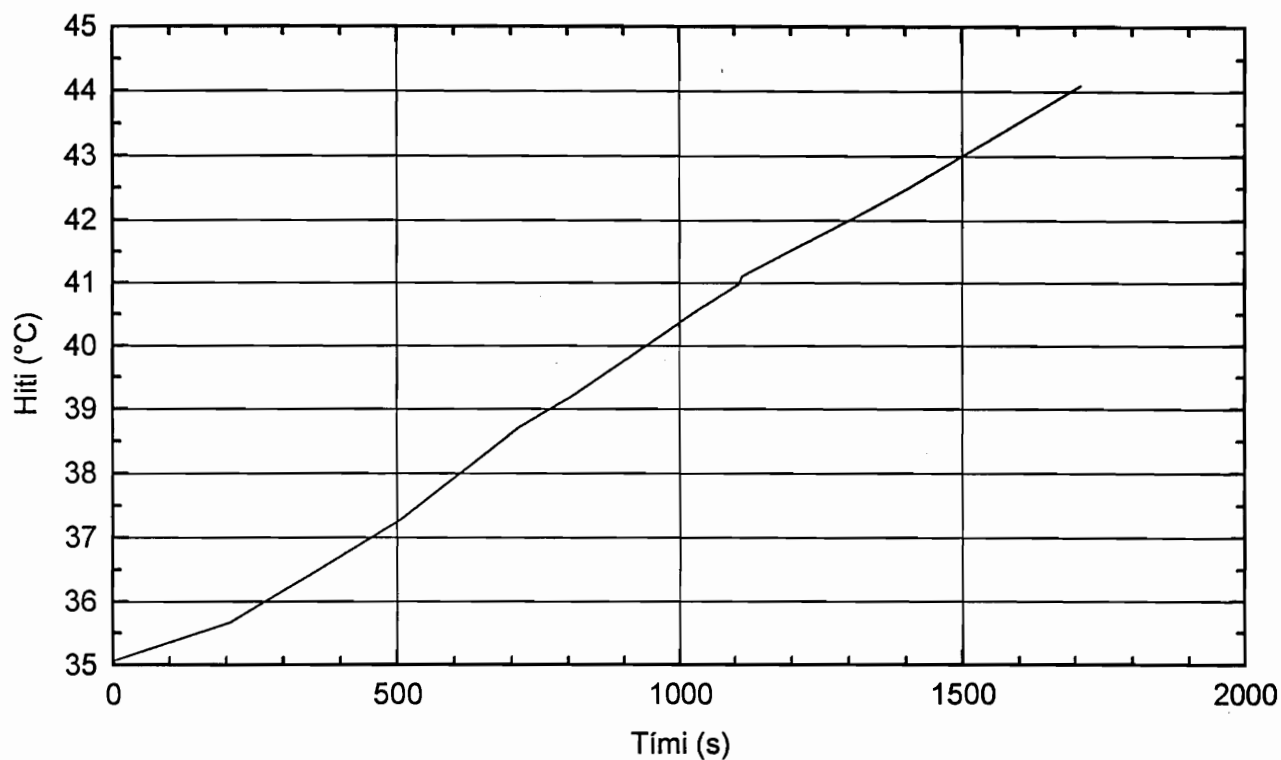
Mynd 4. Gangur borunar í 1. áfanga.

