



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

VORFERÐ Í KRÖFLU

Halldór Ármannsson
Jón Benjamínsson
Gestur Gíslason

OS-83057/JHD-14 B

Júní 1983



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

VORFERÐ Í KRÖFLU

Halldór Ármannsson
Jón Benjamínsson
Gestur Gíslason

OS-83057/JHD-14 B

Júní 1983

EFNISYFIRLIT

Bls.

EFNISYFIRLIT	2
TÖFLU- OG MYNDASKRÁ	2
1 INNGANGUR	3
2 KJ-6	3
3 KJ-7	3
4 KJ-9	4
5 KG-12	4
6 KJ-13	4
7 KJ-14	5
8 KJ-15	5
9 KJ-16	5
10 KJ-17	6
11 KJ-19	6
12 KJ-20	7
13 KJ-21	7
HEIMILDIR	8

TÖFLU- OG MYNDASKRÁ

TÖFLUR

1. Krafla. Niðurstöður aflmælinga 1983.05.20-29.....	10
2. Krafla. Niðurstöður efnagreininga 1983.05.19-29.....	11
3. Krafla KJ-6. Niðurdöður aflmælinga 1980.03.31- 1983.05.26.....	12
4. Krafla KG-12. Gufurennslí 1980.11.24-1983.05.21.....	12
5. Krafla KJ-14. Niðurstöður nokkurra afl- og gasmælinga 1980.11.28-1983.05.26.....	13

MYNDIR

1. KJ-17. Toppþrýstingur 22. maí 1983.....	9
2. KJ-17. Toppþrýstingur, varmainnihald og vatnsrennslí 23. maí 1983.....	9

1 INNGANGUR

Þann 1. maí var raforkuframleiðsla stöðvuð í Kröflu og rennsli holanna beint af gufuveitu í hljóðdeyfa. Gafst þá kjörið tækifæri til þess að aflmæla holurnar og safna sýnum. Í því augnamiði dvöldust höfundar þessarar skýrslu í Kröflu dagana 18.-29. maí. Af ýmsum ástæðum reyndist ekki unnt að kanna tvær holur svo sem til stóð, þ.e. KG-8 og KJ-11 en KJ-6, KJ-7, KJ-9, KG-12, KJ-13, KJ-14, KJ-15, KJ-16, KJ-17, KJ-19, KJ-20 og KJ-21 voru athugaðar eins og kostur var. Greinir þessi skýrsla frá þeim athugunum. Yfirlit um allar aflmælingar og sýnatökur sem gerðar voru eru í töflum 1 og 2.

2 KJ-6

Í töflu 3 er sýnt yfirlit um aflmælingar frá 1980. Þar kemur fram, að erfitt hefur reynst að ná upp þrýstingi eftir hreinsunaraðgerðir í júní 1980, og hefur holan eingöngu verið nýtt til öflunar lágþrýstigufu síðan. Þá var toppbúnaður holunnar þannig, að kritískur stútur var ekki inni í hljóðdeyfislögn og þurfti því að þrýstijafna milli hljóðdeyfislagnar og kritíks stúts í hvert skipti, sem aflmæling var gerð. Reyndist þetta miklum erfiðleikum háð, þar eð rennsli holunnar var viðkvæmt fyrir slíkum skiptingum og datt gjarnan niður. Hefur holan því mjög sjaldan verið aflmæld á undanförunum árum. Nú hefur 133 mm kritískum stút verið komið fyrir inni í hljóðdeyfislögn, en við þær aðstæður náði rennsli ekki út um þrýstimælirör, sem þó virtist opið. Lofttæmismælir rétt náði að hreyfast, er honum var komið þar fyrir. Var því reiknað úr aflmælingu á þeim forsendum, að flæði væri kritískt og kritískur þrýstingur 1 bar a.

