



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

KRAFLA, HOLA KJ-23
Borun frá 196 m í 539 m
og steyping 9 5/8" fóðringar

Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson,
Dagbjartur Sigursteinsson, Guðni Guðmundsson,
Hjörtur Tryggvason og Sigurður Benediktsson

OS-83080/JHD-26 B

September 1983



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

KRAFLA, HOLA KJ-23

Borun frá 196 m í 539 m

og steyping 9 5/8" fóðringar

Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson,
Dagbjartur Sigursteinsson, Guðni Guðmundsson,
Hjörtur Tryggvason og Sigurður Benediktsson

OS-83080/JHD-26 B

September 1983

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1 BORSAGA	3
2 JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR	5
3 MÆLINGAR	6

TÖFLUSKRÁ

1 Föðringarskýrsla	7
2 Mælingar í borun	9

MYNDASKRÁ

1 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun	10
2 Hitamælingar	11
3 Hitamælingar	12
4 Steyping 9 5 8" fððringar	13
5 CBL-mæling	14
6 Sprengingar í borholu	15
7 Steyping á 9 5 8" fððringu í gegnum skotgöt á 101,4 - 103 m dýpi	16
8 Jarðlagasnið og ferill neftrónudreifingar	17
9 Dreifing ummyndunarsteinda	18

1 BORSAGA

Byrjað var að bora fyrir vinnslufóðringu holu KJ-23 föstudaginn 26. ágúst kl 20:40. Notuð var 311 mm (12 1/4") króna af gerðinni S 62 J. Aður hafði verið borað niður í 196 m með 444 mm (17 1/2") krónu og fðórað með 340 mm (13 3/8") fðöringu. Borun gekk hratt og vel fyrir sig. Sunnudaginn 28. ágúst milli kl 13 og 14 var komið niður í 539 m dýpi og þótti fðurrörsendi vera vel geymdur þar niðri. Botnfall var innan við 1 m. Meðalborhraðinn var rúmir 9 m/klst, en álag var á bilinu 5-10 tonn. Á mynd 1 eru sýnd samhliða einfaldað jarðlagasnið, meðaltalsborhraði yfir 10 m bil, skoltap, dæling og þrýstingur. Strax í fyrstu tapmælingu á 204 m dýpi var komið í 1-2 l/s skoltap. Það jókst síðan jafnt og þétt og var komið í 13 l/s á 360 m dýpi, en hélst svo nánast óbreytt niður 539 m. Tapið jókst síðan smám saman meðan dælt var í gegnum stengur eftir að borun lauk og var komið í 18 l/s þegar hitamelt var síðdegis. Hitamælingin er sýnd á myns 2. Ferill nr 1 sýnir mælingu niður og ferill nr 2 sýnir mælingu upp eftir að heðið hafði verið í 1/2 klst. í 500 m dýpi og fylgst með upphitun. Greinilegt var að mest allt ádælingarvatnið fór út rétt neðan við fðöringarendann, en minniháttar leki var þar neðanvið.

Hitamælingu lauk kl 18:30 og þótti rétt að kæla holuna í gegnum stangir, þ.e. frá botni, í eina klukkustund fyrir upptekt. Eftir að borstrengurinn var kominn upp úr holunni var hafist handa við mælingaprógrammið og stöð það yfir til kl 04:30 morguninn eftir. Mælingunum lauk með hitamælingu sem sýnd er á mynd 3. Á henni sést nokkuð vel, að mestallt ádælingarvatnið, sem þá var komið í 20 l/s, fór út rétt neðan við fðöringu, en minniháttar kæling náði niður í 530 m dýpi. Byrjað var að fðóra að mælingum loknum. Sett var niður 244 mm (9 5/8") fðöring og var því lokið um eftirmiðdaginn. Öll atriði varðandi frágang og niðurstætingu fðöringarinnar eru sýnd á töflu 1.

Þegar hér var komið sögu hafði skoltap aukist í 26 l/s. Aður en farið var út í fðöringarsteypingu, þótti rétt að reyna að þétta lekann. Fyrst var dælt niður glervatni og vegsalti og minnkaði lekinn við það aðeins niður í 23 l/s. Þá var tveimur tonnum af steypu dælt niður á eftir glervatni og minnkaði lekinn við það niður í 15 l/s. Þá var holan kæld og hreinsuð og ákveðið að steyping færi fram

í dagrenningu (og var þá miðað við ljósatíma ökutækja í Reykjavík). Á undan fðöringardeypunni var dælt niður glervatni og vegsalti til þéttingar. Síðan var steypu úr 32 tonnum af G-sementi og var eðlisþyngd steypu 1,61. Steypingin stóð yfir í 42 mín. án þess að nokkur steypa kæmi upp. Vatn kom upp allan tímann og var kominn daufur sementslitur á það undir lokin, en þá var þrýstingur á þælu kominn yfir 100 kg/sm. Ekki var um annað að ræða en að hætta að svo stöddu enda eðlilegast að álykta að steypan hafi stirnað að einhverju leyti á leiðinni (mynd 4). Þá var tekið til við að skola steypunni, sem var í stöngunum, upp úr fðöringunni. Fljótlega eftir þessa athöfn "O"-stilltu mælingamenn CBL-mælinn í holunni áður en steypan harðnaði. Síðan var ekkert annað að gera en að bíða þar til steypan væri orðin hörð. Öðru hvoru fram eftir degi var CBL-mælt, en steypan hafði ekki harðnað nægilega til þess að hægt væri að staðsetja yfirborð hennar utan fðöringar. Um kl 22 hafði loks tekist að finna steypuborð með CBL-mælingu á rúmlega 100 m dýpi og er það sýnt á mynd 5. Skotstaður var valinn á bilinu 101,4 - 103 m eins og sýnt er á mynd 6 og sprengt þar um kl 23. Þringdæling náðist strax og fljótlega fór að koma upp sementslitað vatn. Fljótlega uppúr miðnætti var hafist handa við að steypa fðöringuna upp. Steypu úr 9,5 tonnum af G-sementi með eðlisþyngd 1,62-1,66 og eðlisþyngd steypunnar er upp kom var 1,62 (mynd 7). Grunur lék á því að einhver leki gæti verið út í gegnum skotgötin í 340 mm fðöringunni, en skotgöt voru á henni í 107 m dýpi. Þess vegna var lokað að 240 mm fðöringunni um stundarsakir, meðan á steypingu stóð, til þess að þrýsta steypu út í lekann ef hann væri til staðar. Að steypingu lokinni var ekki annað að gera en að bíða þar til steypa harðnaði, en síðan var farið að vinna við holutoppinn. Um kl 22 miðvikudaginn 31. ágúst var byrjað að bora út steypu úr fðöringu á 28 m dýpi og náði hún niður í 105 m. Eftir miðnætti og fram undir morgun var unnið við að tína stangir ofan í holuna og byrjað var að bora steypu á ný úr fðöringu á 510 m dýpi kl 06:40. Því var lokið kl 9 um morguninn og jafnframt þessum verkáfangi.

