



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

KRAFLA, HOLA KJ-23
Borun frá 70 m í 196 m
og steyping 13 3/8" fóðringar

Ásgrímur Guðmundsson, Dagbjartur Sigursteinsson,
Hilmar Sigvaldason, Hjörtur Tryggvason og
Sigurður Benediktsson

OS-83079/JHD-25 B

September 1983



ORKUSTOFNUN
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

KRAFLA, HOLA KJ-23
Borun frá 70 m í 196 m
og steyping 13 3/8" fóðringar

Ásgrímur Guðmundsson, Dagbjartur Sigursteinsson,
Hilmar Sigvaldason, Hjörtur Tryggvason og
Sigurður Benediktsson

OS-83079/JHD-25 B

September 1983

EFNISYFIRLIT

Bls.

1	INNGANGUR	3
2	BORSAGA	3
3	JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSEÐAR	5
4	MÆLINGAR	6

TÖFLUSKRÁ

1	Fóðrunarskýrsla	7
2	Mælingar í borun	8

MYNDASKRÁ

1	Einfaldað jarðlagasnið	9
2	Hitamælingar	10
3	CBL-mæling	11
4	Sprengingar í borholu	12
5	CBL-mæling	13
6	Sprengingar í borholu	14
7	Steyping 13 5 8" fððringar	15
8	Gangur borunar	16
9	Jarðlög	17
10	Dreifing ummyndunarsteinda	18

1 INNGANGUR

Með hliðsjón af áframhaldandi rannsóknum á Hvíthólasvæðinu og gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun var hola KJ-23 staðsett u.p.b. 180 m vestan við holu KJ-21, og er ætlunin að bora hana niður í 2000 m dýpi. Tilgangurinn með staðsetningunni er auk gufuöflunar tvíþættur. Annars vegar að kanna útbreiðslu jarðhitasvæðisins við Hvíthóla og hins vegar að fá upplýsingar um vinnslueiginleika svæðisins neðan 1 km dýpis.

Holan var höggboruð síðastliðið vor niður í 66 m dýpi og svipaði holunni til KJ-21 hvað ummyndun varðar.

2 BORSAGA

Sunnudaginn 14. ágúst var mastur Jötuns fellt við holu KJ-13 og undirbúningur á flutningi hafinn. Föstudaginn 19. ágúst var flutningi yfir á holu KJ-23 lokið og var byrjað að bora kl 15:30. Notuð var 444 mm (17 1/2") króna af gerðinni S 53 J. Vatn var notað til skolunar til að byrja með. Fljótlega byrjaði að tapast skolvatn eins og sýnt er á mynd 1, þar sem dregið er upp samhliða einfaldað jarðlagasnið, meðaltalsborhraði yfir 10 m bil, skoltap, dæling og þrýstingur. Í 129 m dýpi tapaðist allt skolvatn sem þá var tæpir 50 l/s. Aður hafði komið fram smáleki í tæpum 100 m og þótti líklegast að hann hefði opnast betur. Ekki var um annað að ræða en að þetta lekann og var glervatni og vegsalti dælt niður. Á eftir fóru niður 12 tonn af portland sementi og tókst alveg að þetta lekann. Borað var áfram niður með geli og tapaðist ekkert fyrr en í 183 m dýpi, en þá tapaðist allt skol (30 l/s) og var borað með algjöru tapi niður í 196 m, en að morgni mánudagsins 22. ágúst var ákveðið að fððra niður á þetta dýpi.

Hola KJ-21 var höfð til hliðsjónar þegar fððringadýpi var valið enda var hægt að tengja einstök jarðlög á milli þeirra. Í 196 m var talið að komið væri niður úr lekasvæðinu. Farið var út í þéttingaraðgerðir áður en tekið var til við að fððra. Fyrst var dælt niður glervatni og vegsalti, síðan fylgt fast á eftir með 10 tonnum af portland sementi. Fylgst var með vatnsborði og þar sem það

féll niður var aðgerðin endurtekin. Ennþá féll vatnsborðið og var því hitamælt til að fá nánari upplýsingar um hvað gengi á þarna niðri (mynd 2, ferill 1). Í ljós kom að tekist hafði að þetta lekann í botni, en lekinn í 100 m hafði aftur á móti opnast á ný. Þá var tekið til höndum við að bora út steypu, sem náði upp í 150 metra. Eftir að því var lokið reyndist skoltap vera 9,5 l/s og botnfall 6,5 m, en fljótlega jókst skoltapið upp í 23 l/s. Þá var reynt að mylja botnfallið og gel blandað til að hreinsa sandinn (svarf) úr holunni og voru aðeins 1,5 m eftir þegar upp var staðið.

Næst var hitamælt og sýnir ferill 2 á mynd 2 að æðin í botni hafði opnast á ný, en meðan mælingin stóð yfir töpuðust um 9 l/s. Greinilegt þótti því að þéttingaraðgerðir höfðu ekki tekist sem skyldi og var fallið frá að eiga frekar við þær, en þess í stað tekið til við að koma niður 340 mm (13 3/8") fðöringu. Öll atriði varðandi niðurstetningu og frágang fðöringarinnar eru sýnd í töflu 1, en neðri endi fðöringar er á tæplega 191 m dýpi miðað við snúningsborð Jötuns.

Undir morgun miðvikudags 24. ágúst, var hafist handa við að steypa fðöringuna. Góð steypa fór niður (ep. 1,65) en á undan henni var dælt niður glervatni og vegsalti til að freista þess að þetta eitthvað lekann á undan steypunni. Þar á eftir fóru niður 7 tonn af portland sementi og 22 tonn af G-sementi, en ekkert kom upp.