Í töflu 3 kemur fram, að rennsli úr holunni virðist hafa fremur aukist upp á síðkastið en hitt. Getur þetta að einhverju marki orsakast af lægri toppþrýstingi. Aflferill þessarar holu einkennist þó af litlum áhrifum toppþrýstings á rennsli (Benedikt Steingrímsson & Gestur Gíslason 1978). Efnasamsetning er ekki óáþekkt þeirri, er ákvörðuð var 1981.09.15. Þó hefur gas minnkað lítillega (var 0,73%), og CO₂/H₂S hlutfall lækkað (var 20,5). Bendir hvorttveggja til rýrnandi kvikuáhrifa.

3 KJ-7

Meðan sú ferð sem um er fjallað í þessari skýrslu stóð yfir, var gufa úr KJ-7 notuð til þess að halda gufu- og hitaveitum heitum. Þá stóðu einnig yfir lagfæringar á skiljustöð þannig að ekki var unnt að nota aðrar holur til þess arna. Af þessum sökum var ekki unnt að aflmæla holuna. Engu að síður var tekið sýni úr henni. Niðurstöður efnagreininga eru í töflu 2. Notað var varmáinnihald 1336 kJ/kg en sú mæling er frá 28. mars nú í ár.

4 KJ-9

Niðurstöður aflmælinga og sýnatöku úr KJ-9 eru í töflum 1 og 2. Athuganir sem gerðar voru fyrir og eftir hreinsun á holunni á síðasta ári sýndu, að lítlar breytingar varð á afli, varmáinnihaldi og gasstyrk í gufu við þær aðgerðir (Jón Benjamínsson o.fl. 1982, Halldór Ármannsson o.fl. 1982 a). Ákvörðun á varmáinnihaldi nú, sýnir að það hefur hækkað frá því í desember úr 963 kJ/kg í 1060 kJ/kg nú. Á sama tíma hefur gas aukist úr 0,30% í 0,61%.

5 KG-12

Í töflu 4 eru sýndar niðurstöður aflmælinga frá 1980.11.24 fram til 1983.05.21. Virðist u.þ.b. 1 kg/s hafa best við rennsli holunnar síðan í fyrra og hefur það ekki verið meira síðan í nóvember 1980.

Efnasamsetning er svipuð og áður. Þó hefur orðið nokkur minnkun á gasstyrk (1,9% í febrúar og 1,8% í maí 1982).

6 KJ-13

KJ-13 var hleypt upp til þess að ná aflmælingu og sýni. Holan byggði sjálf upp um 4 bar toppþrýsting og þurfti að opna bæði út í hljóðdeyfi og beint upp til þess að ná henni í blástur. Alllangan tíma tók að loka fyrir topplokann. Reyndist að lokum nauðsynlegt að taka 60 mm

blendu úr hljóðdeyfislögn því ella lognaðist holan út af. Nú blæs holan um 82 mm mælistút og er þá toppþrýstingur um 7 bar. Niðurstöður mælinga eru í töflum 1 og 2.

7 KJ-14

Í töflu 5 eru birtar niðurstöður nokkurra aflmælinga frá holu KJ-14 allt frá 1980-11-28, er rennsli hennar var fyrst beint inn á gufuveitu fram til síðustu mælingar til að varpa ljósi á aflsögu holunnar. Töluverð aflmínkun varð fyrsta árið eða fram til ágúst 1981, en þá var sett minni blenda en áður í hljóðdeyfislögn og mælt við hærri toppþrýsting. Ekki varð marktæk rennslisbreyting við það. Enn verður nokkur rennslisminnkun fram í maí 1982, en afl hélst stöðugt frá maí til ágúst 1982. Skipt hefur verið um blendu aftur til að minnka toppþrýsting og sýnir síðasta mæling nokkra aflaukningu við það. Sé sú niðurstaða borin saman við þá síðustu, er fékkst við sambærilegar aðstæður, 1981-08-21, hefur orðið 0,4 kg/s minnkun gufurennslis við 7 bar á þessum tíma, eða um 3,6 %. Jafngildir það u.þ.b. 2 % aflrýrnun á ári. Gasstyrkur jókst í fyrstu, en hefur haldist nokkuð stöðugur, síðan 1981, utan stökks í 3,6 % í júní 1982 (Halldór Ármannsson & Gestur Gíslason 1982).