2 JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR

Einkennandi jarðlög í þessum kafla eru túff og breksfur enda var þetta auðborað. Á mynd 8 er sýnt jarðlagasnið frá 196 m niður í 539 m ásamt ferli neftrónudreifingar og er gott samræmi þar á milli.

Rétt neðan við fðöringarendann kom tveggja metra þykkt túfflag, en þegar fðöringardýpi öryggisfðöringar var ákveðið var hola KJ-21 höfð til hliðsjónar vegna algjörs skoltaps. Sambærilegur túffkafla kom fram í holu KJ-23 og KJ-21 og var ætlunin að fðöra hann af, en líklegt má telja, að ekki hafi verið farið nægilega djúpt niður. Tveir metrar af túffinu hafa þannig lent neðan við fðöringardýpi og líklegt að megin lekinn hafi verið tengdur því. Þar neðan við og niður í 270 m eru breksfur og glerjuð þunn basaltlög einkennandi. Frá 270 m niður í 325 m dýpi er túff einkennandi, en þunn basaltlög gegnumstinga það frá 292 m í 295 m. Neðan við 325 m eru 5 m af glerjuðu basalti, en frá 330 m í 345 m er bergið sambland af túffi og breksfu. Þá kemur 15 m þykkur dólertkafla eða grófkornótt basalt. Síðan kemur þykkur túffkafla þar neðan við og nær niður í 503 m. Nokkur basaltlög gegnumstinga túffið og fer fyrst að bera á þeim neðan við 440 m. Frá 503 m í 508 m er finkornótt ummyndað basaltlag, en síðan taka við þunn glerjuð basaltlög, aðskilin af túffi. Í meginatriðum eru holur KJ-21 og KJ-23 svipaðar á þessari vegalengd.

Ummyndun er mikil eins og búast mátti við þegar glerjuð berg er einkennandi. Á mynd 9 er dreifing ummyndunarsteinda sýnd samhliða einfölduðu jarðlagasniði. Þar er það merkilegasst, að epidót sést fyrst á tæplega 300 m dýpi eins og í holu KJ-21. Wairakit sést frá 200 m niður í 430-440 m. Prenít sést fyrst á 250 m dýpi, en ekki er útilokað að það sé komið inn ofar í holunni. Wollastónít sést fyrst á bilinu 430-440 m og sést af og til niður í fðöringardýpi. Kalsít hverfur að mestu neðan við 350 m. Vegna vandkvæða við að greina á milli leirgerða var ákveðið að bíða eftir nákvæmum greiningum með XRD-aðferð. Sömu sögu er að segja um aktínólít. Allar ofangreindar steindir að kalsít undanskildu teljast til háhitasteinda og líklegt að hitastig sé svipað holu KJ-21 á þessu dýpi.

Eins og fram kemur hér að ofan er aðallekinn talinn tengdur

þunnu túfflagi neðan við fððringarendann og er líklegt að hann hafi verið að opnast smáam saman meðan á borun stóð. Hitamælingar á myndum 2 og 3 styðja þetta. Neðan við 200 m er erfitt að staðsetja lektarstaði enda eru þeir smáir.

3 MÆLINGAR

Allar mælingar sem gerðar voru í þessum verkáfangi eru sýndar í töflu 2. Fyrstu mælingar voru hitamælingar eftir að borun lauk og eru þær sýndar á mynd 2. Að kvöldi 28. ágúst og aðfaranótt þess 29. var rútinumælingaprógram mælt. Eftirtaldir mælingar voru gerðar: viddarmæling, neftrónudreifing og náttúrleg útgeislun, en viðnámsmæling féll niður vegna bilana í tækjum. Mælingarprógramminu lauk með hitamælingu, sem sýnd er á mynd 3. Næsta mæling var hitamæling eftir fyrri fððringarsteypu til að kanna hita og upphitun áður en CBL-mælir var settur niður. Undir lokin var steypuborð fundið með CBL-mælingu (mynd 5) og skotstaður afmarkaður. Að lokum voru sprengd göt á fððringuna á bilinu 101,4 og 103 m og er sprengjan sýnd á mynd 6.



VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR		VERKKAUPI
639-1	KJ-23	Krafla norðan Hvíthóls		RARIK Kröfluvirkjun
VIDD HOLU	DÝPT HOLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.	ÚTFYLLT
12-1/4"	540	3	1983.08.29.-09.01.	1983.09.01. D.S.

FJARLÆGD KJALLARABRÚN - KRAGI		2,56 m		
FÓÐRING	PVERM. UTAN 9-5/8"	INNAN 222,4 mm.		
	GERÐ N-80	ÞYNGD 43,5 lbs/ft		
	TENGI	Skrúfuð Buttress		
	NOTAÐ	525,70 m	FRÁ KRAGA 528,88 m	
	KRAGI (FLANGS) í slíf 3 metra, 1,86 m frá kraga			
	SKÓR Float Shoe + Float Collar f/stungust			
MIÐJUST.		16 stk.	STEYPUT. 0 stk.	
STEYPING	SEMENT G háhitasement		32.000 kg	
	SEMENT		kg	
	ÍBL.EFNI		kg	
	ÍBL.EFNI		kg	
	TAFAEFNI		kg	EDLISP.STEYPU 1,61
	STEYPUTÆKI Haliburton steypusamstæða			
	STEYPINGARTÍMI		42 mín	
	EFTIRDELING. MAGN		0	Í TÍMI 0 mín
	STEYPA KOM UPP		<input type="checkbox"/> JÁ	<input checked="" type="checkbox"/> NEI
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA		103 m	
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR		18 h	
	SEMENT G 9500		kg	ÍBL.EFNI salt 200 kg
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR		24,5 h	
	STEYPA BORUD EFTIR		38,5 h	
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI 1: 28 - 105 og 503 m			
VERKTÍMI RÖR		STEYPA	TOPPUR TAFIR ALLS	
h 8,5, 12,0				
ATH. Steypan stírnaði í dælingu svo skola varð því sem í stöngum var upp um fóðringu. Skotið var 8 götum í 103 m. og steypt aftur þaðan og upp. Steypa er 50 cm fyrir neðan slíf. 3 m. slíf soðin við pinnboltaflans er utan um efri enda fóðringarinnar. Efri endi fóðringar er 1,83 m. neðan holuflans.				

