



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

## **KRAFLA**

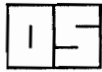
### **Borun 2. áfanga holu KG-26**

Ásgrímur Guðmundsson, Ómar Sigurðsson  
Sigurður Benediktsson, Jósef Hólmjárn  
og Dagbjartur Sigursteinsson

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-91041/JHD-24 B

Október 1991



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 612661

**KRAFLA**  
**Borun 2. áfanga holu KG-26**

Ásgrímur Guðmundsson, Ómar Sigurðsson  
Sigurður Benediktsson, Jósef Hólmjárn  
og Dagbjartur Sigursteinsson

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-91041/JHD-24 B

Október 1991

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. BORSAGA	4
3. MÆLINGAR	9
4. ÆREPADÆLING	10
5. JARÐLÖG OG UMMYNDUN	13

## MYNDIR

1. Borun holu KG-26	15
2. Hitamælingar í upphafi 2. áfanga	16
3. Steypumælingar í öryggisfóðringu	17
4. Einfaldað jarðlagasnið og skolmælingar	18
5. Hitamælingar í áðælingu fyrir örvunaraðgerðir	19
6. Hitamælingar í upphitun	20
7. Hitamælingar í áðælingu	21
8. Ærepadæling	22
9. Ærepadæling - 4. þrep	22
10. Jarðlög og jarðlagamælingar	23
11. Jarðlög og dreifing ummyndunarsteinda	24

## TÖFLUR

1. Borun 2. áfanga holu KG-26	4
2. Hallamælingar í holu KG-26	5
3. Skolmælingar við borun 2. áfanga KG-26	6
4. Fóðrunarskýrsla	7
5. Mælingar í 2. áfanga	9
6. Dæluprófun - Nemi á 650 m dýpi	11

## 1. INNGANGUR

Í verklýsingu var tíunduð öll framkvæmd við hvern boráfangna fyrir sig og er hér á eftir tekið orðrétt upp úr verklýsingu holu KG-26 útlistun á borun 2. áfanga.

"Vinnsluhluti holunnar verður boraður niður í allt að 1200 m dýpi og fódraður síðan með 7" leiðara. Framkvæmdin verður eins og hér segir:

- a. Öryggislokinn er tekinn af og vinnslufóðringin skorin í sundur þannig að efri brún á fóðringarflansi verði 657 mm frá kjallaragólfi. Endanlegur holuflans er soðinn á holuna, 12" x ANSI 900.
- b. Holutopps- og öryggislokabúnaði er komið fyrir.
- c. Áður en steypan, flotkollinn og flotskórinn eru boruð út er öryggislokum lokað að stöng og þrýstiprófað. Holan er fyllt af vatni og 20 bar þrýstingur settur á og látinn standa í 15 mínútur. Athugað er hvort leki kemur fram og einnig er opunar- og lokunartími lokanna skráður ásamt þrýstingi í holu við upphaf og lok þrýstiprófunar. Stálleiðaleiðsla skal tengd kæfingarloka holunnar frá dælu borsins.
- d. Holan er boruð með 12 1/4" borkrónu, krónurýmara og einni stýringu milli fyrstu og annarrar álagsstangar og annarri stýringu milli annarrar og þriðju álagsstangar. Einstefnuloki er hafður við krónuna. Skolvatn sem notað er við borunina þarf að vera um 40 l/s, og þarf vatnsveitan að hafa þá afkastagetu.
- e. Holan er hallamæld á 100 m fresti. Bora skal holuna sem næst lóðréttu og fari hallinn yfir 3°, skal athuga aðgerðir til að rétta holuna af.
- f. Ákvörðun um lokadýpi verður tekin á staðnum, samkvæmt tillögu jarðfræðings Orkustofnunar.
- g. Áður en borstrengurinn verður hífður upp úr holunni verður holan kæld rækilega og hitamælingar gerðar til að ganga úr skugga um að goshætta sé ekki til staðar.
- h. Ef aðstæður leyfa er holan hita-, víddar- og jarðlagamæld eftir að borstrengurinn hefur verið tekinn upp.
- i. Mikilvægt er að vatn sé látið leka stöðugt á holuna, þannig að hún nái ekki að hitna upp.
- j. Raufaður leiðari 7" er settur í holuna í lokin með fóðringarskó neðst. Miðað er við að leiðarinn sé hengdur um 20 m frá botni holunnar og að hengistykkið sé um 30 m upp í vinnslufóðringunni. Efst á leiðaranum er hengistykki með 7" buttress pinna og gripklossum fyrir 13 3/8" fóðringu. Þegar leiðarinn hefur verið settur, er sleppistykkið aftengt og tekið upp.
- k. Öryggislokar, borloki og pinnboltaflans eru teknir af.
- l. Pinnboltaflans með slíf og endanlegur holuloki (ANSI 900) eru settir á holuna.
- m. Áður en borinn er tekinn af holunni er hún þrepaðæld og er áætlað að það taki hálfan sólarhring."

Með því lýkur öðrum áfanga.

Áætlun borverksins borin saman við raunverulegan verktíma er sýnd á mynd 1.

## 2. BORSAGA

Miðvikudaginn 3. júlí mættu bormenn í Kröflu, eftir frí, til vinnu við 2. áfanga. Byrjað var á því að koma borventli fyrir og síðan öryggislokum. Það kom í ljós að vatnsborð hafði sigið um 40 m í fóðringunni og var ekki um annað að ræða en að komast fyrir lekann sem þessu olli. Rökstuddur grunur lék á að lekinn væri tengdur skotgötunum á 140-145 m dýpi. Því til staðfestingar var holan hitamæld skömmu eftir miðnætti fimmtudaginn 4. júlí (mynd 2). Borstangir voru settar niður á 133 m dýpi. Á tímabilinu frá kl. 8:52-9:23 var steyppt í gegnum stangir og var lokað að borstöngum á meðan með öryggisloka. Steyppt var úr 14,7 tonnum af portlandssementi með eðlisþyngd um 1,80 g/cm<sup>3</sup>. Seinni part dags og fram að miðnætti var steypa boruð út. Komið var niður á hana á 115 m dýpi og borað samfellt niður að skotgötum á 140,5 m. Smá fyrirstaða var þar fyrir neðan á 157 m dýpi, en slakað var niður í 160 m. Að steypuborun lokinni var holan CBL-mæld frá kl. 1-3 aðfaranótt föstudagsins 5. júlí. Niðurstöður mælingarinnar eru sýndar á mynd 3 og sést þar að steypan er góð. Þá voru settar niður stangir til að kæla holuna fyrir niðurstetningu krónu.

Til borunar 2. áfanga var settur niður borstrengur sem hér segir: 311 mm (12 1/4") af gerðinni J-44, tengistykki, krónustýring (1,23 m), tengistykki, álagsstöng, strengstýring (1,70 m), 11 álagsstangir, tengistykki (cross-over) og borstangir. Heildarþyngd álagsstanga var rúmlega 15 tonn, sem bauð upp á um 12 tonna hámarksálag á borkrónu. Komið var niður á steypu á 370 m dýpi og steypa, flotkollu og botnskór boruð í 6,5 tíma. Borun í berg hófst kl. 14:30 föstudaginn 5. júlí á 425 m dýpi. Ekki kom til neinna skakkafalla meðan á borun stóð eins og fram kemur í töflu 1. Þar er getið um borárangur fyrir hvern sólarhring, þar til lokadýpi er náð. Minniháttar töf var vegna viðgerðar á bordælu og stundum þurfti að skola svarf úr holu eftir hallamælingar. Til dæmis var komið 7-8 m botnfall eftir hallamælingu á 650 m dýpi.

Tafla 1. BORUN 2. ÁFANGA HOLU KG-26

Dagsetning	Borun (m)	Bortími (klst.)	Borhraði (m/klst.)	Tími á krónu (klst.)	Dýpi (m)
05. júlí 91	31,00	9,00	3,44	9,00	456,00
06. júlí 91	125,00	21,00	5,95	30,00	581,00
07. júlí 91	117,00	20,00	5,85	50,00	698,00
08. júlí 91	105,00	21,50	4,88	71,50	803,00
09. júlí 91	71,00	20,00	3,55	91,50	874,00
10. júlí 91	88,00	22,00	4,00	113,50	962,00
11. júlí 91	92,00	21,50	4,28	135,00	1.054,00
12. júlí 91	85,00	22,00	3,86	157,00	1.139,00
13. júlí 91	61,00	22,50	2,71	179,50	1.200,00
14. júlí 91	10,00	3,50	2,86	183,00	1.210,00
	785,00	183,00	4,14	183,00	1.210,00

Meðalborhraði var 4,14 m/klst og var sama borkrónan notuð allan tímann. Álag á krónu var á bilinu 3 - 12 tonn og réð bergharkan þar mestu um. Minna álag þurfti í efri hluta holunar, en í neðri hlutanum var bergharkan meiri og fór þá álagið sjaldan niður fyrir 8 tonn. Snúningur á krónu var að jafnaði 55-65 sn/mín. Hallamælingar voru gerðar reglulega meðan á borun stóð til að sjá til þess, að holan héldist sem næst því að vera bein (lóðrétt). Niðurstöður þeirra eru sýndar í töflu 2 ásamt mögulegu hámarksfráviki frá lóðréttu, það vill segja fjarlægð holubotns frá holutoppi í láréttu plani.

Tafla 2. Hallamælingar í holu KG-26.

