



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**KRAFLA, HOLA KJ-3A**

**Upphitun, upphleyping og blástur**

Benedikt Steingrímsson  
Halldór Ármannsson

OS-84009/JHD-03 B

Febrúar 1984



**ORKUŠTOFNUN**  
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

**KRAFLA, HOLA KJ-3A**  
**Upphitun, upphleyping og blástur**

Benedikt Steingrímsson  
Halldór Ármannsson

OS-84009/JHD-03 B

Febrúar 1984

EFNISYFIRLIT

Bls.

EFNISYFIRLIT .....	2
TÖFLUSKRÁ .....	3
MYNDASKRÁ .....	4
1 Yfirlit yfir tímabilið 9. október - 1. desember 1983	5
2 Vatnsborðsmælingar .....	5
3 Hitastig .....	7
4 Upphleypling .....	10
5 Afl og afköst .....	10
6 Sveiflur í toppþrýstingi .....	10
7 Efnasamsetning rennis .....	21
8 Útfellingahætta .....	24
HEIMILDIR .....	26

## TÖFLUSKRÁ

Bls.

1	Krafla, Hola KJ-3A. Vatnsborðsmælingar í upphitun eftir borun .....	7
2	Krafla, Hola KJ-3A. Aflmælingar .....	11
3	Krafla, Hola KJ-3A. Styrkur efna .....	22
4	Krafla, Hola KJ-3A. Hlutföll efna .....	22
5	Krafla, Hola KJ-3A. Sýrustig og kísilstyrkur vatnsfasa; gasstyrkur gufufasa .....	23
6	Krafla. Gas, natríum- og klóríðstyrkur og nokkur efnahlutföll í völdum sýnum úr nokkrum borholum .....	23
7	Krafla. Valin sýni úr nokkrum borholum. Efnahiti .....	24

MYNDASKRÁ

Bls.

1	Krafla, Hola KJ-3A. Vatnsborð í upphitun eftir borun	6
2	Krafla, Hola KJ-3A. Ýmsar hitamælingar .....	8
3	Krafla, Holur KJ-3A, KG-3 og KG-5. Hitamælingar .....	9
4	Krafla, Hola KJ-3A. Upphleyping 1983.10.29 .....	13
5	Krafla, Hola KJ-3A. Aflsaga 1983.10.29-11.22 .....	14
6	Krafla, Hola KJ-3A. Aflferill skv. mælingum í nóvember 1983 .....	15
7	Krafla, Hola KJ-3A. Toppþrýstingur í blæstri í nóvember 1983 .....	18
8	Krafla, Hola KJ-3A. Toppþrýstingur í blæstri 83.11.25-26 .....	19
9	Krafla, Hola KJ-3A. Toppþrýstingur í blæstri 83.11.27-28 .....	20
10	Krafla, Holur KJ-3A og KJ-9. Mettunarferill kalsíts og jónamargfeldi í vatni .....	25

## 1. YFIRLIT YFIR TÍMABILID 9. OKTÓBER - 1. DESEMBER 1983

Hola KJ-3A var boruð á tímabilinu 27. september - 9. október 1983. Varð holan 985 m djúp, en vinnslufóðring (13 3/8") nær í 336,4 m dýpi (miðað við drifborð Jötuns 4,6 m yfir kjallarabrún). Enginn leiðari er í holunni.

Upphitun KJ-3A eftir borun hófst, þegar dælingu í holuna var hætt, 83.10.09 kl 13:30. U.þ.b. 2,5 klst. síðar var holan hitamæld til að kanna fyrstu viðbrögð hennar í upphituninni. Reyndist vatnsborð þá vera á rúmlega 100 m dýpi, en hitaferillinn sýndi, að verulegt millistreymi var í holunni úr æðum á 350-400 m dýpi, og niður í æðar á 790-850 m dýpi. Var hitastig á þessu dýptarbili u.þ.b. 50°C og fór það hratt hækkandi (Ásgrímur Guðmundsson o.fl. 1983). Ekki voru gerðar fleiri hitamælingar í holunni áður en hún var sett í blástur, en vatnsborð var mælt af og til fram til 25. október.

Byrjað var að dæla lofti í holuna 27. október og henni síðan hleypt í blástur tveimur sólarhringum síðar. Hefur holan blásið nær samfelld síðan og var fylgst með afli hennar sem næst daglega fram til 21. nóvember. Eitt sýni hefur verið tekið af renni holunnar. Var það gert 31. október, en 2. nóvember var henni lokað um stundarsakir og hitamælt til botns. Í nóvember var unnið við að tengja holuna við gufuveitu Kröfluvirkjunar, og var rennsli holunnar beint um gufuveitu 23. nóvember. Illa gekk þó að fá holuna til að rekast með rennsli um veitu í byrjun, en eftir nokkrar tilraunir tókst það, og hefur hún verið í rekstri síðan.

Holan er eingöngu tengd lágbrýstihluta gufuveitunnar, og gefur hún u.þ.b. 5 kg/s af lágbrýstigufu, sem svarar til u.þ.b. 1,5 MW afls í virkjuninni.

## 2. VATNSBORÐSMÆLINGAR

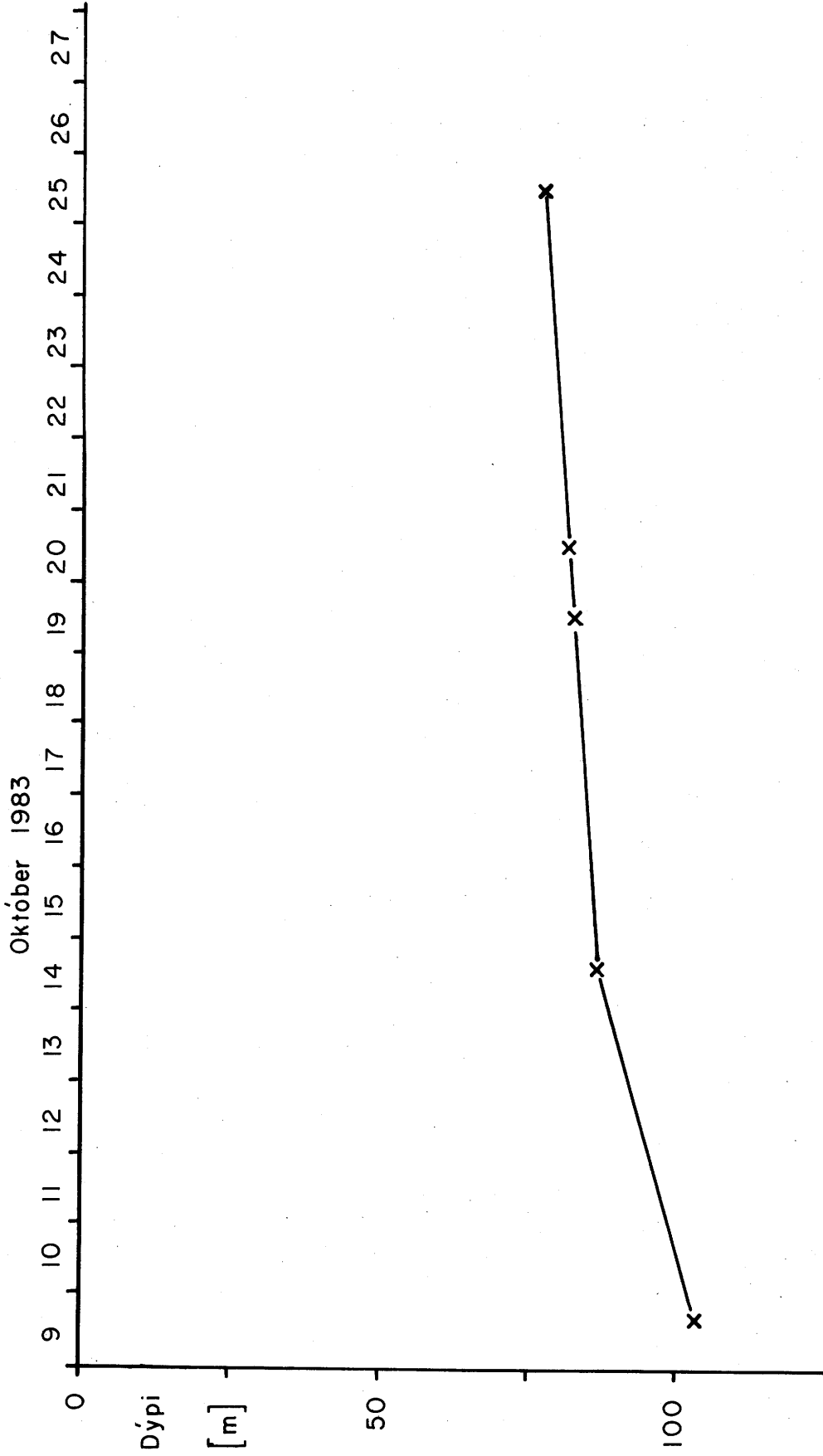
Alls voru fimm vatnsborðsmælingar gerðar í holu KJ-3A á meðan hún var í upphitun eftir borun. Niðurstöður mælinganna eru skráðar í töflu 1, og á mynd 1 eru mæligildin færð inn sem fall af tíma. Vatnsborð fór hækkandi allan mælingatímann, og mældist hæst 25. október á 77,7 m dýpi. Vatnsborðshækkunin undir lok mælingatímabilsins var um 0,7-0,8 m á dag. Útfrá



