



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

## BRÁÐABIRGÐASKÝRSLA

**KENNSLULEIÐANGUR Í KRÖFLU**  
**1982. 07.26 - 08.04**

Halldór Ármannsson  
Jón Benjamínsson  
Oliver Jordan  
Zaccheus W. Muna

OS82083/JHD22 B

Ágúst 1982



**ORKUSTOFNUN**

GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

## **BRÁÐABIRGÐASKÝRSLA**

**KENNSLULEIÐANGUR Í KRÖFLU  
1982. 07.26 - 08.04**

Halldór Ármannsson  
Jón Benjamínsson  
Oliver Jordan  
Zaccheus W. Muna

OS82083/JHD22 B

Ágúst 1982

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1 INNGANGUR .....	3
2 KG-8 .....	3
3 KJ-9 .....	4
4 KJ-16 .....	4
5 KJ-17 .....	5
HEIMILDASKRÁ .....	6

TÖFLUSKRÁ

TAFLA 1	Krafla KG-8, KJ-9, KJ-16. Niðurstöður aflmælinga 1982-07-27 - 08-03 .....	7
TAFLA 2	Krafla KG-8, KJ-9, KJ-16, KJ-17. Niðurstöður efna- greininga heilsýna 1982-07-28 - 08-03 .....	7
TAFLA 3	Krafla KG-8. Yfirlit um upphleypingu og aflmælingu 1982-07-28 - 08-03 .....	8
TAFLA 4	CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S í nokkrum sýnum frá Hveragilssvæði og Suðurhlíðum	9
TAFLA 5	Krafla KJ-17. Fjöldi þrýstingshæða á hverju sveiflutíma- bili, og sá tími, sem líður á milli þeirra, des. 1981 - ágúst 1982 (50-60 mm blendur) .....	10
TAFLA 6	Krafla KJ-17. Kísilstyrkur vatns og rennis við mis- munandi þrýstiaðstæður .....	10

MYNDASKRÁ

Mynd 1	Krafla KJ-16. Gasstyrkur rennis; júlí 1981 - ágúst 1982	11
Mynd 2	Krafla KJ-17. Toppþrýstingur, vatnsrennsli og varmainni- hald yfir heilt hegðunartímabil 31. júlí 1982 .....	12
Mynd 3	Krafla KJ-17. Heildarrennsli og gufurennsli yfir heilt hegðunartímabil 31. júlí 1982 .....	13
Mynd 4	Krafla KJ-17. Styrkur koldíoxíðs og brennisteinsvetnis yfir heilt hegðunartímabil 31. júlí 1982 .....	14
Mynd 5	Krafla KJ-17. CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S - hlutfall yfir heilt hegðunar- tímabil 31. júlí 1982 .....	15
Mynd 6	Krafla KJ-17. Hugsanlegt líkan af rennsli við mismunandi þrýstingstímabil .....	16

1      INNGANGUR

Halldór Ármannsson og Gestur Gíslason komu í Kröflu 1982-07-26 og voru í för með þeim tveir styrkþegar frá Háskóla Sameinuðu Þjóðanna, Oliver Jordan frá Filippseyjum og Zaccheus W. Muna frá Kenya. Gestur Gíslason hvarf til starfa á Þeistareykjum eftir hádegi 1982-07-27 en Jón Benjamínsson kom í Kröflu það kvöld. Styrkþegarnir tveir eru vanir jarðhitamenn og var tilgangurinn með komu þeirra sá að nýta vinnuáfl þeirra við tilraunir, sem erfitt hafði reynst að framkvæma áður vegna fámennis. Höfuðmarkmið ferðarinnar var að gera athuganir, sem hjálpað gætu til við að skýra hegðun holu KJ-17, og ef skýring fengist, hvort unnt væri að nýta þá holu betur en nú er gert. Auk sýna úr holu KJ-17, voru tekin sýni úr holum KG-8, KJ-9 og KJ-16. Allar fjórar holurnar voru og aflmældar. Sagt verður nánar frá hverri holu hér á eftir.