Dýpi (m)	Dýpkun (m)	Halli (°)	Frávik (m)
150	150	1,0	2,62
300	150	1,1	2,88
450	150	1,0	2,62
550	100	1,7	2,97
650	100	1,2	2,09
750	100	0,5	0,87
850	100	0,2	0,35
1000	150	1,7	4,45
1175	175	2,6	7,94
			26,79

Meðan á borun stóð var fylgst reglulega með skolvökvanum eins og fram kemur í töflu 3 og á mynd 4. Mælt var á fjögurra tíma fresti mismunur á skoli niður í holu og upp, afköst bordæla, þrýstingur á dælum og mismunur á hitastigi skolsins niður og upp. Eins og sést í töflu 3 og á mynd 4 þá var skoltap lítið til að byrja með og jókst hægfara. Í fyrstu mælingum var skoltap innan við 1 l/s og þegar endanlegu holudýpi var náð, þ.e. 1210 m dýpi, þá töpuðust aðeins um 8 l/s. Heildarskoltap gefur góða hugmynd um væntanleg afköst. Þess vegna var ekki búist við miklu af holunni að óbreyttu. Þá var brugðið á það ráð að reyna örvunaraðgerðir. Að borun lokinni var holan skoluð og kæld, en áður en að örvunaraðgerðum kom var hallamælt á 1175 m dýpi og síðan hita- og þrýstimælt (mynd 5). Áætlun um örvunaraðgerðir var á þessa leið:

- Hætta dælingu á holuna
- Holan látin hitna í 12 - 16 tíma
- Snöggkæla holuna í gegnum borstreng

Ef árangur mundi verða óviðunandi þá væri ástæða til að endurtaka aðgerðina. Klukkan 10:30 sunnudagsmorguninn 14. júlí var hætt að dæla á holuna og upphitun byrjaði. Fylgst var með upphituninni eins og fram kemur á mynd 6. Vatnsborð var á 129 m dýpi við upphaf aðgerðarinnar. Á miðnætti eftir 13 1/2 tíma upphitun, þá var dæling sett á og eftir 1 klst var skoltapið komið í 17 l/s. Tveimur tímum síðar var tapið komið í 23 l/s. Klukkan 3:40 - 5 var holan hitamæld (mynd 7) og leiddi það að þeirri niðurstöðu að ekki væri þörf á frekari örvunaraðgerðum. Forsendur fyrir því voru þær, að snögg kæling á heitu bergi getur orsakað kælissprungur, sem vatnið leitar út í, og kælir síðan lengra frá holunni. Ennfremur getur kælingin víkkað út sprungur, sem þegar eru til staðar. Skoltapsaukningin úr 8 l/s í 23 l/s þótti nægjanleg til þess að hraða kælingunni, þannig að tapið mundi aukast jafnt og þétt eða eins og berg og sprungur leyfðu.

Undir morgun og fram yfir hádegi var borstrengurinn tekinn upp og stangir lagðar út á grindur nema þær sem nota átti við niðursetningu leiðarans (21 standur). Byrjað var á mælingaþrógrami kl. 14:30 og því var lokið kl. 21:00. Þá var leiðarinn settur niður og hengdur í vinnslufóðringuna á 387 m dýpi, en neðri endinn var 15 m frá botni. Allar nánari upplýsingar um leiðarann er að finna í töflu 4. Síðan var tekið upp úr holunni og stangir lagðar út á grindur að undanskildum 200 m (11 standar), sem nota átti við þrepaðælingu. Umfjöllun um þrepaðælingu eru í samnefndum kafla. Þrepaðælingu lauk klukkustund eftir miðnætti þann 17. júlí og var heildarskoltap þá komið í 41 l/s.

Tafla 3. Skolmælingar við borun 2. áfanga KG-26

Dagsetn.	Dýpi m	Prýst. (PSI)	Dæla 2 slög	Dæla 2 l/s	Skolhr. m/mín	Skoltap cm í kari	Skoltap l/s	Skol upp °C	Skol niður °C	Mism. °C
05.07.90	435	150	40	26,76	24,4	0	0,0	28,2		
05.07.90	442	250	52	34,79	31,8	2	0,7	27,3	20,1	7,2
06.07.91	456	500	68	45,49	41,5	2	0,7	26,2	19,5	6,7
06.07.91	471	500	64	42,82	39,1	2	0,7	30,4	19,2	11,2
06.07.91	491	500	58	38,80	35,4	3	1,0	28,4	20,1	8,3
06.07.91	511	350	55	36,80	33,6	6	2,1	29,6	22,7	6,9
06.07.91	534	400	57	38,13	34,8	4	1,4	31,1	23,2	7,9
06.07.91	554	400	60	40,14	36,6	8	2,7	32,4	23,9	8,5
07.07.91	589	450	62	41,48	37,9	5	1,7	30,2	23,5	6,7
07.07.91	596	450	62	41,48	37,9	8	2,7	31,4	20,0	11,4
07.07.91	615	400	54	36,13	33,0	8	2,7	29,9	21,9	8
07.07.91	642	400	56	37,46	34,2	8	2,7	31,8	22,1	9,7
07.07.91	662	400	56	37,46	34,2	9	3,1	33,5	24,2	9,3
07.07.91	680	500	64	42,82	39,1	8	2,7	35,2	22,4	12,8
08.07.91	698	500	64	42,82	39,1	8	2,7	31,5	21,5	10,
08.07.91	718	550	68	45,49	41,5	8	2,7	30,7	20,7	10,
08.07.91	742	450	61	40,81	37,2	9	3,1	32,1	20,3	11,8
08.07.91	758	450	61	40,81	37,2	8	2,7	29,4	22,3	7,1
08.07.91	776	450	60	40,14	36,6	10	3,4	29,3	20,6	8,7
08.07.91	788	450	64	42,82	39,1	10	3,4	28,9	20,9	8,
09.07.91	803	450	64	42,82	39,1	10	3,4	29,4	21,4	8,
09.07.91	812	400	68	45,49	41,5	8	2,7	25,8	15,2	10,6
09.07.91	834	600	43	28,77	26,3	11	3,8	25,1	18,1	7,
09.07.91	846	550	44	29,44	26,9	13	4,4	24,8	17,9	6,9
09.07.91	860	550	48	32,11	29,3	13	4,4	23,3	14,2	9,1
10.07.91	874	700	52	34,79	31,8	10	3,4	23,8	14,1	9,7
10.07.91	887	650	52	34,79	31,8	10	3,4	22,9	14,0	8,9
10.07.91	903	600	45	30,11	27,5	11	3,8	23,9	16,2	7,7
10.07.91	913	550	45	30,11	27,5	13	4,4	22,8	15,8	7,
10.07.91	925	600	46	30,77	28,1	12	4,1	22,8	16,5	6,3
10.07.91	945	600	46	30,77	28,1	16	5,5	24,2	16,1	8,1
11.07.90	962	600	46	30,77	28,1	16	5,5	22,2	17,2	5,
11.07.90	977	750	54	36,13	33,0	14	4,8	24,1	18,5	5,6
11.07.90	997	650	49	32,78	29,9	14	4,8	25,3	19,3	6,
11.07.90	1009	650	51	34,12	31,1	15	5,1	23,8	17,2	6,6
11.07.90	1031	700	53	35,46	32,4	19	6,5	24,9	15,3	9,6
11.07.90	1040	700	55	36,80	33,6	19	6,5	24,0	18,2	5,8
12.07.90	1054	750	54	36,13	33,0	20	6,8	23,4	18,4	5,
12.07.90	1072	700	54	36,13	33,0	20	6,8	23,7	19,0	4,7
12.07.90	1088	700	55	36,80	33,6	20	6,8	23,5	17,5	6,
12.07.90	1104	650	52	34,79	31,8	22	7,5	24,9	15,5	9,4
12.07.90	1113	700	53	35,46	32,4	21	7,2	24,6	19,5	5,1
12.07.90	1126	700	54	36,13	33,0	22	7,5	23	17,8	5,2
13.07.91	1139	750	56	37,46	34,2	26	8,9	23,9	20,3	3,6
13.07.91	1152	750	56	37,46	34,2	24	8,2	23,5	19,5	4,
13.07.91	1163	750	55	36,80	33,6	32	10,9	23,5	19,5	4,
13.07.91	1173	700	52	34,79	31,8	25	8,6	24,5	20,2	4,3
13.07.91	1180	700	52	34,79	31,8	26	8,9	23,3	17,3	6,
13.07.91	1189	750	54	36,13	33,0	26	8,9	23,5	17,5	6,

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR		VERKKAUPI
800	KG-26	Krafla		Landsvirkjun
VÍÐ HÖLU	DÝPT HÖLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.	ÚTFYLLT
12 1/4"	1.204,66	3	91.07.15-16	1991.07.16 DSig.

FJARLEGD KJALLARABRÚN — KRAGI				2,60 m	
FÓÐRING	PVERM. UTAN	7"	INNAN	159,4	
	GERÐ	K-55	ÞYNGD	26 lbs/ft	
	TENGI Skrúfuð Buttress				
	NOTAÐ	811,04 m	FRÁ KRAGA	1.194,91 m	
	KRAGI (FLANGS) Burns upphengja í				
	SKÓR	VEG stýriskór		381,30 m	
	MÍÐJUST.	stk.	STEYPUT.	stk.	
STEYPING	SEMENT kg				
	SEMENT kg				
	ÍBL.EFNI kg				
	ÍBL.EFNI kg				
	TAFAEFNI		kg	EÐLISP. STEYPU	
	STEYPUTÆKI				
	STEYPINGARTÍMI mín				
	EFTIRDÆLING. MAGN		I TÍMI	mín	
	STEYPA KOM UPP		<input type="checkbox"/> JÁ	<input type="checkbox"/> NEI	
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA m				
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR h				
	SEMENT	kg	ÍBL.EFNI	kg	
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR h				
	STEYPA BORUD EFTIR h				
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI m				
VERKTÍMI	RÖR	STEYPA	TOPPUR	TAFIR	ALLS
	h	10,0			17,0
ATH. H framan við röranúmer stendur fyrir heilt óraufað rör.					
Leiðarinn er hengdur upp með Burns Liner Hanger 9 5/8 x 13 3/8, þar undir er millistykki 9 5/8" x 7".					
Leiðarinn er 10 m frá botni.					

RÖRATALNING		
LENGD	NR <sup>1)</sup>	ALLS m
1,22	upp hengi	381,30
	milli stykki	382,52
1,00		383,52
11,87	H 1	395,39
12,66	H 2	408,05
12,59	H 3	420,64
13,23	4	433,87
13,67	5	447,54
13,42	6	460,96
11,16	7	472,12
13,01	8	485,13
13,10	9	498,23
12,12	10	510,35
12,63	11	522,98
12,54	12	535,52
12,88	13	548,40
12,28	14	560,68
11,34	15	572,02
12,82	16	584,84
12,89	17	597,73
13,45	18	611,18
12,39	19	623,57
13,09	20	636,66
11,34	21	648,00
11,67	22	659,67

05.82 20x30FDH

1) X=MÍÐJUSTILLAR. ÁVALLT ER TALID FRÁ FLANGSI EÐA UPPHENGJU





Þegar þrepaðælingu lauk var ákveðið að kanna hvort örva mætti holuna ennfrekar með því að dæla miklu vatnsmagni undir þrýstingi á holuna í stuttan tíma. Dælt var 66 l/s í 15 mínútur við 360 - 390 psi þar af var viðnám í stöngum um 260 psi. Þrýstingur til áhrifa var því aðeins 100 - 130 psi. Ekki var búist við neinum frekari árangri með slíkri ádælingu enda var holan nokkuð vel opin.