JHD-BM-6607 BS  
83.12.1781 AA

KRAFLA HOLA KJ-3A  
Vatnsborð í upphitun effir borun  
Dælingu hætt 83.10.09 kl.13<sup>30</sup>

Mynd I



mælingunum er því ekki ljóst hve hátt vatnsborðið stæði í holunni fullheitri. Trúlegt er hins vegar að vatnsborðið í KJ-3A hafi verið nærri jafnvægi 25. október ef stuðst er við vatnsborðsmælingar í holu KG-5. Þar mældist vatnsborð sumarið 1983 á 97-100 m dýpi, en mismunur í landhæð milli holanna er 22 m.

TAFLA 1. Krafla, Hóla KJ-3A. Vatnsborðsmælingar í upphitun eftir borun (Dælingu hætt 83.10.09 kl 13:30)

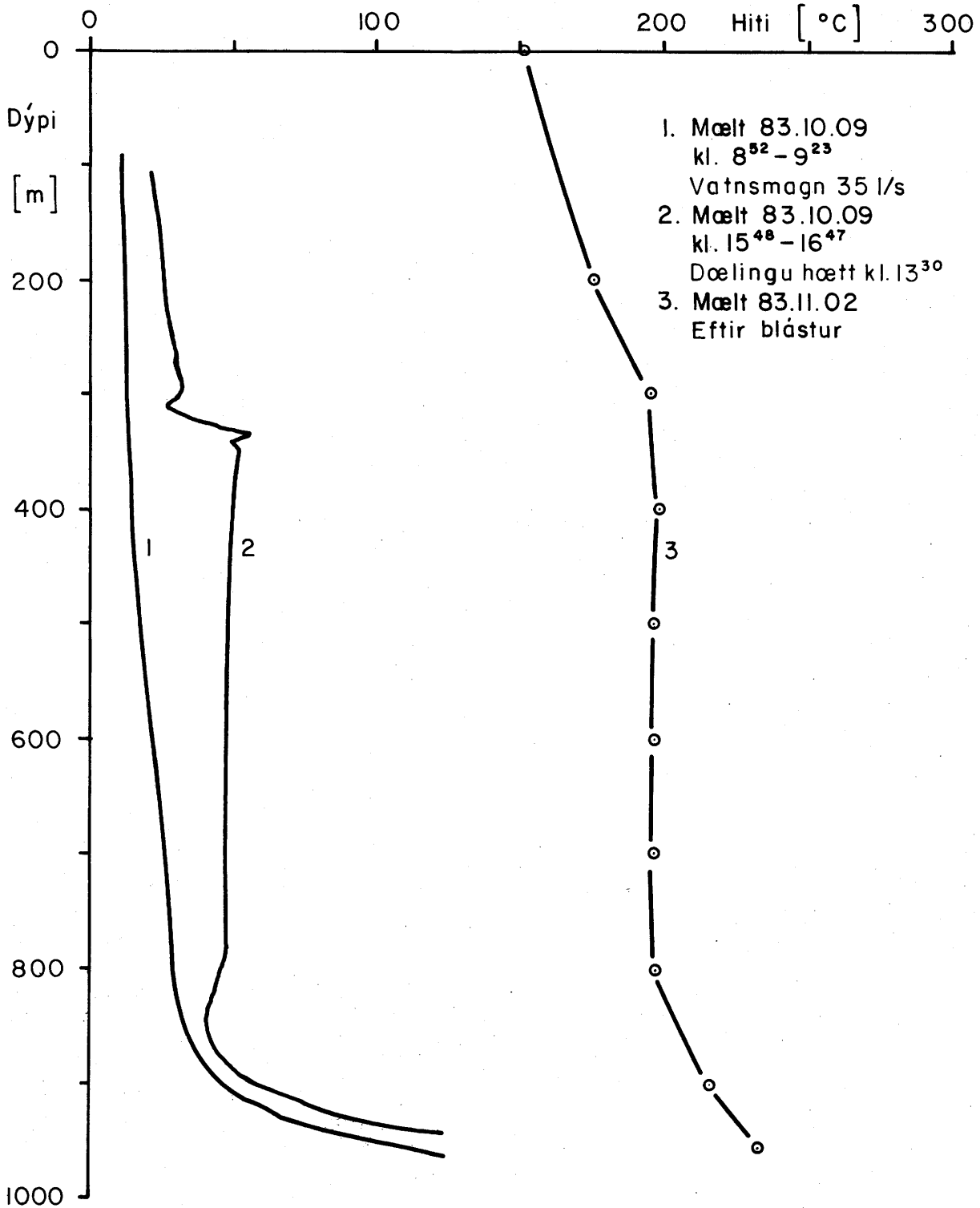
Dags.	kl.	Vatnsborð mælt frá kjallarabrún
83.10.09	16:00	103,0 m
83.10.14	14:50	86,4 -
83.10.19		82,5 -
83.10.20		81,8 -
83.10.25		77,7 -

### 3 HITASTIG

A mynd 2 eru sýndar nokkrar hitamælingar úr holu KJ-3A. Elstu mælingarnar eru frá borlokum og sýnir sú fyrri hvernig hitastigi var háttáð í holunni á meðan dælt var niður köldu vatni. Þá kældi vatnið holuna niður í 850 m, en þar er neðsta vatnsæðin. Síðari mælingin er hinsvegar gerð um 2-3 klst. eftir að dælingu lauk. Sýnir hún að upphitun holunnar stjórnast af millirennslu úr æðum í 350-390 m dýpi niður í æðar í 790-850 m dýpi (Ásgrímur Guðmundsson o.fl. 1983). Engin önnur hitamæling er til frá upphitun holu KJ-3A, en eftir að hún fór í blástur hefur hún einu sinni verið hitamæld. Stóð holan lokuð á meðan. Mælingin er sýnd á mynd 2 (ferill 3) og er hitaferillinn dæmigerður fyrir efrihluta Leirbotna-svæðisins. Hitastig er nánast óbreytt á dýptarbilinu 300-800 m (< 200°C), en hækkar þar fyrir neðan, og er 233°C í botni (952 m). Hitastigið í botni bendir til að holan nái niður úr efrihlutanum og nær hann því nokkru grynnra á þessum stað, en ætlað var fyrir (ca 1000 m). Hitastig ofan 800 m mælist tæpar 200°C, en búist var við um 210°C skv. hitamælingum í nærliggjandi holum (mynd 3). Aflmælingar á KJ-3A gefa einnig varmainnihald, sem