Beðið var þangað til steypa harðnaði og þá var CBL-mælt. Niðurstöður eru sýndar á mynd 3 og þar sést greinilega að efra borð steypu er á u.p.b. 107 m dýpi. Þar sem 100 m æðin var ennþá opin, tók holan við 23 l/s utan fðöringar. Eftir CBL-mælingu var valinn skotstaður á bilinu 105,7 - 107,3 m (sjá mynd 4) og fðöringin götuð með sprengju. Strax á eftir var hringdæling sett á og steyping undirbúin. Rétt áður en steyping byrjaði var sandi sáldrað niður utan fðöringar í þeim tilgangi að þetta lekann. Steypingin í gegnum skotgötin á 107 m dýpi hófst kl 21:20 og voru notuð 19 tonn af G-sementi. Steyping og eftirdæling tók 45 mínútur, en engin steypa kom upp. Meðan á steypingu stóð kom vatn upp öðru hvoru og í lokin var það lítillega blandað perlusteini. Eðlisþyngd blöndunnar var nokkuð stöðug um 1,67. Eftirdælingin reyndist hafa verið ívið of mikil og vottaði aðeins fyrir steypu á móts við skotstaðinn innan fðöringar. Eftirá

virtist sem 1 l/s tapaðist þar út úr fððringunni.

Önnur CBL-mæling var gerð undir morgun fimmtudagsins 25. ágúst. Niðurstöður mælingarinnar eru sýndar á mynd 5. Efra borð steypu sést þar á bilinu 70-75 m og var skotstaðurinn valinn á bilinu 73,3-75,0 m (mynd 6). Skotin voru gót á fððringuna kl 08:30 og hringdæling sett á. Holan reyndist vera þétt ofan við skotstaðinn. Þá var steyping undirbúin og kl 09:25 var byrjað að steypa í gegnum skotgöt á 75 m dýpi. Notuð voru 10 tonn af G-sementi og vegsalti blandað saman við til að flýta fyrir höröun. Eðlisþyngd blöndunar var nokkuð stöðug þ.e. 1,65 og þegar dæling var stoppuð var eðlisþyngd steypunnar sem upp kom 1,59. Með þessari steypingu hafði loksins tekist að steypa fððringuna og sýnir mynd 7 í öllum aðalatriðum hvernig lokatakmarkinu var náð.

Síðasti hluti þessa verkáfanga var að sjóða flangs á holutoppinn, koma fyrir öryggislokum og bora út steypu í fððurrörinu. Steypa reyndist vera á 30 m dýpi og náði hún niður í 92,5 m og síðan frá 154 m niður í botn fððringar.

Á mynd 8 er sýnt hvernig verkinu miðaði áfram.

3 JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR

Jarðlögum í holu KJ-23 svipar í öllum aðalatriðum til holu KJ-21. Misgengi liggur á milli holanna skammt austan við KJ-21 og út frá samanburði á þeim er líkleg stærð þess 10-15 m með falli til vesturs.

Á mynd 9 eru jarðlög sýnd ásamt borhraða. Niður í 100 m dýpi eru þunn ummynduð glerjuð basaltlög einkennandi og eru aðskilin af basaltbreksfum. Frá 100 m niður í 140 m er mjög ummynduð basaltbreksfa einkennandi, en þunn finkornótt ummynduð basaltlög gegnumstinga hana. Í 145 m dýpi er komið niður á mjög ummyndað túff, sem nær niður að þykku finkornóttu basaltlagi sem liggur á 152-163 m dýpi. Þar neðan við er mjög ummyndað túff einkennandi, en tvö finkornótt basaltlög gegnumstinga það. Frá 183 m niður í 196 m kom ekkert svarf upp, en með hliðsjón af holu KJ-21 og borhraða þótti líklegt að túffið næði niður í 192 m, en þar neðan við væri komið niður í basaltlag.

A mynd 10 er dreifing ummyndunarsteinda sýnd og er það nokkuð svipað holu KJ-21. Ekki eru neinar háhitasteindir sjáanlegar í þessum kafla. Seólitir eru einkennandi niður að 150-160 m. Kalsít og pýrít eru greind frá toppi í botn, en kvars sést fyrst með vissu á 100 m dýpi.

Tvö meiriháttar skoltöp mældust á tæplega 130 m og 183 m dýpi. Efra tapið er líklega bundið við 97 m dýpi en þar hafði áður opnast 4,5 l/s leki og hefur hann líklegast opnast betur þegar dýpið var tæpir 130 m (mynd 1, ferill 2). Neðra tapið kemur fram í auðboruðu túffi skammt neðan við þétt fínkornótt basaltlag.

4 MÆLINGAR

Tafla 2 sýnir þær mælingar sem mældar voru í þessum verkætti. Þarna er um að ræða þrjár hitamælingar, sem ætlað var að upplýsa um lekastaði í holunni. Sjást þar allar á mynd 2. Tvær CBL mælingar gerðar eftir 1. og 2. steypingu sýna steypuborð og steypugæði greinilega og var auðvelt að finna skotstaði í báðum tilfellum.

Skotið var í 105,7 til 107,3 m eftir 1. steypingu en í 73,3-75,0 eftir 2. steypingu, 8 eggjum í hvort skipti. Auðvelt var að hringdæla eftir sprengingarnar og kom steypa upp við síðari hringdælinguna en við þá fyrri kom ekkert upp.



VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR		VERKKAUPI
659-i	KJ-23	Krafla norðan Hvíthóls		RARIK Kröfluvirkjun
VÍDD HOLU	DÝPT HOLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.	ÚTFYLLT
17-1/2"	197	2	1903.08.23.-08.26.	1903.08.26. D.S.

