

**Endurvinnsla holu KJ-16**

**Ásgrímur Guðmundsson**

**Greinargerð ÁsG-97-05**

## Endurvinnsla holu KJ-16

### Forsendur

Hola KJ-16 í Kröflu var staðsett í suðurhlíðum Kröflu sumarið 1980. Þá var hún forboruð með höggbor og ári síðar boruð niður á 1981 m dýpi með Jötni. Staðsetning holu KJ-16 er sýnd á mynd 1, en hún er í tæplega 610 m hæð y.s.

Hola KJ-16 var frekar rýr í afli eftir að hún náði jafnvægi eftir upphleypingu. Veturinn eftir borun fór að verða vart við þrýstingssveiflur og vermið var á bilinu 1300 - 2676 kJ/kg en var að meðaltali um 1600 kJ/kg. Háþrýstigufa var aðeins um 3 kg/s og erfitt var að halda uppi nægjanlegum þrýstingi á hlotoppi til að reka holuna á veitubrýstingi nema yfir stutt tímabil í einu (vikur). Sérstaklega gekk illa að reka saman á veitunni holur KJ-16 og 17. Hitastig mældist hæst um 290 °C á um 1200 m dýpi. Þar fyrir ofan var álitid að hiti væri rétt neðan suðumarksferils, en neðan 1200 m dýpis kom fram viðsnúningur og var hiti kominn niður í 250 °C á 1800 m dýpi.

Holunni var lokað 1985 og hefur hún verið notuð sem eftirlitshola fyrir Suðurhlíðar fram á s.l. vetur er henni var hleypt upp á ný. Afköst mældust þá svipuð og áður.

Að gefnum ofangreindum forsendum þykir holan liggja vel við endurvinnslu. Á þann hátt má nýta efri hluta holunnar, þ.e. steypu fóðringarnar, en bora nýjan vinnsluhluta þar niður úr.

### Lýsing á staðháttum

Í suðurhlíðum Kröflu er virkur jarðhiti áberandi og liggur á reinum við misgengi með VNV-ASA stefnu. Hola KJ-16 er við austur jaðar virka jarðhitans en bæði sunnan og austan við eru miklar útkulnaðar ummyndunarskellur, sem eru vitnisburður um yfirborðshita áður fyrr. Ennfremur er ljóst að misgengjunum hallar frá holunni, en hún er nánast þráðbein. Skammt austan við KJ-16 liggur misgengi og berggangur með N-S stefnu, sem talið er að myndi eins konar vegg í jarðhitakerfi Suðurhlíða. Hola KJ-18 er þar austan við og er áberandi kaldari en hinar Suðurhlíðaholurnar. Hugsanlegt er að neðri hluti holu KJ-16 tilheyri þeim hluta og það sé skýringin á litlum afköstum og þrýstisveiflum í blæstri. Á 800 -1200 m dýpi eru súr berglög og í öllum Suðurhlíðaholunum hafa komið fram æðar í tengslum við þau.

Á mynd 2 eru upplýsingar um holuhönnun, þar er meðtalið staðsetning (hnit), frágangur, halli og vatnsæðar.

Að gefnum ofangreindum forsendum og með hliðsjón af legu annarra hola þá er lagt til að hola KJ-16 verði endurunnin með stefnuborun neðan við núverandi vinnslufóðringu sem hér segir.

- Hola kæfð og nauðsynlegar mælingar gerðar áður en leiðari verður tekinn upp
- Gerðar verði ráðstafanir til að taka upp leiðarann eða skera hann sundur á um 800 - 1000 m dýpi.

- Útbúinn tappi í holuna og steipt upp að núverandi föðringarenda. Æskilegt er að hafa tappann langan frekar en stuttan til að forðast skammhlaup á milli vinnsluhluta núverandi KJ-16 og væntanlegrar endurvinnslu.
- Byrjað verður á að sveigja holuna á um 700 m dýpi með hallaupbyggingu 2,5°/30 m þar til 30° halla er náð með 340°stefnu (+/- 15°). Þegar holan er komin í um 250 m fjarlægð í láréttu plani frá holutoppi þá verði dregið úr halla á ný með 2,5°/30 m eða þar til 10° halla er náð. Í meðfylgjandi töflu og á mynd 3 er nánari útfærsla á ofangreindum hugmyndum.

Hola KJ-16 var boruð í suðurhlíðar Kröflu sumarið 1981 eins og áður segir og var önnur holan sem boruð var í það svæði. Árið áður var hola KJ-14 boruð. Mælingar á skoli sýndu mest skoltap á tæplega 1100 m dýpi eða um 20 l/s (mynd 4), en að jafnaði var skoltap mest alla borunina um 10 l/s. Hitamælingar eftir borun sýndu að mest af skolvatninu fór út á um 1100 m dýpi, en holan kólnaði í ádælingu langleiðina að botni eins og fram kemur á mynd 5. Holan tók aldrei við meira en 20 - 30 l/s þrátt fyrir örvunaraðgerðir í borlok. Á mynd 5 eru sýndir 4 hitaferlar úr holu KJ-16. Fyrsti ferillinn sýnir kælingu við ádælingu í borlok. Annar ferillinn sýnir síðustu upphitunarmælingu fyrir upphleypingu og þriðji og fjórði sýna berghita, þ.e. mælingar eftir að holan hafði staðið lokuð og náð hitajafnvægi.

Búast má við að jarðlögin sem skorin verða í vinnsluhlutanum geti svipað til holu KJ-20, það er að segja í neðri hluta hennar (mynd 6). Einnig er líklegt að hitaferillinn í endurunninni holu KJ-16 verði líkari holu KJ-20. Á mynd 7 eru sýnd einfaldað jarðlagasnið, þrýstingur og berghiti og á mynd 8 sama jarðlagasnið ásamt borhraða og breytingum á skoli í borun.

Til samanburðar við endurvinnslu holu KJ-16 er stutt lýsing á þeim jarðlögum sem gamla hola KJ-16 skar með tilvísun í mynd 4.

*Innskot 600 - 790 m dýpi.* Niður á 650 m eru ummynduð dólerítinnskot aðskilin af breksíum, en frá 650 m niður á 790 m er finkorna fersklegt þóleitbasalt. Háhitaummyndun er í þessum kafla og sjást steindir eins og wairakít, epidót wollastónit og klórít. Það gefur til kynna hita yfir 250 °C.