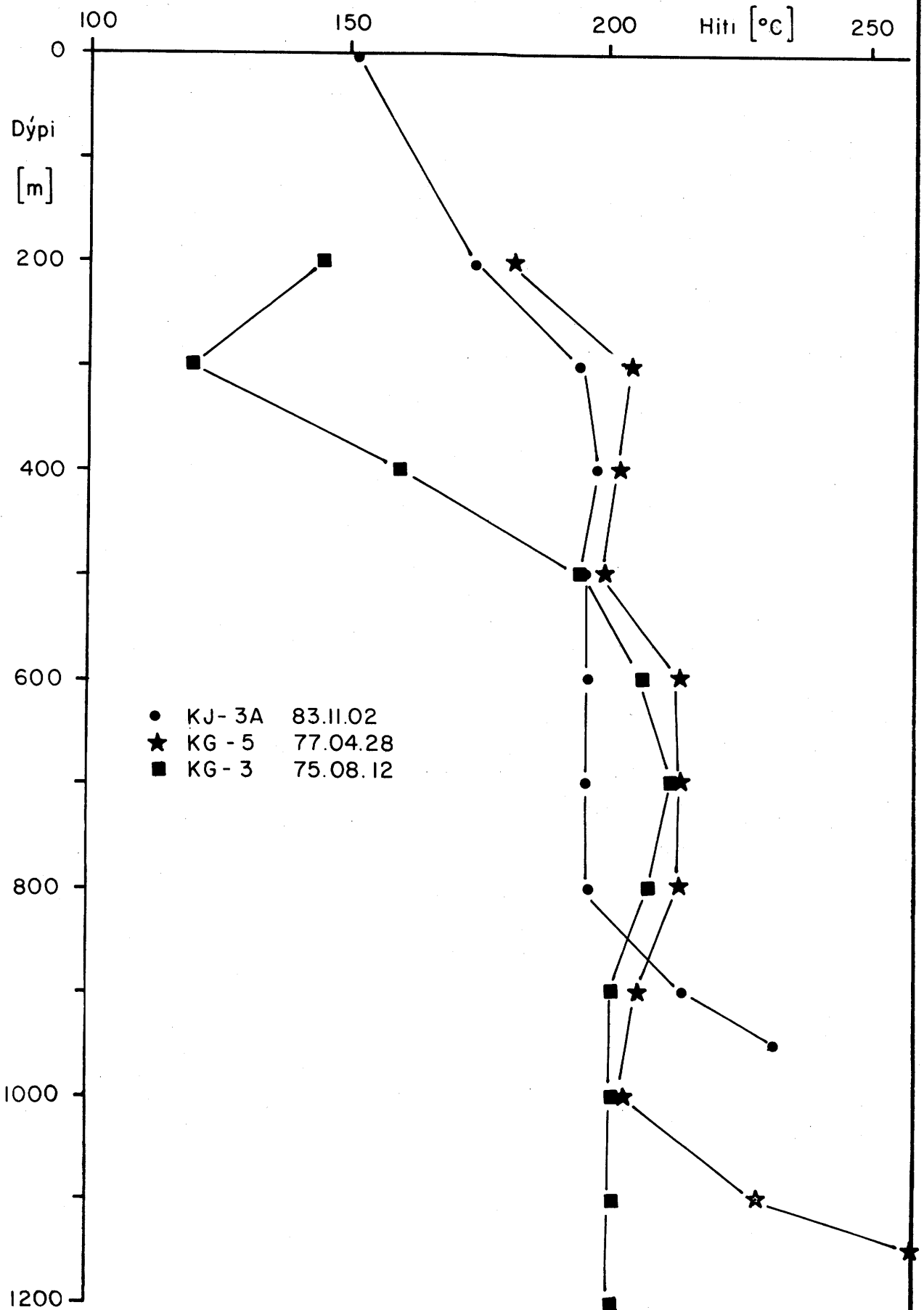


KRAFLA HOLA KJ-3A  
Ýmsar hitamælingar





KRAFLA, HOLUR KJ-3A, KG-3 OG KG-5  
Hitamælingar



samsvarar 210-215°C innstreymsmishita, svo líklegt verður að telja að niðurstöður hitamælingarinnar frá 2. nóvember séu truflaðar af niðurrennsli. Mælingin sýnir þá aðeins hitastig æðanna á 350-390 m dýpi en til að fá hitastig æðanna í 790-850 m þyrfti að mæla holuna í blæstri.

#### 4 UPPHLEYPING

Holu KJ-3A var hleypt upp að morgni 1983-10-29, en þá hafði verið dælt lofti í hana í tvo sólarhringa. Niðurstöður mælinga á toppþrýstingi og afli frá upphleypingu til 1983-11-22 eru skráðar í töflu 2, og niðurstöður fyrsta dags eru einnig dregnar á mynd 4. Kemur þar fram, að holan kom mjög fljótt upp og hafði nokkurn veginn náð rennslisjafnvægi við 3,5-3,8 bar eftir 10 mínútur. Blés hún þá um 125 mm blendu og var lágþrýstigufa (reiknuð við 2,2 bar a) rúm 4 kg/s við þessi skilyrði. Varmainnihald er um 900 kJ/kg, sem svarar til u.þ.b. 210°C heits rennis. Blendan var tekin úr 1983-11-03. Toppþrýstingur lækkaði lítið, en gufumagn jókst í u.þ.b. 5 kg/s.

#### 5 AFL OG AFKÖST

Litlar breytingar hafa orðið á afli holunnar frá upphleypingu fyrir utan sveiflur þær, sem fjallað verður um hér á eftir. Aflsagan frá 1983.10.29 til 11.22 er sýnd á mynd 5. Blendustærð virðist ekki hafa mikil áhrif á toppþrýsting, en nokkrir punktar á aflferil hafa fengist með notkun mismunandi stórra mælistúta og með og án 125 mm blendu, ásamt lokunarþrýstingi. Er sá ferill sýndur á mynd 6 og er mjög brattur.

#### 6 SVEIFLUR Í TOPPÞRÝSTINGI

Fljótlega eftir að hola KJ-3A fór að blása, kom í ljós að toppþrýstingur í blæstri var breytilegur. Hefur óróinn jafnvel gengið svo langt, að í tvígang hefur holan kafnað af sjálfu sér. Eftir fyrri kæfinguna setti Egill Sigurðsson upp sírita til skráningar toppþrýstings við holuna.

Á mynd 7 eru sýnd afrit af fjórum síritablöðum. Hvert blað spannar einn sólarhring, en þrýstiás er hins vegar ekki

TAFLA 2 KRAFLA HOLA KJ-3A. Aflmælingar

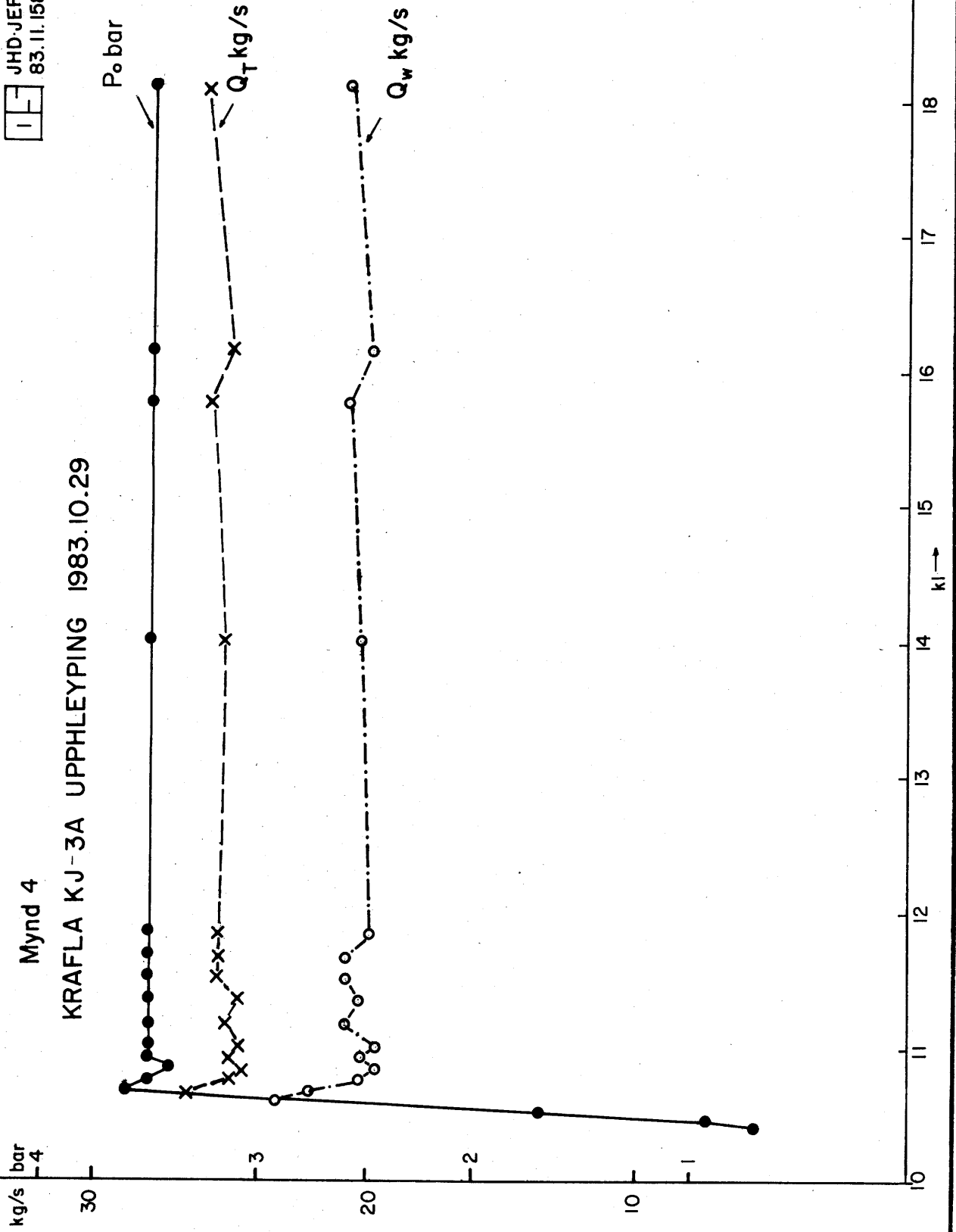
DAGSETNING ár, mán, dags	TÍMI klukkan	P <sub>0</sub> bar	P <sub>c</sub> bar	STÚTUR mm	VATN cm	VATN kg/sek	H KJ/kg	QT kg/sek	QG kg/sek	QG kg/sek	ATH.
1983-10-29	10:20	8,8									Eftir 2ja sólarhr. ádælingu
-29	10:25	1,0									Upphleyping hafin, lágmark
-29	10:27	1,2									
-29	10:31	2,0									
-29	10:35	3,2									
-29	10:40	3,9	0,3	155	19,3	22,1	812	26,7	4,5	3,6	
-29	10:45	3,8	0,3	-	18,6	20,2	861	25,1	4,8	3,9	
-29	10:50	3,7	0,3	-	18,4	19,6	875	24,1	4,9	4,0	
-29	10:55	3,8	0,3	-	18,6	20,1	861	25,1	4,8	3,9	
-29	11:00	3,8	0,3	-	18,4	19,6	875	24,6	4,9	4,0	
-29	11:10	3,8	0,25	-	18,8	20,7	826	25,2	4,4	3,5	
-29	11:20	3,5	0,25	-	18,6	20,2	840	24,8	4,5	3,6	Nýr P <sub>0</sub> mælir sýnir 0,2-0,3 bar lægra
-29	11:30	3,5	0,3	-	18,8	20,7	846	25,5	4,7	3,8	
-29	11:40	3,5	0,3	-	18,8	20,7	846	25,5	4,7	3,8	
-29	11:50	3,5	0,4	-	18,5	19,9	907	25,4	5,4	4,5	
-29	14:00	3,5	0,35	-	18,6	20,2	880	25,3	5,1	4,2	
-29	15:45	3,5	0,35	-	18,8	20,7	866	25,8	5,0	4,1	
-29	16:20	3,5	0,35	-	18,5	19,9	888	25,1	5,1	4,2	
-29	18:05	3,5	0,4	-	18,8	20,7	885	26,1	5,3	4,4	
-30	17:15	3,7	0,37	-	18,8	20,7	874	25,9	5,1	4,2	
-31	13:55	3,7	0,4	-	18,6	20,1	900	25,6	5,5	4,5	