FJARLEGD KJALLARABRÚN - KRAGI		2.56	m	
FÓÐRING	PVERM. UTAN 13-5/8"	INNAN 317,9-315,3mm		
	GERÐ K-55	ÞYNGD 68 og 61	lbs/ft	
	TENGI	Skrúfuð	Buttress	
	NOTAÐ	182,93	m FRÁ KRAGA 183,35 m	
	KRAGI (FLANGS)	12" 900		
	SKÓR	Float Shoe og Float Collar	f/stungust	
MÍÐJUST.	3	stk. STEYPUT.	0 stk.	
STEYPING	SEMENT	Portland	7.000 kg	
	SEMENT	G-blanda	22.000 kg	
	ÍBL.EFNI		kg	
	ÍBL.EFNI	Dælt á undan Glervatn	2.000 kg	
	TAFAEFNI	kg	EDLISP. STEYPU 1,61	
	STEYPUTÆKI	Haliburton	Steypusamstæða	
	STEYPIGARTÍMI		40 mín	
	EFTIRDÆLING. MAGN	2500	1 TÍMI 3 mín	
	STEYPA KOM UPP	<input type="checkbox"/> JÁ <input checked="" type="checkbox"/> NEI		
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA	107m.-7m.	0. m	
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR		13 h	
	SEMENT	29.000 kg	ÍBL.EFNISALT 200 kg	
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR	7 h.	frá 3 steypu h	
	STEYPA BORUD EFTIR		42 h	
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI		30 m	
VERKTÍMI RÖR	STEYPA	TOPPUR	TAFIR	ALLS
h 4,5	2,40	17,0		77,5
ATH. Flans og bútur áfastur honum talið með efsta röri. Efstu 4 rörin eru 68 lbs/ft.				
Fyrsta steypa náði upp í 107 m. þar var skotið út úr rörum 8 göt. Önnur steypa náði upp í 75 m. þar var skotið öðrum 8 götum og þriðja steypa kom svo alla leið upp. 2 neðstu sentralasers eru á rörunum en ekki á múffum.				

RÖRATALNING		
LENGD	NR ¹⁾	ALLS m
↑ 10,68	1	10,68
11,83	2	22,51
12,05	3	34,56
↓ 11,72	4	46,28
12,10	5	58,38
12,50	6	70,88
12,26	7	83,14
12,44	8	95,58
11,99	9	107,57
12,27	10	119,84
12,23	11	132,07
12,52	12	144,59
12,59	13	157,18
,83	Float Collar	158,01
12,49	14	170,50
12,25	15	182,75
,60	Skór	183,35

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

TAFLA 2 KRAFLA HOLA KJ-23. Mælingar í borun (70 - 196 m)

Dags.	Tími.	Hvað mælt.	Dýptarbil.	Ástand holu.	Tilg.mælingar.	Aths.
83.08.22	21.40-22.10	Hiti	0-191	Fóðrunardýpi 10 l/s. tap.	Ath upphitun	Mælt fyrir og eftir upptekt.
83.08.23	12.25-13.00	Hiti	0-182	Fóðrunardýpi ca.9 l/s.tap.	Ath.upphitun og finna lekast	
83.08.24	16.00-16.30	Hiti	0-163.4	1.Steyping lokið.	Ath.upphitun	
83.08.24	17.00-18.00	CBL	0-163.4	1.Steyping lokið.	Steypuborð og steypugæði.	
83.08.24	19.00	Skotið út úr fóðringu.	105,7-107.3	1.Steyping lokið.	Hringdæling	Skotið 8 eggjum.
83.08.25	05.34-06.36	CBL	0-106,4	2.Steyping lokið.	Steypuborð og steypugæði.	
83.08.25	08.30	Skotið út úr fóðringu.	73.3-75.0	2.Steyping lokið	Hringdæling.	

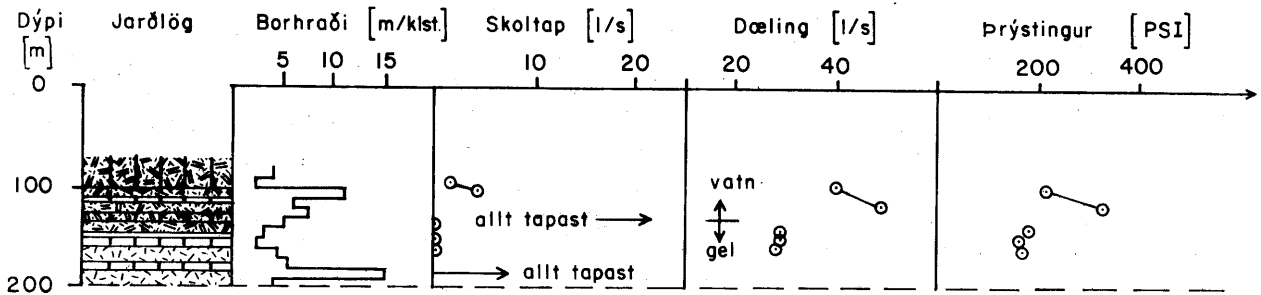


JHD·BJ·6607·As G
83.09.1139·EK



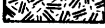
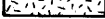
KRAFLA KJ-23