*Móbergstúff 790 - 860 m dýpi.* Ljósgrænt ummyndað túff með þunnum basaltlögum í. Allt glerið er ummyndað og helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít, klórít og epidót.

*Innskot 860 - 1125 m dýpi.* Súr berglög einkenna þetta dýptarbil. Þau eru að jafnaði fin- til meðalkorna. Epidót og pýrítæðar eru algengar og kalsít er algengt í efri hlutanum. Á bilinu 925 - 975 m dýpi eru grófkorna dólerítinnskot áberandi. Mesta skoltapið í holunni kom í neðri hluta súra bergsins.

*Breksía 1125 - 1175m dýpi.* Basaltrík breksía er einkennandi í þessum kafla. Allt gler ummyndað og blöðrur að mestu fylltar.

*Basalthraunlög og innskot 1175 - 1600 m dýpi.* Niður undir 1380 m dýpi eru finkorna ummynduð hraunlög áberandi en fækkar er neðar dregur á kostnað innskota. Á meðfylgjandi mynd sést greinilega hvar grófkorna innskot eru, en finkorna innskot fléttast inn á milli hraunlaga. Frá 1380 - 1500 m dýpi eru grófkorna innskot ráðandi. Þar neðan við í 1600 m dýpi skiptast á grófkorna og finkorna basaltlög, mest af því eru innskot. Einstaka súr berglög sjást á þessum kafla. Háhitaummyndun er dæmigerð nema hvað kalsít sést greinilega, sem gefur til kynna hita um eða undir 280 °C.

*Innskot og móberg 1600 - 1725 m dýpi.* Túff og breksíukennt basalt er nokkuð áberandi á þessu dýptarbili, samanborið við jarðlög ofan og neðan við. Basaltlögin sem eru ferskleg eru talin vera

innskot. Hárfinar pýrítæðar tengjast greinilega innskotunum. Talið er að innskotin hafi troðist inn í djúplæga móbergsmýndun.

*Hraunlög og innskot 1725 - 1981 m dýpi.* Litur bergsins er frá grænleitu í gráleitt (fersklegra) út í grásvart, sem er ferskast. Helst virðist sem borað hafi verið gegnum þykkann laggangasvarm. Meðal til grófkorna basalt/dólerít er einkum áberandi neðan 1856 m dýpis niður í 1981 m. Eitt súrt innskot er á 1880 - 1890 m dýpi.

## Öryggislokar við borun

Til þess að loka holunni meðan borstengur eru í henni eru svonefndir öryggislokar "blow-out preventers" og eru þeir af fjórum gerðum

- Belggosvarar (Shafer og Hydril) loka að borstöngum, álagsstöngum og fóðringum. Er þá gúmmíþétting þrýst saman og lokar hún þá holunni. Hitapól þessara loka er takmarkað.
- Öryggisloki sem lokar að stöngum er með stáltungu og gúmmíþéttingu (Cameron). Lokinn getur aðeins þétt við borstengur og takmarkar það notkunarsvið hans.
- Pakkdós (Grant) er höfð efst á öryggisventlunum til að beina því sem úr holunni kemur út um hliðarstút og vernda þar með starfsmenn borsins gegn gufugosi. Í pakkdósinni er gúmmíþétting sem snýst með stöngunum.
- Holulokar sem geta fullokað þegar tæki eru ekki í holunni verða hafðir og er endanlegur aðalloki holunnar reyndar hafður á henni við endurvinnsluna.
- Kæfingarlokar eru hafðir til að hægt sé að dæla vatni eða þungri leðju í holuna eftir að öryggislokum hefur verið lokað til að "kæfa" holuna. Dæla borsins er fasttengd kæfingarlokunum (3") um stálleiðslu eða sambærilegri lögn.