8 KJ-15

Niðurstöður aflmælinga og efnagreininga eru í töflum 1 og 2. Við 7,6 bar toppþrýsting streymir úr holunni eingöngu þurr gufa, og hefur svo verið undanfarið (Jón Benjamínsson o.fl. 1982). Niðurstöður aflmælinga nú eru nánast þær sömu og fengust í ágúst 1982. Heildarstyrkur gastegunda í gufu mælist 5,7% en var í fyrra 5,5%.

9 KJ-16

Í vetur hefur orðið vart sveiflna í þrýstingi og rennsli holu KJ-16 (Rögnvaldur Egill Sigurðsson, persónulegar upplýsingar).

Ekki er ljóst enn hver tíðni sveiflna er né hver eru há- og lággildi. Þó er ljóst, að rennslið verður alveg þurrt, og reyndist verða það á a.m.k. 3,5 tíma fresti 1982.05.23. Ekki var legið yfir holunni og má vera, að tíðni þornunar sé meiri. Sýni voru tekin, meðan á þornun stóð. Setja þyrfti upp sírita til að fá þrýstisveifluna fram, og gera síðan aflmælingar yfir slíkar sveiflur.

Efnasamsetning virðist hafa færst aftur í átt til þeirrar, er þekkt var haustið 1981, en gas hafði aukist og $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ hlutfall hækkað stöðugt fram til ágúst 1982 (Halldór Ármannsson o.fl. 1982 b). Þessi aukning var talin stafa af tengslum við Hveragilsuppstreymi og auknum áhrifum rennis þáðan við vinnslu. Virðist aftur hafa dregið úr þeim áhrifum.

10 KJ-17

Fylgst var með toppþrýstingi KJ-17 tvisvar sinnum dagana 22. og 23. maí, í 4 stundir hvorn dag (myndir 1 og 2). Þetta tímabil er of stutt til þess að ná yfir heilt hegðunartímabil, en ljóst er af samanburði við mælingar frá í ágúst á síðasta ári að toppþrýstingur hegðar sér nálega alveg eins í bæði þessi skipti (Jón Benjamínsson o.fl. 1982). Einnig voru gerðar aflmælingar síðari daginn, og eru niðurstöður sýndar í töflu 1 og á mynd 2. Samanburður við fyrri mælingar sýnir að yfir stöðuga kaflann er varmainnihald heldur lægra en áður og vatnsmagn því meira. (1662 kJ/kg og 3,3 l/s að meðaltali í ágúst en samsvarandi nú 1439 kJ/kg og 4,9 l/s). Sýni úr KJ-17 var tekið á því tímabili þegar toppþrýstingur helst stöðugur (mynd 2) og eru niðurstöður sem fyrir liggja sýndar í töflu 2. Leggja verður áherslu á, að þessi efnasamsetning er aðeins einkennandi fyrir það ástand þegar toppþrýstingur helst stöðugur, en verulegar breytingar verða á efnainnihaldi þegar toppþrýstingur breytist (Halldór Ármannsson o.fl. 1982 b, Jón Benjamínsson o.fl. 1982).

11 KJ-19

Niðurstöður aflmælinga og sýnatöku úr KJ-19 eru sýndar í töflum 1 og 2. Varmainnihald hefur aukist lítillega frá því síðastliðið haust en það var 2529 kJ/kg 1982-11-25 þegar holan var komin í jafnvægi eftir upphleypingu, en nú mældist varmainnihald 2578 kJ/kg. Minnkun heildarrennslis úr 8,8 kg/s í haust niður í 8,4 kg/s nú er vart marktæk. Gufumagn við 7 bar á skiljuprýsting reiknast mjög svipað og áður, eða 7,6 kg/s nú samanborið við 7,9 kg/s þá. Heildarstyrkur gastegunda er einnig óbreyttur, 1,8%.

12 KJ-20

KJ-20 hefur nú blásið í tæplega 8 mánuði. Varmainnihald er nú 1895 kJ/kg (tafla 2) og hefur það farið vaxandi síðan holunni var hleypt upp (Benedikt Steingrímsson o.fl. 1983 a). Heildarrennslí hefur minnkað og er nú 10,5 kg/s og gufa við 7 bar á toppprýsting mældist nú 6,1 kg/s sem er svipað og áður. Gas í gufu er 2,5% sem er áþekkt og mældist í lok nóvember síðastliðins.