Aðgerðum á holunni í þessum áfanga var lokið kl. 2:30 miðvikudaginn 17. júlí 1991 og mastur borsins fellt þá um morguninn. Annar áfangi tók 15 verkdays og var unninn á tímabilinu 3. - 17. júlí. Heildartími Gufubors á holu KG-26 var kominn upp í 31 verkdays þegar holudýpi var 1210 m og gengið hafði verið frá fóðringum (mynd 1).

### 3. MÆLINGAR

Að venju var mælingarbill Orkustofnunar á staðnum meðan á borun stóð. Áður en borun hófst var mældur hiti vegna leka í holu við skotgötin. Ennfremur var CBL-mælt að lokinni síðustu fóðringarsteypingu, en allar mælingar í 2. áfanga eru tíundaðar í töflu 5.

Tafla 5. Mælingar í 2. áfanga

Dags.	Upph. tími	Loka tími	Holu-nafn	Mæling	Upph. dýpi	Loka dýpi	Mældir metrar	Mæli tæki	Mælinga menn	Svuntu nr.
04-JUL-91	1,50	1,83	KG-26	Hiti	,0	360	360	R47454	JH	10369
05-JUL-91	1,25	2,75	KG-26	CBL	,0	160	160	R47454	JH/ÁsG	10370
	1,25	2,75	KG-26	CBL	,0	160	160	R47454	JH/ÁsG	10371
14-JUL-91	7,25	8,00	KG-26	Hiti	,0	1186	1186	R47454	JH/Ómar	10372
	9,00	9,75	KG-26	Hiti	,	1186	1186	R47454	JH/Ómar	10373
	10,00	10,33	KG-26	Þrýstingur	,0	380	380	R47454	JH/Ómar	10374
	10,33	13,00	KG-26	Þrýstingur	360,0	360		R47454	JH/Ómar	10375
	13,00	13,33	KG-26	Þrýstingur	,0	360	360	R47454	JH/Ómar	10376
	13,33	14,00	KG-26	Hiti	,0	1186	1186	R47454	JH/Ómar	10377
	15,50	16,17	KG-26	Hiti	,0	1186	1186	R47454	JH/Ómar	10378
	22,00	22,67	KG-26	Hiti	,0	1186	1186	R47454	JH/Ómar	10379
15-JUL-91	3,75	4,33	KG-26	Hiti	,0	1186	1186	R47454	JH	10380
	4,92	5,50	KG-26	Hiti	,0	1186	1186	R47454	JH	10381
	14,83	15,67	KG-26	Hiti	,0	1206	1206	R47454	JH/Ómar	10832
	16,17	17,42	KG-26	Holuviðd	,0	114	1140	R47454	JH/Ómar	10383
	17,50	19,67	KG-26	Nifteindir	,0	110	1100	R47454	JH/Ómar	10384
	17,50	19,67	KG-26	Gamma	,0	110	1100	R47454	JH/Ómar	10385
	17,50	19,67	KG-26	R16"	,0	115	1150	R47454	JH/Ómar	10386
	17,50	19,67	KG-26	R64"	,0	115	1150	R47454	JH/Ómar	10387
	17,50	19,67	KG-26	R16"	,0	115	1150	R47454	JH/Ómar	10388
	17,50	19,67	KG-26	R64"	,0	115	1150	R47454	JH/Ómar	10389
16-JUL-91	15,17	15,67	KG-26	Þrýstingur	,0	670	670	R4745	JH/Ómar	10390
	15,67	16,00	KG-26	Þrýstingur	650,0	650		R47454	JH/Ómar	10391
	16,00	17,83	KG-26	Þrýstingur	650,0	650		R47454	JH/Ómar	10392
	17,83	20,17	KG-26	Þrýstingur	650,0	650		R47454	JH/Ómar	10393
	20,17	22,17	KG-26	Þrýstingur	650,0	650		R47454	JH/Ómar	10394
	22,17	,08	KG-26	Þrýstingur	650,0	650		R47454	JH/Ómar	10395
17-JUL-91	,08	,58	KG-26	Þrýstingur	650,0	650		R47454	JH/Ómar	10396

Mælingar fóru eftir áætlun að öðru leyti en því, að nokkur aukning var á hitamælingum vegna örvunaraðgerða. Einnig bættust við mælingar í upphafi verksins vegna fóðringarsteypingar.

## 4. PREPADÆLING

Byrjað var að setja niður leiðara skömmu eftir miðnætti 16. júlí 1991. Meðan leiðari var settur niður lak á holuna gegnum frárennsli (flow line). Ekki er vitað hve mikið magn það var nákvæmlega, en talið að það hafi verið um 25 l/s. Eftir að hengistykki leiðara var komið niður fyrir öryggisloka var skipt yfir á dælu II og hún látin dæla í holuna meðan klárað var að setja leiðarann niður og þar til þrepaðælingin byrjaði. Skipt var á dælu II klukkan 10:10 og dælt 19,4 l/s í holuna fram til klukkan 16:03 er þrepaðælingin byrjaði.

Áður en þrepaðæling byrjaði var þrýstingur mældur niður á 667 m dýpi. Vatnsborð reyndist vera á um 49 m dýpi. Viðmiðunardýpi fyrir þrepaðælinguna var valið 650 m út frá hitamælingum og var mælirinn á því dýpi kl. 15:44. Þar var þrýstímælirinn látinn jafna sig að ríkjandi hita á því dýpi, en þrepaðælingin hófst kl. 16:03 með því að dæling var aukin í 35,4 l/s. Yfirlit þrepaðælingarinnar er birt í töflu 6 og sýnt á mynd 8. Um kl. 16:20 stefndi í að holan fyllti sig og var dæling því minnkuð í 32,1 l/s. Ekki dugði það til svo enn þurfti að minnka dælingu skömmu síðar og þá í 29,4 l/s. Þannig var holan látin jafna sig fram til kl. 17:57, að dæling var minnkuð í 19,4 l/s fyrir annað dæluþrepið. Þeirri dælingu var haldið stöðugri í nærri tvær og hálf klukkustund. Þá var dæling minnkuð aftur (12,6 l/s) og haldið þannig í tæpar tvær klukkustundir. Að lokum var dælingin aukin í 29,4 l/s og haldið þannig til loka þrepaðælingarinnar. Skömmu fyrir klukkan eitt aðfaranótt 17. júlí var byrjað að hífa þrýstímælinn upp um leið og þrýstistigullinn var mældur. Vatnsborð reyndist vera á um 19 m dýpi, en þetta er sennilega falskt vatnsborð, sem haldið er uppi af lofti í vatnssúlunni.

Skömmu eftir að þrepaðælingu lauk var ádælingin aukin í um 42 l/s (kl. 1:24) og virtist holan þá taka við um 40 l/s. Þá var hert að öryggislokum og dæling aukin á um 66 l/s. Þrýstingur á borstöngum hækkaði við það um 6,9 bar (100 psi). Þannig var dælt á holuna til kl. 2:20 um nóttina og lauk þá þessum aðgerðum.

Við úrvinnslu gagna úr þrepaðælingunni er sérstaklega eitt eftirtektarvert. Það er að í lok allra dæluþrepa er þrýstingurinn að nálgast eitthvert jafnvægisástand. Svipað kom einnig fram er fylgst var með þrýstingsjöfnum í lok borunar þann 14. júlí. Þetta þýðir að skammt frá holunni haldist þrýstingur nær óbreyttur meðan á dæluþrófun stendur og að breytileg dæling hafi lítil áhrif á hann. Fræðileg líkön sem mest eru notuð til túlkunar skammtíma prófunar og gera ráð fyrir víðáttu miklu vatnskerfi eiga ekki við í þessu tilfalli. Líkön, sem notuð eru til túlkunar þrepaðælingunni, verða því að gera ráð fyrir föstum þrýstingi við ytri mörk áhrifasviðs holunnar. Líkön sem gera ráð fyrir hringlaga mörkum um holuna má fella þokkalega að gögnum frá þrepaðælingunni (mynd 9). Niðurstöðurnar benda til að áhrifasvið holunnar nái aðeins nokkra tugi metra út frá henni. Samkvæmt líkönunum er vatnsleiðnin við holuna frekar lág ( $kh/\mu = 1,2 \times 10^{-08} \text{ m}^3/\text{Pas}$ ) jafnvel í samanburði við aðrar Kröfluholur. Vatnsrýmdin fæst hins vegar mjög há eða um  $\phi_{c,h} = 1,0 \times 10^{-06} \text{ m}^3/\text{Pa}$ , sem er um tveim stærðargráðum hærra, en almennt fæst fyrir einfasa vatnskerfi. Tregðustuðullinn er metinn um  $s = -1,25$ . Niðurstöðurnar eru sambærilegar fyrir þrjú síðustu dæluþrepi. Þá virðist holan opnari þ.e. tengsl hennar við jarðhitakerfið eru greiðari í þrepaðælingunni, en við lok borunar þann 14. júlí. Hví líkönin leggja svo hátt mat á vatnsrýmdina er ekki vitað, en tveggja fasa ástand getur valdið þetta hárrí sýndarrýmd.