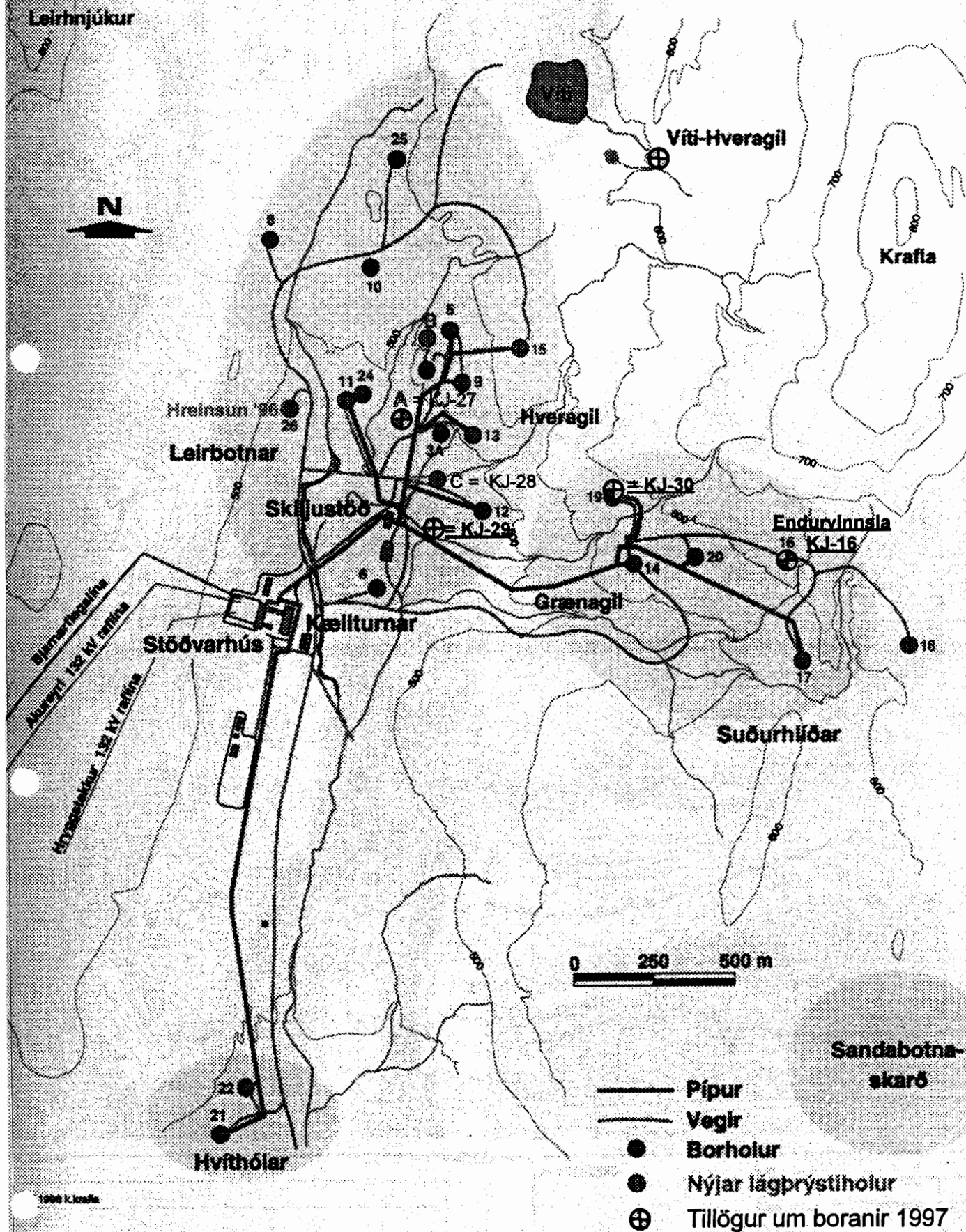
## Niðurlag

Greinargerð þessi kemur sem viðbót við verksamning, KRA-08, milli Landsvirkjunar og Jarðborana hf. Hér er kveðið nánar á um endurvinnslu holu KJ-16 auk þess sem lagðar eru til upplýsingar frá nærliggjandi