Mynd 1

EINFALDAÐ JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR Í BORUN



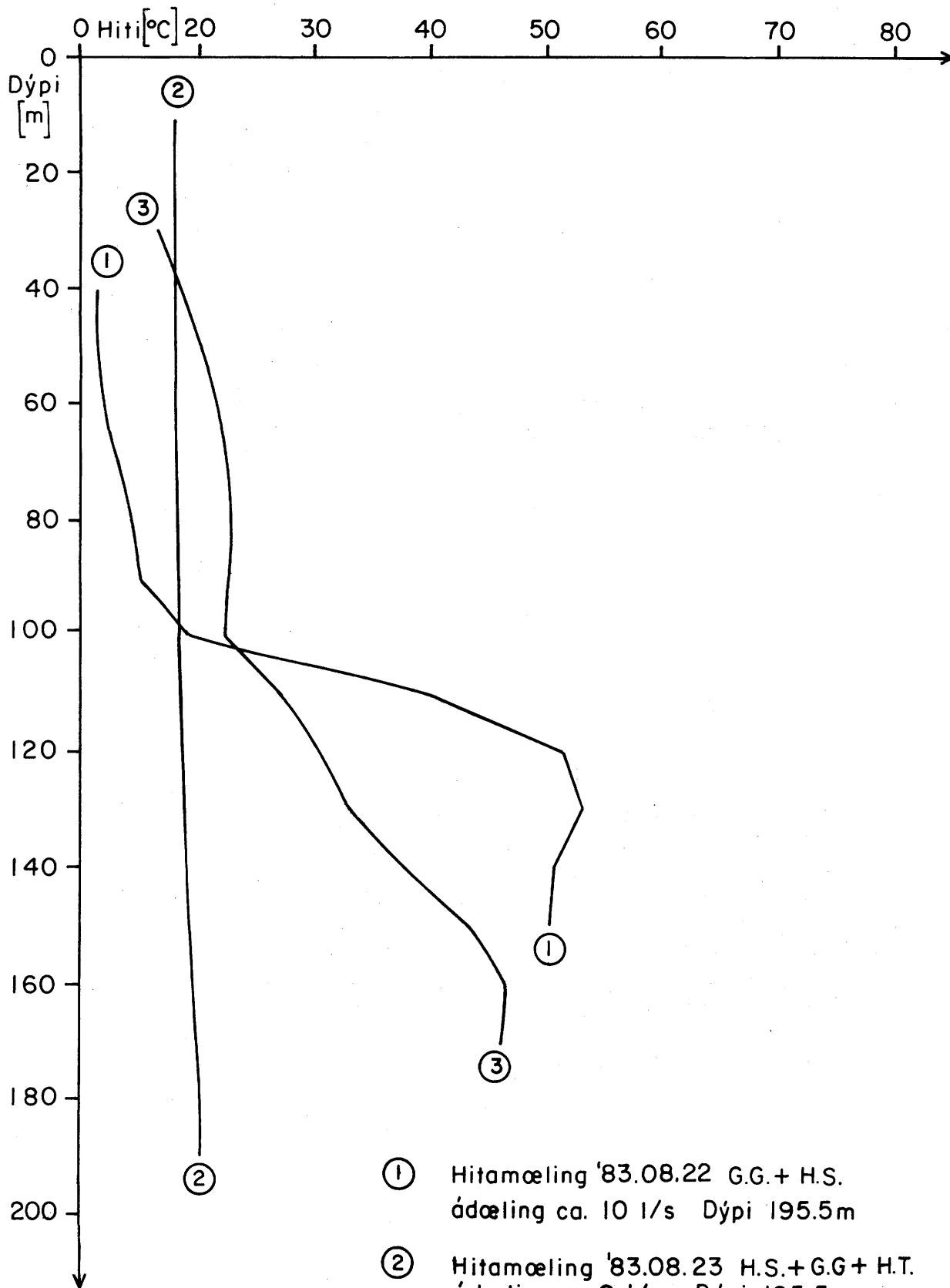
SKÝRINGAR :

-  Fínkornótt ummyndað basalt
-  Glerjað ummyndað basalt
-  Basalt-breksia
-  Túff