JHD-JEF-6607-HA  
83.11.1583 H

Mynd 4

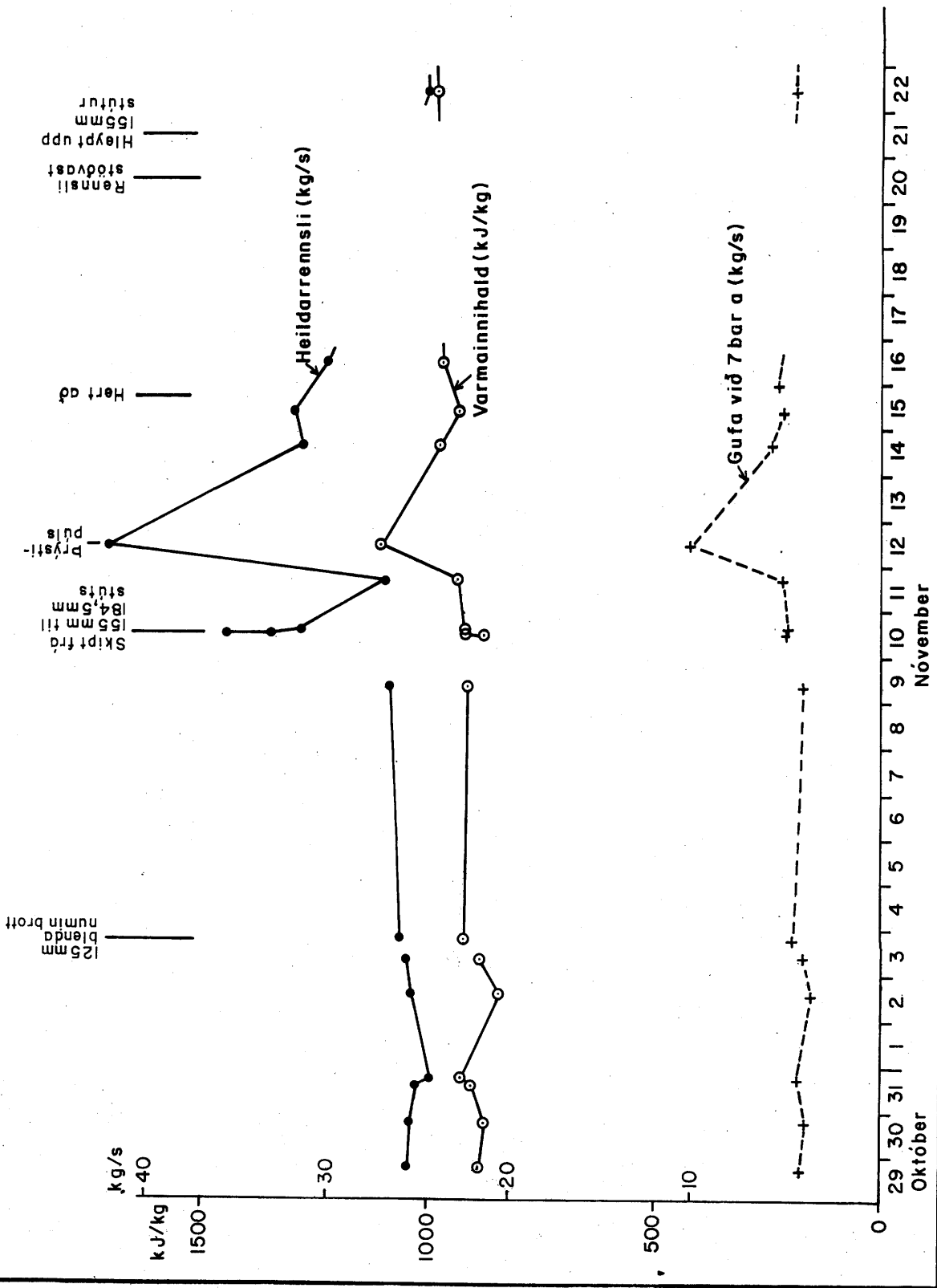
KRAFLA KJ-3A UPPHLEYPING 1983.10.29



JHD-JEF-6607.HÁ  
84.01.0093. SyJ

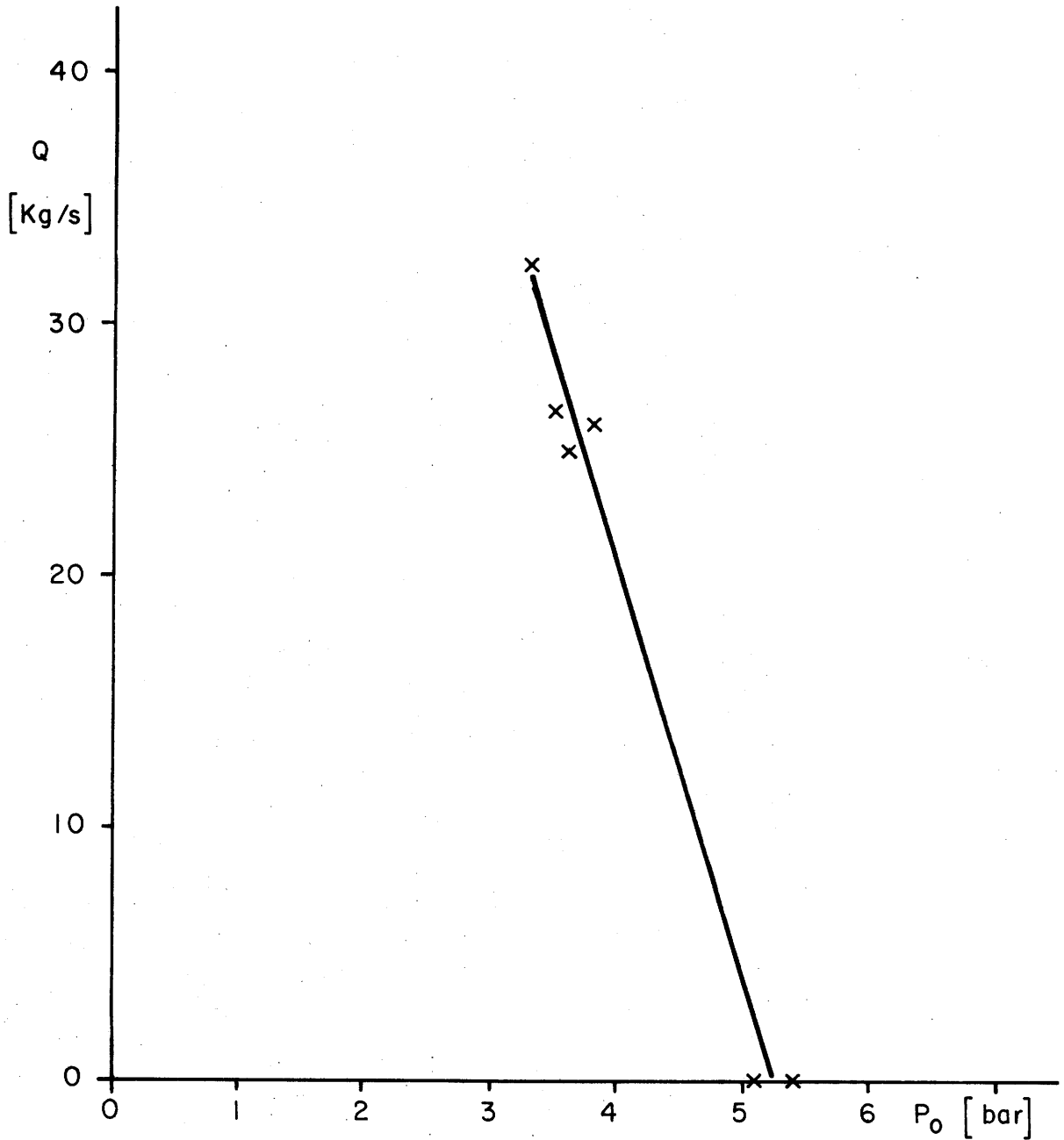
**KRAFLA. HOLA KJ-3A**  
Aflsaga 1983.10.29 - 11.22