holum, sem gætu reynst gagnlegar við framkvæmd verksins. Jafnframt fylgja með í viðauka 1 fóðrunarskýrslur frá fóðrun vinnslufóðringar og niðursetningu leiðara í holu KJ-16.

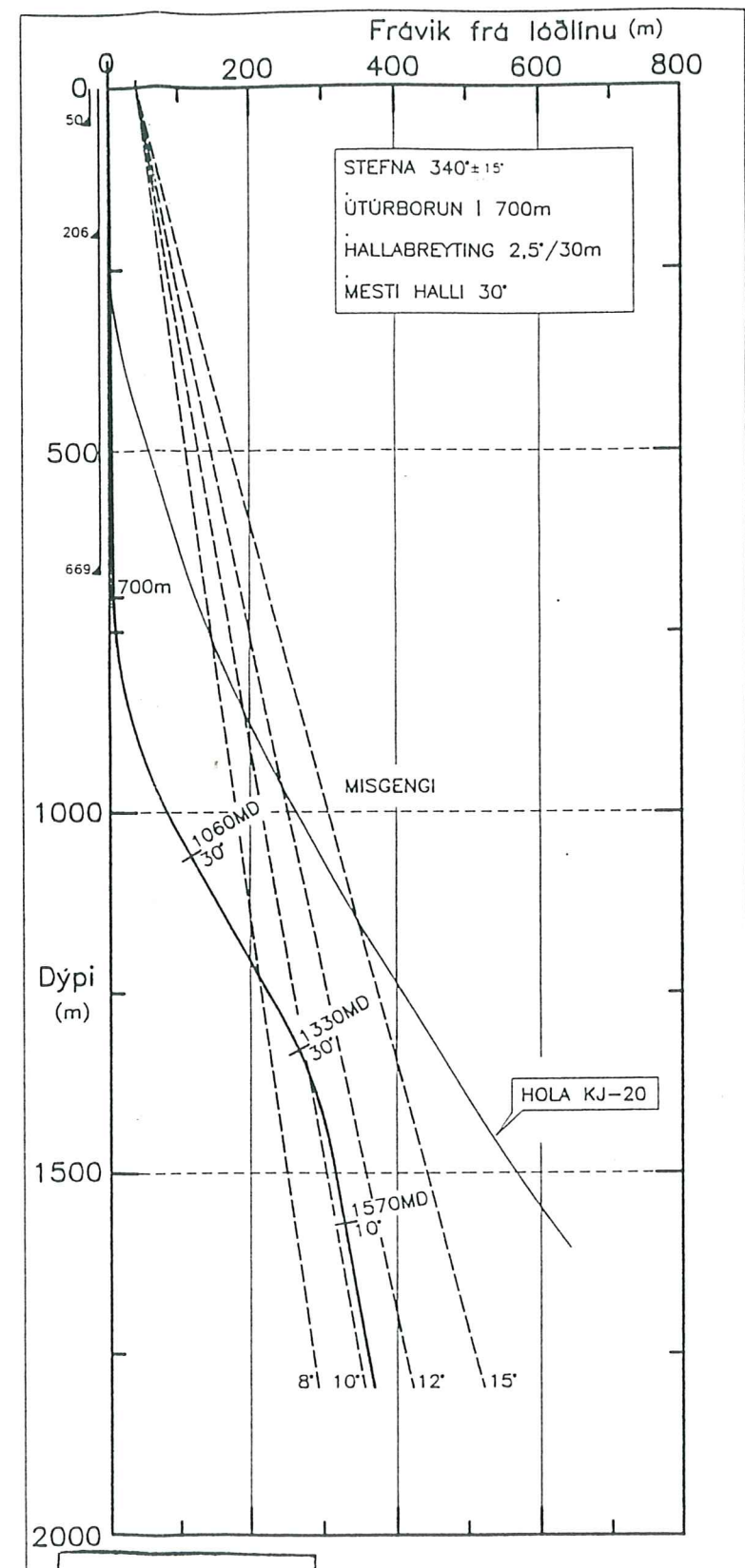
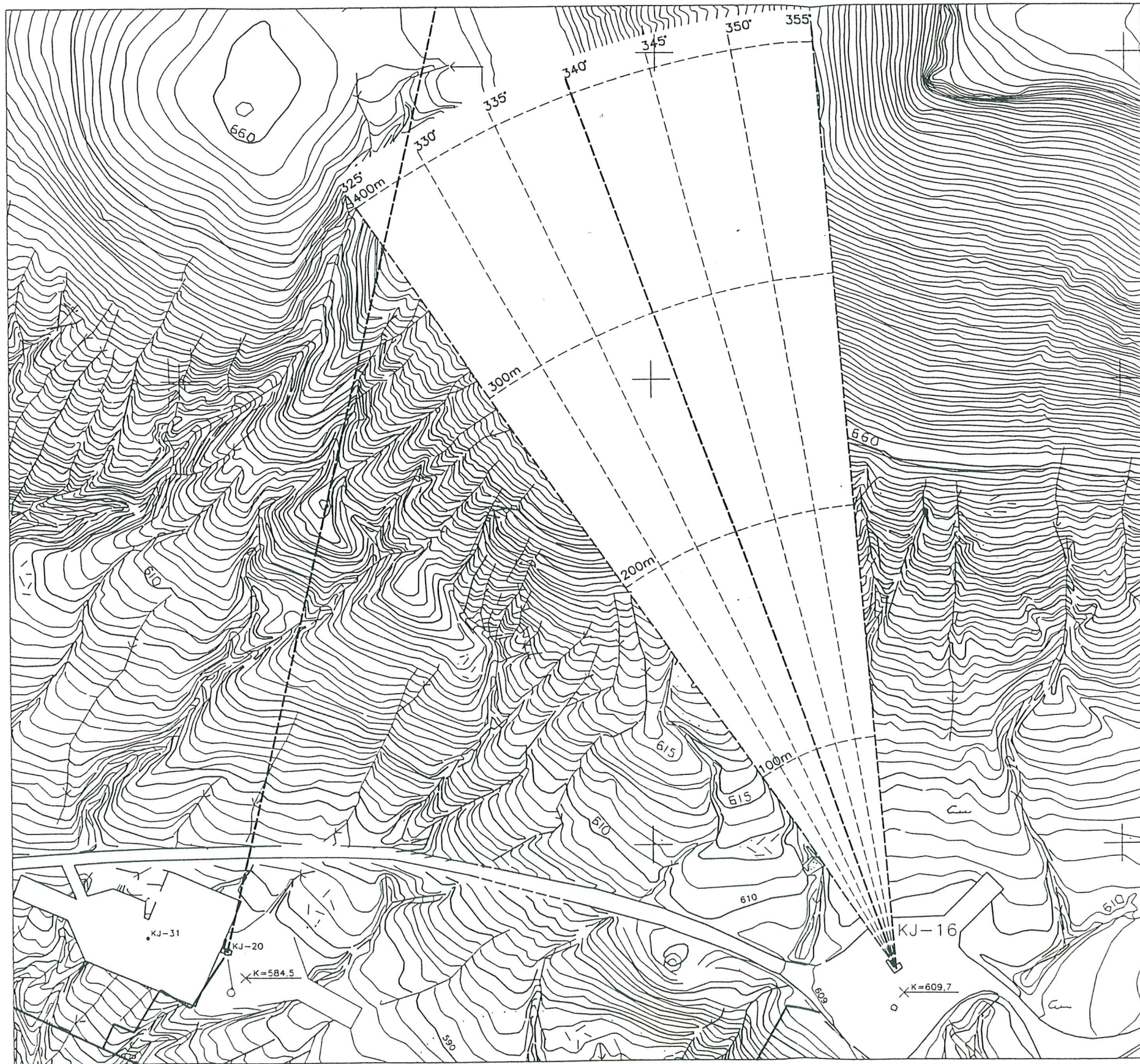