KRAFLA KJ-23

Hitamælingar



① Hitamæling '83.08.22 G.G.+ H.S.
áðæling ca. 10 l/s Dýpi 195.5m

② Hitamæling '83.08.23 H.S.+G.G.+ H.T.
áðæling ca 9 l/s Dýpi 195.5m

③ Hitamæling '83.08.24. G.G.+HS+ HT.
áðæling engin. Dýpi 195.5m

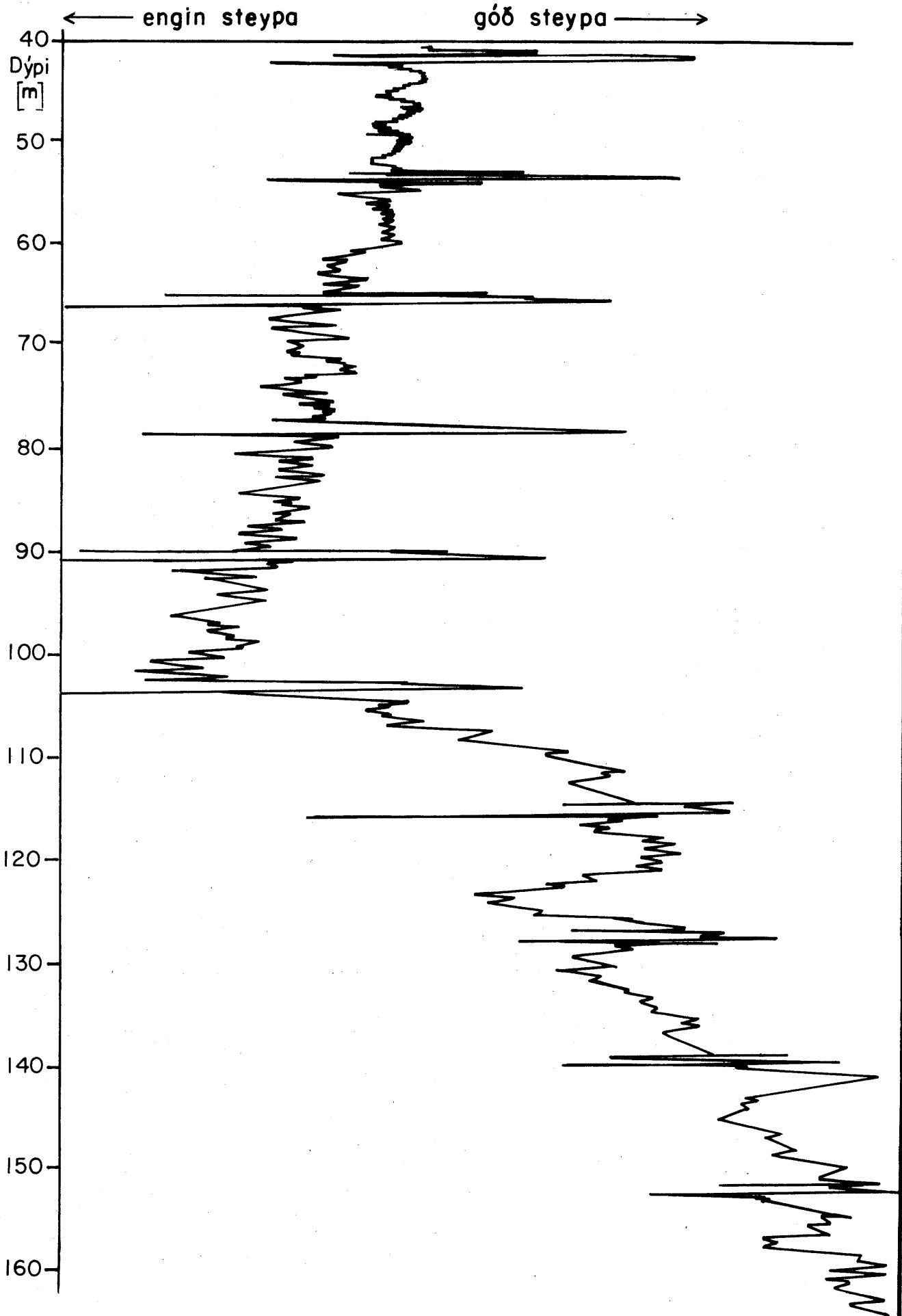


JHD · BM · 6607 · H S
'83.09.1141. E K

KRAFLA KJ-23

Mynd 3

CBL - Mæling





1. Sýsla, kaupstaður S - Þing.		2. Hreppur Skútustaðahr.
3. Staður KRAFLA		4. Hóla nr. KJ - 23
5. Dýpi. m	6. Fóðringar. m. þv. 13 3/8"	7. Bortími

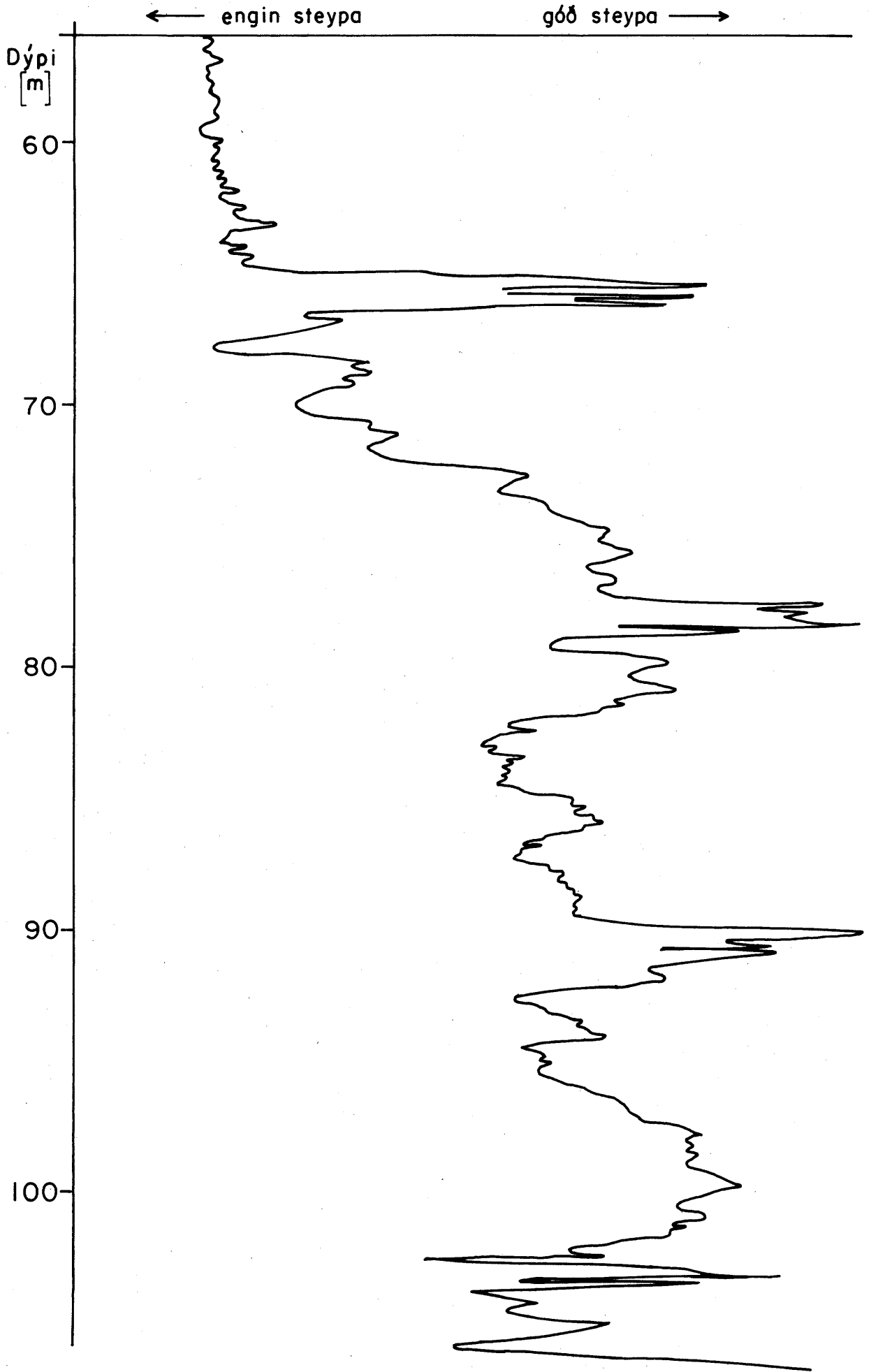
8. Ástand holu fyrir aðgerð

9. Verkaupi	10. Tilgangur Hringdæling	
11. Maelitoeki R · 50402	12. Dagset. '83.08.24	13. Moelingamenn HT · GG · HS
14. Núllpunktur á dýpi Rotary á Jötni	15. Skotstaður 105,7 - 107,3	16. Fjöldi skota 8