Mynd 5





KRAFLA HOLA KJ-3A  
Aflferill skv. mælingum í nóv. '83



gefinn upp í kvörðuðum einingum. Elsta blaðið (mynd 7a) er frá 12-13. nóvember. Blés holan þá í gegnum 184,5 mm stút. Kom þá fram u.þ.b. 2 klst. langt óráskeið, sem endurtók sig á 12 tíma fresti. Toppþrýstingur á milli óróatímabila var 3,3 bar. Á fyrri hluta óráskeiðsins hækkar toppþrýstingur og sveiflast milli 4 og 6 bar (ekki nákvæm gildi) með nokkurra mínútna sveiflutíma. Eftir u.þ.b. eina klst. gjörbreytist óróinn, sveiflurnar deyja út og þrýstingur lækkar. Fer hann lægst í 1-2 bar, en hækkar síðan á ný og nær jafnvægi við 3,3 bar. Meðan óróinn var hvað mestur mun eitthvað hafa borið á grjótburði í holunni (Egill Sigurðsson, persónulegar upplýsingar).

Fylgst var áfram með holunni og virtist óróinn endurtaka sig reglulega á u.þ.b. 12 tíma fresti. Hert var að holunni 16. nóvember þar til þrýstingur náði 3,9 bar og breyttist þá óróatíðnin í einn á sólarhring (mynd 7b). Að öðru leyti var hegðun holunnar óbreytt fram til 20. nóvember, en þá kafnaði hún rétt eftir upphaf óróahrinu. Rennsli holunnar var sett inn á veitu 23. nóvember eins og áður hefur komið fram. Reyndist toppþrýstingur stöðugur í byrjun, en eftir tæplega sólarhring fór hann að sveiflast á milli 3,5 og 5,5 bar. Sveiflurnar voru reglulegar og sveiflutími rúmur klukkutími (myndir 7c og 8). Sveiflurnar héldust næstu tvo sólarhringana, en dóu síðan út. Hést toppþrýstingur síðan stöðugur í rúman sólarhring, en þá kom einn þrýstipúls (83.11.27). Stóð hann yfir í tæplega þrjá klukkutíma og óx þrýstingur í byrjun í u.þ.b. 8,5 bar, en féll síðan í 1,5 bar áður en holan fór að rétta við. Þessi þrýstipúls er sýndur á myndum 7d, og 9. Eftir 27. nóvember var toppþrýstingur KJ-3A stöðugur svo dögum skipti, og því hætt að skrá hann á sírita. Óróinn er þó ekki úr sögunni og munu t.d. hafa komið fram í fyrri hluta desember púlsar í toppþrýstingi holunnar (Egill Sigurðsson, persónulegar upplýsingar).

Sveiflur í toppþrýstingi blásandi gufuborhola eru ekki óalgengt fyrirbrigði. Vel þekkt í Kröflu er hola KJ-17 þar sem breytingar á toppþrýstingi endurtaka sig í sífellu á u.þ.b. 7 tíma fresti (Halldór Ármannsson o.fl. 1982). Annað dæmi í Kröflu var hola KJ-11 á meðan hún vann úr báðum Leirbotnakerfunum. Í báðum þessum dæmum er ástæðan fyrir sveiflum í toppþrýstingi sú að holurnar vinna vökva úr tveimur vatnsæðum með mjög ólíka vinnslueiginleika. Í holu KJ-11 var það hitastig æðanna, sem var mjög ólíkt, en í KJ-17 vatnsleiðni æðanna. Í báðum tilvikum orsakaðist

þrýstisveifla af því að dýpri æðar holunnar blésu óreglulega, eða jafnvel köfnuðu í blæstri. Í KJ-17 virðist botnæðin vera það treg að hún kafnar af sjálfri sér, en í KJ-11 kafnaði botnæðin vegna áhrifa frá mun kaldari æð ofarlega í holunni.

Þær skýringar, sem gilda um þrýstisveiflurnar í KJ-11 og KJ-17 virðast við fyrstu sýn ekki eiga við um holu KJ-3A. Í holu KJ-3A koma æðar að vísu fram á tveimur dýptarbilum, á 350-390 m dýpi og 790-850 m dýpi. Lítil munur virðist hins vegar vera á berghita við þessar æðar ( $< 10^{\circ}\text{C}$ ) og dýpri æðin virtist einnig það vel opin við borlok að ekki er líklegt að hún kafni af sjálfri sér í blæstri þar sem hitastigið ( $< 210^{\circ}\text{C}$ ) er langt undir suðumarki.

Þrátt fyrir þetta eru púlsarnir, sem endurtaka sig með hléum í KJ-3A, dæmigerðir fyrir holur, þar sem misheitar æðar berjast um völdin. Í þrýstipúlsunum hækkar varmainnihald rennisins, og toppþrýstingur fer upp fyrir þann þrýsting sem ella mælist, þegar holunni er lokað, en hvort tveggja bendir til þess að heit æð gefi inn í holuna í púlsunum. Í lok hvers púls kafnar æðin og tekur það hana nokkurn tíma að jafna sig áður en gusa úr henni hleypir næsta púls af stað.

Spurningin er því hvaðan nær hola KJ-3A í heitt vatnskerfi til að framkalla þessa hegðun. Helsta leiðin til að svara þessari spurningu er að líta til nálæggra hola. Hola KJ-3A er boruð rétt við holu KG-3. Sú hola var boruð á árinu 1975 í 1720 m, en fóðruð í 610 m dýpi. Góðar æðar komu fram í holunni á u.þ.b. 800 m dýpi og á 1620 m dýpi, og tilheyra grynri æðarnar efrihlutanum í Leirbotnum (t u.þ.b.  $210^{\circ}\text{C}$ ) en sú djúpa neðri hlutanum (t u.þ.b.  $320^{\circ}\text{C}$ ).

Á árinu 1976 kom fram fóðringarskemmd í KG-3 á u.þ.b. 75 m dýpi. Ekki reyndist unnt að gera við holuna, og var hún fyllt með sandi frá fóðurrörsenda og upp í tæplega 100 m dýpi. Ef holan því enn opin frá u.þ.b. 600 m dýpi í botn.