RÖRATALNING		
LENGD	NR ¹⁾	ALLS m
		1,83
12,84	1 x	14,67
12,78	2	27,45
12,59	3	40,04
12,50	4 x	52,54
12,47	5	65,01
12,39	6	77,40
12,39	7 x	89,79
12,40	8	102,19
12,35	9	114,54
6,91	10 x	121,45
12,52	11	133,97
12,77	12	146,74
12,59	13 x	159,33
12,53	14	171,86
12,76	15	184,62
11,86	16 x	196,48
12,68	17	209,16
12,72	18	221,88
12,44	19 x	234,32
12,65	20	246,97
12,38	21	259,35
12,28	22 x	271,63
12,38	23	284,01
12,41	24	296,42

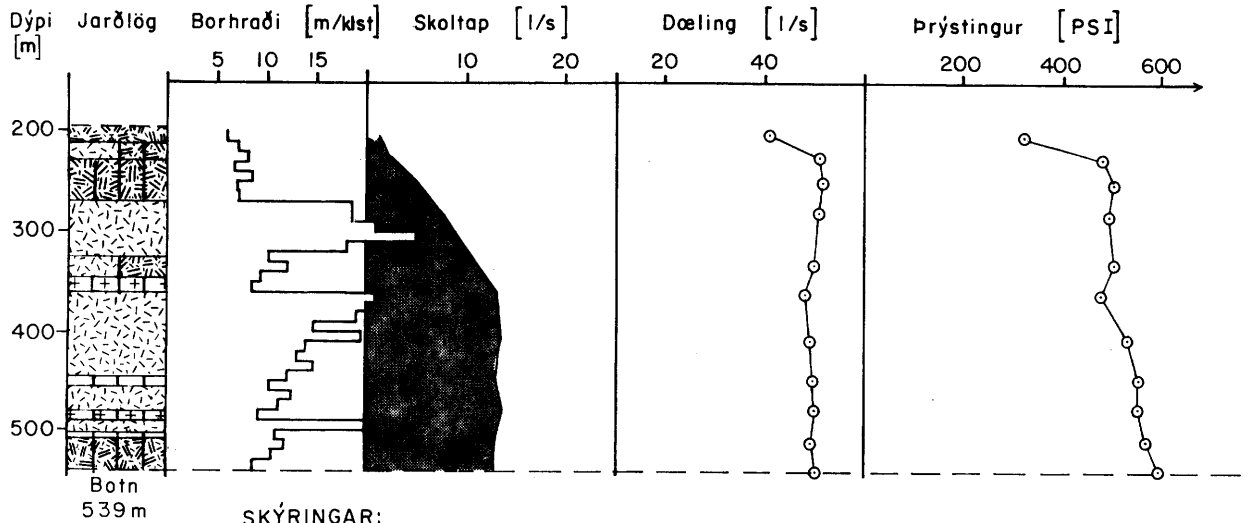
05.82 20x30FDH

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

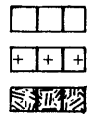
TAFLA 2 KRAFLA HOLA KJ-23. Mælingar í borun (196 - 539 m)

Dagsetn.	Hvað mælt	Dýptarbil	Ástand holu	Tilgangur	Athugasemdir
83.08.28	Hiti, ΔT, CCL	0-525	Ádæling 18 l/s	Upphitun	Stengur í holu
83.08.28	Hiti, ΔT, CCL	0-537	- " - 20 l/s	- " -	E. upptekt
83.08.29	N.-N., natþ	0-537	- " - " -	Jarðlög	Mælingarprógram
83.08.29	Vídd	0-537	- " - " -	Skápar	- " -
83.08.29	Hiti, ΔT, CCL	0-537	- " - " -	Upphitun	- " -
83.08.30	Hiti, ΔT, CCL	0-500	Fóðring steyp	Upphitun	E. steypingu
83.08.30	CBL kvörðun+3 mæl.	0-495	- " - " -	Steypuborð	
83.08.30	Skot	101,4-103,0		Götun fóðringar	

EINFALDAÐ JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR Í BORUN



SKÝRINGAR:



Fínkornótt ummyndað basalt

Grófkornótt ummyndað basalt eða dólerít

Glerjað fínkornótt ummyndað basalt



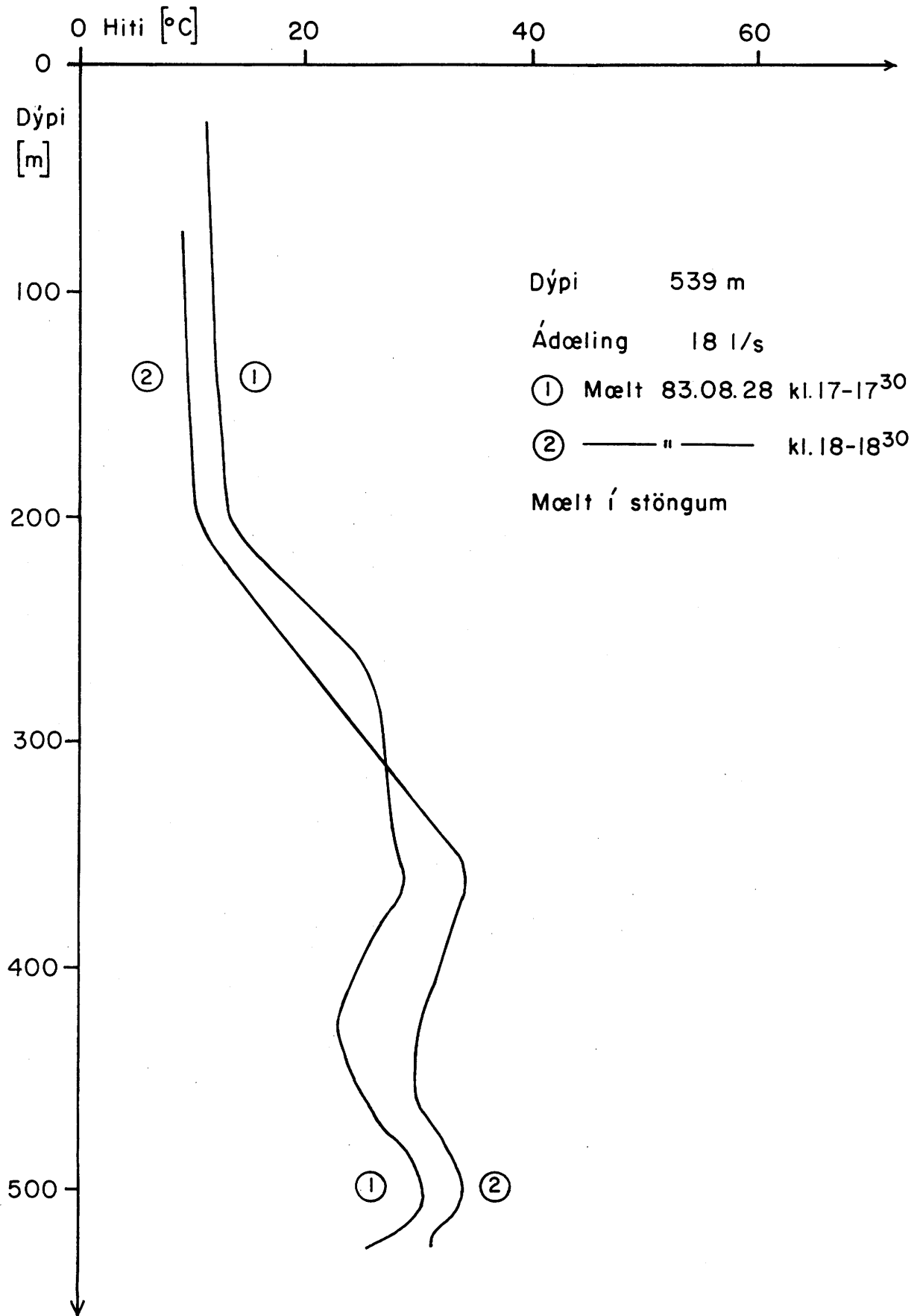
Basalt-breksía

Túff



KRAFLA KJ-23

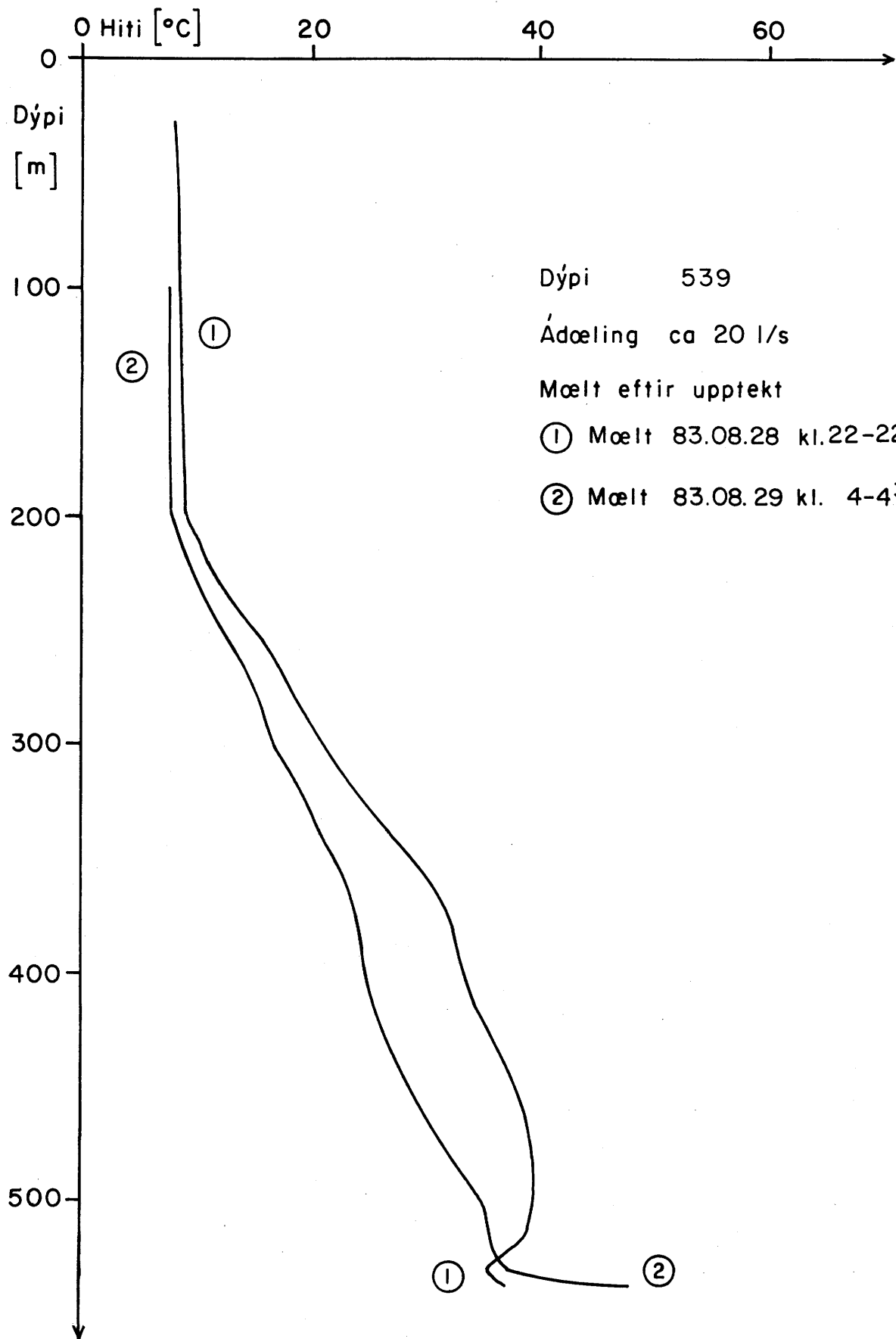
Hitamælingar í borun





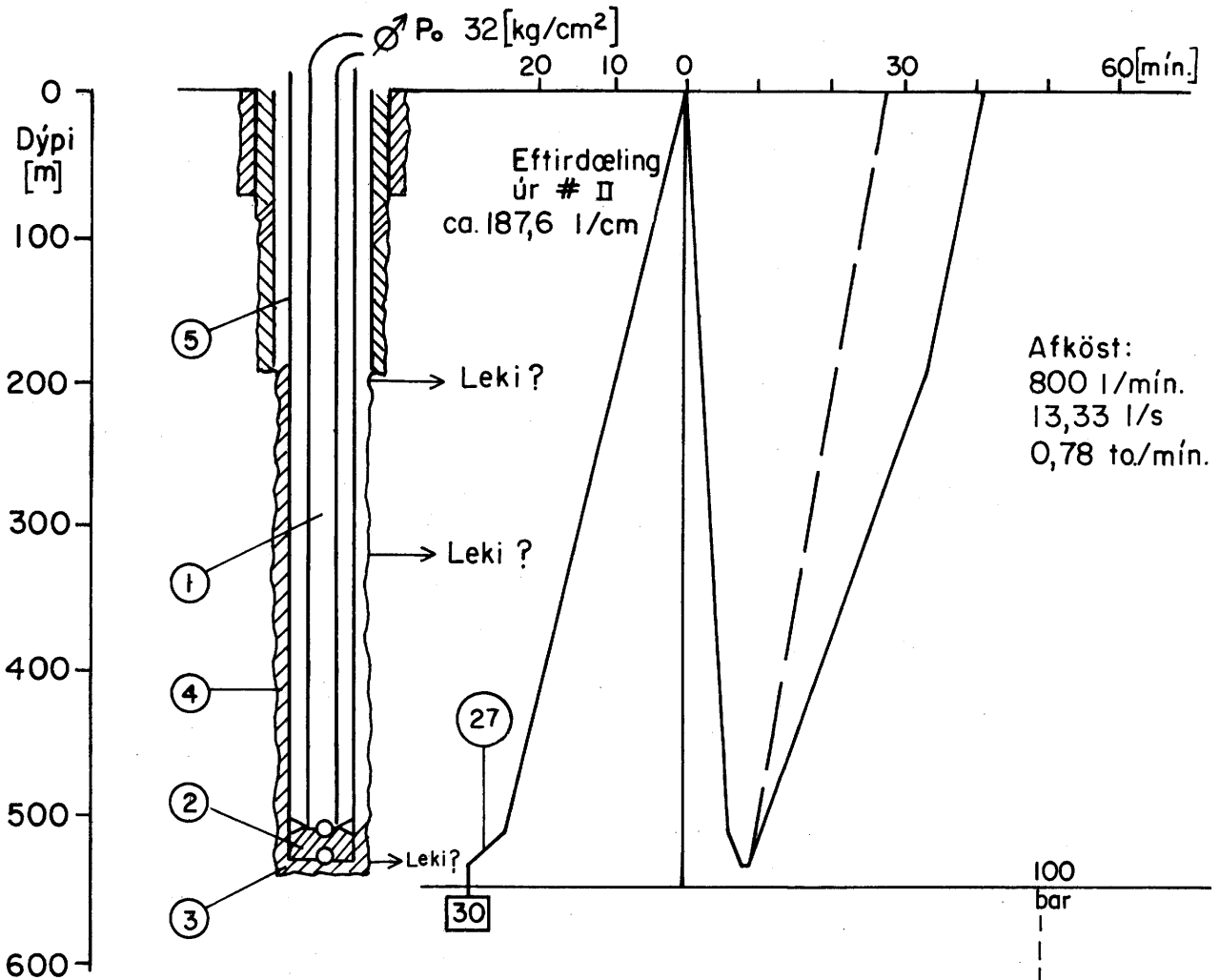
KRAFLA KJ-23

Hitamælingar í borun





Steyping 9 5/8" fóðringar