# Krafla 30+30 MW

## Yfirlitsmynd af borsvæðum



1:1000



ÞESSI TEIKNING ER  
MINNKUD ÚR  
**A1-A3**  
MINNKUN 1:2

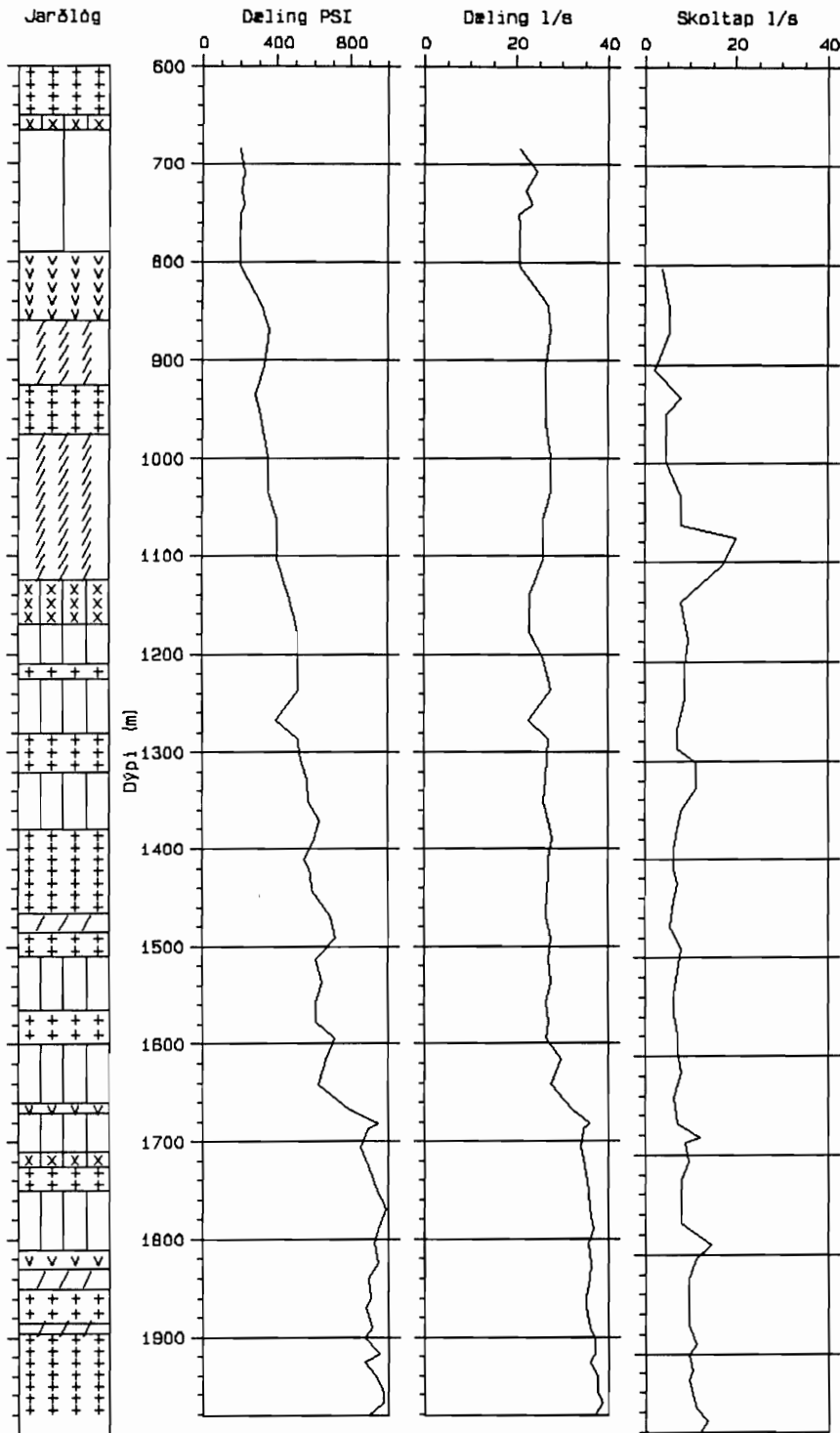
*Sammf. 19.7.97*  
*P. Maack*

78\6\65L-1723											
DRÖG	DRÖG	DRÖG	DRÖG	DRÖG	DRÖG	DRÖG	DRÖG	DRÖG	DRÖG	DRÖG	DRÖG
LANDSVIRKJUN The National Power Company KRÖFLUSTÖÐ								BORHOLA KJ-16 ENDURVINNSLA, HALLI OG STEFNA ORKUSTOFNUN <b>VGK</b> YERKFRÆÐISSTOFA RUDRUDAR OG KRISTJÁNS 14		PURCHES = METALLATION + LAGNING + DRÖG DRÖG DRÖG DRÖG	
DÖG 14.7.97 DÖG 2.6, mm DRÖG P. Maack DRÖG A1								4.LBA.05.040 16C-74			