2      KG-8

Holu KG-8 var hleypt upp eftir loftáðælingu 1982-07-28. Aflmæling fór fram 1982-08-01 - 03. Aðgerðum er nánar lýst í töflu 3. V-yfirfall, sem notað hefur verið til mælinga á vatnsrennsli var orðið lélegt að sjá. Var brugðist fljótt við beiðni efnafræðinga um rennu framan á frárennslisrör frá hljóðdeyfi til þess að unnt yrði að gera tunnumælingar. Tókust tunnumælingar mjög vel og ætti að vera betur treystandi en mælingum á vatnshæð í V-yfirfalli. Samanburður á V-yfirfallsmælingum og tunnumælingum leiddi í ljós, að u.þ.b. 4-5 kg/s minna vatnsrennsli mældist með fyrrnefndu aðferðinni. Líklegt má teljast, að þegar í fyrrahaust hafi mælst of lítil vatnshæð í V-yfirfallinu og hið tiltölulega háa varmainnihald (1094 kJ/kg), sem þá mældist, hafi verið of hátt. Styrkur þeirra efna, sem mæld hafa verið í sýni, teknu 1982-08-03, er nánast sá sami og í sýni frá 1981-08-16, svo að ekki virðist um breytingar að ræða. Bætt rennslismæling bendir til u.þ.b. 25 kg/s heildarrennslis, en það var álitnið um 20 kg/s áður. Spillir það ekki fyrir möguleikum holunnar sem niðurdælingarholu.

3 KJ-9

Aflmæling og sýnataka fóru fram 1982-07-27. Hafði holan þá blásið um 4" stút frá því að hún var hreinsuð og ekki náð sér almennilega á strik. Sama dag var settur í 6" stútur. Jókst þá rennsli og hækkaði varmainnihald (sbr. aflmælingu 1982-07-30, sjá töflu 1). Seinni aflmæling (1982-08-01) gaf til kynna, að enn væru kuldasveiflur í holunni, og því ráðlegt að láta hana blása enn um sinn um hljóðdeyfi, áður en rennsli verður beint um gufuveitu.

Þessi hola virðist eiga æ erfiðara með að ná sér upp eftir hverja hreinsun. Orsökin er líklega æðakölkun, þ.e. að kalkútfellingar, sem losna við hreinsun, fara út í æðar og stífla eða hálfstífla þær. Gasstyrkur reyndist með minnsta móti og bendir það til þess, að neðstu og heitustu æðarnar eigi ekki stóran þátt í rennslinu. Kísikhiti er aftur á móti orðinn svipaður því, sem gerist milli hreinsana. Eins og fram hefur komið er varmainnihald enn fremur lágt.

4 KJ-16

Er komið var á staðinn hafði KJ-16 staðið lokuð nokkra hríð. Henni var hleypt upp 1982-07-26. Hafði hún þá byggt upp 52 bar þrýsting og þurfti að blæða gasi lengi, áður en renna fór úr holunni. Mikil gasaukning kom fram í gufu, en varmainnihald er lægra og söfnunarþrýstingur hærri en við fyrri sýnatökur. Sé reiknað til rennis kemur fram gasaukning, sem svarar til stöðugrar aukningar, sem orðið hefur frá því í október 1981 (mynd 1). Á sama tíma hefur hlutfallið  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$  hækkað í átt til þess, sem þekktist á gamla borsvæðinu. Yfirlit um þá breytingu, og samanburður við gufuauga og holu (KJ-15) á Hveragilssvæði og gufuauga og holu (KJ-17) í Suðurhlíðum, sem talin er óspillt, er að finna í töflu 4. Samsetning virðist orðin mjög lík því, sem gerist á Hveragilssvæði, þar sem kvikugöms trufla jarðhitarenni. Vaknar þá sú spurning, hvort vinnsla Suðurhlíðasvæðisins hafi þau áhrif að draga renni frá Hveragilssvæði eða hvort kvikuvirknin hefði alltaf náð Suðurhlíðasvæðinu, þótt seinna væri en Hveragilssvæðinu. Líklegt má telja, að vinnslan flýti fyrir. Er rétt að hafa þetta í huga, áður en ákvarðanir verða teknar um frekari boranir í Suðurhlíðum. Þar sem sýnið var tekið það stuttu eftir upphleypingu að

vafi gæti leikið á um marktækni þess, var tekið annað sýni síðar (1982-08-03), en svipuð niðurstaða fékkst.

Sams konar tilhneigingar hefur orðið vart í KJ-14 en ekki í KJ-17.

5 KJ-17

Settur var síriti við holutopp til að fylgjast með þrýstingssveiflum. Í ljós kom, að sveiflum hefur fækkað og tími milli þrýstingshæða lengst með tímanum (sjá Halldór Ármannsson & Jón Benjamínsson 1982 og Halldór Ármannsson o.fl. 1982). Þær upplýsingar, sem til eru við svipaðar þrýstingsaðstæður, eru saman teknar í töflu 5. Nú er allt tímabilið (hegðunartímabil) u.þ.b. 6 1/2 klst. og má skipta því í fjögur undirbil með tilliti til þrýstings eins og hér segir:

- Bil 1 (u.þ.b. 1 klst): Þrýstingur u.þ.b. 18 bar og tiltölulega stöðugur. Þó er nokkur órói.
- Bil 2 (u.þ.b. 30 mín): Þrýstingur lækkar úr u.þ.b. 18 í u.þ.b. 14 bar.
- Bil 3 (u.þ.b. 2 klst): Þrýstingur u.þ.b. 14 bar og stöðugur.
- Bil 4 (u.þ.b. 3 klst): Þrýstingur sveiflast allt upp í 21 bar og niður í 12 bar. Oftast eru sveiflurnar fjórar, en fyrir kemur, að þær séu fimm. Fyrsta sveiflan er ávallt minnst, og fara þær síðan stækkandi. Síðasta sveiflan verður ekki jafn stór, þegar sveiflurnar eru fimm og þegar þær eru fjórar.

Fylgst var með styrk kísils yfir eitt hegðunartímabil 1981-07-29. Reynt var að ná sýnum úr hæðum, lægðum og milliköflum. Þar sem ekki var unnt að veita rennslinu um hljóðdeyfi og fylgjast með breytingum á varmainnihaldi samtímis náðust ekki sýni frá nokkrum mikilvægum tímum. Rennsli var hins vegar beint um hljóðdeyfislögn 1982-07-31. Var þá aflmælt á fárra mínútna fresti yfir eitt hegðunartímabil. Jafnframt voru tekin gufusýni til koldíoxíðs- og brennisteinsvetnisgreininga. Helstu niðurstöður eru dregnar á myndir 2-5. Þar eru og merkt inn bilin fjögur.

Uppsýsingar þessar eru vart fullnægjandi til að gera líkan af rennsli holunnar. Þó skal bent á einn möguleika (sjá mynd 6). Er þá gert ráð fyrir, að tvær æðar berjist um að koma rennsli sínu upp úr holunni. Úr þeirri köldu (Æð 1) rennur vatns-gufublanda, þar sem vatnshlutinn er 40-50%, en úr þeirri heitu (Æð 2) rennur næstum þurr gufa. Á bili 1

verður heita æðin (Æð 2) alls ráðandi eftir að kúfnum af því "kalda" vatni, sem safnaðist ofan á renni heitu æðarinnar, hefur verið rutt úr vegi síðast á bili 4. Á bili 2 safnast vatn úr kaldari æðinni (Æð 1) ofan á renni úr þeirri heitu, og er sú kaldari orðin alls ráðandi síðast á þessu bili. Á bili 3 er svo kalda æðin langsterkust. Að lokum fer svo heita æðin að keppa við þá köldu, og á bili 4 er hún sífellt að ryðja meiru og meiru vatni ofan á, þar til hátoppinum er náð. Sýður þá afgangsvatnið og er mest gufuframleiðsla á bili 1.

Fleiri aðgerðir þarf til að sannprófa slíkt líkan. Mjög athugandi væri að loka holunni og hitamæla hana. Þá gæti verið gagnlegt að taka raðsýni til ákvörðunar fleiri efna en nú var gert.

Halldór Ármannsson

Jón Benjamínsson

O. Jordan

Z.W. Muna

#### HEIMILDASKRÁ

Halldór Ármannsson & Jón Benjamínsson 1982: Um ástand borhola í Kröflu í febrúar 1982. Orkustofnun OS82025/JHD03 B, 20 s.

Halldór Ármannsson, Gestur Gíslason & Jón Benjamínsson: Kröflupunktur í maí 1982. Orkustofnun OS82051/JHD08 B, 28 s.

TAFLA 1. Krafla. KG-8, KJ-9, KJ-16. Niðurstöður aflmælinga 1982-07-27 - 08-03.

Hola nr.	Dags.	kl.	P <sub>0</sub> bar	Vatn kg/s	H <sub>0</sub> kJ/kg	Q <sub>T</sub> kg/s	G 1 bar a kg/s	G 7 bar a kg/s
KG-8	1982-08-03	10 <sup>00</sup>	3,0	19,3	918	24,8		
		15 <sup>30</sup>	3,0	20,1	897	25,5		
KJ-9	1982-07-27	12 <sup>40</sup>	8,2	21,2	937	27,6	6,2	3,2
	" " -30	18 <sup>25</sup>	5,4	26,6	977	35,3	8,5	4,8
	" -08-01	15 <sup>25</sup>	5,6	28,0	934	36,3	8,1	4,2
KJ-16	" -07-27	16 <sup>30</sup>	12,4	3,8	1313	6,3	2,4	1,9
		10 <sup>35</sup>	12,0	3,3	1421	6,0	2,6	2,1
	" " -28	19 <sup>40</sup>	12,4	3,4	1403	6,0	2,6	2,1
		17 <sup>40</sup>	12,8	2,5	1530	5,0	2,4	2,0

TAFLA 2. Krafla. KG-8, KJ-9, KJ-16, KJ-17. Niðurstöður efnagreininga heilsýna 1982-07-28 - 08-03.