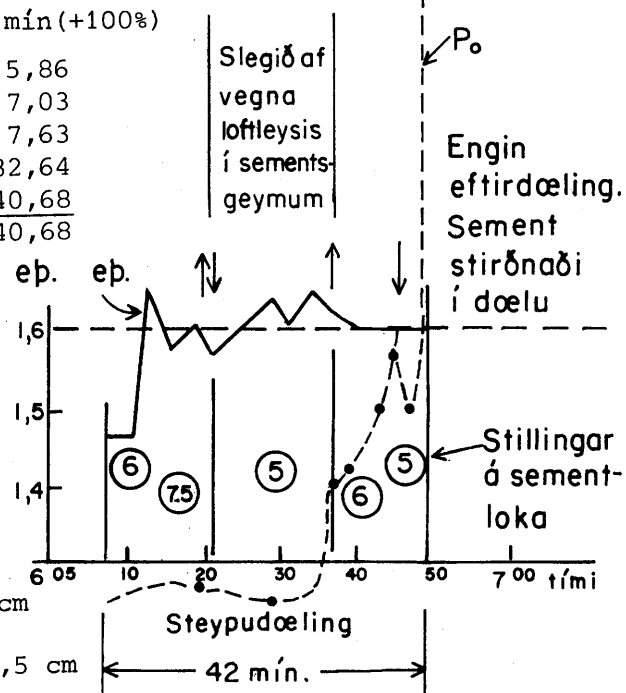
	l/m	m	=	l	+100%	mín	mín(+100%)
(1)	9,16	x	512	=	4690	4690	5,86
(2)	39,0	x	24	=	936	936	7,03
(3)	79,0	x	3	=	237x2=	474	7,33
(4)	29,0	x	345	=	10005x2=	20010	19,83
(5)	33,7	x	191	=	6437	6437	27,88
					22305	32547	27,88
							40,68

G-Sementblanda

ep. = 1,61 ,
1027 l/tonn → 21,72 tonn, 31,78 tonn
Vatn 66,45% → 14432 l , 21130 l