<p>17. Lýsing á sprengju</p> <p>Lóð</p>	<p>18. Ath.</p> <p>Skotið kl. 19 00</p>
---	--



CBL - Mæling



1. Sýsla, kaupstaður S - Þing.		2. Hreppur Skútustaðahr.
3. Staður KRAFLA		4. Hóla nr. KJ-23
5. Dýpi. m	6. Fóðringar. m. þv. 13^{3/8}"	7. Bortími

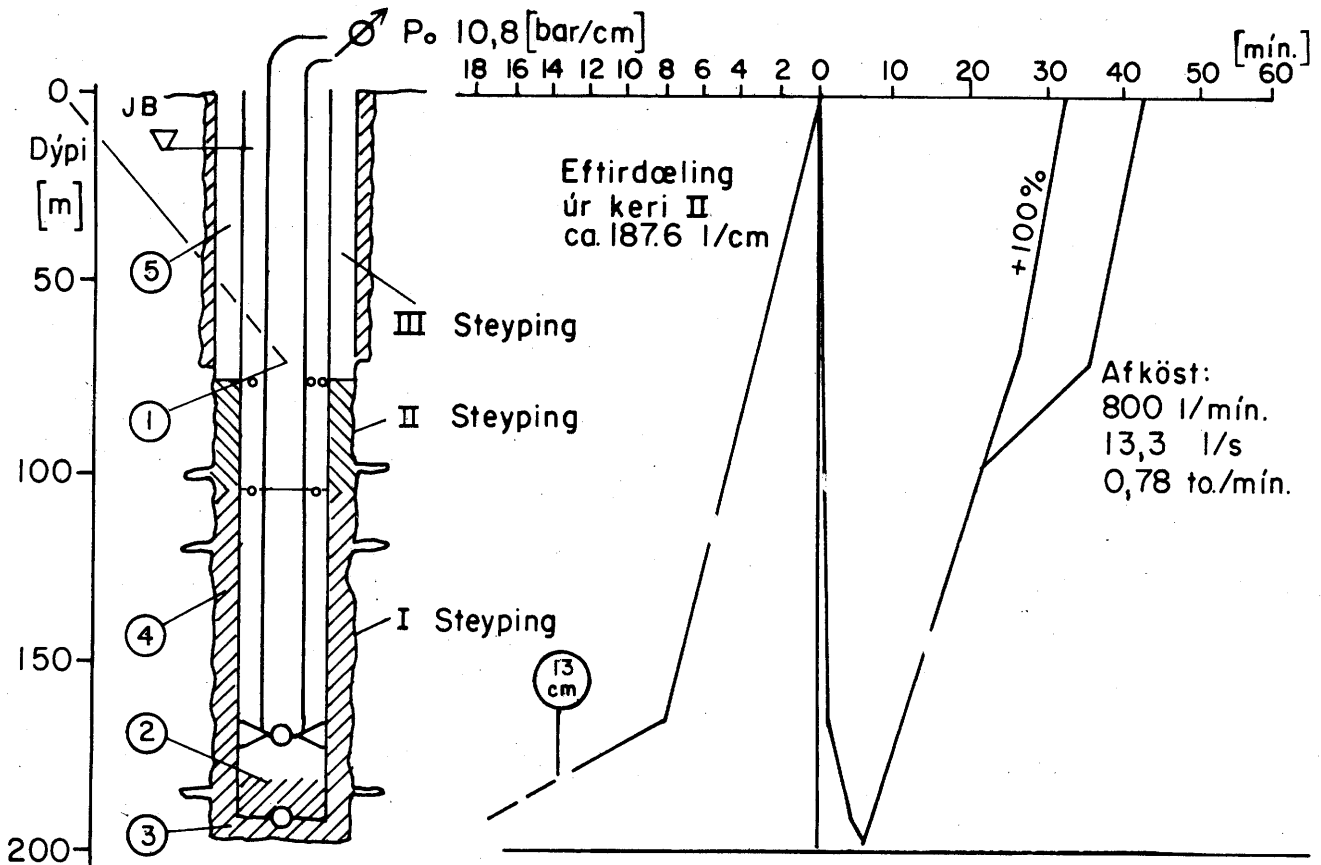
8. Ástand holu fyrir aðgerð

9. Verkkaupi	10. Tilgangur Hringdæling	
11. Mælitæki R · 50402	12. Dagset. '83.08.25	13. Mælingamenn HT · GG · HS
14. Núllpunktur á dýpi Rotary á Jötni	15. Skotstaður 73,3 - 75,0	16. Fjöldi skota 8

<p>17. Lýsing á sprengju</p>	<p>18. Ath.</p> <p>Sprengt kl. 8³⁰</p>
------------------------------	--



Steyping 13 3/8 fóðringar



	l/m	x	m	=	l	+100%	mín
(1)	9,16	x	166	=	1520	1520	1,9
(2)	85,6	x	24	=	2054	2054	4,46
(3)	155,0	x	7	=	1085x2=2170	2170	7,18
(4)	65,0	x	119	=	7735x2=15470	15470	26,5
(5)	70,0	x	72	=	5040	5040	32,81
					17434	26254	32,8
					(21,8mín)	(32,8mín)	

G-Sementblanda 1024 l/tonn = 25,6 tonn, ep. = 1,6

Vatn 66% af sementi = 16921 l
(187,6) (90 cm úr kerri II)
(365,6) (46,3 " - " - II+I)

II Steyping

24-08 kl 20 - Steyping gegnum skotgöt í 107 m

Eftirdæling $95 \times 85,6 \text{ l/m} = \frac{8132}{187,6} = 43,35 \text{ cm}$ (95 m)
 $= 45,63 \text{ cm}$ (100 m)

III Steyping

25-08 Steypt gegnum skotgöt í 75 m dýpi

(2) $78,2 \times 30 = 2346 \text{ l} \rightarrow 2,3 \text{ tonn}$

(5) $70 \times 75 = 5250 \rightarrow 5,2 \text{ "}$
 $\frac{7,5 \text{ tonn}}$

Eftirdæling $78,2 \times 45 = \frac{3519}{187,6} = 18,7 \text{ cm}$

24/8 Steyping gegnum stengur

7 tonn portltland +22 tonn
G-sement. 2000 l glervökví

24/8 Steyping í gegnum skotgöt í 107 m.