Tafla 6. DÆLUPRÓFUN - Nemi á 650 m dýpi

Dagsetning	Tími mín	Tímabreyting mín	Þrýstingur bar	Dæling l/s	Athugasemdir
910719	1547	0,0	59,18	19,40	Dælt um Flow Line
910719	1600	13,0	59,23	19,40	
910719	1602	15,0	59,22	19,40	
910719	1604	17,0	59,22	19,40	Dæling aukin
910719	1605	1,0	59,72	35,40	Fyrsta þrep
910719	1606	2,0	60,38	35,40	
910719	1607	3,0	60,90	35,40	
910719	1608	4,0	61,30	35,40	
910719	1609	5,0	61,60	35,40	
910719	1610	6,0	61,85	35,40	
910719	1611	7,0	62,05	35,40	
910719	1612	8,0	62,22	35,40	
910719	1615	11,0	62,65	35,40	Holan fyllist
910719	1618	14,0	62,91	35,40	P = 63,7 bar
910719	1620	16,0	62,99	35,40	Dregið úr ádælingu
910719	1622	18,0	63,05	35,40	Áætlað
910719	1625	3,0	62,83	32,10	
910719	1630	8,0	62,86	32,10	
910719	1635	13,0	62,99	32,10	Dregið úr dælingu
910719	1636	1,0	62,91	29,40	
910719	1639	4,0	62,54	29,40	
910719	1640	5,0	62,48	29,40	
910719	1642	7,0	62,42	29,40	
910719	1645	10,0	62,38	29,40	
910719	1650	15,0	62,37	29,40	
910719	1655	20,0	62,37	29,40	
910719	1700	25,0	62,37	29,40	
910719	1705	30,0	62,38	29,40	
910719	1710	35,0	62,38	29,40	
910719	1715	40,0	62,39	29,40	
910719	1725	50,0	62,39	29,40	
910719	1735	60,0	62,39	29,40	
910719	1745	70,0	62,38	29,40	
910719	1755	80,0	62,37	29,40	
910719	1757	82,0	62,37	29,40	Dæling minnkuð
910719	1758	1,0	61,77	19,40	Annað þrep
910719	1759	2,0	61,27	19,40	
910719	1800	3,0	60,88	19,40	
910719	1801	4,0	60,55	19,40	
910719	1802	5,0	60,28	19,40	
910719	1803	6,0	60,04	19,40	
910719	1804	7,0	59,87	19,40	
910719	1805	8,0	59,74	19,40	
910719	1808	11,0	59,32	19,40	
910719	1809	12,0	59,20	19,40	
910719	1814	17,0	58,87	19,40	
910719	1818	21,0	58,72	19,40	
910719	1819	22,0	58,68	19,40	
910719	1824	27,0	58,54	19,40	
910719	1829	32,0	58,44	19,40	
910719	1834	37,0	58,36	19,40	

Dagsetning	Tími mín	Tímabreyting mín	Þrýstingur bar	Dæling l/s	Athugasemdir
910719	1839	42,0	58,29	19,40	
910719	1844	47,0	58,24	19,40	
910719	1849	52,0	58,20	19,40	
910719	1854	57,0	58,17	19,40	
910719	1859	62,0	58,13	19,40	
910719	1904	67,0	58,11	19,40	
910719	1909	72,0	58,08	19,40	
910719	1914	77,0	58,07	19,40	
910719	1919	82,0	58,04	19,40	
910719	1924	87,0	58,02	19,40	
910719	1929	92,0	58,01	19,40	
910719	1934	97,0	57,99	19,40	
910719	193	102,0	57,98	19,40	
910719	194	112,0	57,96	19,40	
910719	195	122,0	57,94	19,40	
910719	200	132,0	57,92	19,40	
910719	201	137,0	57,91	19,40	
910719	202	144,0	57,91	19,40	Dæling minnkuð
910719	2022	1,0	57,69	12,60	Þriðja þrep
910719	2023	2,0	57,03	12,60	
910719	2024	3,0	56,62	12,60	
910719	2025	4,0	56,30	12,60	
910719	2026	5,0	56,05	12,60	
910719	2027	6,0	55,86	12,60	
910719	2028	7,0	55,69	12,60	
910719	2030	9,0	55,46	12,60	
910719	2031	10,0	55,36	12,60	
910719	2035	14,0	55,08	12,60	
910719	2040	19,0	54,90	12,60	
910719	2045	24,0	54,77	12,60	
910719	2050	29,0	54,69	12,60	
910719	2055	34,0	54,64	12,60	
910719	2100	39,0	54,60	12,60	
910719	2105	44,0	54,56	12,60	
910719	2110	49,0	54,52	12,60	
910719	2115	54,0	54,49	12,60	
910719	2120	59,0	54,47	12,60	
910719	2125	64,0	54,44	12,60	
910719	2130	69,0	54,43	12,60	
910719	2135	74,0	54,41	12,60	
910719	2140	79,0	54,40	12,60	
910719	2145	84,0	54,39	12,60	
910719	2150	89,0	54,39	12,60	
910719	2155	94,0	54,38	12,60	
910719	2200	99,0	54,38	12,60	
910719	221	109,0	54,38	12,60	
910719	221	110,0	54,38	12,60	Dæling aukin
910719	2212	1,0	55,36	29,40	Fjórða þrep
910719	2213	2,0	56,21	29,40	
910719	2214	3,0	56,85	29,40	
910719	2215	4,0	57,36	29,40	
910719	2216	5,0	57,77	29,40	
910719	2217	6,0	58,10	29,40	
910719	2218	7,0	58,36	29,40	
910719	2219	8,0	58,59	29,40	

Dagsetning	Tími mín	Tímabreyting mín	Prýstingur bar	Dæling l/s	Athugasemdir
910719	2220	9,0	58,77	29,40	
910719	2223	12,0	59,19	29,40	
910719	2225	14,0	59,45	29,40	
910719	2227	16,0	59,64	29,40	
910719	2230	19,0	59,84	29,40	
910719	2235	24,0	60,10	29,40	
910719	2240	29,0	60,29	29,40	
910719	2245	34,0	60,43	29,40	
910719	2250	39,0	60,54	29,40	
910719	2255	44,0	60,63	29,40	
910719	2300	49,0	60,69	29,40	
910719	2305	54,0	60,76	29,40	
910719	2310	59,0	60,81	29,40	
910719	2315	64,0	60,86	29,40	
910719	2320	69,0	60,91	29,40	
910719	2325	74,0	60,94	29,40	
910719	2330	79,0	60,98	29,40	
910719	2335	84,0	61,01	29,40	
910719	2340	89,0	61,03	29,40	
910719	2345	94,0	61,05	29,40	
910719	2350	99,0	61,08	29,40	
910720	000	109,0	61,12	29,40	
910720	001	119,0	61,15	29,40	
910720	002	129,0	61,18	29,40	
910720	003	139,0	61,21	29,40	
910720	004	149,0	61,22	29,40	
910720	005	159,0	61,25	29,40	
910720	005	166,0	61,26	29,40	Mælingu hætt

## 5. JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Eins og áður voru tekin svarfsýni með tveggja metra bili meðan á borun stóð. Sýnin voru greind á staðnum og útbúin frumgerð af jarðlagasniði. Á mynd 10 eru teiknaðar upp jarðlagamælingar samhliða einfölduðu jarðlagasniði. Ekki verður fjallað frekar um þær að sinni. Jarðlögin voru síðan lauslega borin saman við nærliggjandi holur. Ennfremur var spáð í breytingar á hita með dýpi út frá athugunum á ummyndunarsteindum. Ekkert kom óvænt út úr því. Á mynd 11 er sýnt einfaldað jarðlagsnið samhliða dreifingu ummyndunarsteinda og berghita samkvæmt ummyndun. Þetta er nokkuð ófullkomin mynd af berghitanum þar sem eingöngu var stuðst við greiningar frá því að borun stóð yfir, en engar smásjár- og XRD-greiningar eru þar til uppfyllingar. Skyggða svæðið í berghitaferlinum gefur til kynna mögulegan hita, en afstaða steindanna í sprungum og blöðrum benda til þess að hitinn fylgi lægri kannti ferilsins.

Í grófum dráttum má segja að móberg sé einkennandi niður á 775 m dýpi, en þar neðan við taka við basaltinnskot. Hér á eftir er lausleg lýsing á þeim jarðlögum sem borað var gengnum í 2. áfanga, niður á 1210 m dýpi:

*425 - 429 m dýpi. Basalt.* Bergið er meðalgrófkornótt - grófkornótt grænleitt basalhraunlag. Það er blöðrótt og við lagamótin ber mikið á útfellingum, aðallega kalsíti og pýríti.

*429 - 550 m dýpi. Móbergsbreksía, basalhraunlög og basaltinnskot.* Útfellingarík, ljósgræn og ummynduð breksía einkennir þennan kafla. Oft er þetta berg greint í svarfi sem illa kristallað basalt, þar sem merki kristölluunar sjást í bergbrotunum. Ljósgrænt túff er algengt í bland með breksíunni. Niður að 490 m dýpi eru algeng fín - meðalgrófkorna grænleit basalhraunlög, eins - þriggja metra þykk. Neðan 490 m dýpis sjást fínkorna grásvört basaltinnskot, sem gegnum

stinga basaltbreksíuna. Þau eru eins til sjö metra þykk. Í botninum á þessum kafla er fínkornótt ummyndað basalhraunlag. Þýrít (járnsúlfið) er mjög algengt í þessum hluta og gefur þá um leið vísbendingu um lek jarðlög og vatnsæðar.

*549 - 774 m dýpi. Móbergstúff, basalhraunlög og basaltinnskot.* Ljósgrænt útfellingaríkt túff er ráðandi berggerð, sérstaklega í efri hluta þessa kafla, en er neðar dregur þá eykst tíðni innskota. Fyrsta innskotið (dólerít) er á 581 - 595 m dýpi. Síðan ekki söguna meir fyrr en á 673 m dýpi. Þar á milli eru nokkur ummynduð basalt hraunlög eða e.t.v. gömul ummynduð innskot. Frá 673 m niður í 744 m dýpi skiptast fínkorna ferskleg basaltinnskot og dólerítinnskot með misþykkum túfflögum á milli. Þar neðan við eru eingöngu dólerítinnskot og á bilinu frá 760 m í 774 m eru neðstu samfelldu túfflögin. Á 520 - 550 m dýpi sjást í fyrsta skipti í holunni háhita-steindir eins og epidót og prenit, en þær gefa ekki til kynna ríkjandi hitastig, þar sem greinilegt er að svæðið hefur kólnað eftir að þessar steindir mynduðust.

*774 - 1210 m dýpi. Innskotakafli.* Eins og nafnið gefur til kynna þá er innskotsberg ráðandi eða yfir 90% af bergstaflanum. Mest ber á dólerítinnskotum. Á nokkrum stöðum eru fínkorna ferskleg basaltinnskot og á einum stað (968-974 m dýpi) er súrt innskot. Ummyndun er aðallega tengd sprungum til jaðranna eða í þunnum móbergslinsum. Á nokkrum stöðum neðan 900 m dýpis eru innskotajaðrar sérlega þýrítíkir og vatnsæðar þeim tengdar (á 985 m, 1009 m, 1018 m, 1027 m og 1075 m). Í tæplega 800 m dýpi sést wollastónít í fyrsta skipti og svo aktínólít á tæplega 950 m dýpi.