Kar I = 178 l/m
Kar II = 187,6 l/m
365,6 l/m

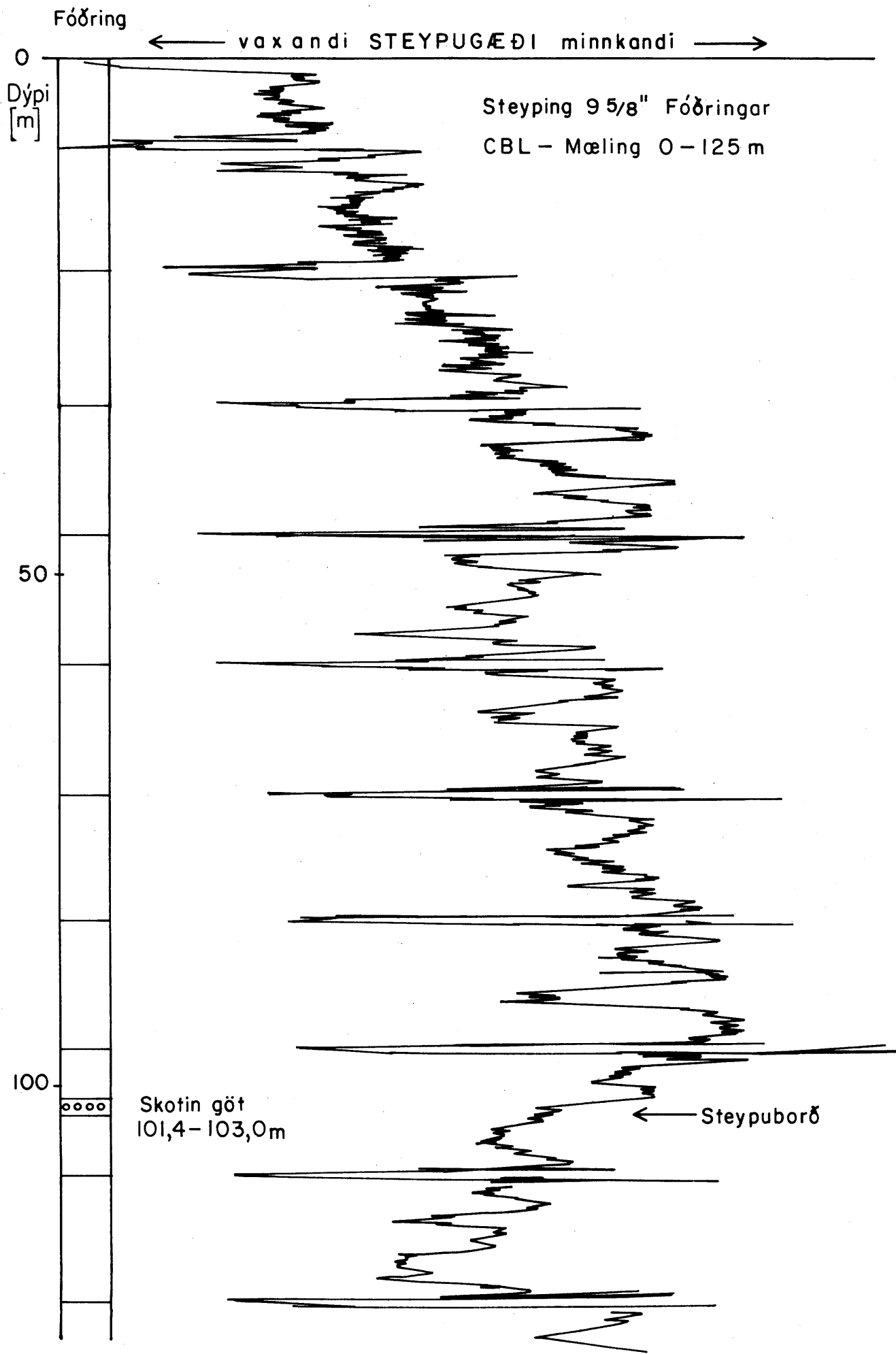
Eftirdæling $9,16 \times 512 = 4690 / 187,6 = 25$ cm
 $39 \times 12 = 468$
 $5158 \text{ l} / 187,6 = 27,5$ cm



mixað 32,2 to.
dælt 31,0 to.
dæluafköst $\frac{31}{42} = 0,74$ to/mín. meðalt.



KRAFLA KJ-23





1. Sýsla, kaupstaður S - Þing.		2. Hreppur Skútustaðahr.
3. Staður KRAFLA		4. Hóla nr. KJ-23
5. Dýpi. m 539	6. Fóðringar. m. þv. 9 5/8"	7. Bortími Í borun

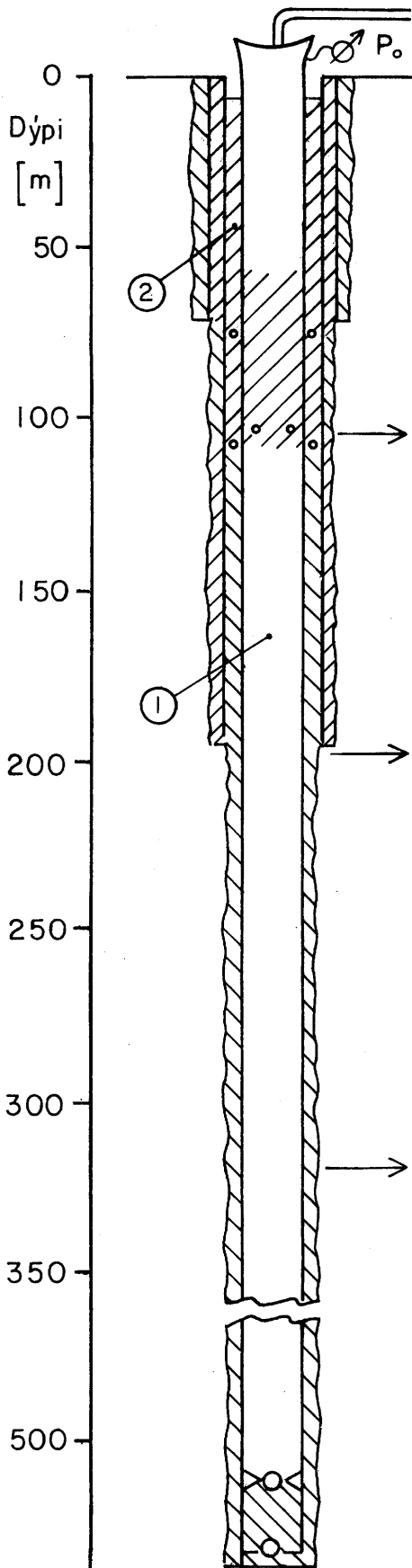
8. Ástand holu fyrir aðgerð
Steyping 9 5/8 fóðringar

9. Verkkaupi KV - RARIK	10. Tilgangur Götun fóðurrörs við steypuborð	
11. Moelitoeki R - 50402	12. Dagset. 83.08.30 kl. 23⁰⁰	13. Moelingamenn BS·GG·HT
14. Núllpunktur á dýpi Drifborð Jötuns	15. Skotstaður 101,4 - 103 m	16. Fjöldi skota 8

17. Lýsing á sprengju	18. Ath.
	<p>Það sprakk. Allt kom upp. Skol náðist gegnum götin. Sementslitur reyndist vera á skoli. Eitthvert tap var í skolun enda þótt 13 3/8" fóðring nái niður í 153 m. Sú fóðring var reyndar götuð á 107 m dýpi þegar verið var að steypa hana upp.</p>



Steyping á 9 5/8" fóðringu í gegnum skotgöt á 101,4 - 103 m dýpi



200 kg CaCl → 4% upplausn

Steypit úr 9,5 tonnum af G-sementi

Eðlisþyngd steypu = 1,62 - 1,66

Þrýst á leka í gegnum skotgöt á ytri fóðringu með 14 kg/cm² yfirþrýstingi.

