

Ásgrímur Guðmundss  
ÁG-BS-GKH-GjG-VS-  
81/05



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

GREINARGERÐASAFN

KRAFLA HOLA KJ-18

Borun vinnsluhluta og borlok

81/05

Ásgrímur Guðmundsson  
Benedikt Steingrímsson  
Gísli Karel Halldórsson  
Guðjón Guðmundsson  
Valgarður Stefánsson

ÁG-BS-GKH-GjG-VS-81/05

OKT 1994



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

Greinargerð

KRAFLA HOLA KJ-18

Borun vinnsluhluta og borlok

81/05

Ásgrímur Guðmundsson  
Benedikt Steingrímsson  
Gísli Karel Halldórsson  
Guðjón Guðmundsson  
Valgarður Stefánsson

ÁG-BS-GKH-GJG-VS-81/05

Okt. 1981



## 1 Framvinda borunar

Borun var haldið áfram 2. september og boruð 211 mm (8 1/2") við hola með FP62J krónu frá 674 m dýpi. Áður en borunin byrjaði voru álagsstengur og tengistykki mæld, ef vera skyldi að einhver sprunga eða einhver annar veikleiki leyndist í þeim. Að því verki loknu var sett niður til borunar. Í töflu 1 hér að aftan er tekið saman hversu margir metrar voru boraðir á sólarhring og hve langan tíma það tók. Jafnframt reiknaður út meðalborhraði á sólarhring og síðan meðalborhraði yfir allan tímamann. Síriti borsins skráði að venju borhraða og álag. Ennfremur var reglubundið eftirlit með dælingu og þrýstingur, dæling og skoltöp skráð á fjögurra tíma fresti. Á mynd 1 eru sýndar breytingar á skoltapi niður holuna meðan á borun stóð.

Borun gekk skakkafallalaust framan af eins og greinilega sést á töflu 1. Þann 11. september þegar dýpið var orðið 1930 m var ákveðið að taka upp og skipta um krónu. Alls voru komnir 212 bortímar á þá sem niðri var og búist við að borað yrði í allt að 100 bortíma í viðbót. Áður en tekið var upp, var holan skoluð vel og kæld í u.þ.b. 3 klst. Þá var hitamælt inni í stöngum og fylgst með upphitun (sjá mynd 2). Hitamælir var hafður í 30 mín. í 1900 m dýpi og hækkaði hitinn þar úr 80,2°C í 96,0°C sem jafngilti 31,6°C hitaaukningu á klukkustund. En minni upphitun var strax í 1800 m, þ.e. 14,8°C á klukkustund, en þessar breytingar má lesa af mynd 2. Holan tók við aðeins 4-5 l/s meðan á hitamælingu stóð. Út frá hitamælingu var tekin sú ákvörðun að brjóta út rúmlega 200 m af stöngum (10 standa), því líklegt þótti að hægt væri að setja nýju krónuna niður í 1700 m án kælingar. Að upptekt lokinni var hitamælt á nýjan leik (mynd 1 ferill 3). Greinilegt var á mælingunni að þeir fáu sekúndulítrar, sem holan tók við, fóru ekki lengra niður en í 1000-1100 m. Skv. því var ljóst að krónan gæti farið niður í 1500-1600 m án kælingar (hitastig mundi vera þar um 100°C þegar þangað væri komið), en þaðan og niður á botn þyrfti að kæla fyrir hverja stöng sem bætt væri í.

Niðursetningin gekk hratt og vel fyrir sig. Klukkan 04:20 aðfaranótt laugardagsins 12. september var byrjað að bora á nýjan leik með nýrri 211 mm (8 1/2") krónu af FP62J gerð. Borun miðaði frekar hægt niður á við vegna hörku bergsins, sem borað var í. Þriðjudaginn 15.

81-10-20

september kl. 10 10 brotnaði stangarlengjan í sundur, og skv. vigt virtist brotið vera einhversstaðar ofarlega í álagsstangalengjunni. Skolað var í góða stund til að hreinsa holuna og svo settur niður geltappi úr 15 pokum áður en stangarlengjan var tekin upp. Í ljós kom eftir upptekt að boxið á tengistykkinu milli borstanga og álagsstanga hafði brotnað, og að allar álagsstangirnar væru niðri í holu. Dór var settur niður til fiskunar og var búið að festa í kollum fyrir miðnætti. Reynt var að skola í gegnum borstrenginn en án árangurs að því er virtist. Bætt var við 10 pk. af geli og því dælt niður (fór trúlega út með dórnum). Því næst var tekið í og slitnaði dórinn frá við 260.000 punda tog. Aftur var fest í og haft tog á og dæling en við frekara tog slitnaði dórinn frá eins og áður og var hann tekinn upp.

Fimmtudaginn 17. sept. var beðið eftir fiskitækjum, sem hafði seinkað, þar sem flug féll niður til Akureyrar. Undir kvöldið var dælt á topp holunnar, um 23 l/sek við 400 P.S.f., og stóð dælingin frá kl. 19:45 - 21:00. Bakþrýstingur féll mjög hægt og var því hleypt út á byssur með miklum hamagangi. Hitamælt var frá kl. 21:20 - 22:35 og er mælingin sýnd á mynd 3. Holan tók við litlu sem engu vatni meðan á hitamælingu stóð. Um miðnætti var hafist handa við að setja niður fiskitækið sem var hulsa sem átti að grípa utan um. Ekki náði það að festast nægilega vel á tengistykkinu niðri og var því tekið upp.