# BENE hf

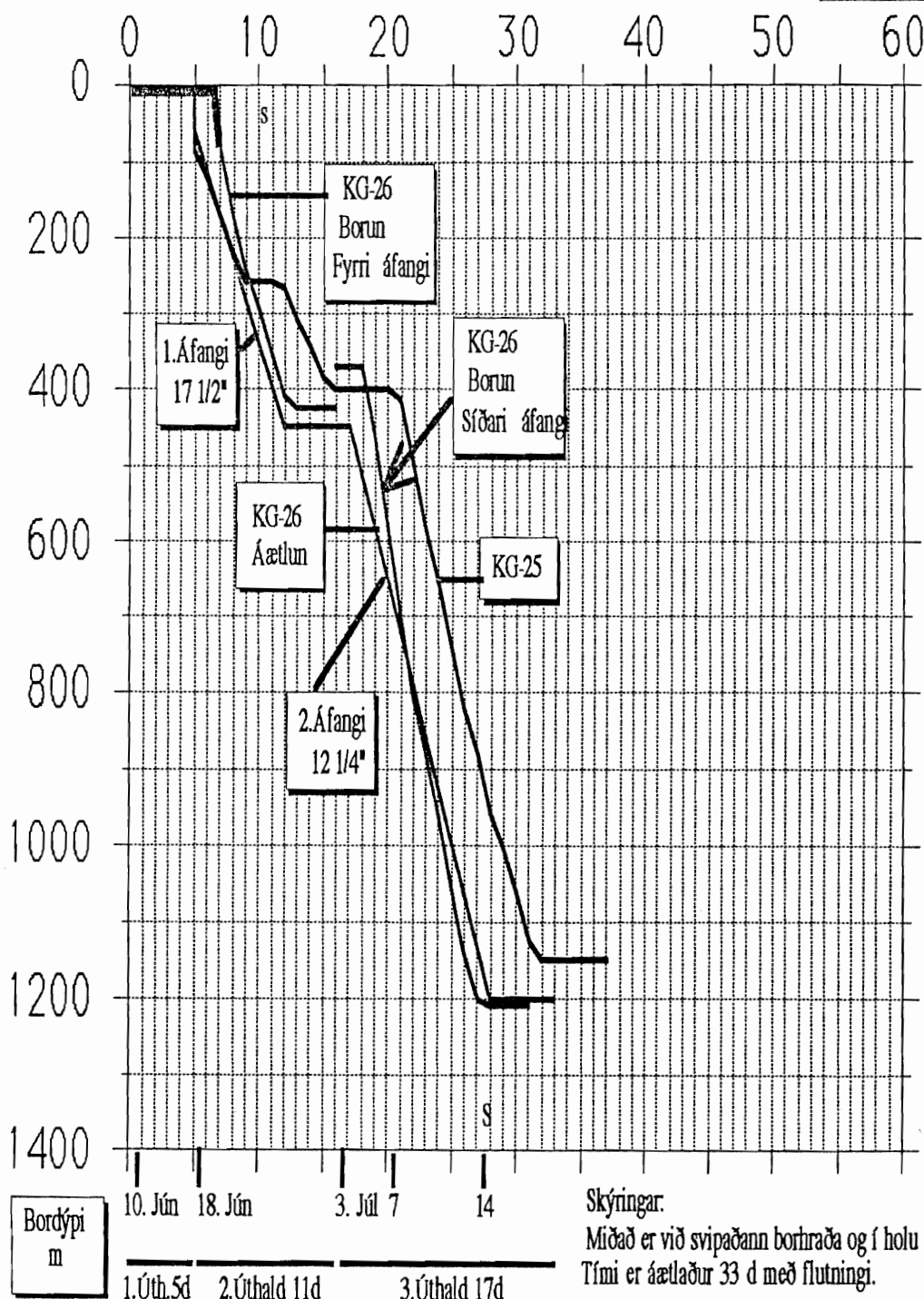
## Borun holu KG-26 í Kröflu

13.Júl.91

Sími 985-33301

Fax 91-685745

Verkdagar

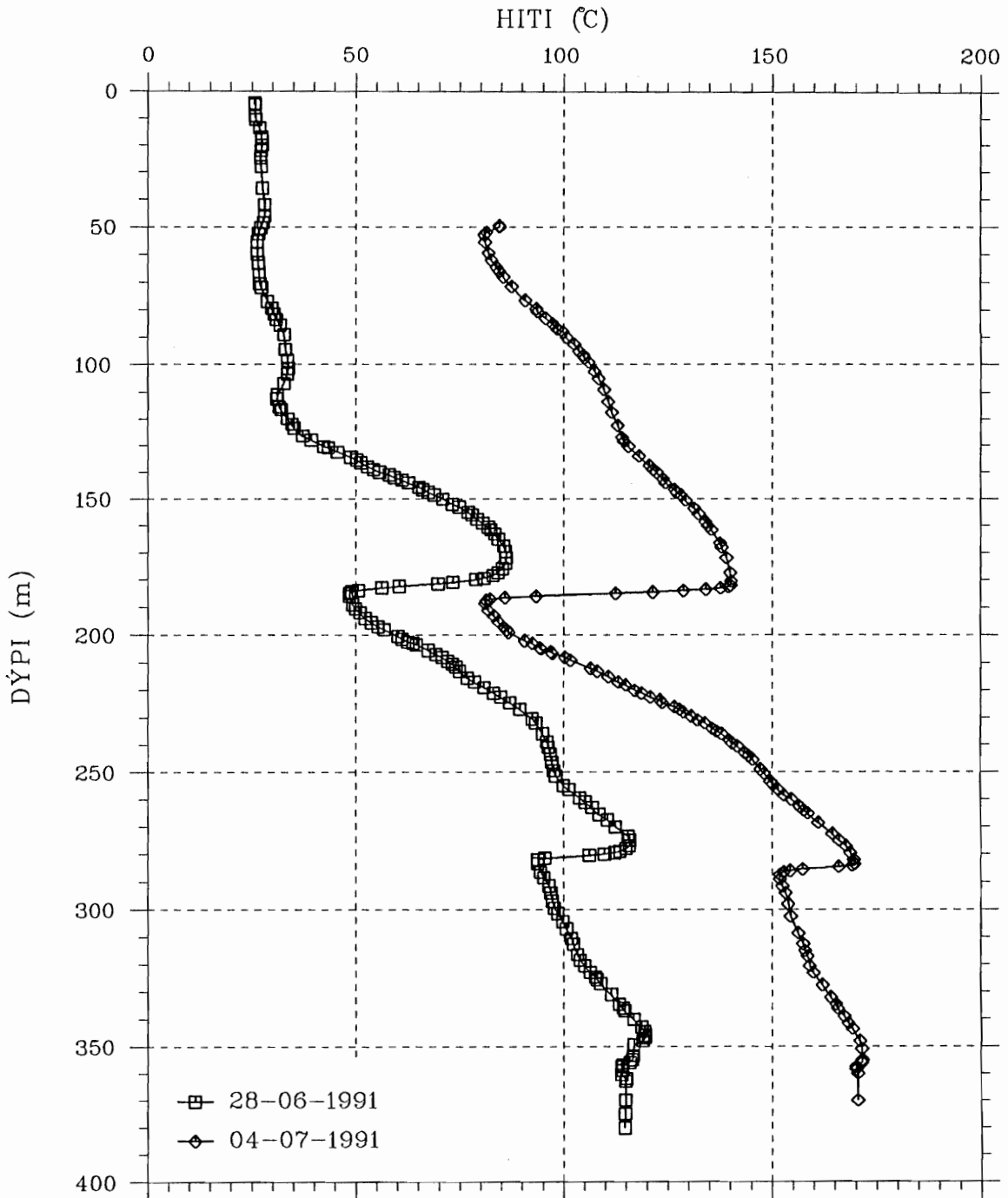


MYND 1. Borun holu KG-26



5 Feb 1992 asg  
L= 58026 Oracle

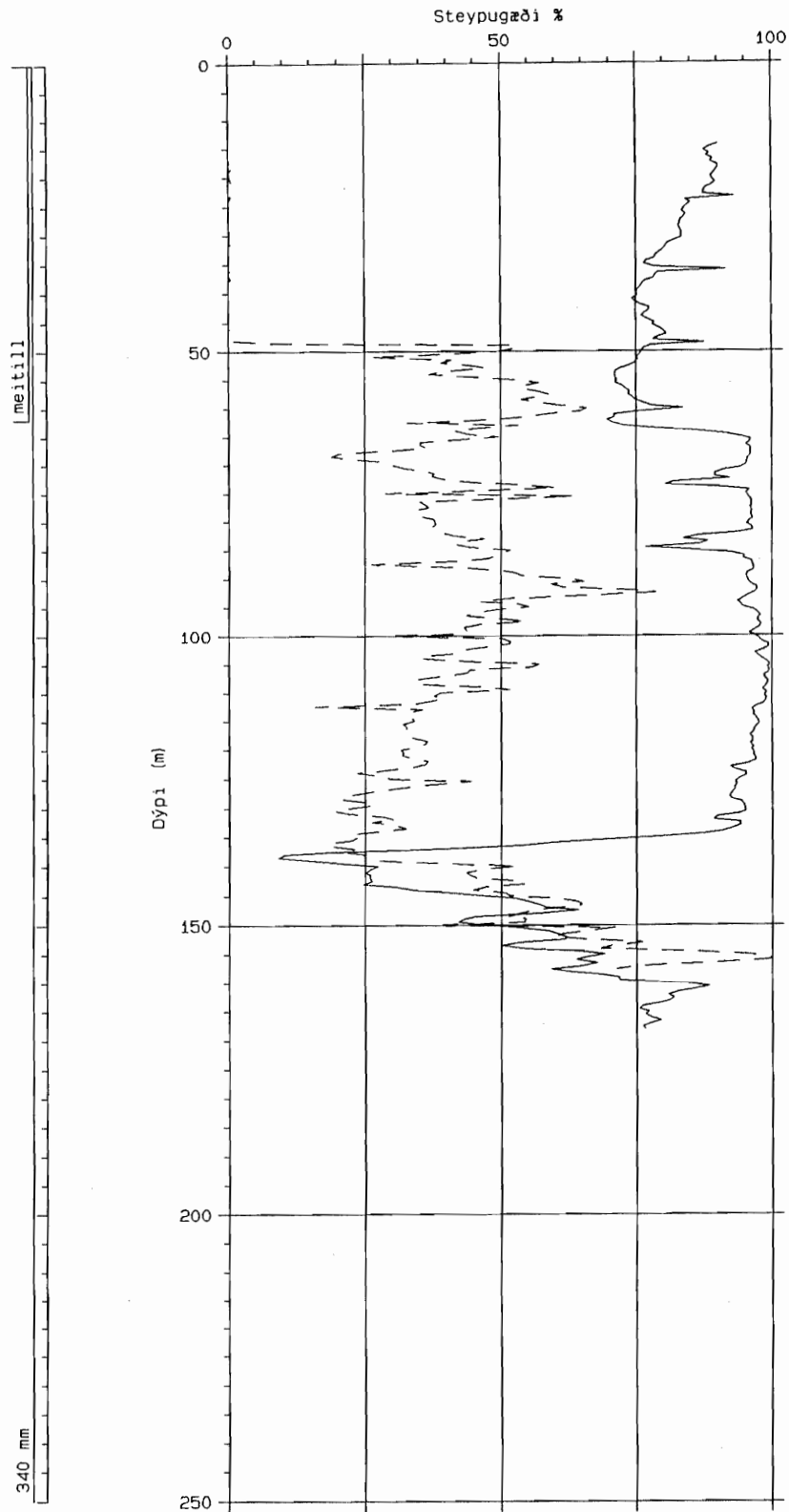
### KRAFLA HOLA KG-26 HITAMÆLINGAR Í UPPHAFI 2. ÁFANGA