13 KJ-21

KJ-21 hefur blásið í liðlega 7 mánuði. Í skýrslu Benedikts Steingrímssonar o.fl. (1983 b) er gerð grein fyrir afli og efnainnihaldi fyrstu 4 mánuðina. Aflmæling nú (tafla 1) sýnir að varmainnihald eykst enn með svipuðum hraða og áður og heildarrennslí minnkar að sama skapi. Gufumagn við 7 bar á toppprýsting er 12,8 kg/s. Gasstyrkur í gufu er 0,61% (Tafla 2) sem er nokkru herra en í nóvember síðastliðnum (0,57%).

HEIMILDIR

Benedikt Steingrímsson & Gestur Gíslason 1978: Krafla. Aflmælingar í borholum. Orkustofnun OSJHD7804, 21s + töflur og myndir.

Benedikt Steingrímsson, Halldór Ármannsson & Jón Benjamínsson 1983 a: Krafla. Hóla KJ-20. Upphitun, upphleyping og blástur. Orkustofnun OS83006/JHD01B, 31s.

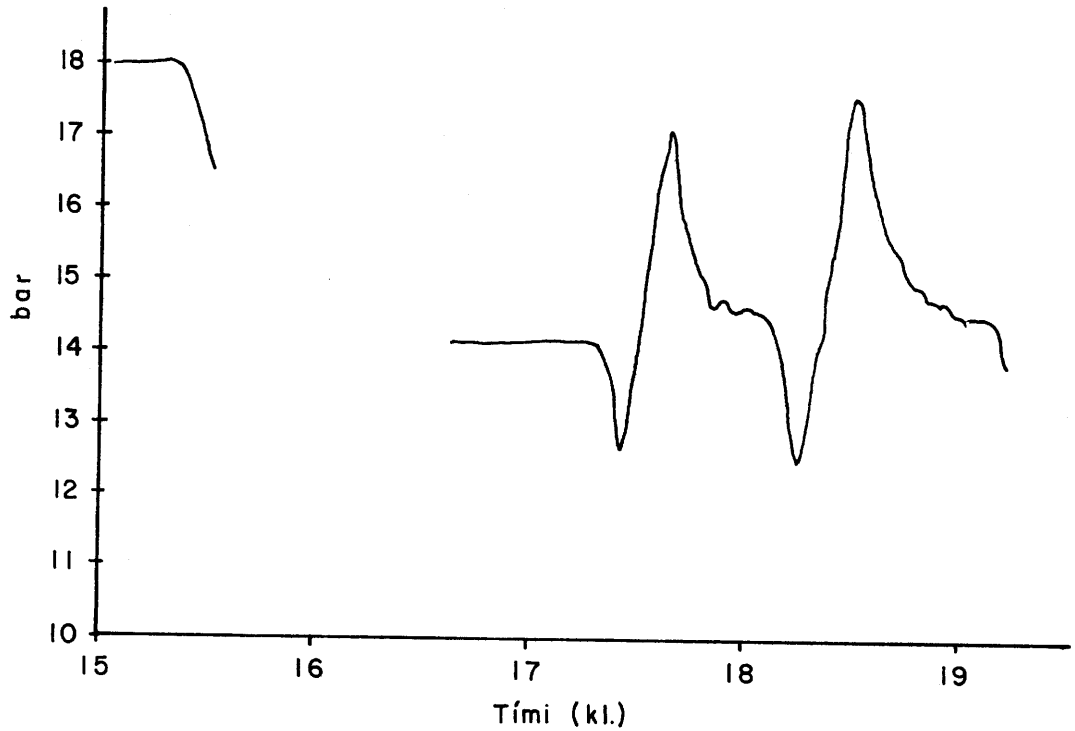
Benedikt Steingrímsson, Halldór Ármannsson & Jón Benjamínsson 1983 b: Krafla KJ-21. Upphitun, upphleyping og blástur. Orkustofnun OS83013/JHD03B, 35s.