Greinilegt var að eftir þessar aðgerðir var ekki um annað fiskitæki að ræða, til þess að ná upp, en það sem lánað var til Gufuborsins í Færeyjum. Samgöngur þangað eru ekki á hverjum degi og því sýnt að nokkurra daga bið gæti orðið framundan. Var því ákveðið að mannskapurinn tæki sér frí fram til mánudagsins 28. september en þá átti allt að vera komið á staðinn, sem vantaði. Borstangir sem voru í mastri voru settar niður í holu og sett á skolun (5-10 l/sek) en að öðru leyti gert frostklárt.

Þegar úr fríi var komið var allt undirbúið til fiskunar og um miðnætti var búið að setja niður. Fiskurinn beit strax á og var kominn upp á pall á hádegi þriðjudaginn 29. sept. Hitamæling var gerð um kvöldið (mynd 4) og sýndi hún að brjóta þyrfti út 400-500 m af stöngum, ef krónan ætti að komast óskemmd niður. Álagsstengur og tengistykki



81-10-20

voru mæld fyrir niðurstöðingum í sama tilgangi og getið er um hér á undan. Ein álagsstöng reyndist vera sprungin. Veður hamlaði verulega vinnu, þar sem hávaða rok, snjócoma og skafrenningur réðu ríkjum. Þar af leiðandi var ekki byrjað að bora fyrir en föstudaginn 2. okt. Nú var notuð króna af HPSN-gerð 216 mm. Ekki hafði verið borað lengi þegar varð vart við þrýstifall á dælum (um 100 PSI) sem benti til að gat væri komið á stöng, var dýpið þá orðið 2208 m. Ljóst var því að upptekt væri óumflýjanleg. Áður en upp var tekið var freistast til að reyna að sjá með CCL-mælingu hvar gatið væri en það tókst ekki. CCL-mælirinn er samtengdur hitamæli þannig að hitamæling var gerð um leið (mynd 5). Stöng af 1120 m dýpi reyndist rifin þversum til hálf. Ljóst var áður en í upptekt var farið að krónan mundi aðeins duga í 20-30 tíma í viðbót, ef hún væri sett beint niður á ný, vegna hitans. Endanlegt bordýpi hafði verið fyrirhugað á bilinu 2250-2300 m og því sýnt að krónan mundi endast niður í það dýpi þótt hún ofhitnaði enda meðalborhraði um 3-4 m/klst. Var það haft að leiðarljósi við framhaldið. Kl. 11 30 sunnudaginn 4. okt. hófst borun á ný, en var skammvinn því stangarlengjan brotnaði í sundur þegar dýpið var 2215 m. Holan hafði því aðeins dýpkað um 7 m í þessari lotu. Í ljós kom að önnur álagsstöng að ofan hafði brotnað. Tafði veður enn fyrir vinnu og var ekki hægt að setja niður fyrir en eftir hádegi á mánuðeginum. Um kvöldmat var fiskitækið komið niður á brotið. Greiðlega gekk að fiska og var brotið híft um 20 m frá botni. Nóttina áður hafði vatnið frosið í "standpipe" og "kellyslöngu" og var nú unnið á fullu við að þýða það meðan veður leyfði.

Miðvikudaginn 7. október var tekið upp úr holunni. Fyrir lá þá ákvörðun um að láta staðar numið við borun þessarar holu og var því farið beint út í lokafrágang og prófanir á holunni. Hófst borlokin á hitamælingu 7. október (mæling 1 mynd 6), tók þá holan aðeins við 4,5 l/sek. Að mælingu lokinni var ádæling á topp undirbúin og hófst síðan dæling klukkan tæplega 23 þ. 7. október. Dælt var um 35 l/sek meira og minna samfleytt fram til kl 11 föstudaginn 9. október. Þrýstingur á toppi var um 45 bar í ádælingunni. Meðan verið var að mæla bakþrýsting eftir dælinguna brotnaði kæfingarstútur af holutoppi og var því frekari mæling á bakþrýstingi markleysa. Eftir viðgerð var aftur dælt á holuna og nú í 3 tíma og síðan tekinn bakþrýstingur. Niðurstöður þessarar prófunar voru að holan væri mjög þétt, mun þéttari en t.d. KJ-16.

81-10-20

Mælingaprógram (tafla 2) var næst á dagskrá og tók það um 14 tíma og lauk 10. október kl. 10. Fyrstu niðurstöður voru að holan hefði tekið við áðælingunni allt niður undir botn (mynd 6). Tap í holunni var hins vegar minna en fyrir áðælingu og fór minnkandi. Að loknu mælingaprógrammi var dælt á holuna undir þrýstingi. Var dælt í um 6 tíma, en síðan mældur bakþrýstingur í 1,5 tíma. Veður hamlaði mjög öllum framkvæmdum og 81.10.10 var augljóst að ekki var tæknilega framkvæmanlegt að hætta dælingu til þess að mæla bakþrýsting. Var því dælt stöðugt fram á mánudag 81.10.11. Að morgni mánudags var svo ákveðið að gefast upp vegna veðurs. Bakþrýstingur var mældur þegar dæling var stöðvuð.

Á tímabilinu 7.- 12. okt. voru þannig gerðar ýmsar mælingar til að meta leiðni holunnar. Niðurstöður eru þessar:

81.10.08. Bakþrýstifall eftir 36 l/s dælingu

$$T = 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

81.10.10. Vatnsborðslækkun í holunni eftir að holu hafði verið haldið fullri með 4 l/s tapi

$$T = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

81.10.11. Bakþrýstifall eftir 25,8 l/s dælingu

$$T = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

81.10.11. Bakþrýstifall eftir 24,8 l/s dælingu

$$T = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

81.10.12. Bakþrýstifall eftir 26,3 l/s dælingu

$$T = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

Þess ber að geta að þakning við flangs ofan við aðaloka er gölluð, og lekur þar þegar dælt er á holu undir þrýstingi. Er það trúlega skýring á því að T mælist herra með bakþrýstifalli en með vatnsborðslækkun í holu. Er því dregin sú ályktun að leiðni holunnar sé

$$T = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}.$$

Til samanburðar má líta á samsvarandi mælingar úr síðustu holu í Kröflu.