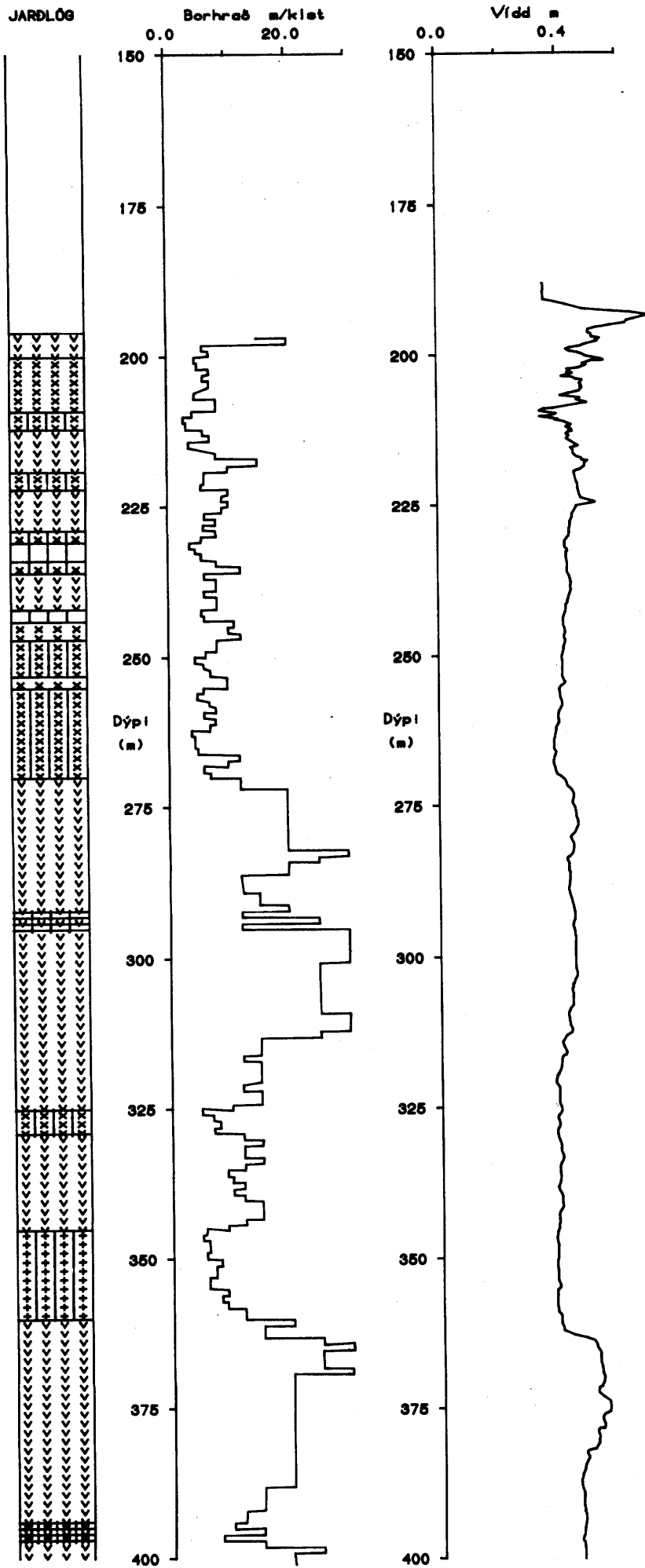
Gosvari var lokaður.

Steypuborð var lækkað milli fóðringa með því að hleypa vatni til baka út í kar (vegna slífar).

Eftirdæling var ca 57 m í röri.

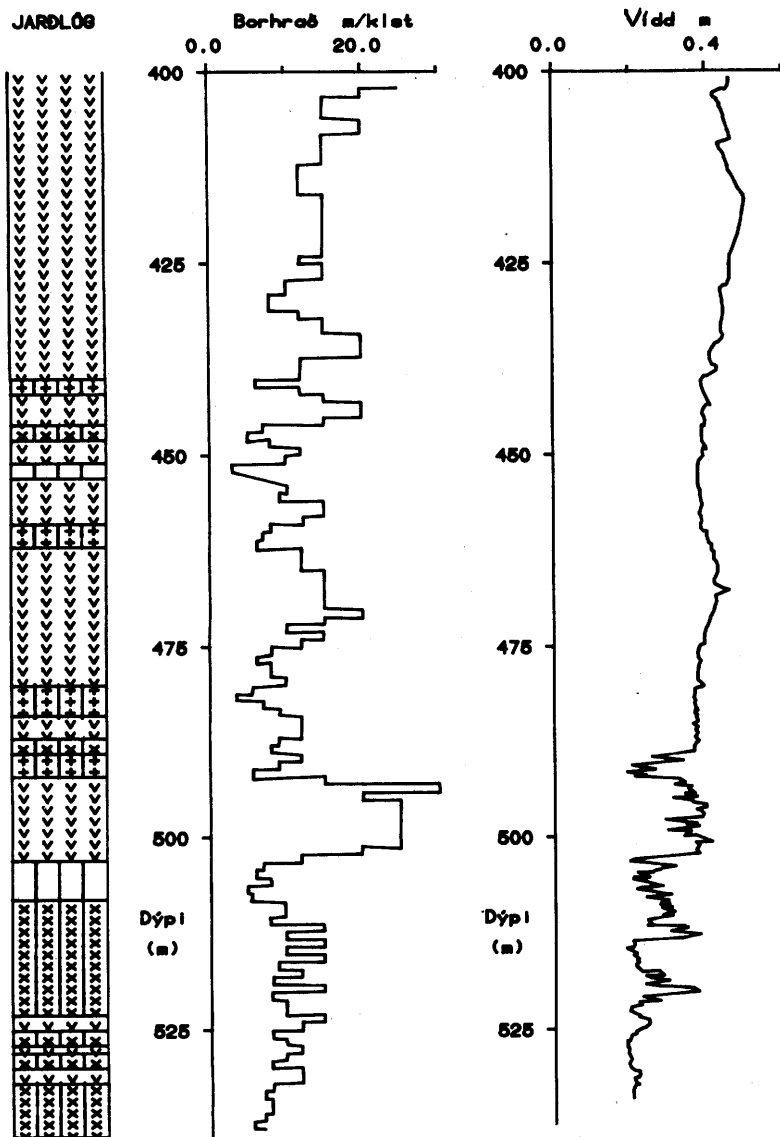
550	(1)	39 x 30 = 1170	Eftirdæling 39x73 = 2847 l	15 cm úr kari II
	(2)	33,7x 103 = 3471		
		<u>4641</u>		
	ep.	1,61	= 4,5to. Vatn 66,45%	$\frac{2990 \text{ l}}{88,1} = 33,9 \text{ cm úr kari III}$
		1024		= 16 cm úr kari II