Orkustofnun
Borholumælingar

Krafla hola K-31

HS/SThor 14-09-1997

Upphitun á 294 m í stöngum, 14-09-1997

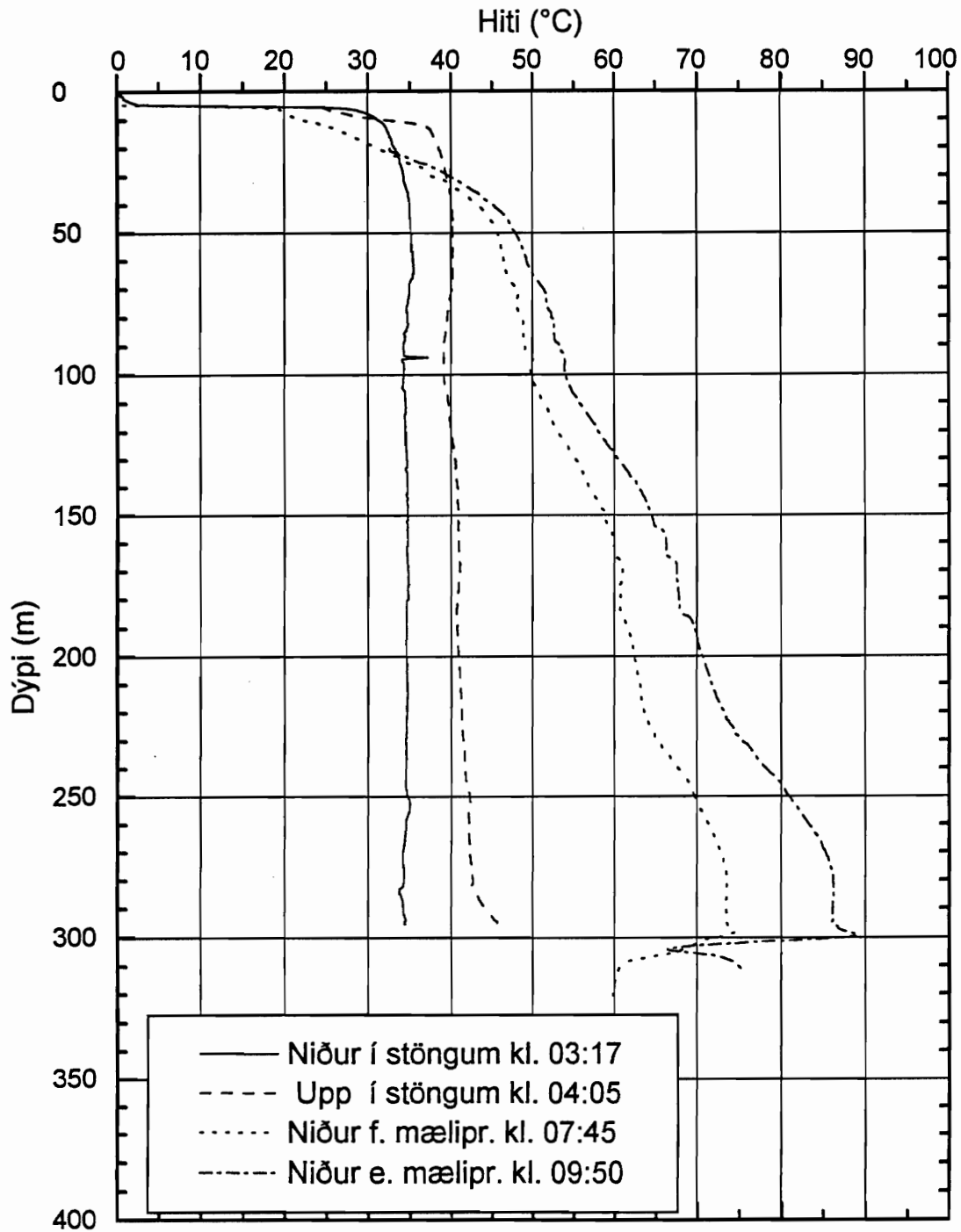


Mynd 5. Upphitun á 294 m dýpi í stöngum.