Hola nr.	Sýni nr.	Dags.	P <sub>0</sub> bar	Vatnsfasi				Gufufasi			Kísil-hiti °C
				pH/°C	CO <sub>2</sub> mg/kg	H <sub>2</sub> S mg/kg	SiO <sub>2</sub> mg/kg	Gas %	CO <sub>2</sub> mg/kg	H <sub>2</sub> S mg/kg	
KG-8	1082	82-08-03	3,0	9,78/27	52,0	42,3	404	0,06	391	211	225
KJ-9	1051	82-07-27	8,2	9,42/25,5	78,6	35,5	598	0,32	2906	288	252
KJ-16	1052	82-07-28	12,2	7,02/25,5	222	32,6	624	5,4	52515	1271	264
KJ-16	1083	82-08-03	12,8	7,18/27	230	68,5	617	4,0	38520	1190	263
KJ-17	1053	82-07-29	14,2	9,51/26	104	73,2	693	0,78	7016	829	280



TAFLA 3. Krafla KG-8. Yfirlit um upphleypingu og aflmælingu 1982-07-28  
- 08-03

Dags.	kl.	Aðgerð	P <sub>o</sub> bar	φ mm	P <sub>c</sub> bar	Vatns- rennsli skv. tunnumæl. kg/s	Vatns rennsli skv V-yfir- fallsmæl. kg/s
1982-07-28 - 29		Ádaling lofts		156			
1982-07-29	20 <sup>00</sup>	Upphleyping hefst á stút og hljóðdeyfi	6,3	-			
	20 <sup>30</sup>	Upphleypingu lokið Allt rennsli um hljóðdeyfi	2,0	-			
1982-08-30	08 <sup>30</sup>		1,7				
	15 <sup>30</sup>		1,65				
	18 <sup>30</sup>		1,6	-			
1982-07-31	09 <sup>00</sup>		1,6	-			
	09 <sup>30</sup>	Byrjað að beina rennsli um stút	1,6	-			
	09 <sup>25</sup>	Skiptingu lokið	2,7	-			
	09 <sup>30</sup>		2,6	-			
1982-08-01	08 <sup>50</sup>		3,0	-	0,36		
	15 <sup>15</sup>		3,0	-	0,40		
	21 <sup>30</sup>		3,0		0,40		
1982-08-02	08 <sup>45</sup>	Byrjað að beina rennsli um hljóðdeyfi	3,0	-	0,37		
	08 <sup>50</sup>	Skiptingu lokið	1,9	-			
	10 <sup>50</sup>	Hert að	1,6	-			
	12 <sup>00</sup>	"	1,7	-			
	12 <sup>45</sup>	"	1,9	-			
	14 <sup>40</sup>	"	2,2	-			
	15 <sup>40</sup>	"	2,5	-			
	16 <sup>25</sup>	"	2,8	-			
	18 <sup>10</sup>	"	3,0	-			
	22 <sup>30</sup>		3,0	-			
1982-08-03	10 <sup>00</sup>	Vatnsrennsli- mælingar	3,0	-		19,3	15,4
	15 <sup>30</sup>	- " -	3,0	-		20,1	14,8



TAFLA 5. Krafla KJ-17. Fjöldi þrýstingshæða á hverju sveiflutímabili, og sá tími, sem líður á milli þeirra, des.1981 - ágúst 1982 (50-60 mm blendur)

Mán. ár	Tími milli þrýstingshæða mín.	Fjöldi þrýstingshæða
Des. 1981	≈ 15	
Jan-Feb 1982	≈ 30	≥ 7
Mars 1982	≈ 50	7-8
Maí 1982	≈ 50	6
Júlí-Ág. 1982	≈ 65	4-5