KJ-17       $T = 22 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

KJ-16       $T = 9 \cdot 10^{-5} \text{ "}$

KJ-15       $T = 43 \cdot 10^{-5} \text{ "}$

KJ-14       $T = 22 \cdot 10^{-5} \text{ "}$

KJ-13       $T = 18 \cdot 10^{-5} \text{ "}$

KG-12       $T = 12 \cdot 10^{-5} \text{ "}$

81-10-20

Vatnsborðsstaða í holu KJ-18 gefur

$$B = 15 \text{ m/(l/s)}$$

Til samanburðar:

KJ-17	B = 2,0 m/(l/s)
KJ-16	B = 3,9 "
KJ-15	B = 5,7 "
KJ-14	B = 3,0 "
KJ-13	B = 5,8 "
KG-12	B = 3,7 "

Allar þessar mælingar benda til að KJ-18 sé mun þéttari en aðrar holur á Kröflusvæði.

Það tók upp undir tvo sólarhringa að gera frostklárt á bornum og brjóta út stangir úr mastri. Bormenn fara í frí 81-10-14. Við niðursetningu á stöngum aðfaranótt 81-10-14 virðist vatnsborð í holunni vera á 133,4 m dýpi.

## 2 Jarðlög

Jarðlögum svipar mjög til holu KJ-16 niður að 1500 m. Efst þ.e. niður úr fóðringu í 700 m dýpi er borað í grófkornótt líklega innskotsberg, en þar tekur við fínkornótt lítið ummyndað basalt. Líklega eru þar á ferðinni þunn innskot með miklum halla. Þá tekur við móberg og er það allt mjög ummyndað. Epidót og wollastonít eru þar nokkuð áberandi, sér í lagi það fyrrnefnda. Í tæpum 900 m verður ísúrt-súrt berg ráðandi niður í 960 m. Þar tekur við 20 m móbergskafli en þaðan niður í 1130 m eru ummynduð basaltlög ráðandi með misþykkum breksíum á milli. Frá 1130 m niður í 1440 m eru innskot afgerandi þ.e. grófkornótt dólerít. Basaltlög eru ráðandi þaðan og niður í 1500 m, en næstu 100 m skiptast á basaltlög og innskotsberg. Frá 1600 m niður í tæpa 1700 m kemur áberandi móbergskafli en þunn dólerít innskot eru nokkuð tíð. Þar neðan við eru dólerít og líklega granodíórít innskot. Basaltlög verða síðan ráðandi niður í 1890 m en þar tekur við grófkornótt berg, dólerít eða gabbró, og er ráðandi niður í botn. Mynd 7 sýnir einfaldað jarðlagasnið í samræmi við lýsingu hér að ofan.



81-10-20

TAFLA 1

Bortími	Dýpi m	Heildarborun m	Klst	Meðalhraði m/klst.
2. sept.	684	10	3	3,3
3. "	783	99	22,5	4,4
4. "	985	202	21,5	9,4
5. "	1163	178	22,5	7,9
6. "	1277	115	21,5	5,3
7. "	1400	123	22	5,6
8. "	1503	103	22,5	4,6
9. "	1647	144	22,5	6,4
10. "	1772	125	22,5	5,6
11. "	1886	114	22	5,2
12. "	1930	44	9,5	4,6
13. "	1994	64	17	3,8
14. "	2060	66	22,5	3,0
15. "	2091	31	9,5	3,3
16. - 18.sept. Fiskun				
19. - 27. " Frí				
28. - 29. " Fiskun				
30.sept - 1. okt. Niðursetning + biðtími v/veðurs				
2. okt	2145	54	13	4,1
3. "	2208	63	20,5	3,1
4. "	2215	7	2,2	3,4
	Samt.	1542	296,7	5,1



TAFLA 2. Krafla KJ-18. Mælingar í borun III.

Dagsetning	Hvað mælt	Dýptarbil	Ástand holu	Tilgangur mælingar
81-09-12	hiti, $\Delta T$ , CCL	0-1930	Stengur í holu	Upphitun
81-09-12	" " "	0-1930	Krónuskipti tap 4 l./sek	- " - vegna niðursetn. krónu
81-09-17	" " "	0-1800	Borstrengur brotinn 1970 m	Upphitun
81-09-29	" " "	0-1800	Upptekt lokið	Upphitun eftir ádælingu á topp
81-10-04	" " "	0-2138	Stengur í holu	Reynt að finna gat á stöng
81-10-07	" " "	0-1950	Borlok, upptekt lokið	Upphitun
81-10-09	" " "	0-2000	"-	- " - eftir ádælingu á topp
- " -	Vídd	600-2000	Borlok	Skápaathuganir
81-10-10	Víðnám (16", 64", SP)	650-2000	"-	Ákvörðun jarðlaga
- " -	n.-n., nat gamma	650-2000	"-	Ákvörðun jarðlaga