Orkustofnun
Borholumælingar

Krafla hola KJ-31

Hitamælingar í 1. áfanga, 14-09-1997



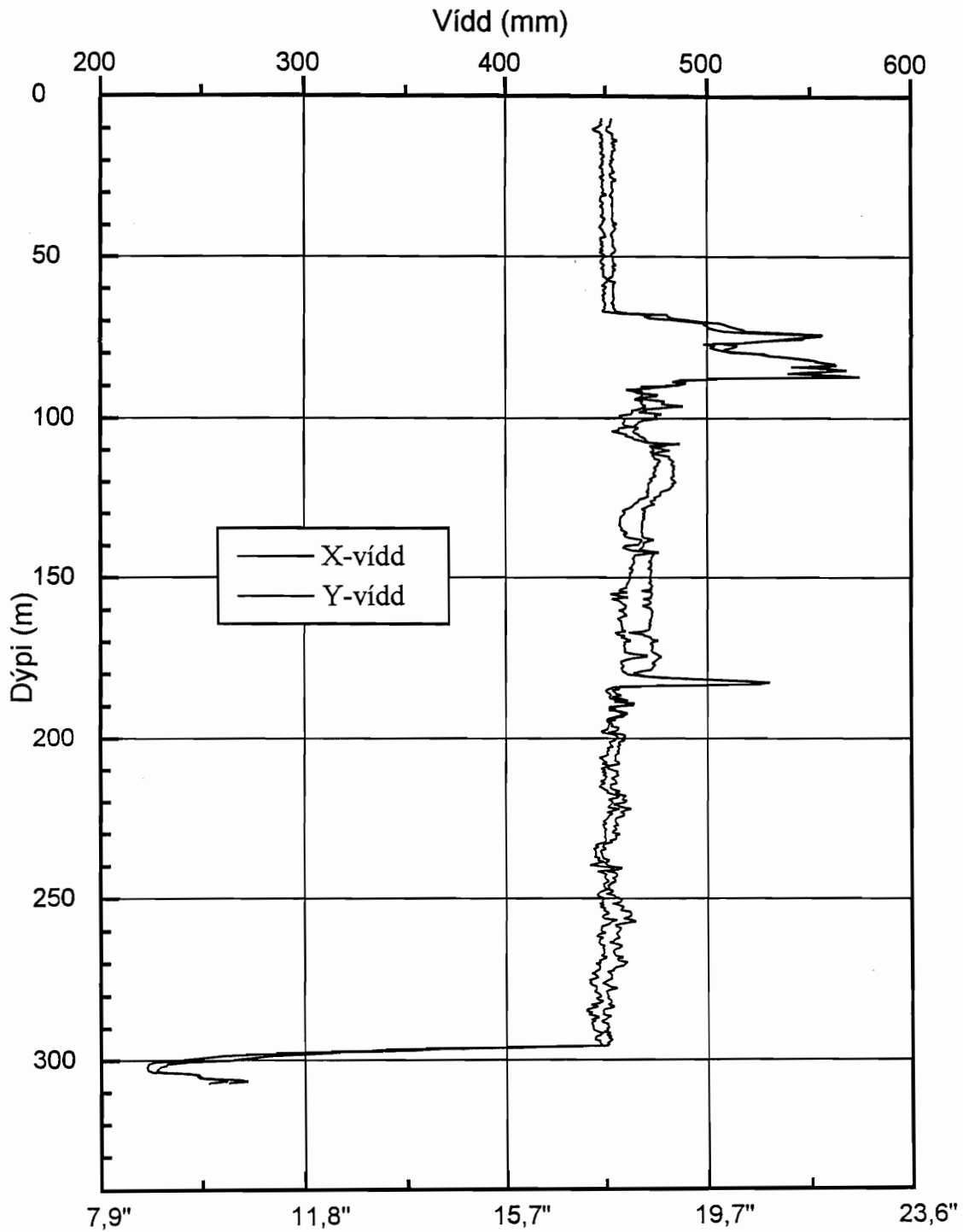
Mynd 6. Hitamælingar í 1. áfanga.