Halldór Ármannsson, Guðjón Guðmundsson & Guðni Guðmundsson 1982 b: Helstu niðurstöður Kröfluferðar 1982.11.23-12.02. Orkustofnun OS82110/JHD28B, 16s.

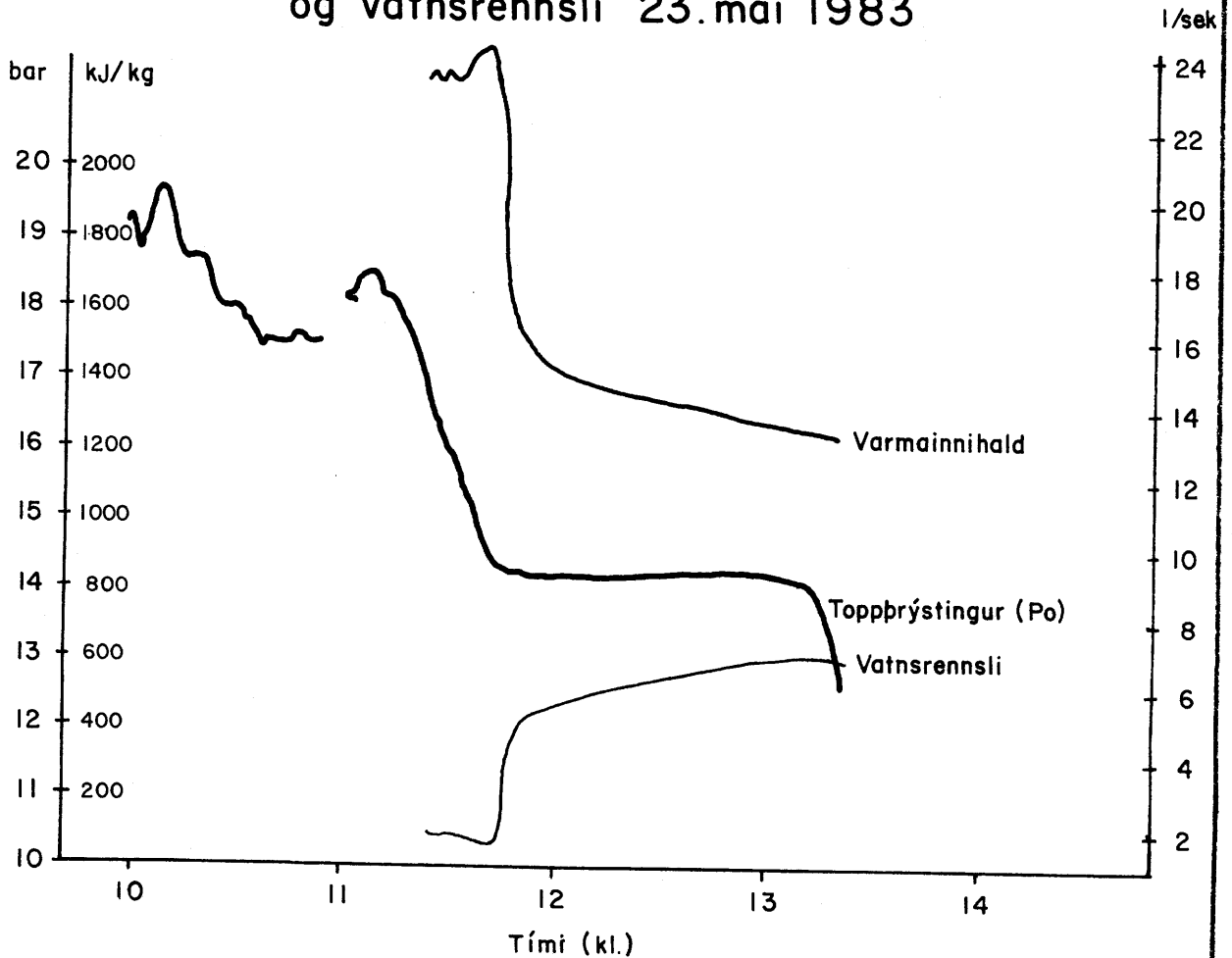
Halldór Ármannsson, Jón Benjamínsson, Oliver Jordan & Zaccheus W. Muna 1982 b: Kennsluleiðangur í Kröflu 1982.07.26-08.04. Orkustofnun OS82083/JHD22B, 17s.