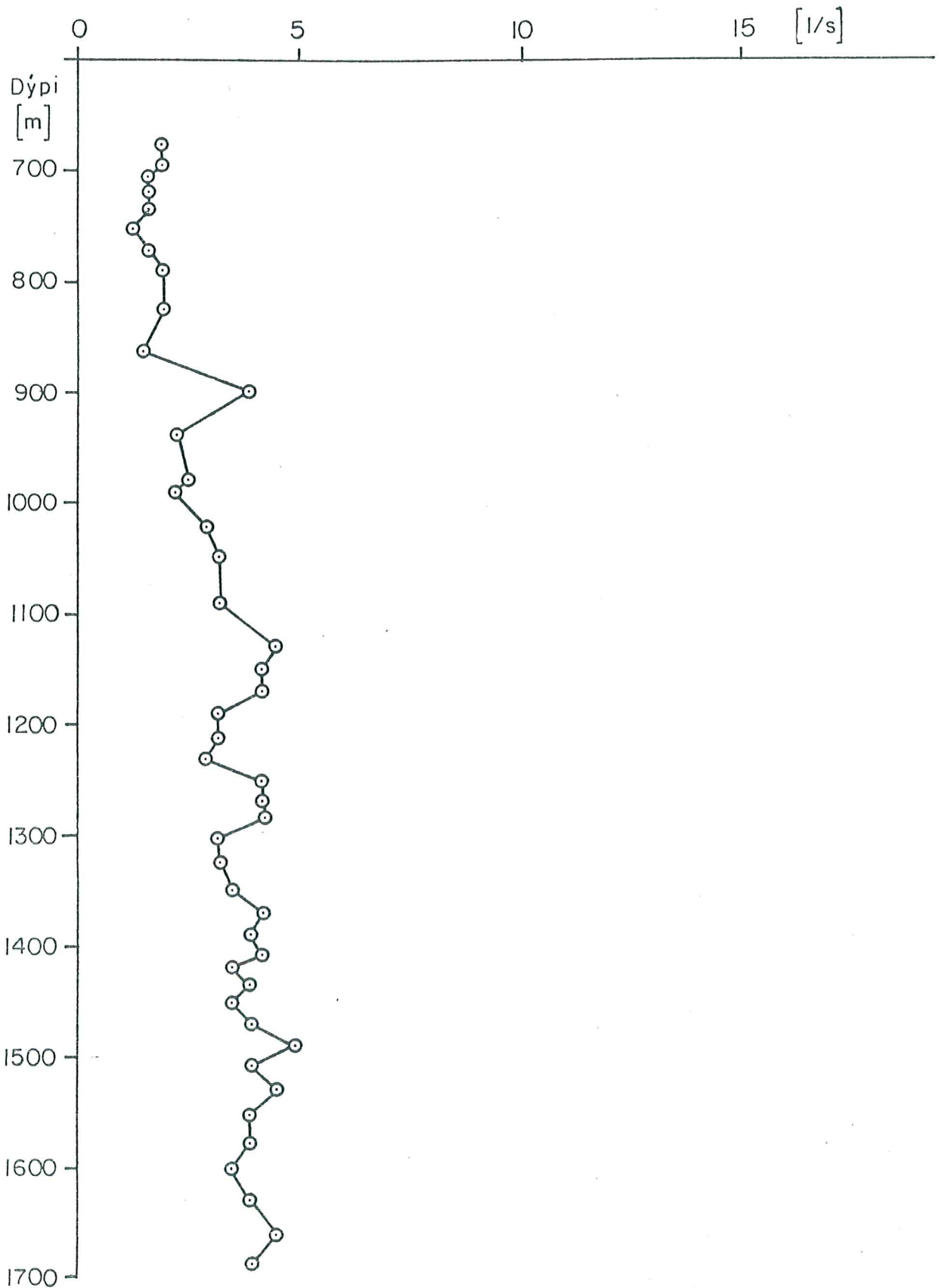
JHD-BJ-6607. A.G.  
81.10. 1264. Sy.J.

Blað I.

# KRAFLA. HOLA. KJ-18

## Skoltap frá 674m-2215 m

Mynd I.





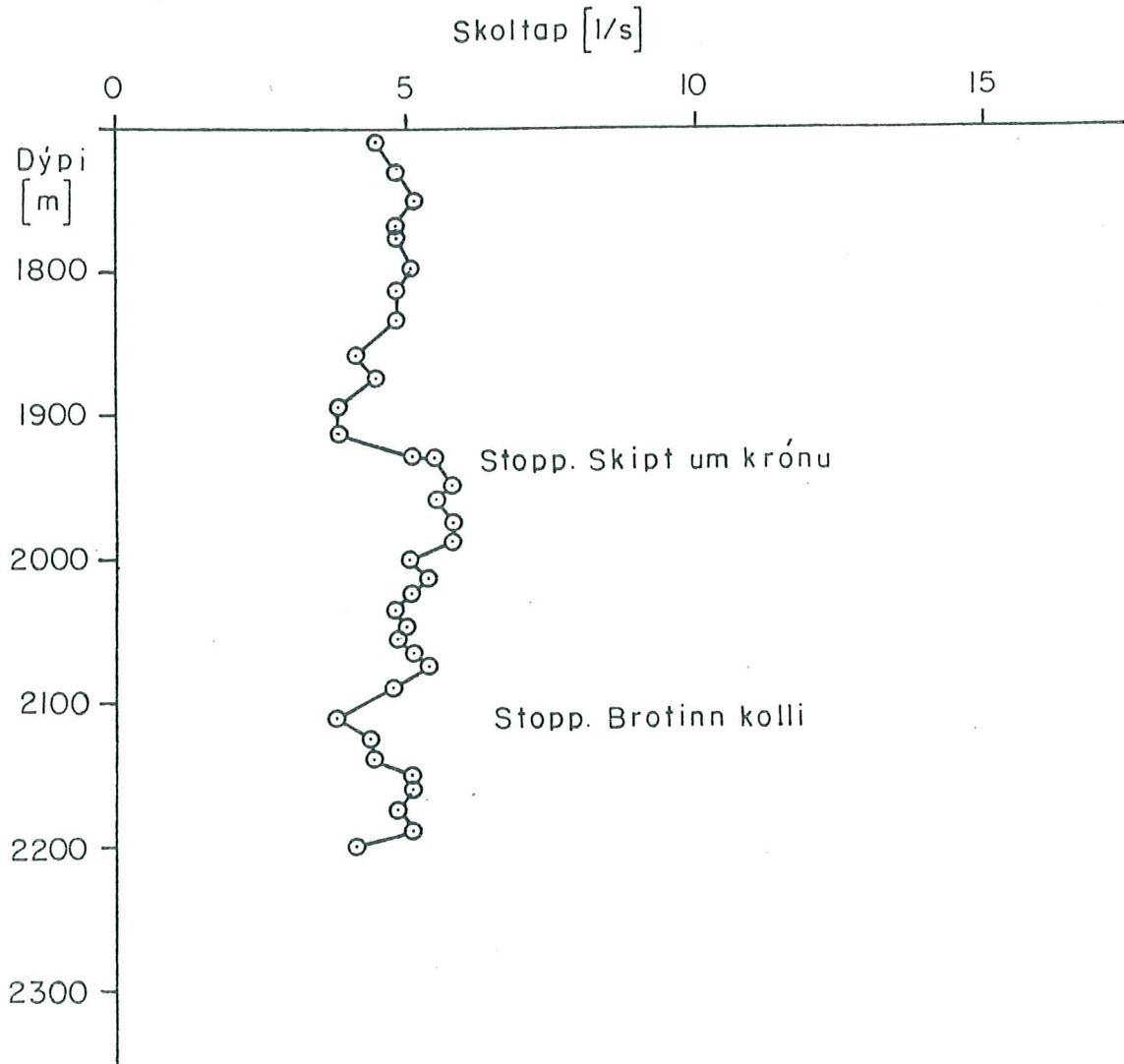
JHD-BJ-6609. Á.G.  
81.10.1263. Sy.J.