Orkustofnun
Borholumælingar

HS/SThor 14-09-1997

Krafla hola K-31

Víddarmælingar í 1. áfanga, 14-09-1997



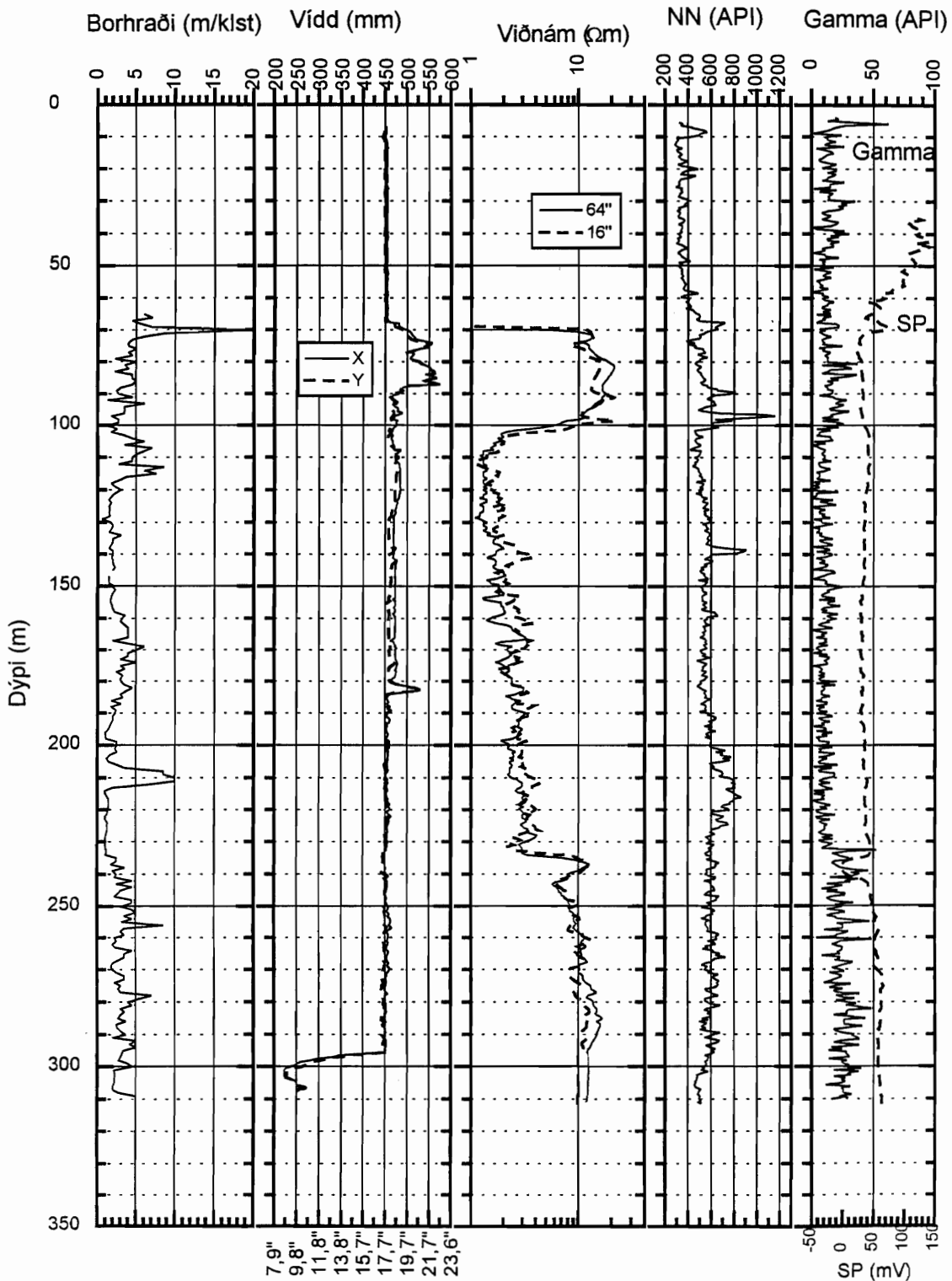
Mynd 7. Víddarmælingar í 1. áfanga.