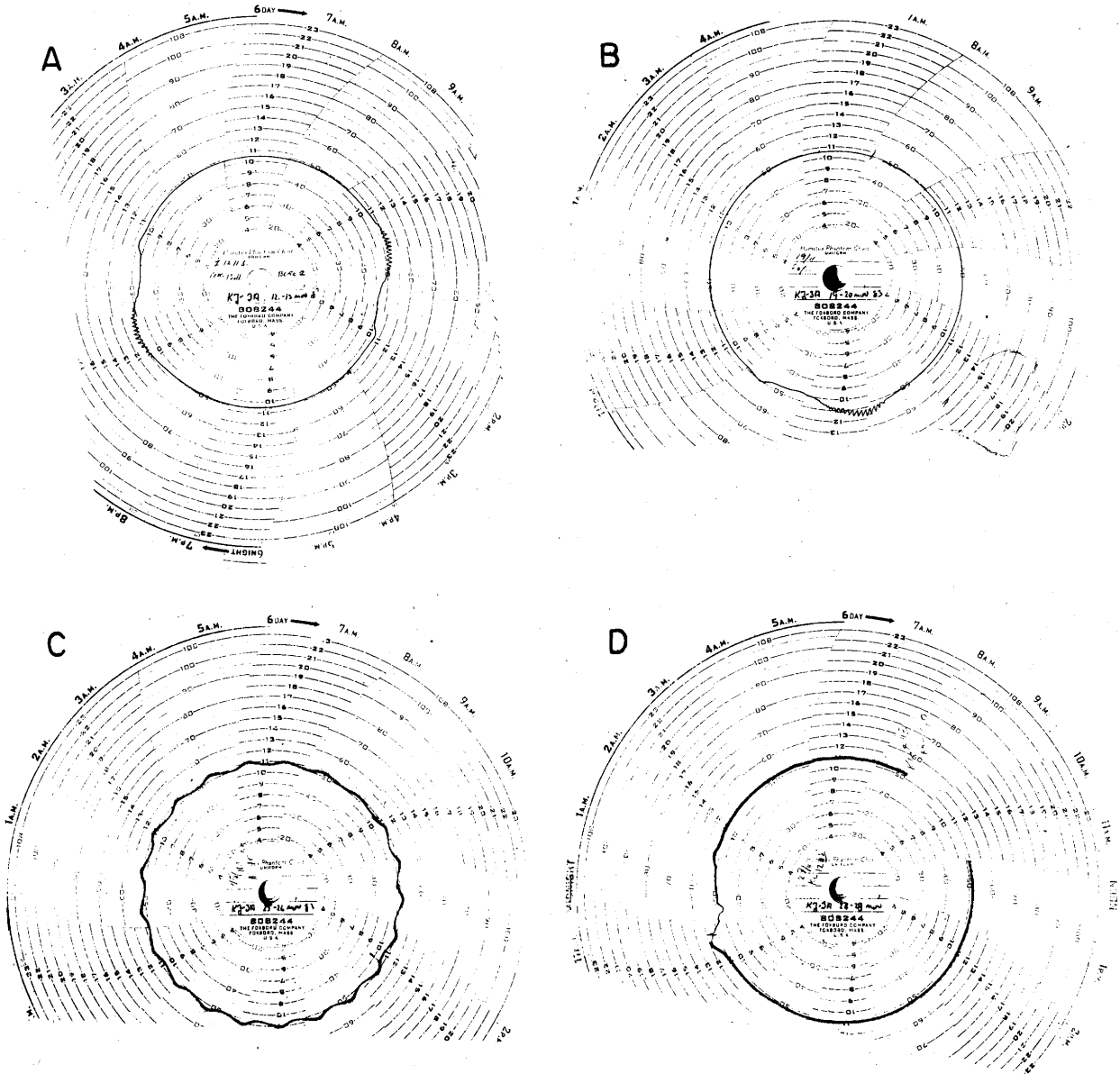
Líklegasta skýringin á því hvernig hola KJ-3A nær í heitan vökva er því sú að hola KJ-3 skammhleypi hlutanum, og í þrýstipúlsunum í KJ-3A renni úr djúpu æðinni í KG-3  $320^{\circ}\text{C}$  heitt renni upp holuna og yfir í KJ-3A í u.þ.b. 800 m dýpi.



JHD-BM-6607 BS  
83.12.1782 AA

Mynd 7

### KRAFLA HOLA KJ-3A TOPPÞRÝSTINGUR Í BLÆSTRI Í NÓVEMBER 1983

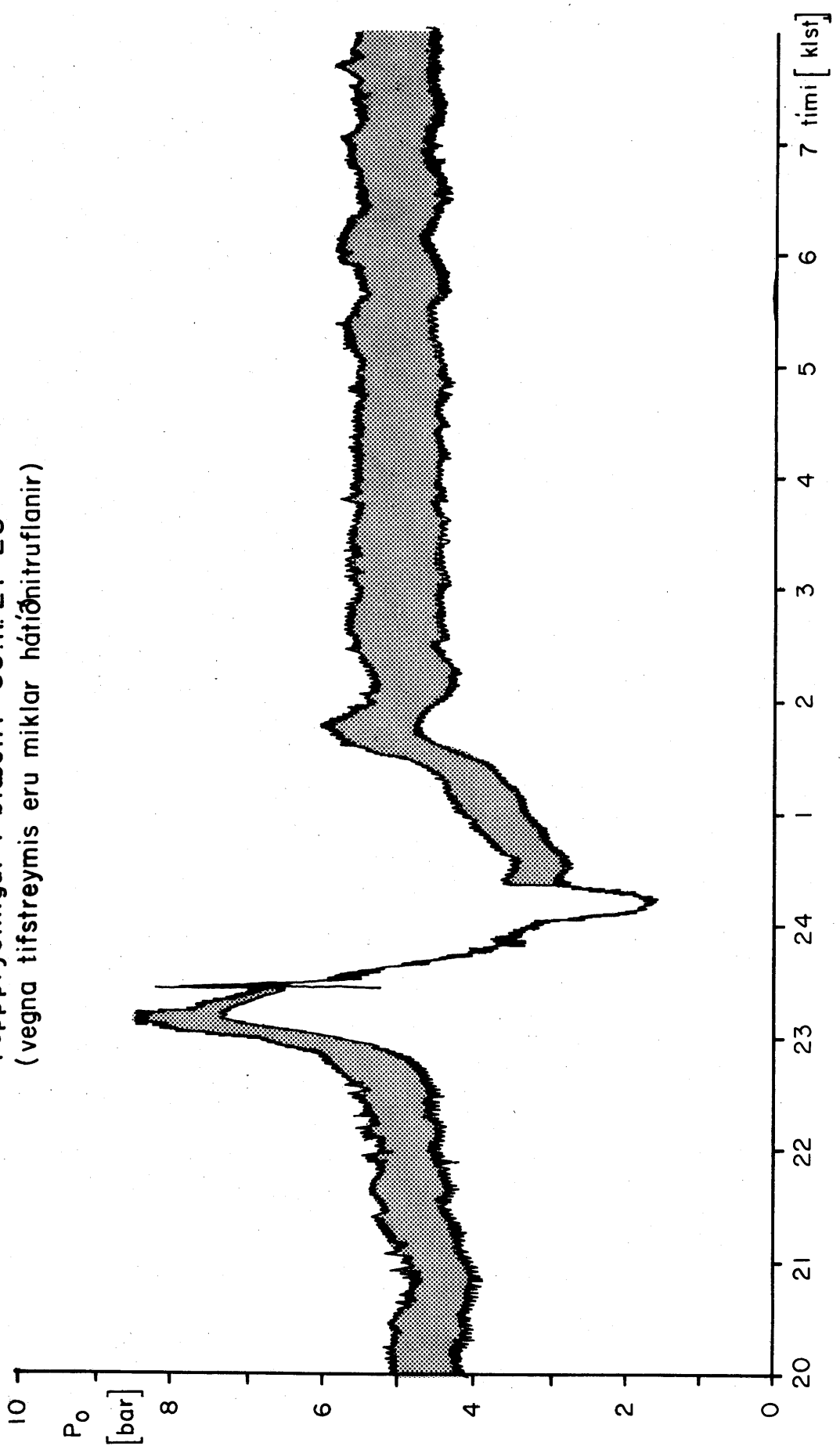


IS JHD-BM-6607 BS  
84.01.0054 AA

Mynd 8

### KRAFLA HOLA KJ-3A

Toppþrýstingur í blæstri 83.II.27-28  
(vegna tífstreymis eru miklar hátíðnitruflanir)