Blað 2.

# KRAFLA. HOLA KJ-18

## Skoltap frá 674m-2215m

Mynd I.







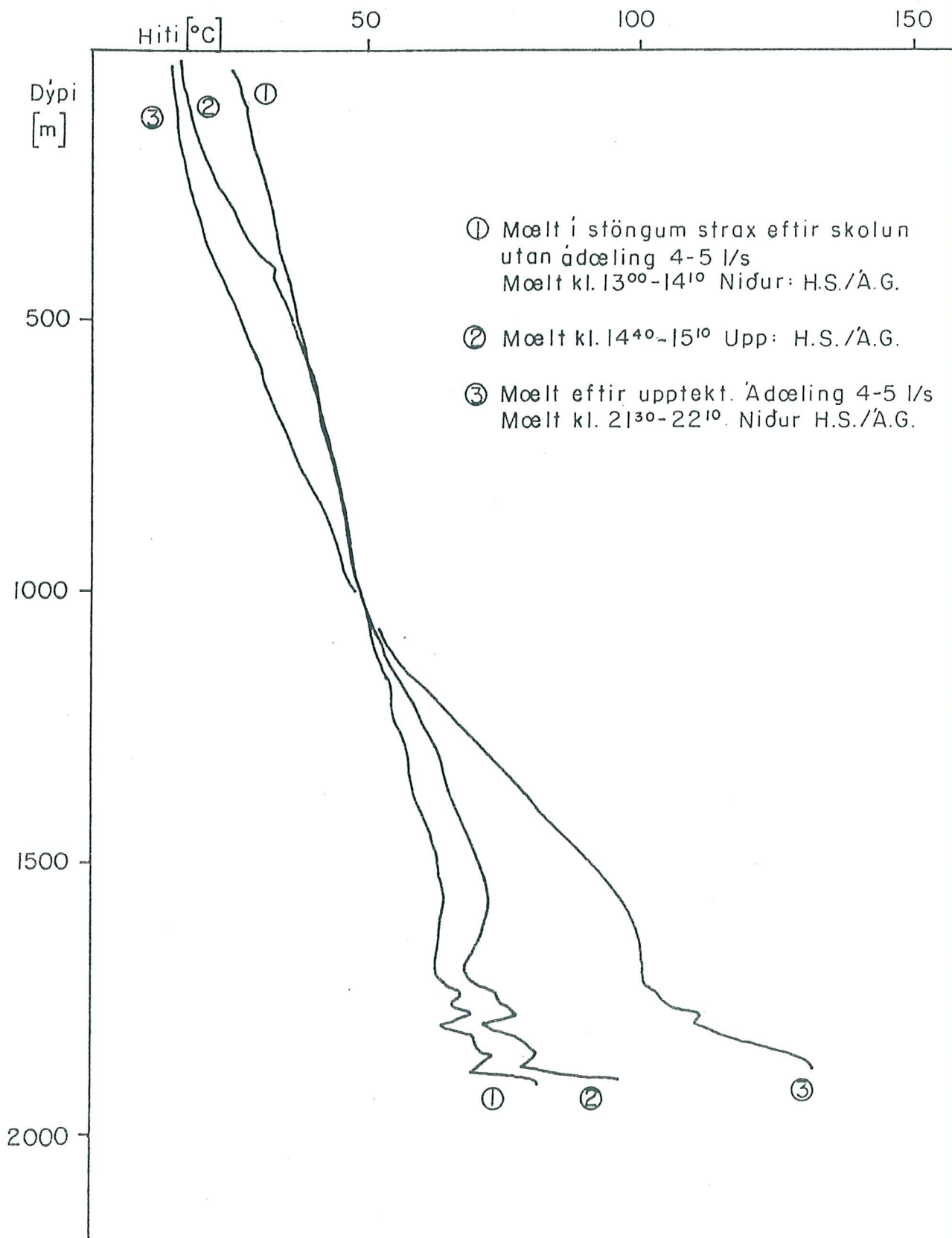
JHD-BM-6607 Á.G.