19 tonn G-sement

25/8 Steyping í gegnum skotgöt í 75 m.

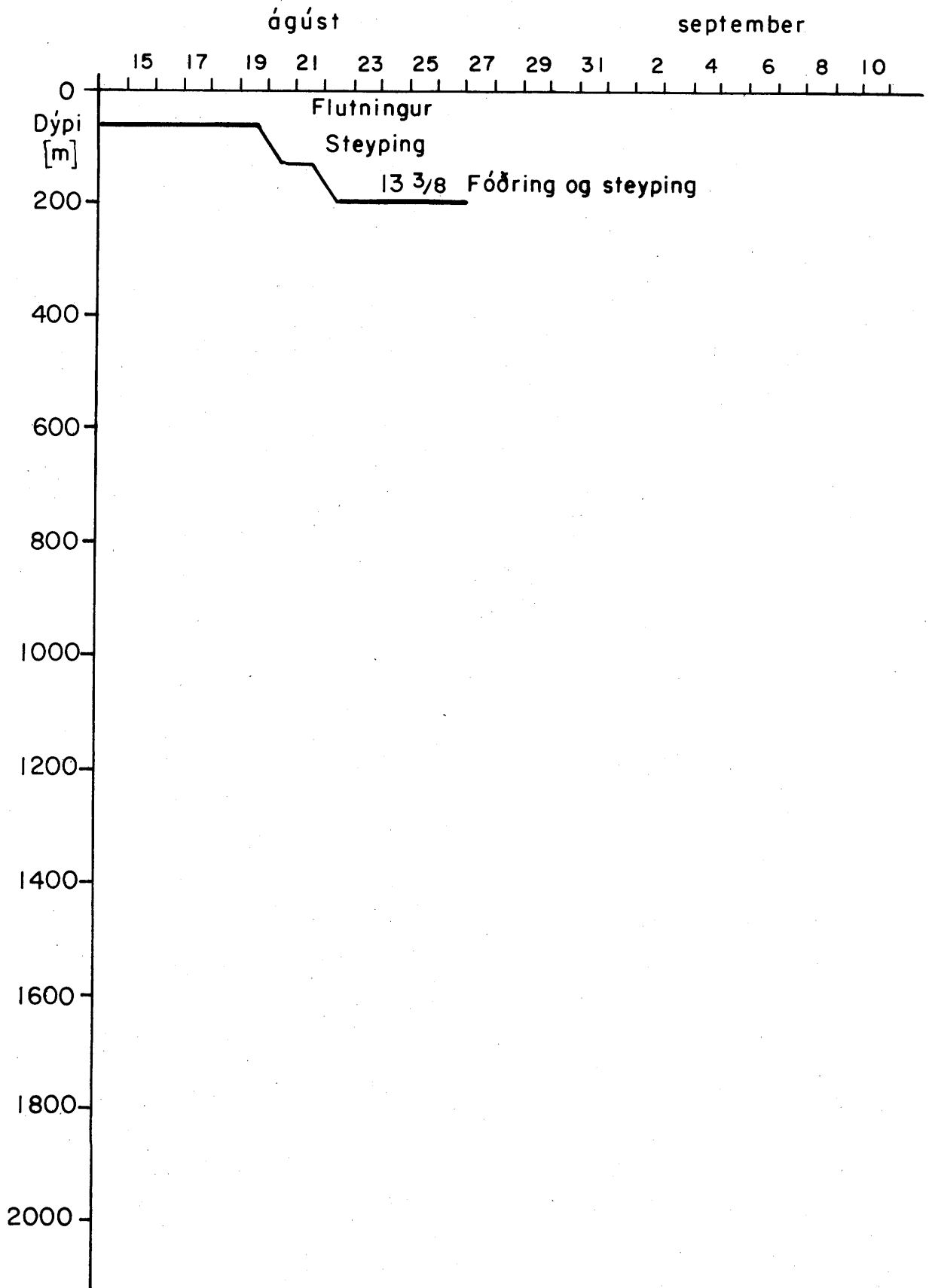
10 tonn G-sement,

holan steypt í topp



KRAFLA KJ-23

FRAMVINDA BORUNAR





KRAFLA KJ-23

JARÐLAGASNIÐ FRÁ 80m - 196m

Álag og
krónugerð
444 mm
S-53-J
5-10 tonn

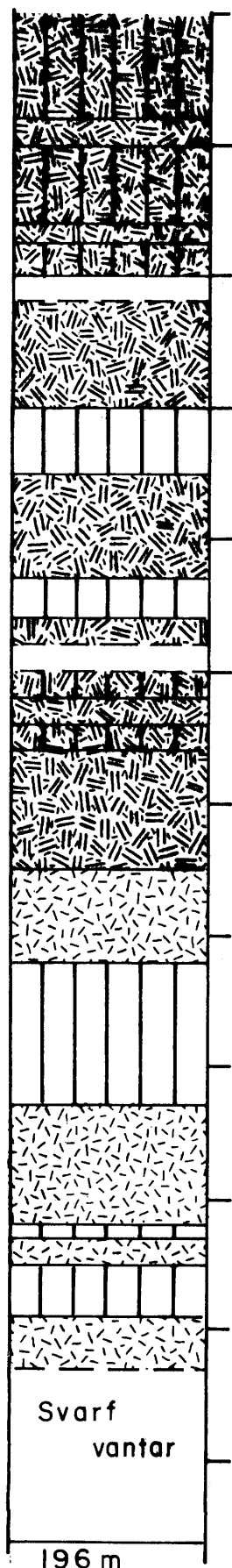
ú
ú
ú

Jarðlög

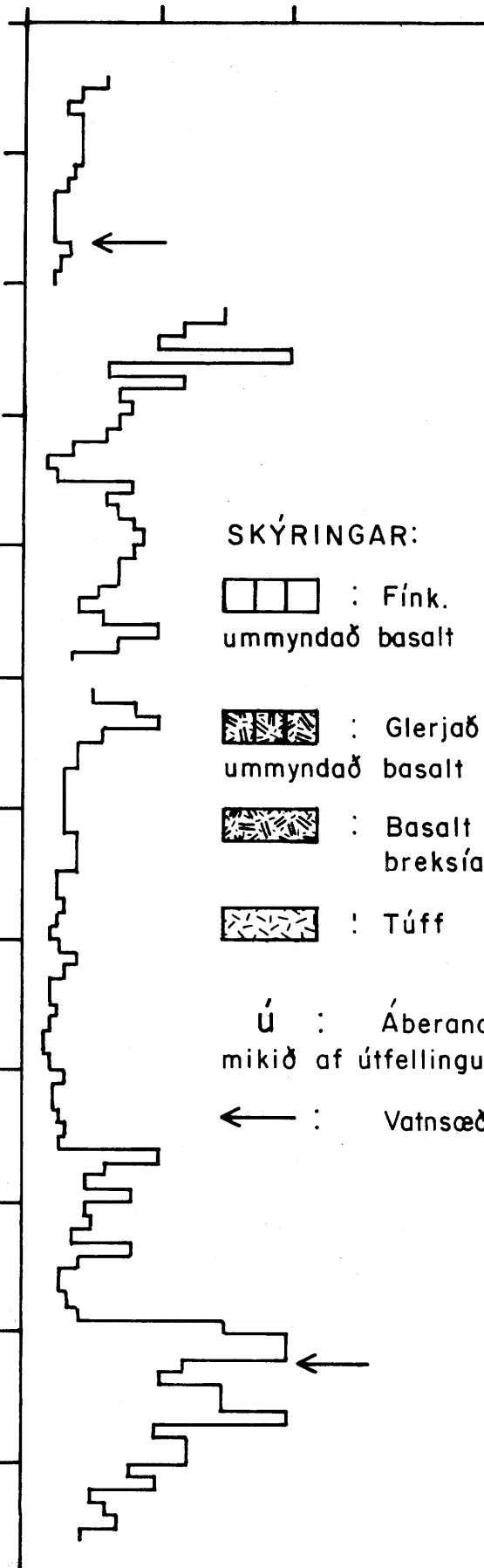
Dýpi
[m]

Borhraði m/klst

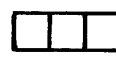
10 20