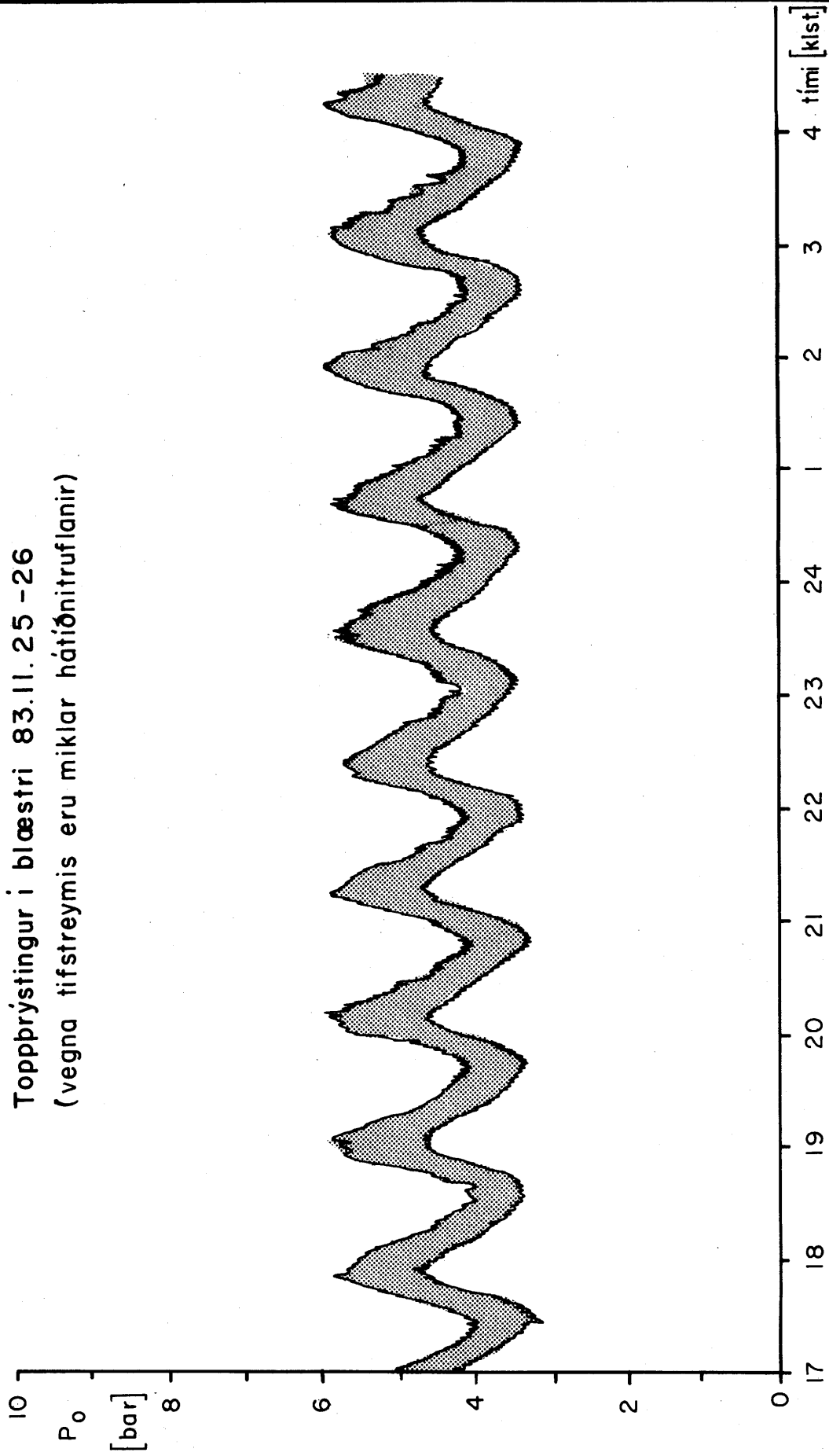
JHD-BM-6607 BS  
84.01.0053 AA

Mynd 9

### KRAFLA HOLA KJ-3A

Toppþrýstingur í blæstri 83.II.25 -26

(vegna tífstreymis eru miklar hátíðnitruflanir)



## 7 EFNASAMSETNING RENNIS

Eitt sýni hefur verið tekið til efnagreininga úr holu KJ-3A. Niðurstöður um heildarstyrk efna í renni eru í töflu 3, nokkur efnahlutföll í töflu 4, og upplýsingar um fáein séreinkenni vatns- og gufufasa í töflu 5.

Eins og við er að búast sýnir efnasamsetningin einkenni rennis efrihlutaholu. Í töflu 6 eru nokkrir þættir samsetningarinnar bornir saman við sömu þætti í öðrum efrihlutaholum og nálægum bland- og neðrihlutaholum. Skipar hún sér greinilega í hóp efrihlutahola, en ber þó mest merki neðrihluta af þeim. Tvær ástæður geta legið til þess. Gestur Gíslason o.fl. (1978) fjölluðu um efrihluta jarðhitakerfisins í Leirbotnum og notuðu hlutföll torleystra gasa í vatni við leysin (t.d.  $H_2/H_2S$  og  $CO_2/H_2S$ ) til að kanna rennslisstefnur, en slík hlutföll eiga að lækka með aukinni fjarlægð frá uppstreymi. Samkvæmt því er KJ-3A fremst í flokki efrihlutahola og því næst neðrihlutanum og ber mest merki um hann. Í köflum um hitamælingar og þrýstingssveiflur hér að framan kemur hins vegar í ljós, að líklega er samband milli holu KJ-3A og neðri æða KG-3 og getur verið, að renni seytli þaðan upp og hafi áhrif á efnasamsetningu rennis KJ-3A. Þrenns konar efnahiti er sýndur fyrir sýnið úr KJ-3A og valin sýni úr öðrum efrihlutaholum og nálægum bland- og neðrihlutaholum. Halldór Ármannsson & Benedikt Steingrímsson (1984) fjalla um áhrif kólnunar á efnahita með sérstöku tilliti til Kröfluhola. Í þessu tilviki sést að kvarshita og Na/K-hita ber vel saman en sýna þó hærri gildi en við er að búast miðað við mældan hita. Er því líklegt, að um leiðnikólnandi vatn sé að ræða og eigi það nokkuð í land með að ná jafnvægi við bergsteindir. Koldíoxíðhiti er enn hærri og verður það naumast skýrt öðruvísi en svo, að gas komi frá holu KG-3. Ekki er útilokað að lítills háttar blöndun við vökva þaðan hafi áhrif til hækkunar kvarshita og Na/K-hita.



TAFLA 3 Krafla, Hóla KJ-3A. Styrkur efna.

Dags	Sýni nr	Po bar a	Ho kJ/kg	SiO2 mg/kg	Na mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg
831031	1071	4,4	922	381	202	23,1	3,2	0,01

S04 mg/kg	Cl mg/kg	F mg/kg	UE mg/kg	CO2 mg/kg	H2S mg/kg	H2 mg/kg	CH4 mg/kg	N2 mg/kg	Rn dpm/kg
262	25	0,55	994	619	60,4	0,85	0,77	6,17	411

TAFLA 4 Krafla, Hóla KJ-3A. Hlutföll efna í renni

Dags	Sýni nr	Ho/Si kJ/mg	Na/Cl mg/mg	Na/K mg/mg	Ca/F mg/mg
831031	1071	2,42	7,92	8,72	10,8

Ca/S04 x 10 mg/mg	CO2/Cl mg/mg	H2/H2S x 10 <sup>3</sup> mg/mg	CO2/H2S mg/mg	H2/CO2 x 10 <sup>3</sup> mg/mg	H2S/S04 mg/mg
12,3	24,3	14,1	10,2	1,38	0,230

TAFLA 5 Krafla, Hóla KJ-3A. Sýrustig og kísilstyrkur vatnsfasa; gasstyrkur gufufasa

Dags	Sýni nr	Po bar	H kJ/kg	Vatnsfasi		Gufufasi	
				pH/°C	SiO <sub>2</sub> mg/kg	CO <sub>2</sub> mg/kg	Gas %
83.10.31	1071	3,4	922	9,12/22	445	3758	0,40

TAFLA 6 Krafla. Gas-, natríum- og klóríðstyrkur og nokkur efnahlutföll úr völdum sýnum úr nokkrum borholum

Hóla nr	Dags	Gas %	Na mg/kg	Cl mg/kg	CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S mg/mg	H <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S x 10 <sup>3</sup> mg/mg	Na/Cl mg/mg	F/Cl x 10 <sup>3</sup> mg/kg	H <sub>2</sub> S/SO <sub>4</sub> mg/mg	Rn/Ca dpm/mg
KJ-3A 3)	83.10.31	0,12	202	25	10,2	14,1	7,9	22,0	0,23	128
KJ-9E	77.06.30	0,05	192	31	8,7	9,7	6,3	14,8	0,30	111
KG-5	83.08.03	0,05	186	30	7,6	7,2	6,3	25,0	0,30	39 1)
KW-2	80.06.11	0,03	210	29	5,2	3,9	7,2	13,1	0,28	85
KG-8 3)	83.07.31	0,03	186	28	4,2	7,4	6,7	36,1	0,34	208
KJ-11E 4)	77.11.05	0,01	169	25	2,1	0,3	6,8	41,3	0,20	12
KG-3F 5)	75.10.19	0,03	149	26	2,7	22,7	5,6	32,3	0,57	
KG-3U 6)	76.09.16	0,82	160	25	84,7	0	6,3	30,7	0,87	
KJ-9C	83.05.24	0,10	165	28	10,8	8,4	5,9	26,6	0,50	127 2)
KJ-13 6)	81.03.04	0,93	67	47	30,3	62,8	1,4	12,2	6,4	9450
KJ-13B	83.10.29	1,00	41	7	13,3	48,2	6,0	31,4	20,9	6172