81.10.1265. Sy.J.

# KRAFLA, HOLA KJ-18

Hitamælingar í borun. 81.09.12.

Mynd 2



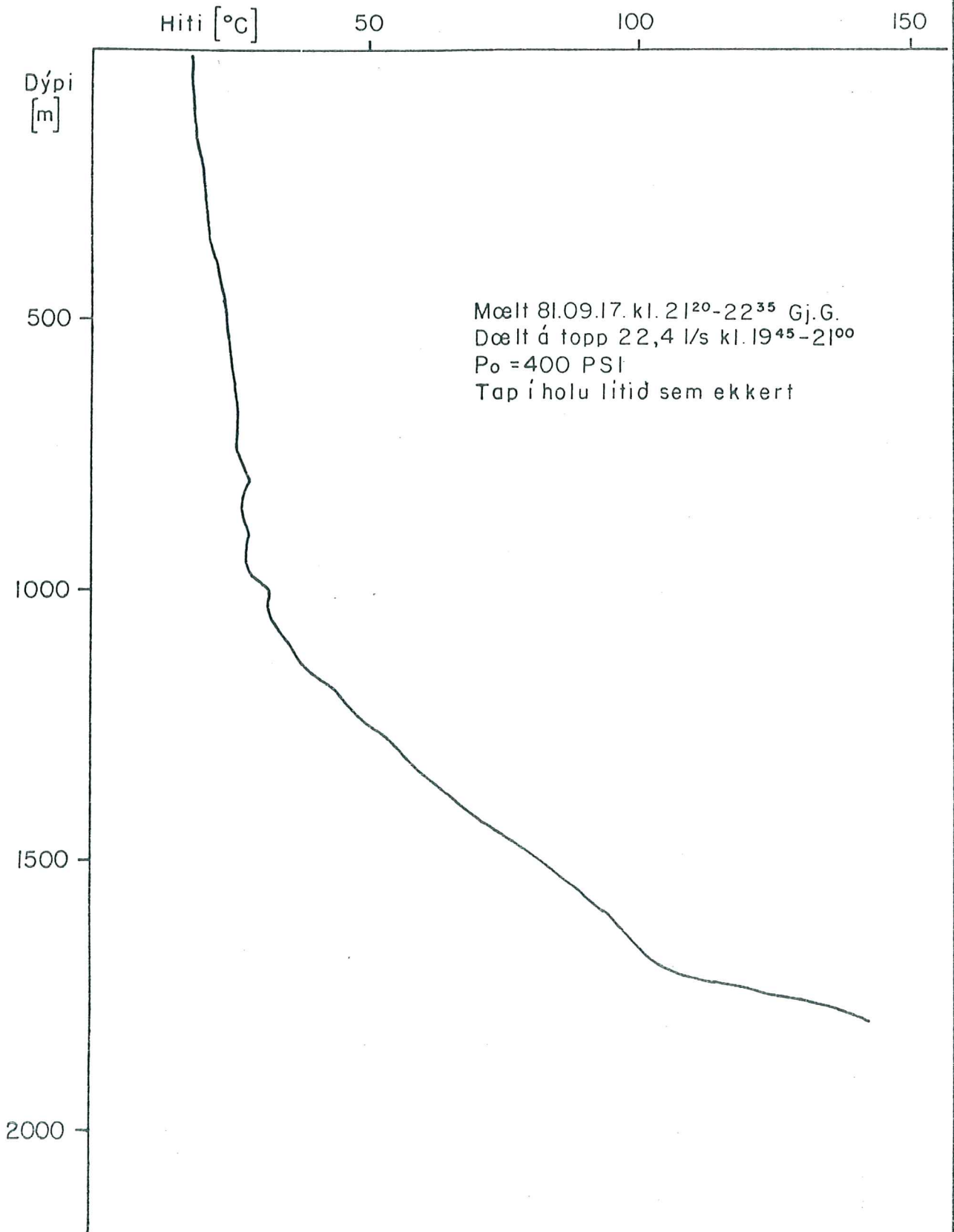


JHD-BM-6607 A.G.  
8.10.1266. Sy.J.