# KRAFLA HOLA KJ-16

## Einfaldað jarðlagasnið og skolmælingar



### Skýringar við jarðlagasnið



Fersklegt fin-meðalkorna basalt



Odlerit innskot



Tuff



Ummyndað fin-meðalkorna basalt



Ummyndað glerjað basalt



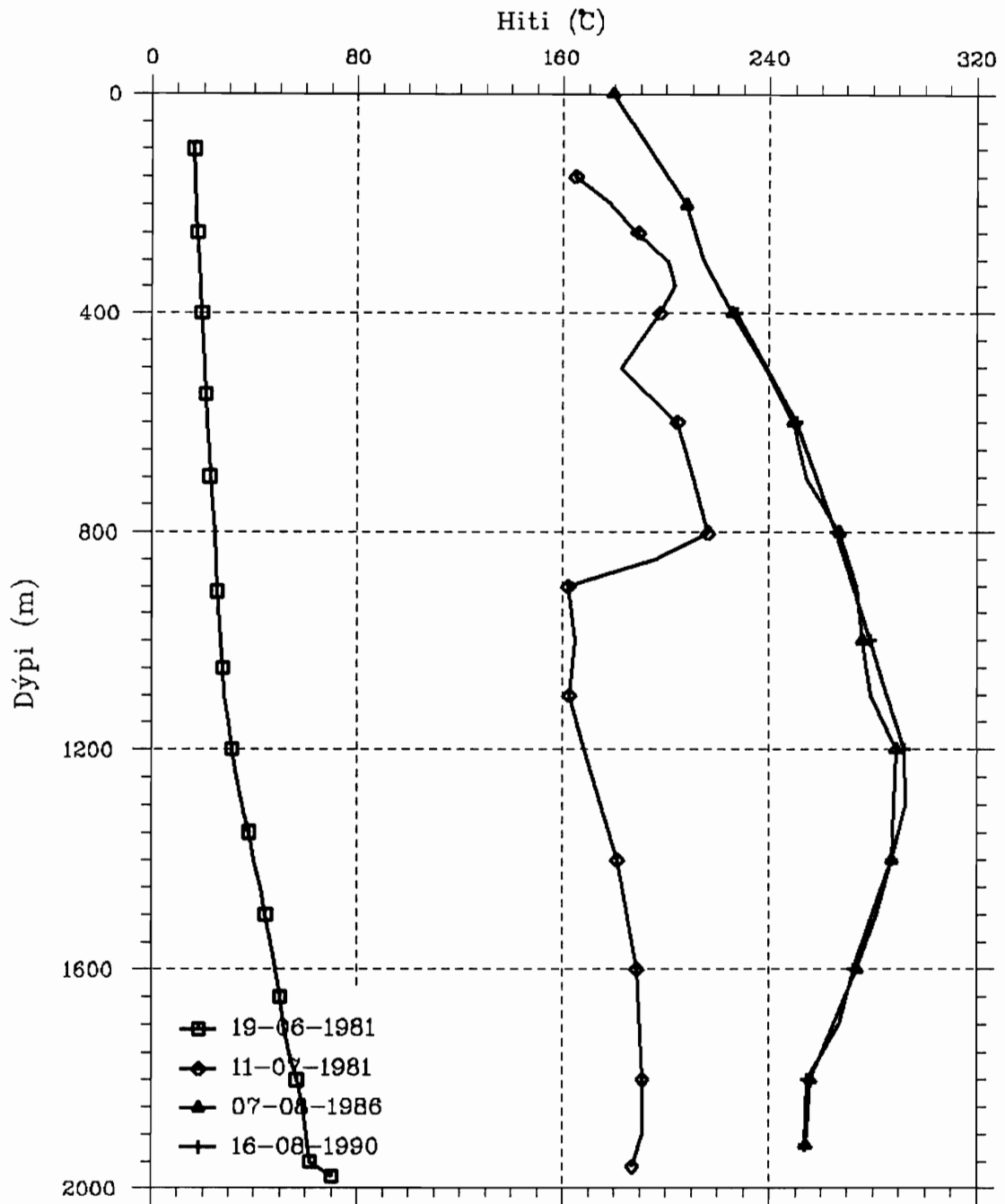
Súrt finkornátt berg

MYND 4



7 Jul 1997 asg  
L= 58016 Oracle

### Krafla hola KJ-16 Hitamælinagr Strax eftir borun og síðar



# SUÐURHLÍÐAR KRÖFLU

0 500 m

B-1  
B-2  
B-3

Basalt-  
myndun

M-1  
M-2

Móbergs-  
myndun



Surt berg



Basalt innskot



Gabbro



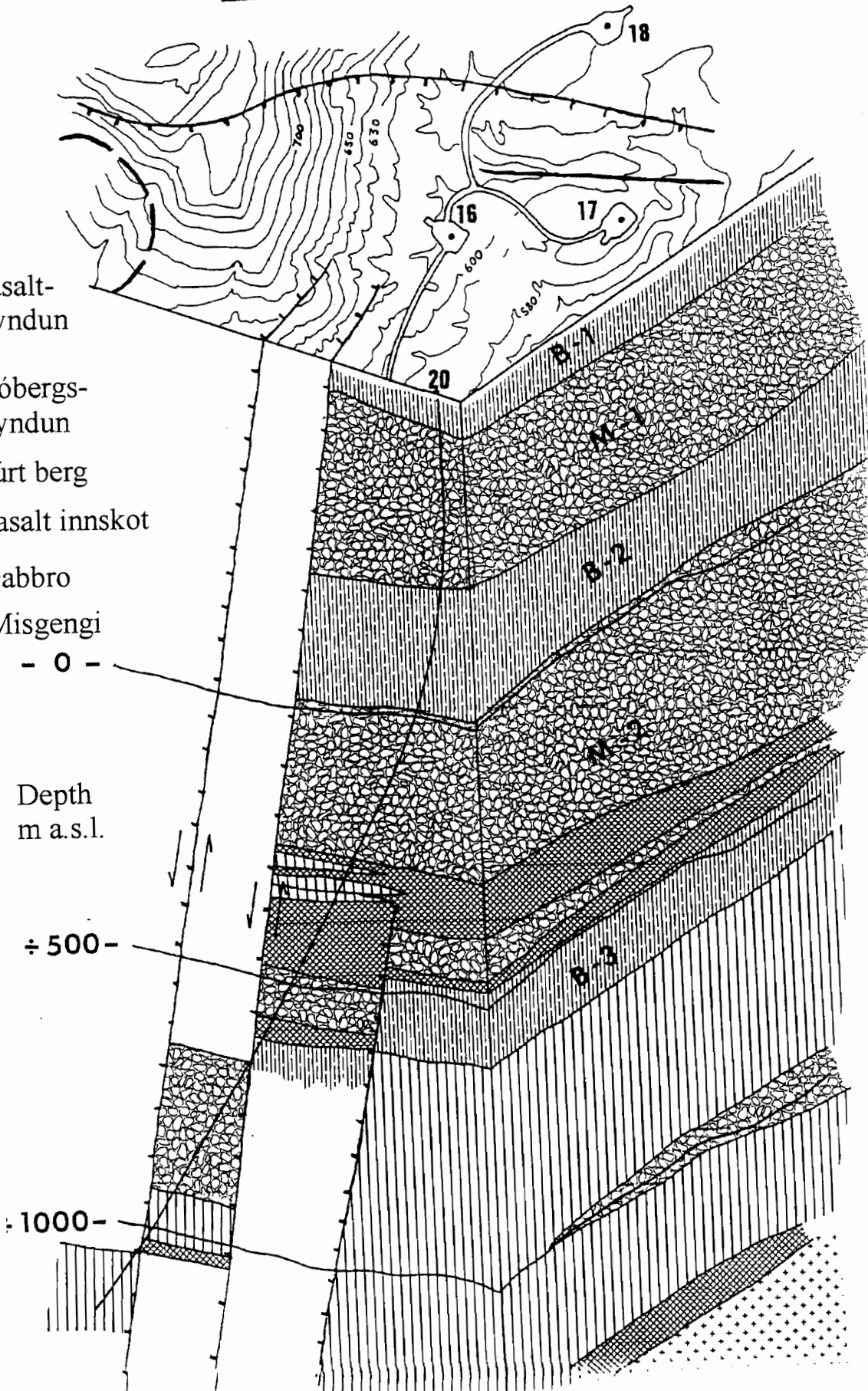
Misgengi

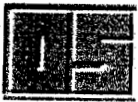
- 0 -

Depth  
m a.s.l.