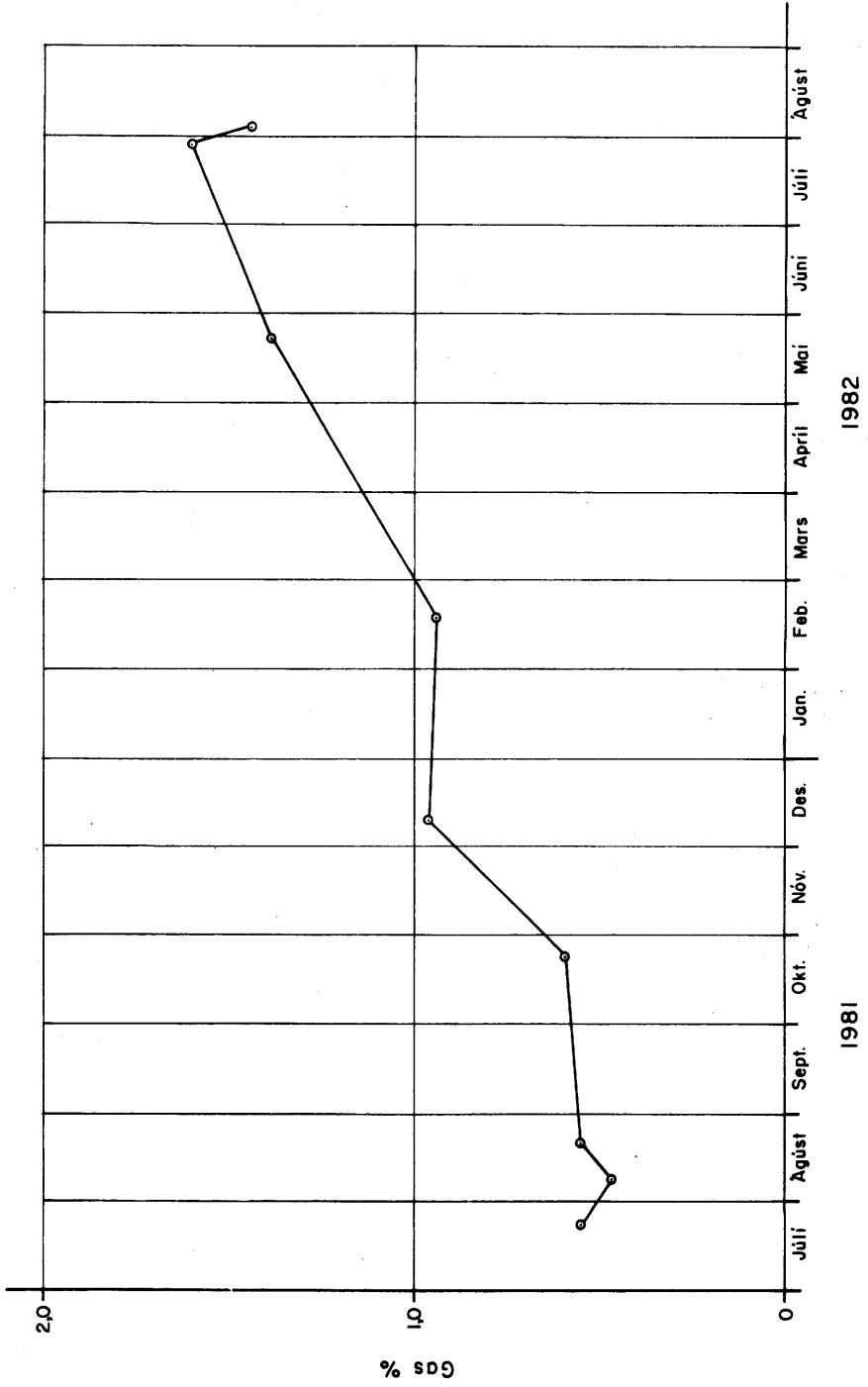
TAFLA 6. Krafla KJ-17. Kísilstyrkur vatns og rennis við mismunandi þrýstiaðstæður

Sýni Nr.	P <sub>s</sub> bar	H <sub>o</sub> kJ/kg	SiO <sub>2</sub> í vatni mg/kg	SiO <sub>2</sub> í renni mg/kg
1053	14,2	1665	693	402
1054	14,1	1636	693	412
1055	17,7	1526	710	475
1056	14,9	1680	710	409
1057	14,0	1353	737	545
1058	18,1	1590	732	466
1059	14,9	1859	721	348
1060	14,1	1652	683	401
1061	13,4	1585	718	443
1062	12,0	1465	733	492
1063	20,5	1502	667	463
1064	18,4	1762	682	373
1065	17,4	1912	682	317

IND-JEF-6607 HÅ  
82.08 0985 S.J.