JARÐLÖG




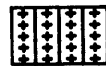

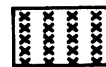

Mynd 8
bl. 1af 2

JARÐLÖG



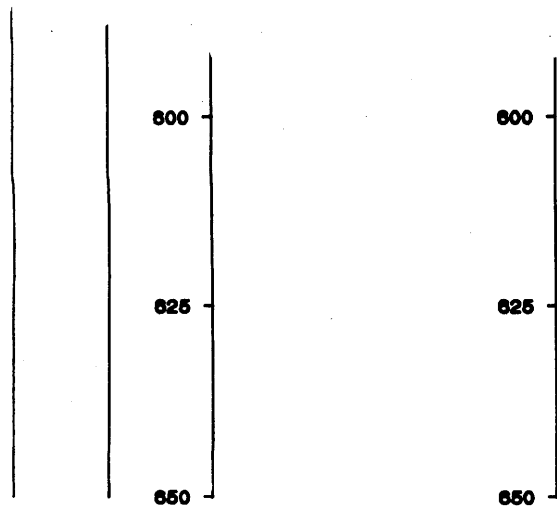
bl. 2 af 2

Skýringar við jarðlagasnið:

-  Ummyndað fin-neðalkorna basalt
-  Ummyndað meðal-grófkorna basalt
-  Ummyndað glerjað basalt
-  Basaltísk breksla
-  Túff

08 JHD-BJ-0007 Aa0

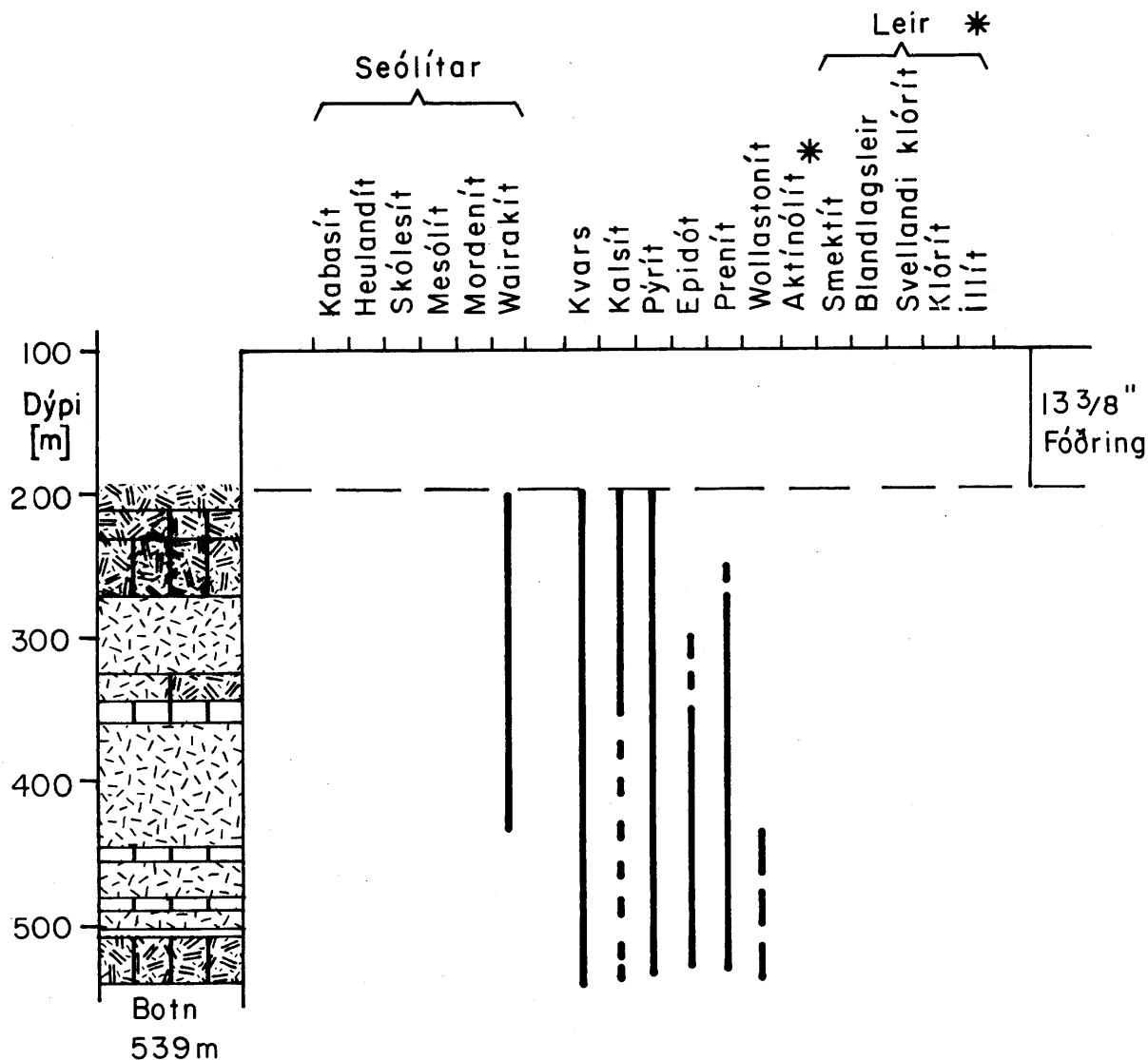
8310- T-10




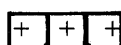


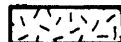


KRAFLA KJ-23

DREIFING UMMYNDUNARSTEINDA



SKÝRINGAR:

-  Fínkornótt ummyndað basalt
-  Grófkornótt basalt eða dólerít
-  Glerjað ummyndað basalt
-  Breksía
-  Túff

* Vegna erfiðleika við greiningu verða þessum steindum gerð nánari skil síðar.