Jón Benjamínsson, Kristján Hrafn Sigurðsson & Hjörtur Tryggvason 1982: Sýnitaka og aflmælingar í Kröflu 17/8 - 28/8 1982. Orkustofnun OS82089/JHD25B, 35s.

Mynd 1. KJ-17. Toppbrýstingur 22.maí 1983



Mynd 2. KJ-17. Toppbrýstingur, varmainnihald og vatnsrennsli 23.maí 1983



Tafla 1. Krafla. Niðurstöður aflmælinga 1983.05.20-29

Hola nr	Dags	kl	P _o bar	Q _w kg/s	H _o kJ/kg	Q _T kg/s	Q _g 1 bar a kg/s	Q _g 7 bar a kg/s
KJ-6 ¹⁾	83.05.20	13:30	1,2	3,7	1563	7,4	3,7	3,1
KJ-9	83.05.24	15:00	10,3	16,4	1060	22,9	6,4	4,0
KG-12	83.05.21	10:30	12,2	0	≥2789	3,4	3,4	3,4
KJ-13	83.05.29	11:30	7,1	4,09	1508	7,9	3,7	3,1
KJ-14	83.05.26	11:30	11,2	0,17	2646	12,6	12,2	11,9
KJ-15	83.05.27	18:30	7,6	2,16	≥2676	3,4	3,3	3,3
KJ-16	83.05.23	11:00	2,3	0	2676	3,2	3,1	3,0
		11:10	1,8	0	2676	3,0	3,0	2,9
		13:40	4,7	5,2	1443	9,5	4,2	3,4
		14:55	1,7	0,02	2674	3,0	2,9	2,9
KJ-17	83.05.23	11:24	16,8	1,0	2349	6,9	5,8	5,5
		11:26	16,4	0,91	2371	6,7	5,7	5,4
		11:28	16,2	0,95	2356	6,7	5,6	5,4
		11:30	15,9	0,91	2364	6,6	5,6	5,3
		11:32	15,8	0,95	2349	6,6	5,5	5,2
		11:34	15,4	0,91	2359	6,5	5,5	5,2
		11:36	15,2	0,79	2394	6,3	5,4	5,2
		11:38	14,8	0,71	2415	6,1	5,3	5,1
		11:40	14,5	0,64	2428	5,8	5,1	4,9
		11:42	14,4	0,61	2436	5,7	5,0	4,8
		11:44	14,3	0,82	2356	5,3	4,9	4,7
		11:46	14,3	2,4	1919	7,3	4,7	4,3
		11:48	14,2	3,3	1750	8,0	4,6	4,1
		11:50	14,2	3,8	1651	8,4	4,5	3,9
		11:52	14,2	3,9	1632	8,5	4,5	3,9
		11:54	14,2	4,4	1573	8,9	4,5	3,8
12:16	14,2	5,1	1461	9,6	4,3	3,5		
12:26	14,2	5,4	1436	9,8	4,3	3,5		
12:56	14,2	5,9	1379	10,2	4,3	3,4		
13:14	13,9	6,0	1346	10,2	4,1	3,2		
13:20	12,8	5,9	1327	9,8	3,9	3,0		
KJ-19	83.05.22	13:15	11,2	0,36	2578	8,4	7,9	7,6
KJ-20	83.05.22	19:55	13,2	2,6	1895	10,5	6,7	6,1
KJ-21	83.05.20	10:15	20,0	11,9	1684	26,9	14,8	12,9
		05.24	17:30	21,1	11,9	1682	26,9	14,8

1) Stútur $\phi = 133$ mm reyndist ekki ná að blása út um P_C mæliop, heldur mældist þar lofttæmisvottur.