Mynd I

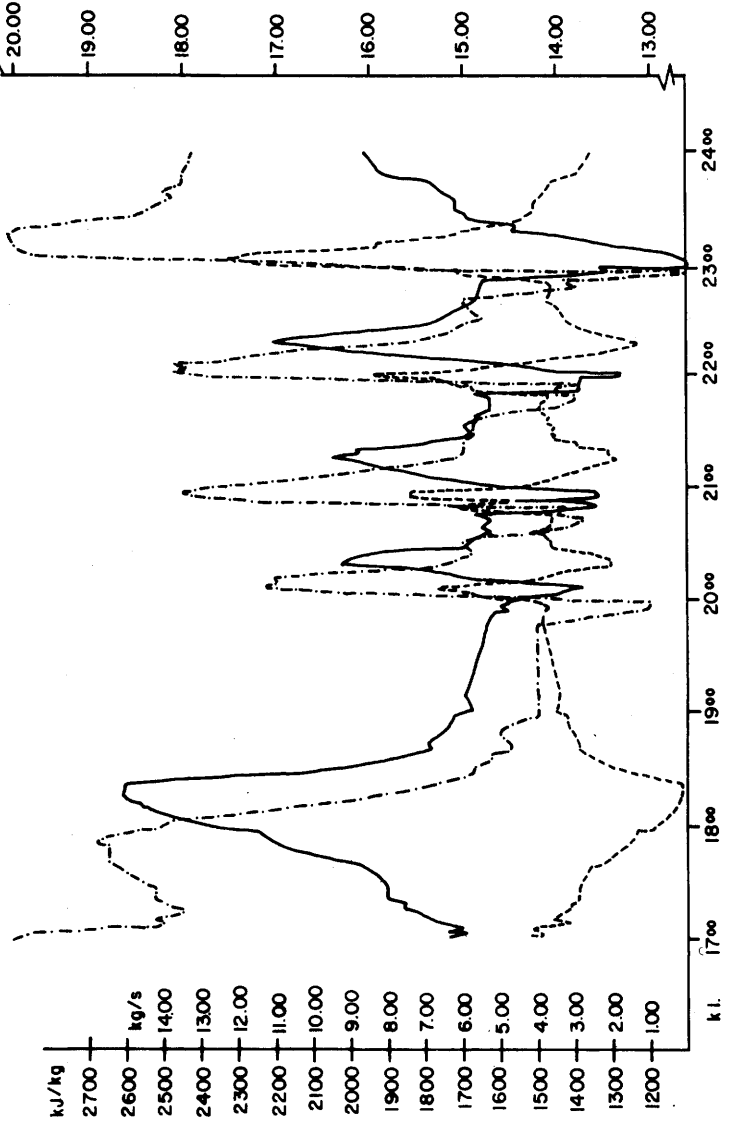
Kraflo KJ-16. Gasstyrkur rennis júlí 1981-ágúst 1982



JHD-JEF-6607. H.A.  
82.08.0981. Sý.J.

### KRAFLA KJ-17 Toppþrýstingur, vatnsrennsli og varmínnihald yfir heilt hegðunartímabil 1982-07-31 04J/HÁ

Mynd 2



--- Toppþrýstingur bar  
..... Vatnsrennsli kg/s  
— Varmínnihald

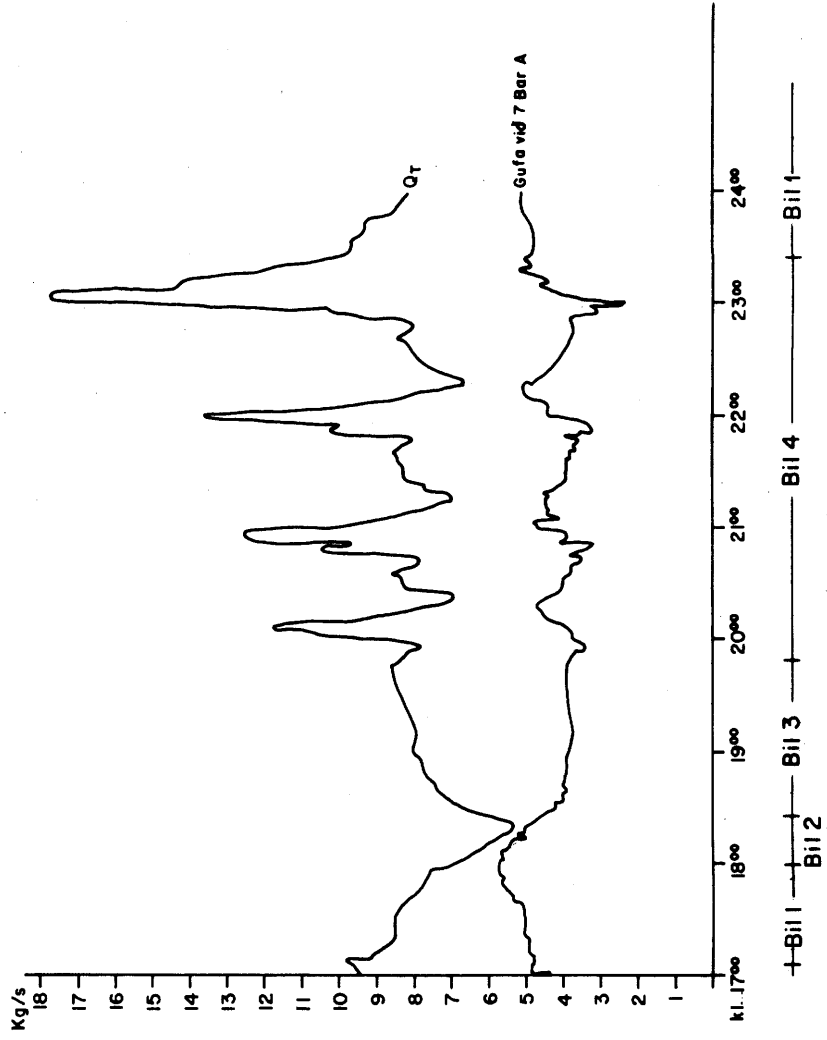
— Bil 1 — Bil 2 — Bil 3 — Bil 4 — Bil 1 —