MYND 2. Hitamælingar í upphafi 2. áfanga

JHD-JFR-6607 AsG  
92.02.0036 T

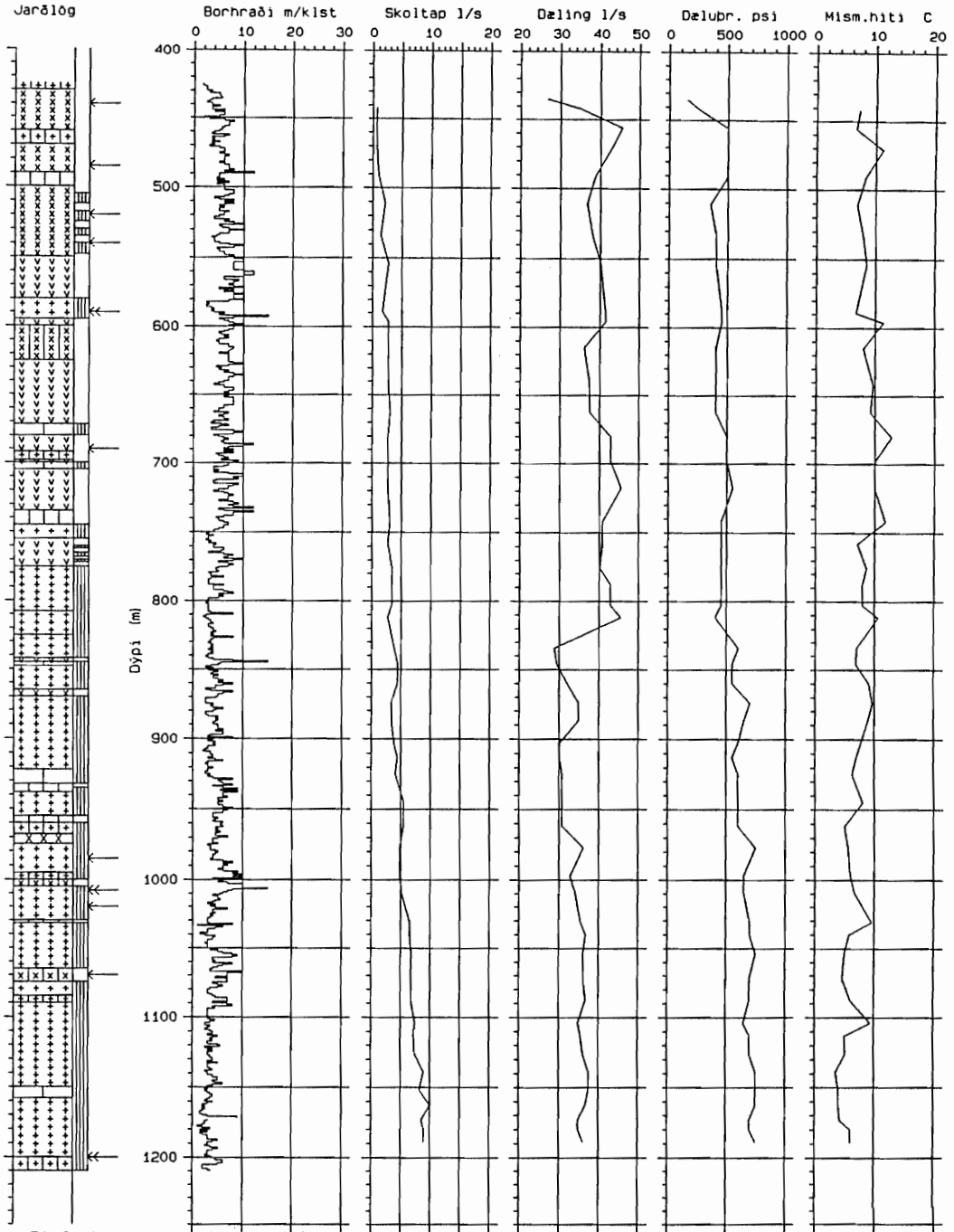
KRAFLA HOLA KG-26  
2. ÁFANGI  
STEYPUMÆLINGAR Í ÖRYGGISFÓÐRINGU



MYND 3. Steypumælingar í öryggisfóðringu

JHD-JFR-6607 ÁSG  
91.11.0882 T

KRAFLA HOLA KG-26  
2. ÁFANGA  
EINFALDAD JARÐLAGASNIÐ OG SKOLMÆLINGAR



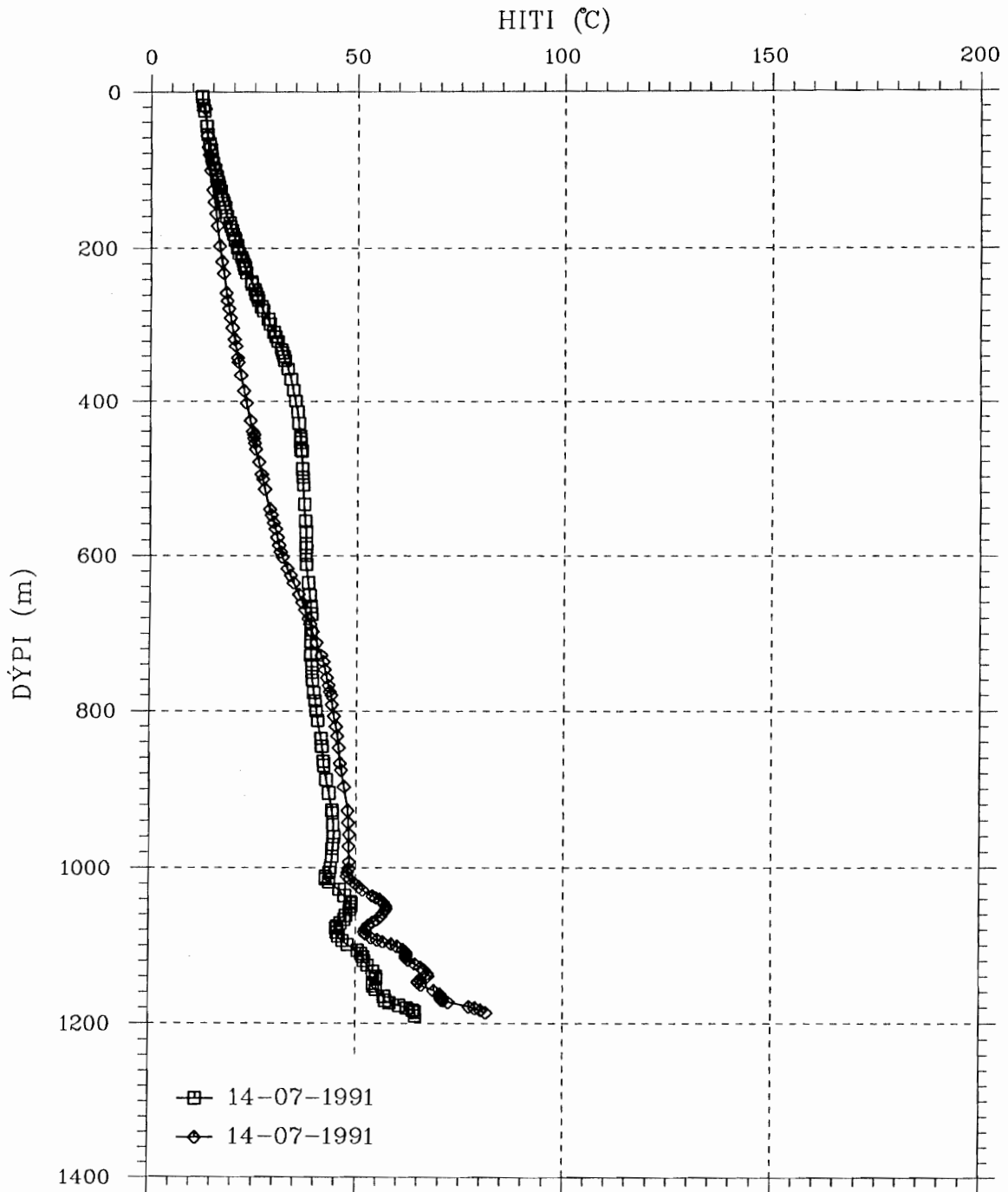
Skýringar við jarðlagasnið.