80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190

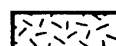


SKÝRINGAR:

 : Fínk.
ummyndað basalt

 : Glerjað
ummyndað basalt

 : Basalt
breksía

 : Túff

ú : Áberandi
mikið af útfellingum

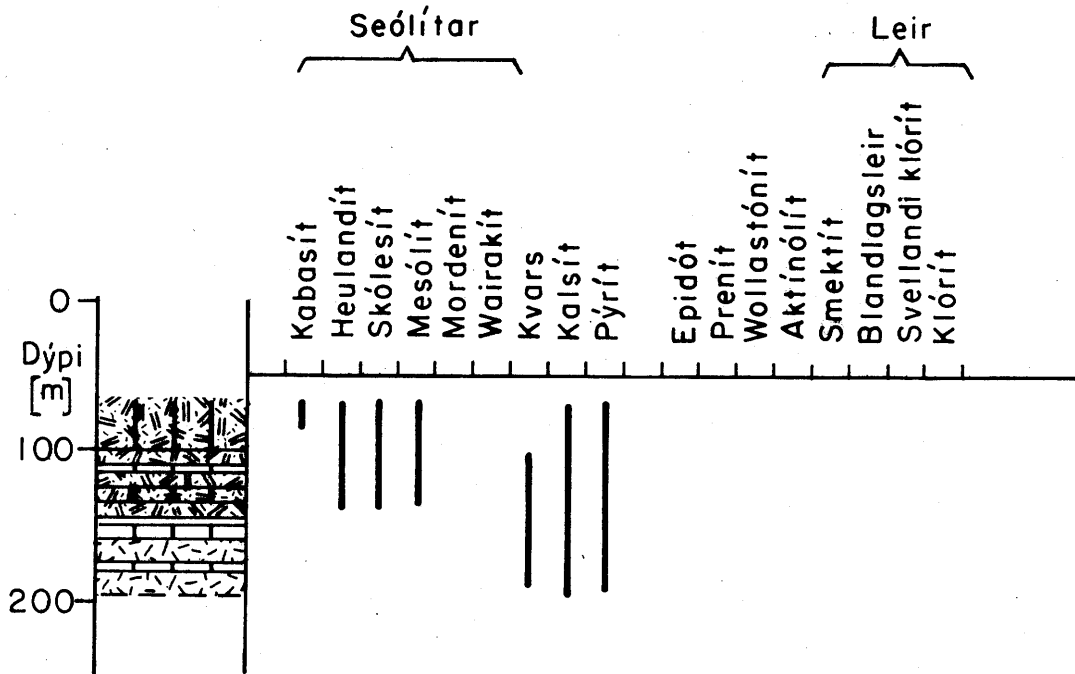
← : Vatnsæðar

Svarf
vantar

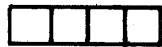
196 m



DREIFING UMMYNDUNARSTEINDA



SKÝRINGAR:



Fínkornótt ummyndað basalt



Glerjað ummyndað basalt



Basalt-breksía



Túff