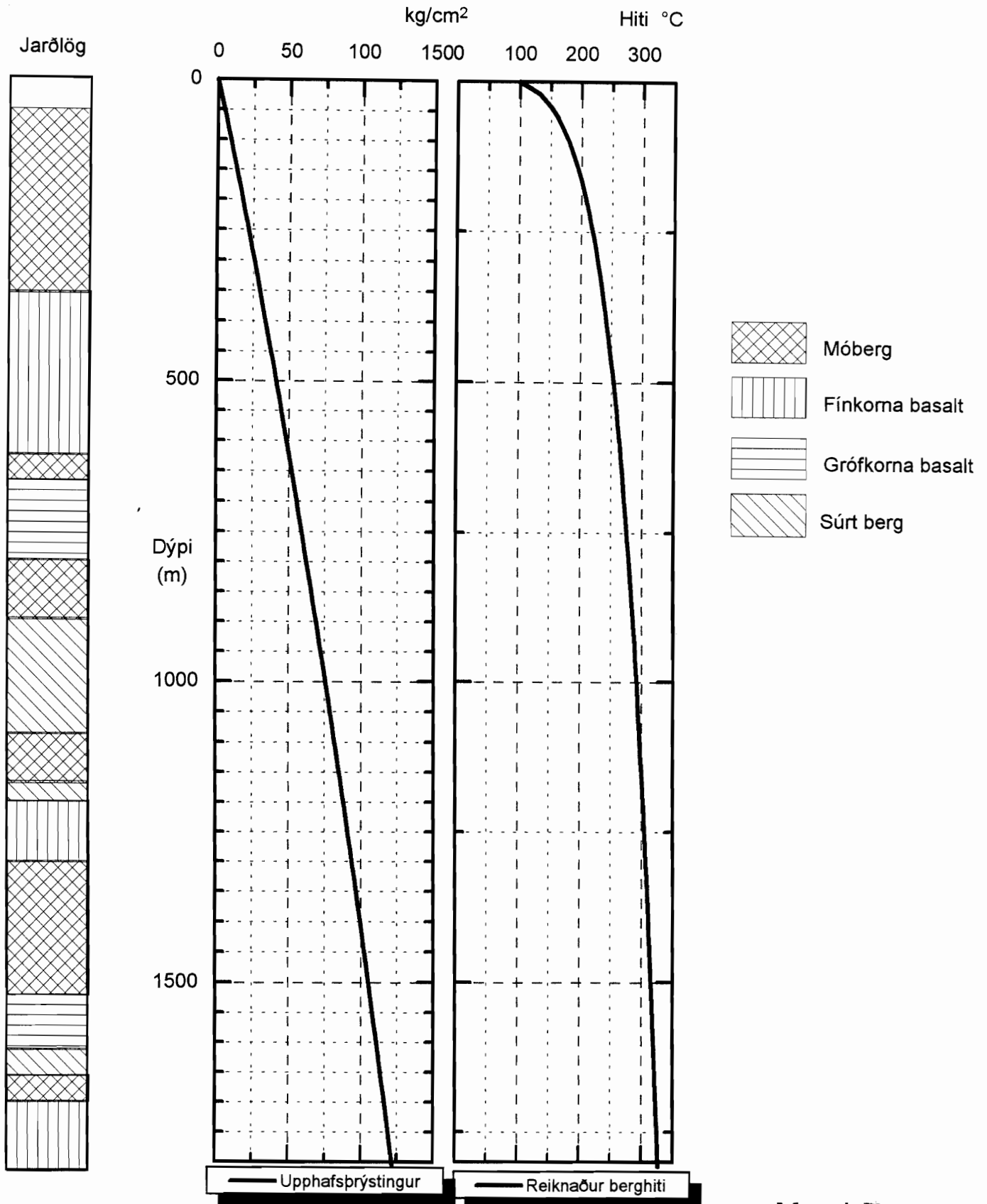
÷ 500 -

÷ 1000 -

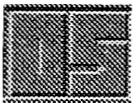




# Einfaldað jarðlagasnið, þrýstingur og berghiti

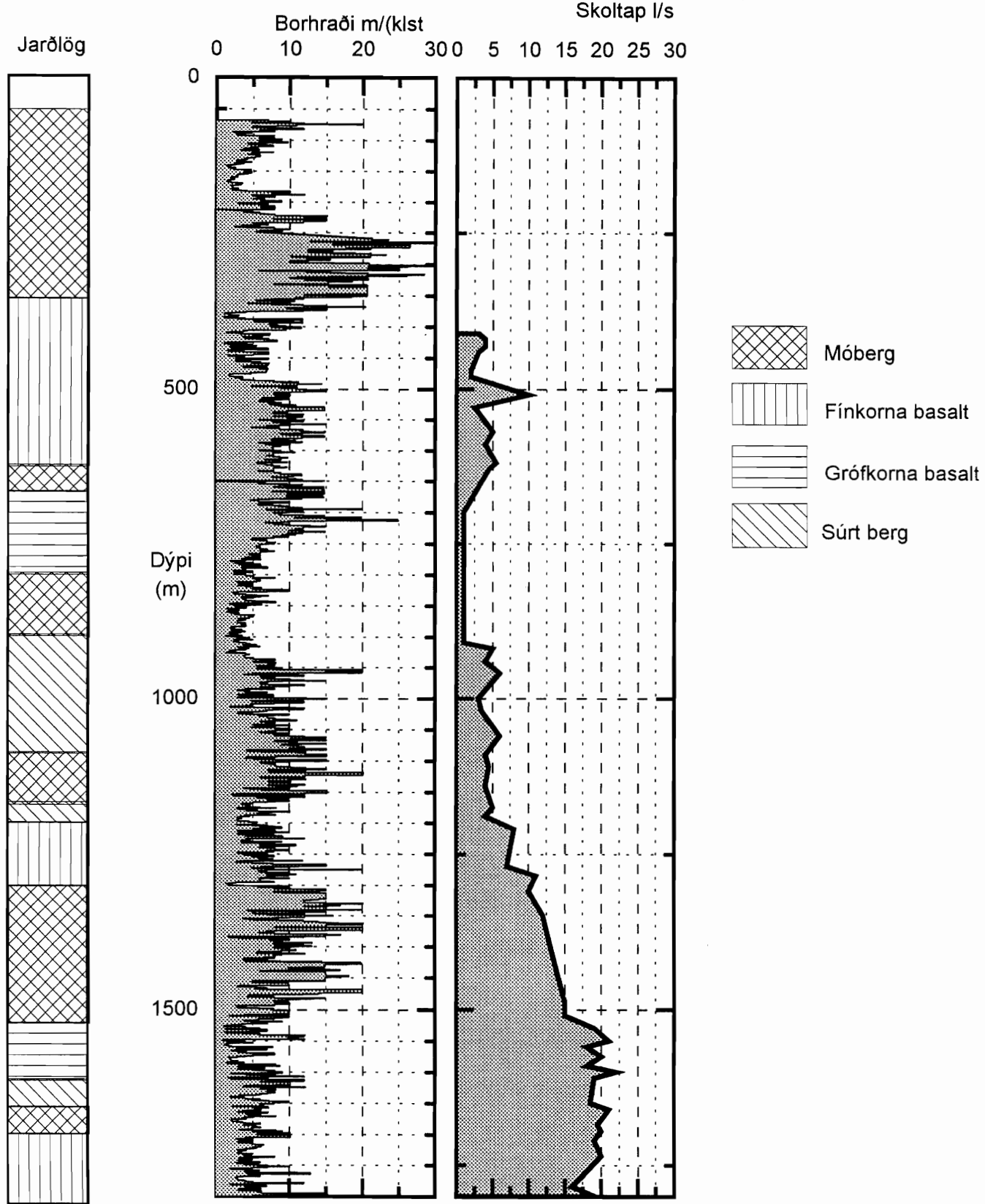


Mynd 7



# Krafla hola KJ-20

## Einfaldað jarðlagasnið, borhraði og skoltap í borun



## **Viðauki 1**

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR	VERKKAUPI
628-I	KJ-16	Krafla suðurhlíðar	RARIK Kröfluvirkjum
VIDD HOLU	DÝPT HOLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.
12 1/4"	674,0	3	1981.05.31.-06.04.
			ÚTFYLLT 1981.06.05. D.S.