Orkustofnun
Borholumælingar

Krafla hola K-31

HS/SThor/SSJo 14-9-1997

Jarðlagamælingar í 1. áfanga



Mynd 8. Jarðlagamælingar í 1. áfanga

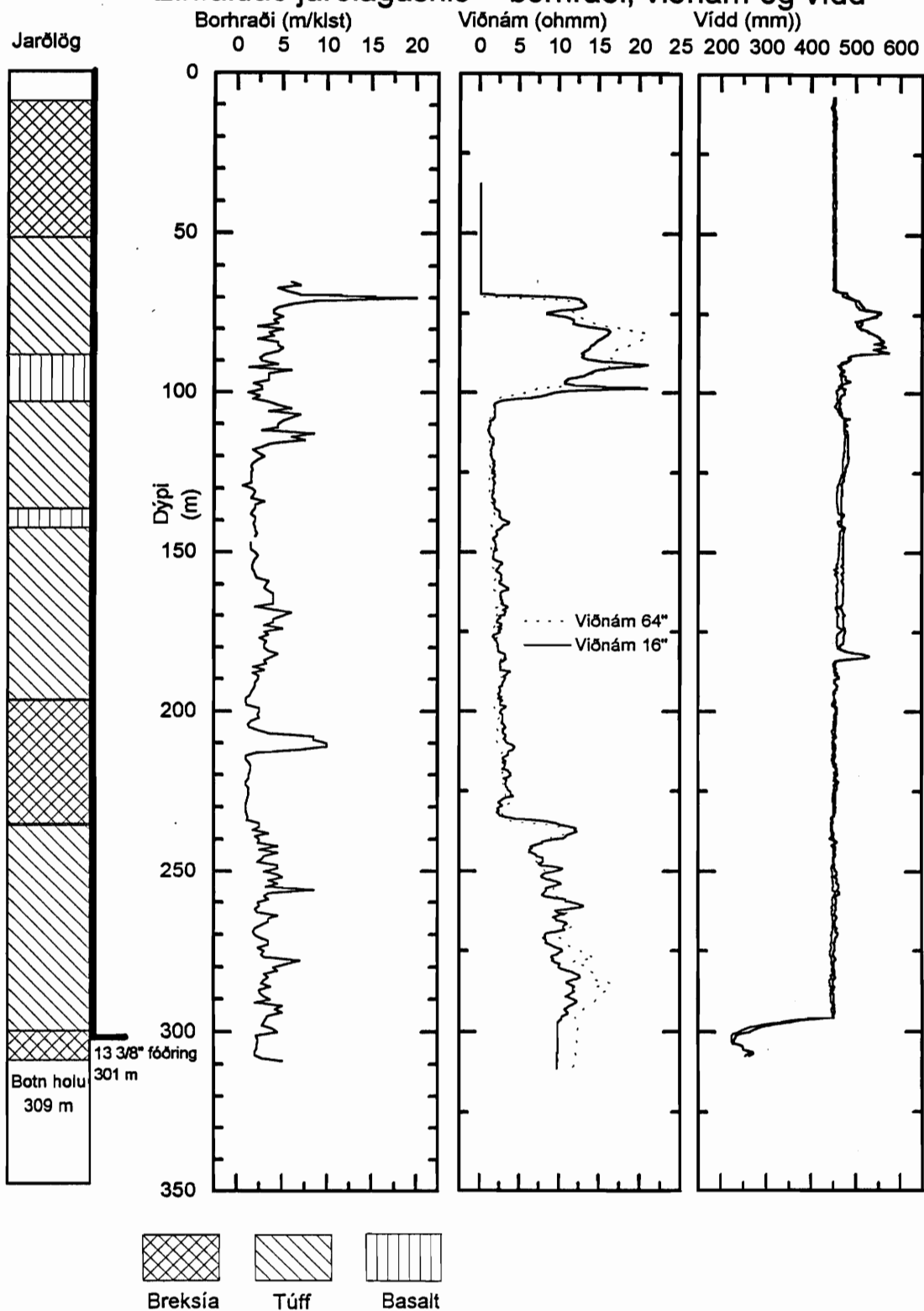


ORKUSTOFNUN
ROS

Krafla hola KJ-31, 1. áfangi

SSJo 09.09.97

Einfaldað jarðlagasnið -- borhraði, viðnám og vídd



Mynd 9. Einfaldað jarðlagasnið, borhraði, viðnám og vídd.