JHD-JEF-5607.HA  
82.08.0982. Sy.J.

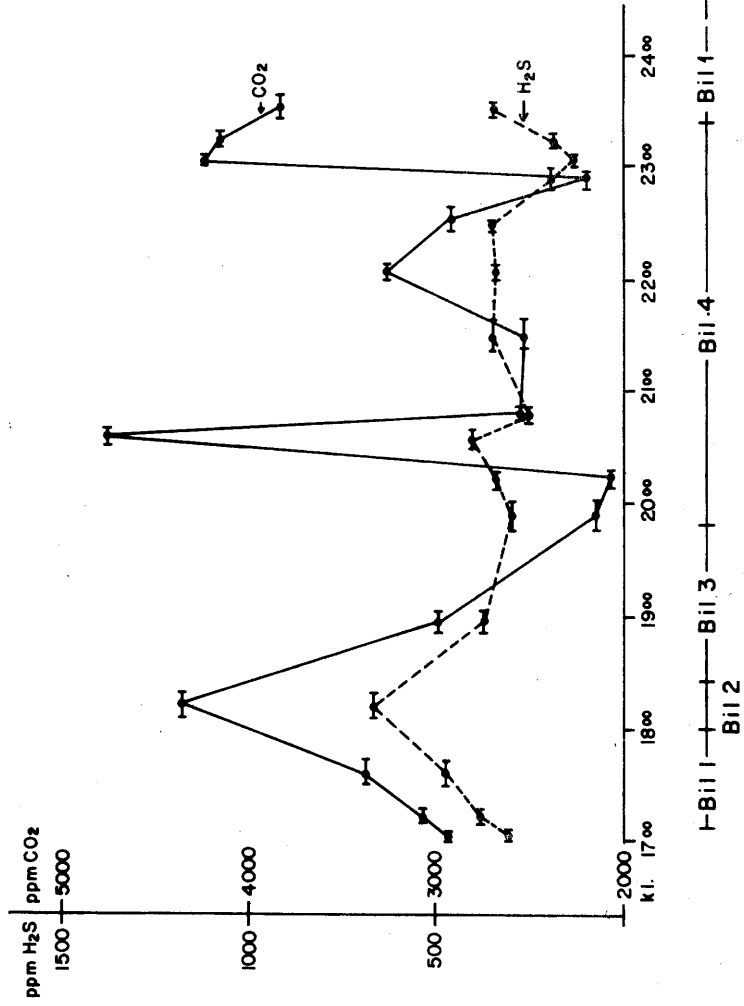
KRAFLA KJ-17

Heildarrensli og gufurennslilyfir  
heilt hegdunartímabil 1982.07.31 ZWM/HA

Mynd 3



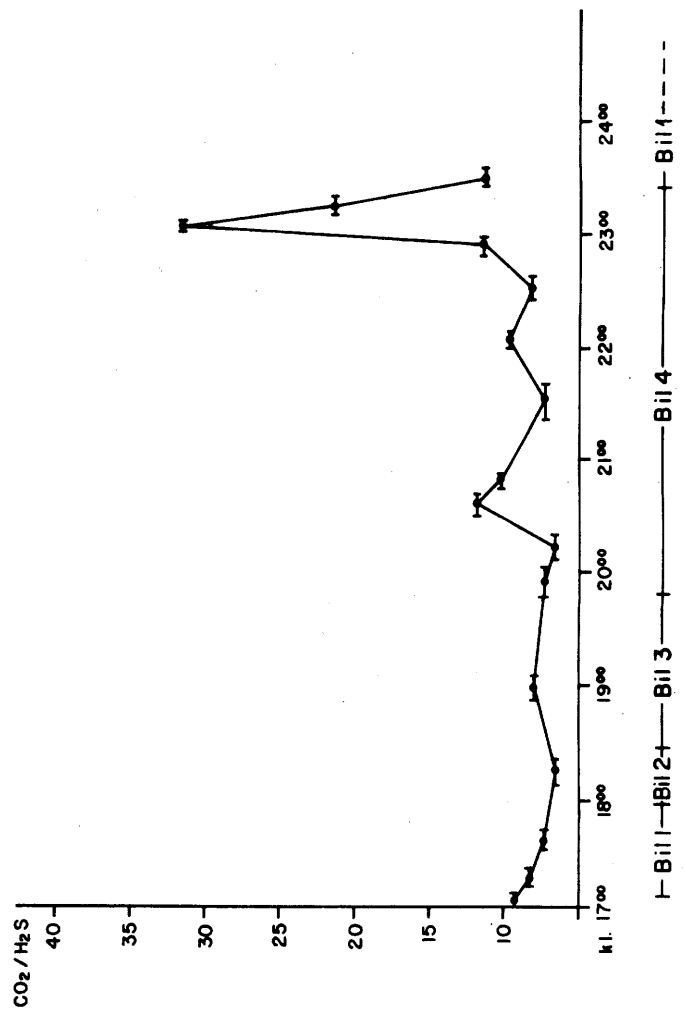
KRAFLA KJ-17.  
Koldioxid og brennisteinsvetnisstyrkur  
yfir heitt hegðunartímabil 1982-07-31 zwm/HA



I. JHD-JEF-6607, HA.  
82.08. 0984 Sj.J.

Mynd 5

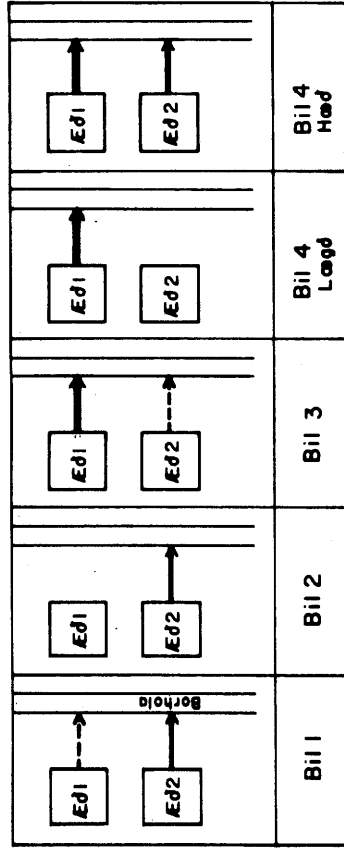
KRAFLA KJ-17  
CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S hlutfall yfir heilt hegðunartímabil  
1982-07-31 J.Ben/HA





Mynd 6

**KRAFLA KJ-17**  
 Hugsanlegt líkan af rennsli við mismunandi  
 þrýstingstímabil



→ Fullt rennsli  
 ----> Hluta rennsli

Mynd 6. Skýringar

Æð 1

$h_o \approx 13-1400 \text{ kJ/kg}$

$Q_T \approx 10 \text{ kg/s}$

$Q_{G7} \approx 4 \text{ kg/s}$

Æð 2