Tafla 2. Krafla. Niðurstöður efnagreininga 1983.05.19-29

Höla nr	Sýni nr	Dags	P _o bar	H _o kJ/kg	Vatnsfasa				Gufulasi				Kvarshiti °C
					pH/°C	CO ₂ mg/kg	H ₂ S mg/kg	SiO ₂ mg/kg	Gas %	CO ₂ mg/kg	H ₂ S mg/lg	CO ₂ H ₂ S	
KJ-6	1003	83.05.19	1,2	1563	9,48/22,0	126	18,2	839	0,52	4874	306	15,9	278
KJ-7	1024	83.05.27	7,8	1336	9,00/22,0	147	40,1	718	1,29	12410	487	25,4	271
KJ-9	1019	83.05.24	10,3	1060	8,04/22,0	139	41,8	513	0,61	5749	348	16,5	
KG-12	1010 ¹⁾	83.05.21	12,2	2789	4,20/18,4	1202	236	2,4	1,6	15178	946	16,0	
KJ-13	1027	83.05.29	7,1	1508									
KJ-14	1023	83.05.26	12,6	2647	8,13/23	181	52,4	644	1,71	16272	794	20,5	
KJ-15	1025 ¹⁾	83.05.27	7,6	-2676	4,18/21	1376	144	3,1	5,74	56029	1431	39,2	
KJ-16	1013	83.05.23	1,7-4,8	1443 - 2676	9,04/24,5	265	34,1	686	1,8	16965	684	24,8	265
KJ-17	1014	83.05.23	14,2	1439 ²⁾	8,62/24,0	104	74,9	728	0,92	8172	985	8,3	279
KJ-19	1011	83.05.22	10,5 -11,2	2578	8,18/24,2	196	67,0	648	1,8	17576	896	19,6	281
KJ-20	1012	83.05.22	13,2	1895	7,51/24,1	199	51,1	867	2,5	24353	1005	24,2	308
KJ-21	1004	83.05.20	20,0	1684	8,00/22,0	76,6	55,3	567	0,61	5821	267	21,8	268

1) Vatnsfasatölur eiga við þéttivatn, þar sem engan vatnsfasa var að fá

2) Meðaltal 5 mælinga meðan á sýnatöku stóð

Tafla 3. Krafla KJ-6. Niðurstöður aflmælinga 1980.03.31 - 1983.05.20

Dags.	P_o bar	Q_w kg/s	H_o kJ/kg	Q_T kg/s	Q_G 1 bar a kg/s
80.03.31	6,9	3,4	1418	5,8	2,4
04.03	7,1	3,4	1476	6,2	2,8
11.28 ¹⁾	2,6	3,1	1515	5,9	2,8
11.29	2,6	2,7	1563	5,5	2,8
81.09.15	2,7	4,1	1268	6,6	2,4
83.05.20	1,2	3,7	1563	7,4	3,7

- 1) Holan var hreinsuð 1980.06.23 - 27, og hefur gengið illa að ná upp þrýstingi eftir það.

Tafla 4. Krafla KG-12. Gufurensli 1980.11.24 - 1983.05.21

Dags.	P_o bar	Q_G 7 bar a
1980.11.24	4,6	4,8
1981.11.24	1,7	2,3
1981.09.16	10,4	2,5
1982.02.10	6,8	2,3
1983.05.21	12,2	3,4

Tafla 5. Krafla KJ-14. Niðurstöður nokkurra afl- og gufumælinga
1980.11.28 - 1983.05.26.

Dags.	P _o bar	H _o KJ/kg	Q _T kg/s	Q _G 7 bar a kg/s	Gas í gufu %
1980.11.28	14,0	2634	16,4	15,3	1,2
1981.05.24	12,2	2668	14,1	13,5	1,8
.08.21	12,8	2663	12,9	12,3	1,9
.09.07	26,5	2642	13,2	12,4	
1982.05.25	24,2	2610	11,8	10,9	
.07.05	25,1	2602	11,9	11,0	1,7
.08.27	26,1	2630	11,8	11,0	2,0
1983.05.26	11,2	2646	12,6	11,9	1,7