- |  |                                 |  |                         |  |                       |
|--|---------------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------|
|  | Fersklegt fin-meðalkorna basalt |  | Dólerít innskot         |  | Túff                  |
|  | Ummyndað fin-meðalkorna basalt  |  | Ummyndað glerjað basalt |  | Súrt grófkornótt berg |
|  | Ummyndað meðal-grófkorna basalt |  | Basaltrík breksía       |  |                       |
- ← : Lítil vatnsæð                      ←← : Meðal vatnsæð

MYND 4. Einfaldað jarðlagasnið og skolmælingar

☐= 20 Jan 1992 asg  
L= 58026 Oracle

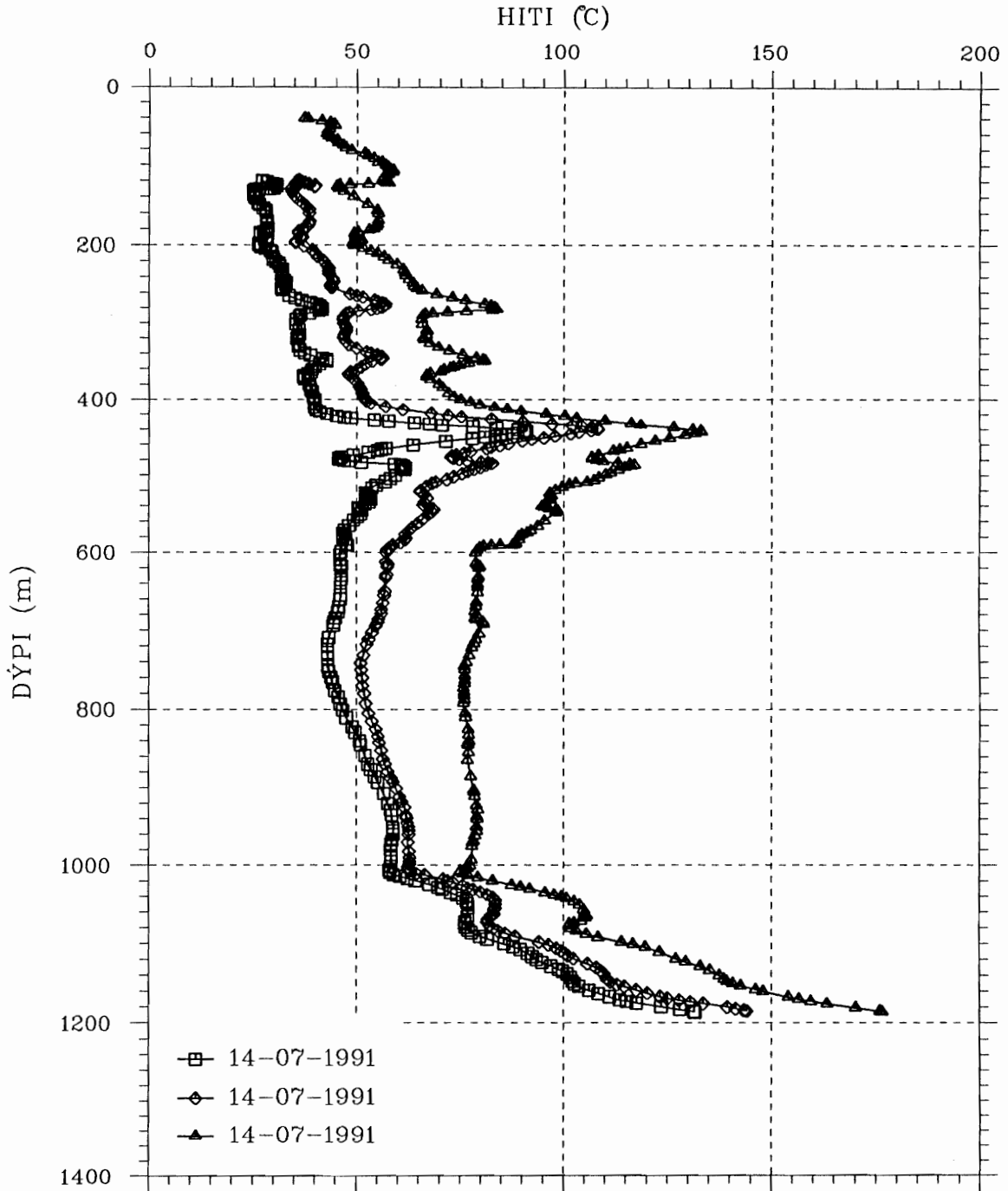
KRAFLA HOLA KG-26  
HITAMÆLINGAR Í 2. ÁFANGA  
Í ÁÐÆLINGU FYRIR ÖRVUNARAÐGERÐIR



MYND 5. Hitamælingar í áðælingu fyrir örvunaraðgerðir

IE 20 Jan 1992 asg  
L= 58026 Oracle

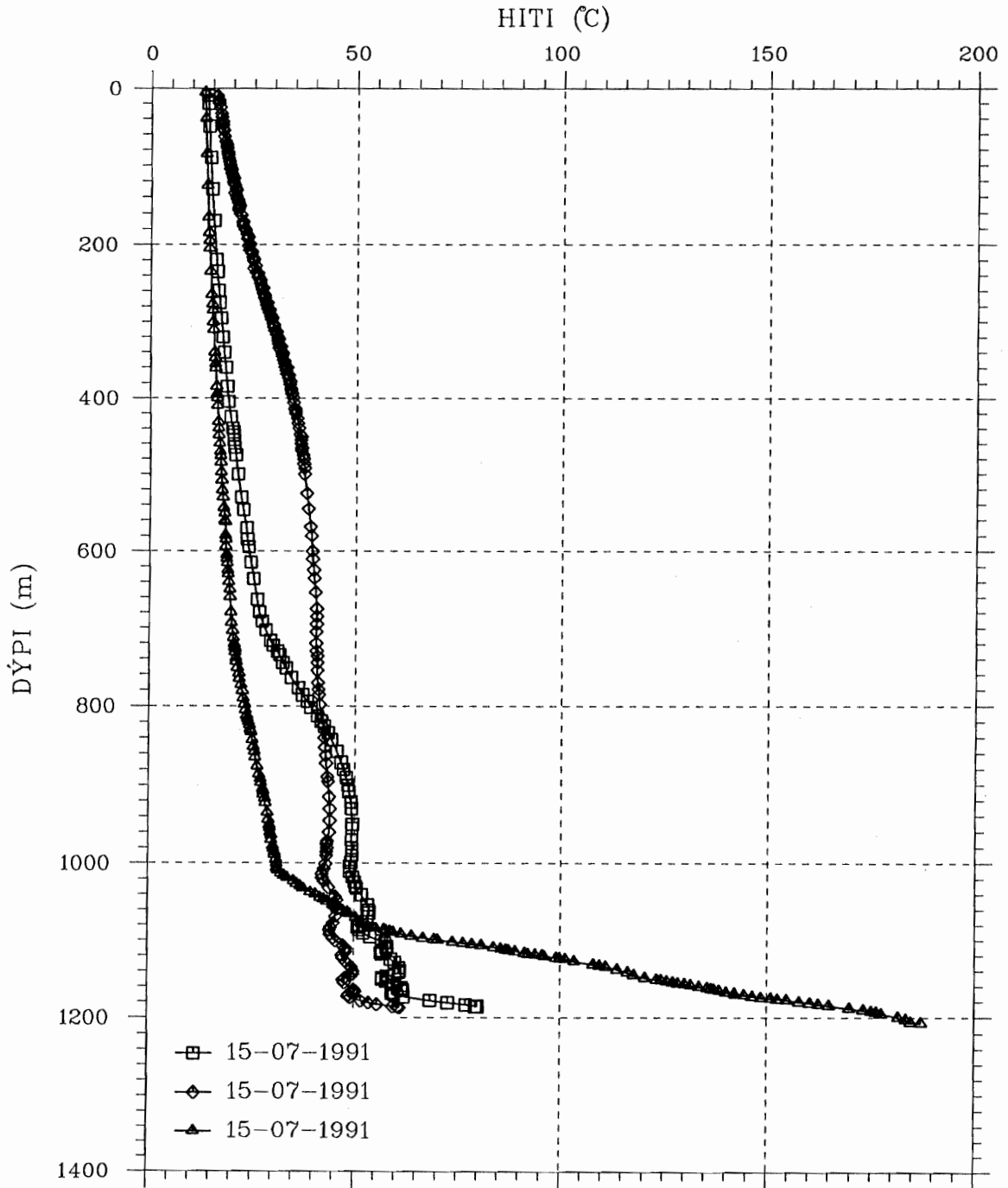
### KRFLA HOLA KG-26 HITAMÆLINGAR Í 2. ÁFANGA UPPHITUN Í ÖRVUNARADGERÐ



MYND 6. Hitamælingar í upphitun

21 Jan 1992 asg  
L= 58026 Oracle

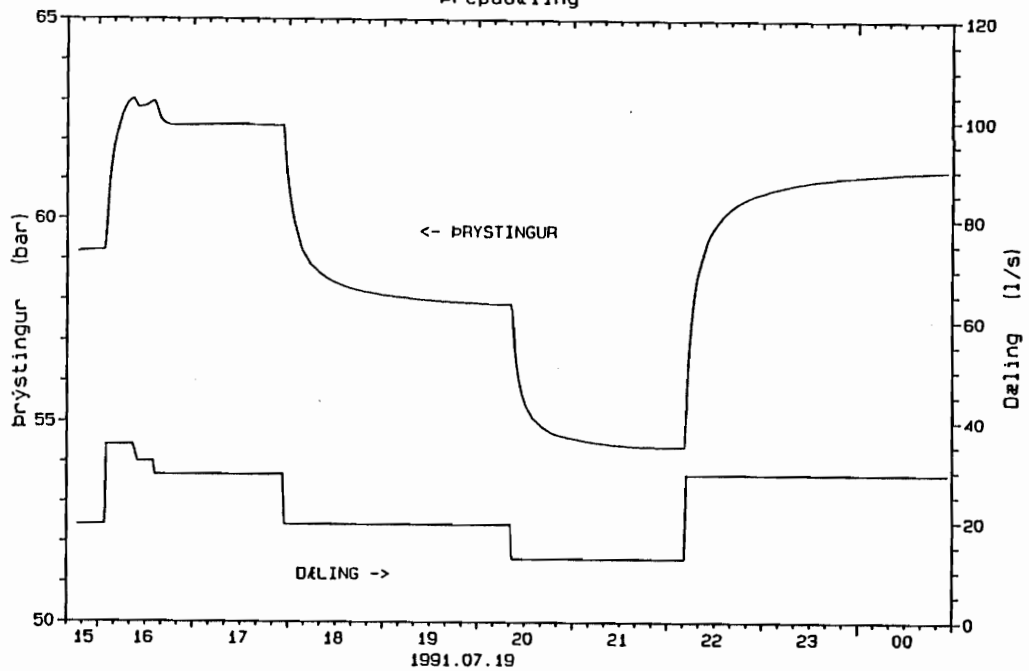
### KRAFLA HOLA KG-26 HITAMÆLINGAR Í 2. ÁFANGA Í ÁÐÆLINGU