# KRAFLA. HOLA KJ-18

## Hitamæling í borun

Mynd 3



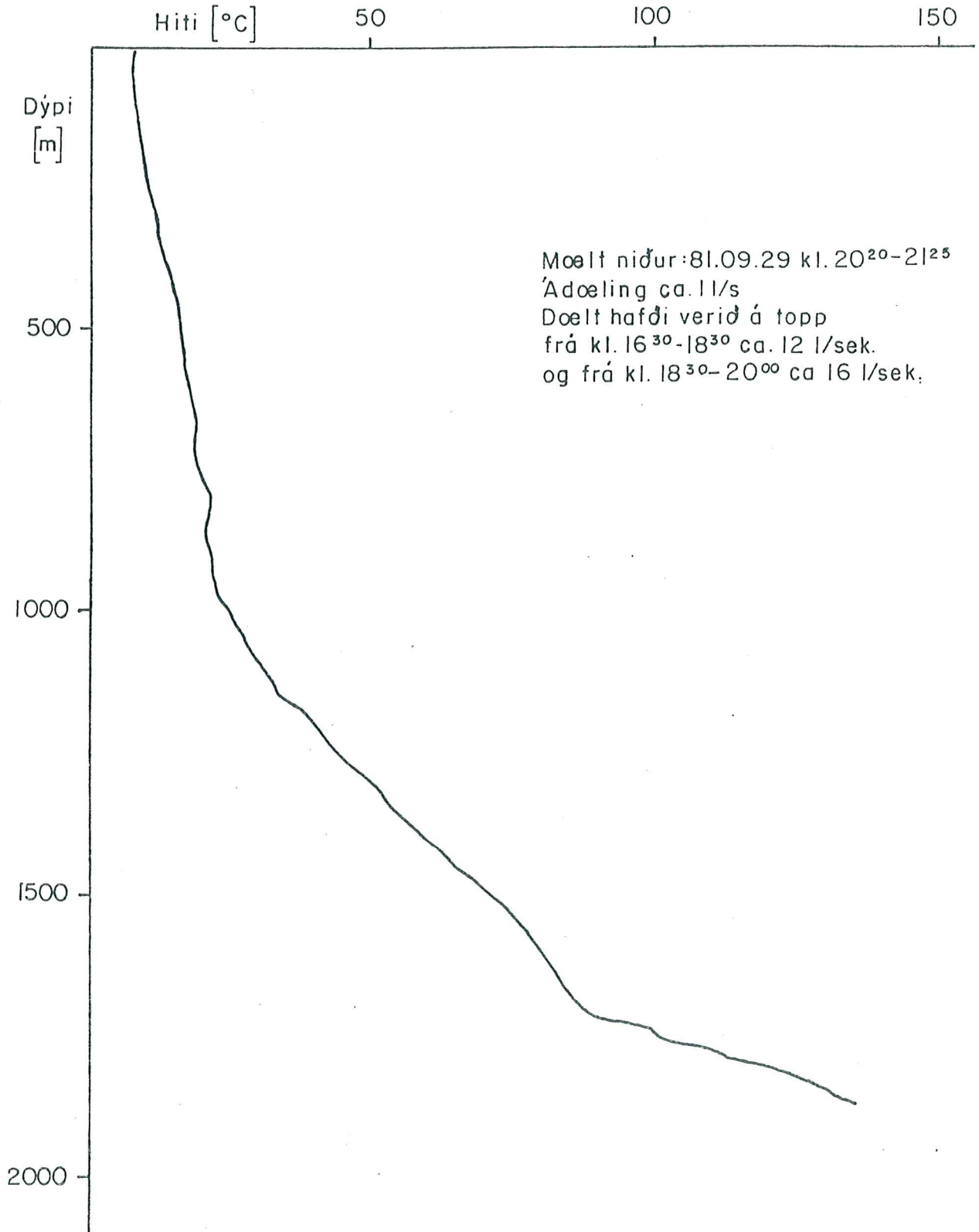
Mælt 8.09.17. kl. 21<sup>20</sup>-22<sup>35</sup> Gj.G.  
Dælt á topp 22,4 l/s kl. 19<sup>45</sup>-21<sup>00</sup>  
P<sub>0</sub> = 400 PSI  
Tap í holu litid sem ekkert



JHD-BM-6607. Á.G.  
81.10. 1267. Sy.J.

### KRAFLA. HOLA KJ-18 Upphitun í borun

Mynd 4



Mølt niður: 81.09.29 kl. 20<sup>20</sup>-21<sup>25</sup>  
Ádæling ca. 11/s  
Dælt hafði verið á topp  
frá kl. 16<sup>30</sup>-18<sup>30</sup> ca. 12 l/sek.  
og frá kl. 18<sup>30</sup>-20<sup>00</sup> ca 16 l/sek.