FJARLÆGÐ KJALLARABRÚN—KRAGI		2,63	m
FÓÐRING	PVERM. UTAN 9 5/8" INNAN		
	GERÐ K-55 40 lbs/ft.		
	TENGI Skrúfuð Buttress		
	NOTAÐ 671,43 m FRÁ KRAGA 661,36 m		
	KRAGI (FLANGS) Pinnboltaflans m/3 m. slíf		
	SKÓR Float Shoe 2 ventla og stungustikki		
MÍÐJUST. 15 stk. STEYPUT. 0 stk.			
STEYPING	SEMENT G blanda 38.900 kg		
	SEMENT kg		
	ÍBL.EFNI kg		
	ÍBL.EFNI kg		
	TAFÆFNI kg EÐLISP. STEYPU 1,74		
	STEYPUTÆKI Haliburton steypusamstæða		
	STEYPIGARTÍMI 47 mín		
	EFTIRDÆLING. MAGN 11.655 l TÍMI 12 mín		
	STEYPA KOM UPP <input type="checkbox"/> JÁ <input checked="" type="checkbox"/> NEI		
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA 277 m		
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR 20 h		
	SEMENT G 21.000 kg ÍBL.EFNI kg		
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR 5 h		
	STEYPA BORUD EFTIR 41 h		
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI 200 m		
VERKTÍMI RÖR STEYPA TOPPUR TAFIR ALLS			
h 7,0, 2,0, 13,5, ? 18,0, 90,0			
ATH. Efsta rör er 1,90 m undir holuflansi í 3 m. slíf sem soðin er á pinnboltaflans sem er ofan á holuflansi. Skotið var út úr fóðr. í 277 m. en fyrsta steypa náði upp í 278 m. góð steypa kom upp í seinni steypingu en seig niður í 10,5 m. talið frá flansi. Steypumæl. komu einkennilega út og voru ekki sjálfum sér samkvæmar að öllu leiti.			

RÖRATALNING		
LENGD	NR <sup>1)</sup>	ALLS m
12,09	1 x	1,90
		13,99
12,25	2	26,24
11,65	3	37,89
11,94	4 x	49,83
12,25	5	62,08
12,26	6	74,34
12,56	7	86,90
12,34	8 x	99,24
12,80	9	112,04
12,21	10	124,25
11,66	11	135,91
11,95	12 x	147,86
12,33	13	160,19
12,46	14	172,65
12,40	15	185,05
11,68	16 x	196,73
11,78	17	208,51
12,50	18	221,01
11,69	19	232,70
12,36	20 x	245,06
12,02	21	257,08
12,42	22	269,50
12,27	23	281,77
11,54	24 x	293,31



VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR		VERKKAUPI
628-1	KJ-16	Krafla suðurhlíðar		RARIK Kröfluvirkjun
VIDD HOLU	DÝPT HOLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.	ÚTFYLLT
8 1/2"	1981	4	1981.06.20 -21.	1981.06.21. D.S.

FJARLEGD KJALLARABRÚN - KRAGI		2,63 m	
FÓÐRING	PVERM. UTAN 7 5/8" og 7" INNAN		
	GERÐ J-55 26,4 lbs/ft.		
	TENGI 2 step non tapered thread compl. flush		
	NOTAÐ	1325,79 m	FRÁ KRAGA 1943,70 m
	KRAGI (FLANGS) Burns upphengja		
	SKÓR 7 5/8" skór soðinn á 7" múffu		
	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 39,5			41,5
ATH. Burns upphengja 76 cm talin með fyrsta rör			
24 cm bútur soðinn ofan á 1. rör v/upphengju			
16 efstu rörin óraufuð síðan allt raufað.			
Neðan á rör nr.133 er söðin 90 cm bútur af 7"			
10 neöstu rörin eru 7" J-55 með Buttress gengjum			
7 5/8" rörin eru 2 step non tapered thread			
completlt flush (Skrúfuð múffulaus en slétt			
bæði utan og innan.			

RÖRATALNING		
LENGD	NR <sup>1)</sup>	ALLS m
8,98	1	616,82 625,80
9,59	2	635,39
9,21	3	644,60
10,12	4	654,72
9,01	5	663,73
8,91	6	672,64
9,52	7	682,16
9,92	8	692,08
9,56	9	701,64
9,28	10	710,92
9,04	11	719,96
8,23	12	728,19
8,91	13	737,10
9,50	14	746,60
8,53	15	755,13
9,80	16	764,93
9,16	17	774,09
7,97	18	782,06
8,80	19	790,86
9,08	20	799,94
9,09	21	809,03
8,84	22	817,87
9,51	23	827,38
9,40	24	836,78

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



VERK NR.	HOLA NR.	BORSTADUR	FÓÐRING NR.	BLS.
628-1	KJ-16	Krafla suðurhlíðar	4	2

RÖRATALNING		
LENGD	NR	ALLS m
9,64	25	846,42
9,21	26	855,63
8,57	27	864,20
9,52	28	873,72
9,48	29	883,20
9,57	30	892,77
9,78	31	902,55
9,77	32	912,32
9,65	33	921,97
8,98	34	930,95
9,04	35	939,99
9,38	36	949,37
9,20	37	958,57
9,28	38	967,85
9,02	39	976,87
7,97	40	984,84
9,93	41	994,77
9,25	42	1004,02
9,39	43	1013,41
7,97	44	1021,38
8,84	45	1030,22
9,33	46	1039,55
8,94	47	1048,49
8,77	48	1057,26
8,03	49	1065,29
8,35	50	1073,64

RÖRATALNING		
LENGD	NR	ALLS m
8,95	51	1082,59
8,80	52	1091,39
9,40	53	1100,79
9,14	54	1109,93
8,40	55	1118,33
9,13	56	1127,46
9,90	57	1137,36
8,35	58	1145,71
9,00	59	1154,71
9,64	60	1164,35
9,50	61	1173,86
9,11	62	1182,96
9,58	63	1192,54
9,86	64	1202,40
9,01	65	1211,41
9,12	66	1220,53
9,45	67	1229,98
8,89	68	1238,87
9,26	69	1248,13
9,25	70	1257,38
9,21	71	1266,59
9,13	72	1275,72
9,27	73	1284,99
8,96	74	1293,95
9,39	75	1303,34
9,41	76	1312,75

RÖRATALNING		
LENGD	NR	ALLS m
9,57	77	1322,32
9,50	78	1331,82
9,45	79	1341,27
9,89	80	1351,16
9,29	81	1360,45
7,76	82	1368,21
9,35	83	1377,56
8,83	84	1386,39
8,63	85	1395,02
8,93	86	1403,95
8,03	87	1411,98
8,89	88	1420,87
7,76	89	1428,63
9,34	90	1437,97
9,07	91	1447,04
9,56	92	1456,60
8,65	93	1465,25
9,59	94	1474,84
7,79	95	1482,63
8,41	96	1491,04
8,25	97	1499,29
9,62	98	1508,91
8,94	99	1517,85
7,49	100	1525,34
9,30	101	1534,64
8,08	102	1542,72