MYND 7. Hitamælingar í áðælingu

JHD-8M-6607-Omar  
92.02.0039 T

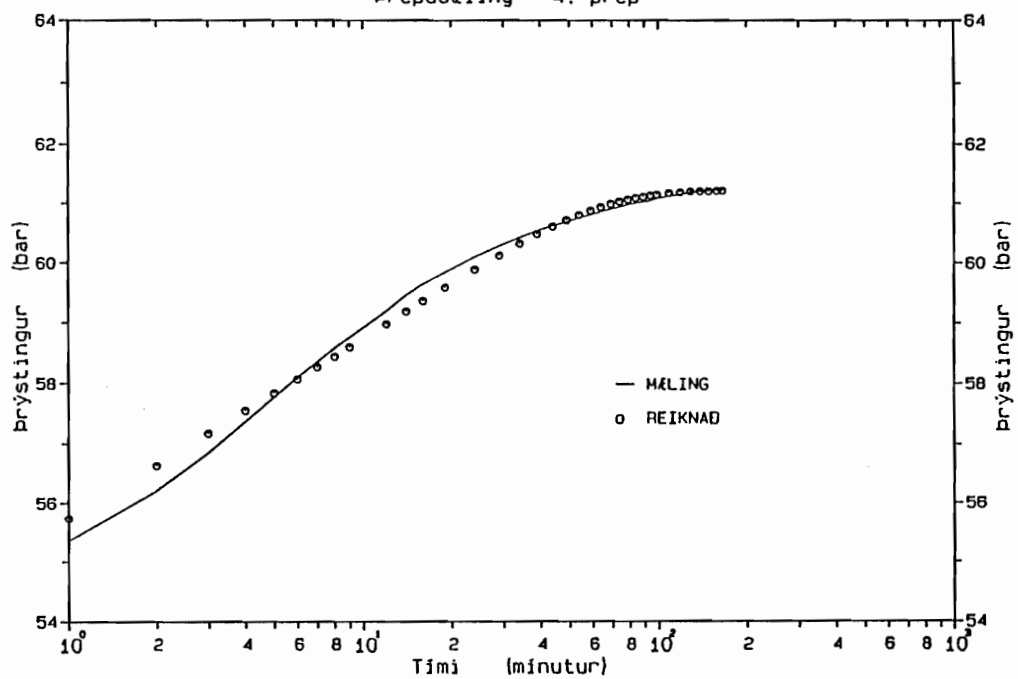
KRAFLA HOLA KG-26  
Prepaðæling



MYND 8. Prepaðæling

JHD-8M-6607-Omar  
92.02.0040 T

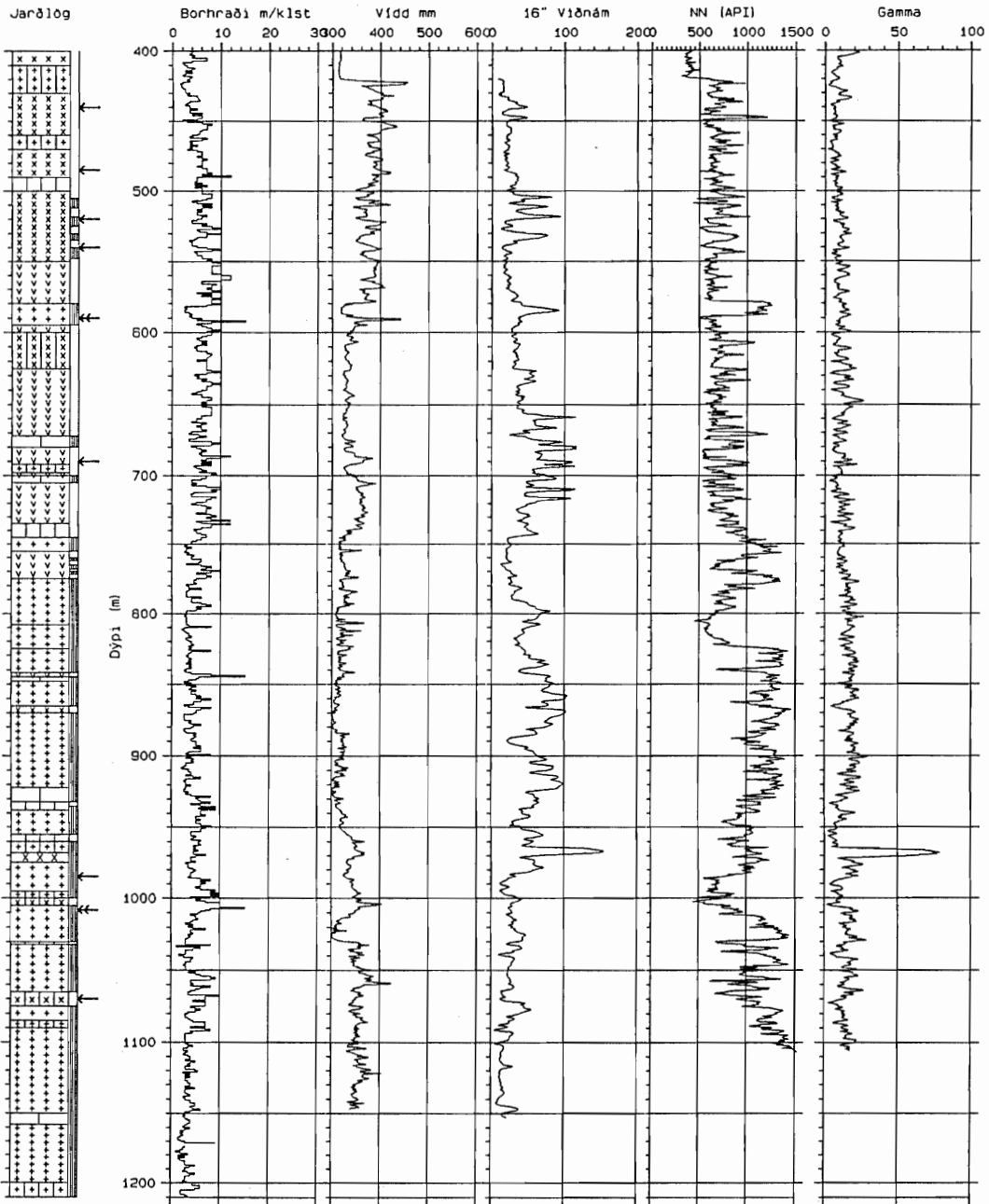
KRAFLA HOLA KG-26  
Prepaðæling - 4. þrep



MYND 9. Prepaðæling - 4. þrep

JHD-JFR-6607 ÁsG  
92.02.0034 T

KRAFLA HOLA KG-26  
2. ÁFANGI  
JARÐLÖG OG JARÐLAGAMÆLINGAR



Skýringar við jarðlagasnið

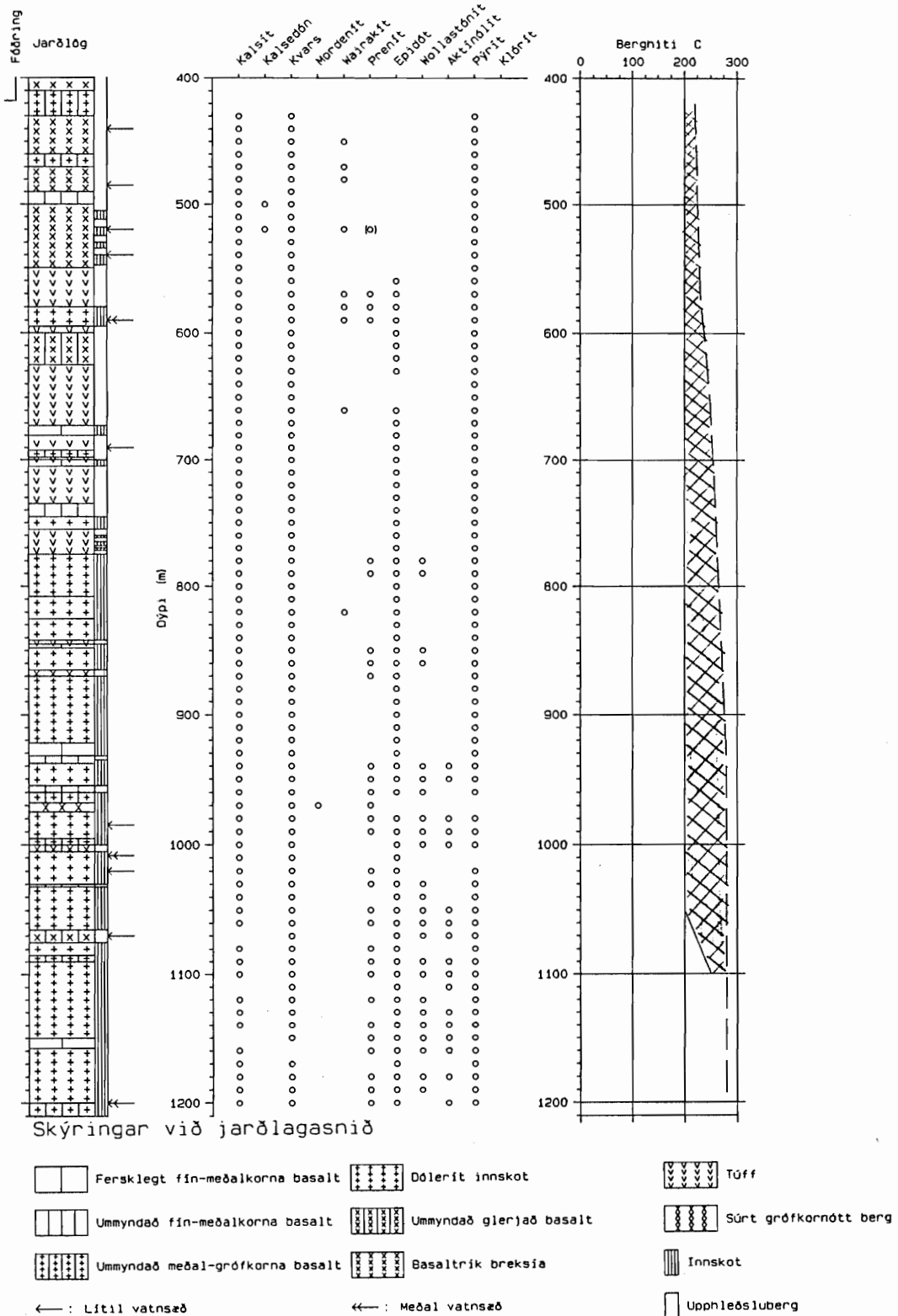
- |  |                                 |  |                        |  |                       |
|--|---------------------------------|--|------------------------|--|-----------------------|
|  | Fersklegt fin-meðalkorna basalt |  | Óalerit innskot        |  | Túff                  |
|  | Umyndað fin-meðalkorna basalt   |  | Umyndað glerjað basalt |  | Sört grófkornótt berg |
|  | Umyndað meðal-grófkorna basalt  |  | Basaltrik breksia      |  |                       |
- ← : Lítil vatnsæð      ← : Meðal vatnsæð

MYND 10. Jarðlög og jarðlagamælingar



JHD-JFR-6607 AsG  
92.02.0035 T

KRAFLA HOLA KG-26  
2. AFANGI  
JARÐLÖG OG DREIFING UMMYNDUNARSTEINDA



MYND 11. Jarðlög og dreifing ummyndunarsteinda