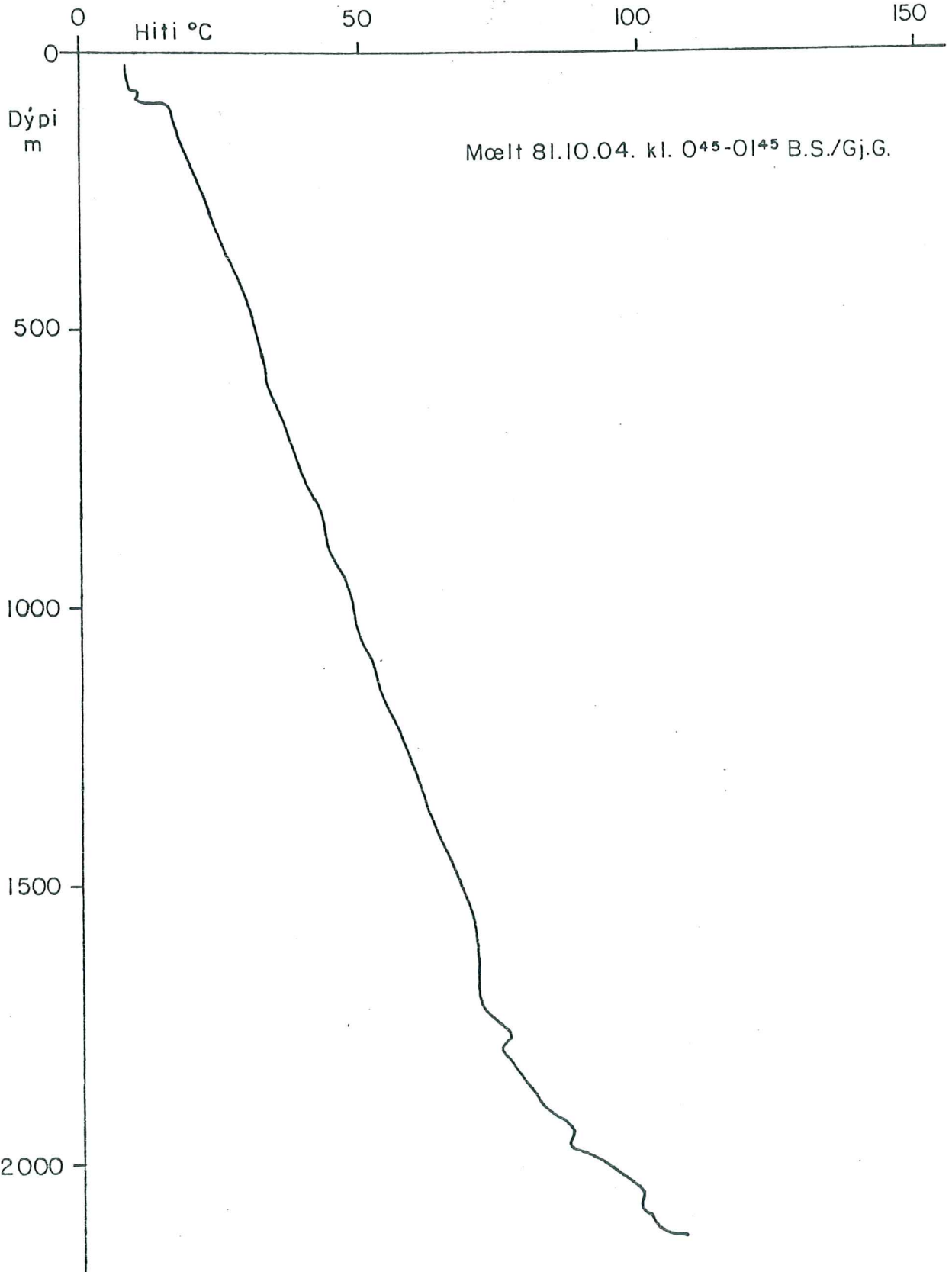




JHD-BM-6607. Á.G.  
81.10.1268. Sy.J.

### KRAFLA KJ-18 Hitamæling í borun

Mynd 5

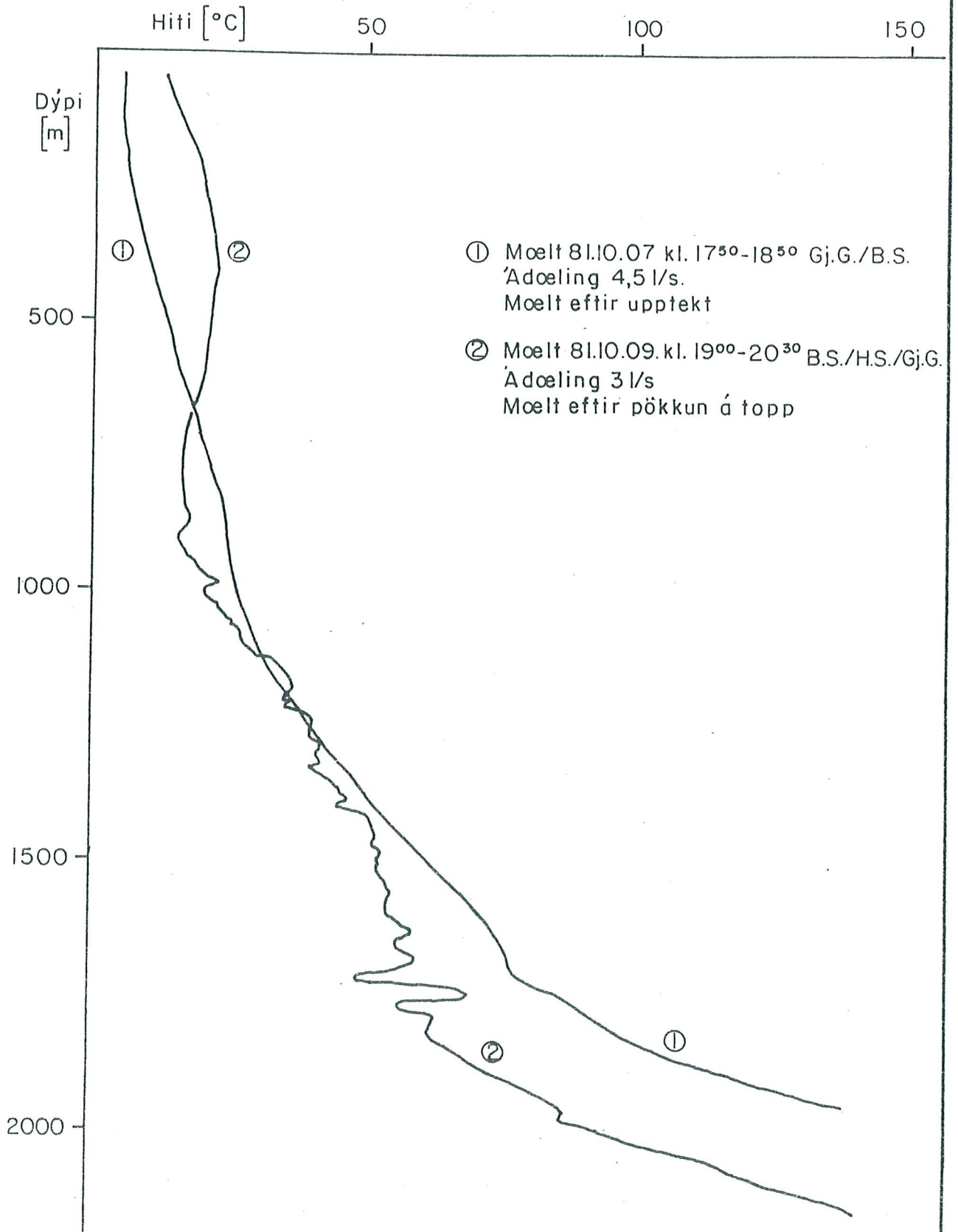




JHD-BM-6607. Á.G.  
8.10.1269 Sy.J.

### KRAFLA. HOLA KJ-18 Hitamoelingar í borlok. Þökkun

Mynd 6



KRAFLA. HOLA KJ-18  
Einfaldað jarðlagasnið

Mynd 7