$h_o \approx 2600 \text{ kJ/s}$

$Q_T \approx 5-6 \text{ kg/s}$

$Q_{G7} \approx 5 \text{ kg/s}$

Bil 1

$P_o \approx 18 \text{ bar}$

$h_o \approx 1700-2500 \text{ kJ/kg}$

$Q_T \approx 6-9 \text{ kg/s}$

$Q_{G7} \approx 5-6 \text{ kg/s}$

Bil 2

$P_o \approx 18 \rightarrow 14 \text{ bar}$

$h_o \approx 2600 \text{ kJ/kg}$

$Q_T \approx 5,5 \text{ kg/s}$

$Q_{G7} \approx 5 \text{ kg/s}$

Bil 3

$P_o \approx 14 \text{ bar}$

$h_o \approx 16-1700 \text{ kJ/kg}$

$Q_T \approx 7-8 \text{ kg/s}$

$Q_{G7} \approx 4 \text{ kg/s}$

Bil 4 lægðir

$P_o \approx 12-14 \text{ bar}$

$h_o \approx 13-1500 \text{ kJ/kg}$

$Q_T \approx 10 \text{ kg/s}$

$Q_{G7} \approx 3,5-4 \text{ kg/s}$

Bil 4 hæðir

$P_o \approx 18-21 \text{ bar}$

$h_o \approx 11-1500 \text{ kJ/kg}$

$Q_T \approx 12-17 \text{ kg/s}$

$Q_{G7} \approx 3-5 \text{ kg/s}$