- 1) Frá 1977.07.17 2) Frá 1981.05.24 3) E: Eingöngu unnið úr efnahluta jarðhitakerfis 4) F: Fyrir upphaf eldsumbrota 5) U: Eftir að eldsumbrot hófust 6) B,C: Eftir endurvinnslu

TAFLA 7 Krafla. Valin sýni úr nokkrum borholum. Efnahit

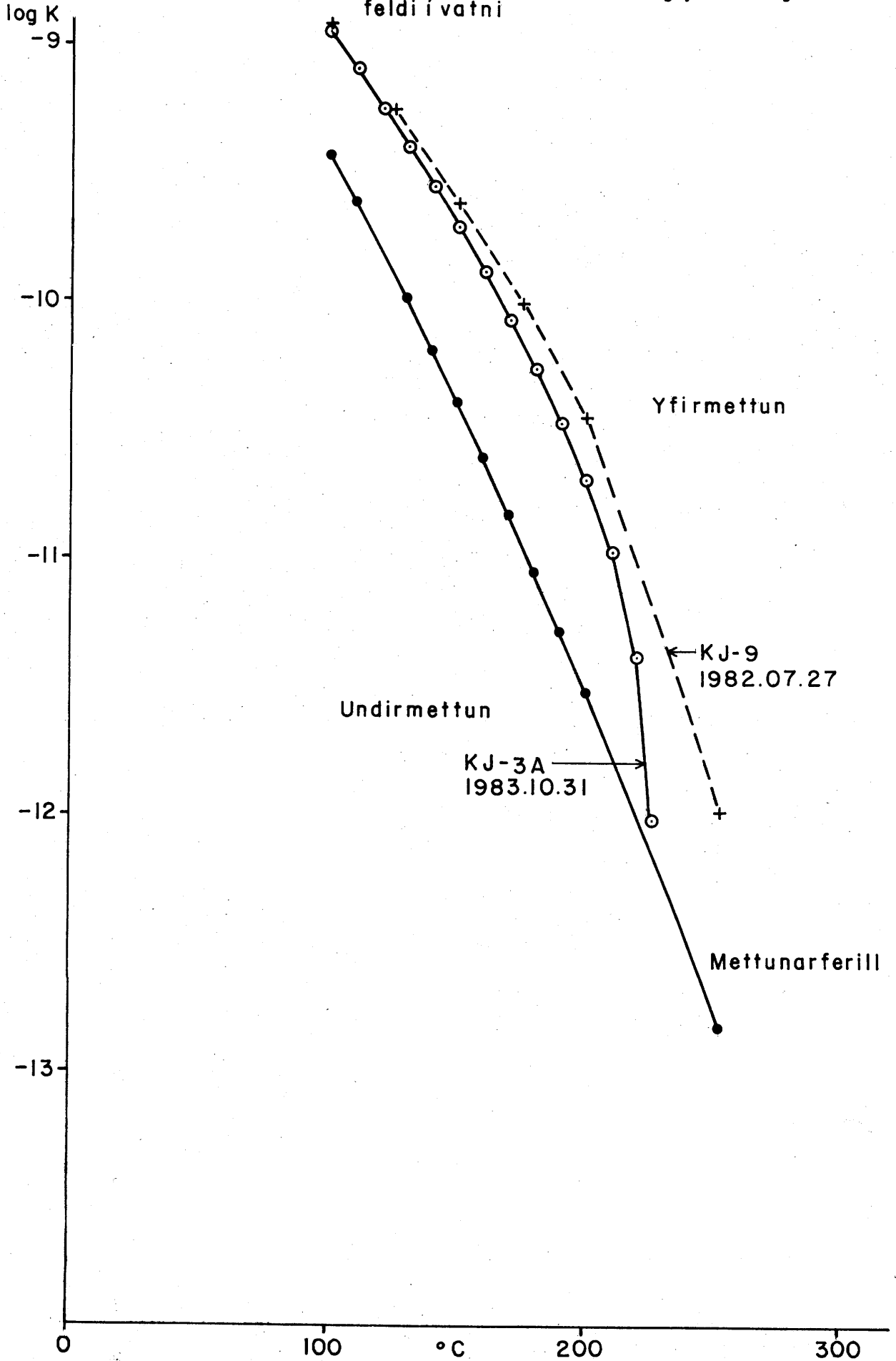
Hola nr	Sýni nr	Dags	Kvars-hiti °C	Na/K-hiti °C	CO <sub>2</sub> -hiti °C	Líklegur hiti skv.hitamælingum °C
KJ-3A	1071	83.10.31	226	227	247	210
KJ-9E	1141	77.06.30	240	207	238	210
KG-5	1039	83.08.03	234	214	240	210
KW-2	1020	80.06.11	218	182	219	193
KG-8	1035	83.07.31	215	223	213	210
KJ-11E	1198	77.11.05	219	218	100	210
KG-3F	0167	75.10.19	247	256	176	240
KG-3U	0125	76.09.16	256	238	297	240
KJ-9C	1019	83.05.24	244	237	251	240
KJ-13	1002	81.03.04	297	271	283	320
KJ-13B	1070	83.10.29	319	255	281	310

## 8 ÚTFELLINGAHÆTTA

Gasstyrkur rennis holunnar er tiltölulega lítill, þar sem um fremur kalda holu er að ræða. Eins og minnst hefur verið á, er þó sennilega um einhver tengsl við miklu heitari holu, KG-3, að ræða. CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S hlutfall er þó svo lágt, að líklegt er, að jafnvægi hafi verið nálgæð í hvörfum þessara gastegunda við berg (Ármannsson et al. 1982). Til vonar og vara var greint járn í vatnssýninu, en það reyndist ógreinanlegt (< 0,1 mg/kg). Því ætti ekki að vera hætta á járnsúlfíðútfellingum. Ópalmettun reyndist við 1,1 bar a miðað við, að pH vatns yrði 8,0 og er langt frá því, að þeim skilyrðum verði náð, meðan holan er í rekstri og ætti því engin hætta að vera á ópalútfellingum. Á mynd 10 eru jónamargfeldi (Ca ) og (CO ) fyrir sýni úr holu KJ-3A og gamalt sýni úr holu KJ-9 borin saman við mettunarferil kalsíts (Helgeson 1969). Þar kemur fram, að vatnið er nokkuð yfirmettað með tilliti til kalsíts, þó sýnu meira í holu KJ-9. Vatnsrennsli úr þeirri holu hefur og verið mun meira en úr KJ-3A, svo að reikna má með mun lengri stíflunartíma í KJ-3A en KJ-9, þó að hafa verði mögulega stíflun í huga.



KRAFLA HOLUR KJ-3A OG KJ-9  
Mettunarferill kalsíts og jónamarg-  
feldi í vatni



HEIMILDIR

Ármannsson, H., Gíslason, G. & Hauksson, T. 1982: Magmatic gases in well fluids aid the mapping of the flow pattern in a geothermal system. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 46, 167-177.

Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Guðjón Guðmundsson & Sigurður Benediktsson 1983: Krafla. Borun holu KJ-3A. Orkustofnun. OS-830921/JHD-31 B, 24 s.

Gestur Gíslason, Halldór Ármannsson & Trausti Hauksson 1978: Krafla. Hitaástand og gastegundir í jarðhitakerfinu. Orkustofnun OSJHD-7846, 45 + 39 s.

Halldór Ármannsson, Gestur Gíslason & Trausti Hauksson 1982: Sjá Ármannsson, H., Gíslason, G. Hauksson, T. 1982.

Halldór Ármannsson & Benedikt Steingrímsson 1984: Krafla. Hóla KJ-22. Upphitun, upphleyping og blástur. OS84008/JHD02 B. 33 s

Halldór Ármannsson, Jón Benjamínsson, Oliver Jordan & Zaccheus W. Muna 1982: Kennsluleiðangur í Kröflu 1982.07.26 - 08.04. Orkustofnun OS-82083/JHD-22 B, 17 s.

Helgeson, H.C. 1969: Thermodynamics at hydrothermal systems at elevated temperatures. *Am. J. Sci.* 267, 729-804.