



**ORKUSTOFNUN**

**Rannsóknasvið**

**KRAFLA**

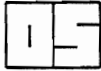
**Andrúmsloftsleki  
í gaspeysum**

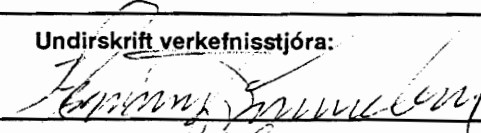
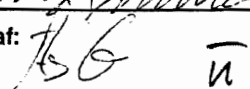
Halldór Ármannsson

**Unnið fyrir Landsvirkjun**

**1997**

**OS-97017**



<b>Skýrsla nr.:</b> OS-97017	<b>Dags.:</b> Apríl 1997	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> KRAFLA Andrúmsloftsleki í gasþeysum	<b>Upplag:</b> 20	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 7	
<b>Höfundar:</b> Halldór Ármannsson	<b>Verkefnisstjóri:</b> Ásgrímur Guðmundsson	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Tímabundin könnun	<b>Verknúmer:</b> 630 665	
<b>Unnið fyrir:</b> Landsvirkjun		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Skýrslan fjallar um mælingar á gasstyrk í gufu há- og lágþrýstilagna í Kröfluvirkjun með tímamælingu og töku sýna af háþrýstigufu og gasi til viðmiðunar. Samkvæmt gufugreiningu reyndist gas vera 0.83 % í háþrýstípípu. Andrúmsloftsleki hefur komist að gasi því sem tekið er aftan gasþeysa. Um greinilega mengun í andrúmslofti er að ræða og æskilegt að kanna hvort gasþeysarnir anni gasríkri gufu við full og upb. hálf afköst. Hola KJ-20 er eina hola sem verulega gasrík gufa kemur úr og því ekki ástæða til að prófa viðbætur nema úr einni gasríkri holu.		
<b>Lykilorð:</b> Gufuafllsvirkjun, umhverfi, mengun, sýnataka, gas	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
	<b>Yfirlit af:</b> ASG, PI 	



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 630 665

## **KRAFLA**

### **Andrúmsloftsleki í gaspeysum**

Halldór Ármannsson

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-97017

Apríl 1997

**EFNISYFIRLIT**

1.	INNGANGUR	3
2.	FORSAGA	3
3	SÝNATÖKUFERÐ Í APRÍL 1987	4
4.	FRAMHALDSAÐGERÐIR	6
5.	HEIMILDIR	7

**MYND**

1.	Tilhögun gaspeysa og sýnatökustaðir aftan þeirra og á millieimsvala	5
----	---	---

**TÖFLUR**

1.	Hlutur andrúmslofts í gasi framan og aftan gaspeysa Kröfluvirkjunar 1983-1985	3
2.	Gas í gufu gufuveitu, veginn meðaltalsstyrkur gass þeirra vinnsluholna sem notaðar voru í hverju tilviki og heildargufurennslu úr holunum við framleiðsluskilyrði	3
3.	Gufu- og gasrennsli í Kröfluvirkjun skv. mælingum 1997-04-17	4
4.	Niðurstöður greininga á gasi frá háþrýstilögn, aftan gaspeysa og millieimsvala 1997.04.17-18	6
5.	Massahluti andrúmslofts í sýnum teknum aftan gaspeysa og frá millieimsvala borin saman við áætlaðan hönnunarleka	6
6.	Áætlun um aðgerðir til að prófa gaspeysa við mismunandi gufu- og gasrennsli	7

## 1. INNGANGUR

Tvennt verður einkum til þess að gasþeysar virka ekki sem skyldi. Í fyrsta lagi getur verið að þeir séu ekki nógu öflugir til að anna því gasmagni sem inn á hverfil fer en í öðru lagi getur verið að þeir dragi inn það mikið andrúmsloft að þeir anni ekki gaslosun. Kemur þetta fram í því að lítil aflaukning verður þegar gasríkri gufu er bætt á kerfið, einkum við mikla framleiðslu.

## 2. FORSAGA

Á árunum 1983-1984 þóttu gasþeysar ekki anna því sem á þá var lagt og voru gerðar prófanir til að kanna orsakir (Halldór Ármannsson 1983 a,b, Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1983). Andrúmsloftsmengun reyndist óveruleg (1. tafla) og virtust gasþeysarnir einfaldlega ekki nógu öflugir til að ráða við það gasmagn sem þá var í gufu vinnsluholna. Var skipt um gasþeysa í október 1983 en þeir nýju stóðu sig ekki og var því skipt aftur haustið 1984. Gerð var prófun á þeim gasþeysum í júní 1985 við 20 MW framleiðslu og reyndust þeir anna því álagi vel, þrátt fyrir töluverða andrúmsloftsmengun (Halldór Ármannsson 1985) (1. tafla).

**1. tafla.** Hluttur andrúmslofts í gasi framan og aftan gasþeysa Kröfluvirkjunar 1983-1985.

Tími	Apríl 1983	Október 1983	Nóvember 1983	Júní 1985
Framan gasþeysa %	4.6	8.2	7.95	8.0
Aftan gasþeysa %	7.3	9.7	7.85	27.4

Þá hafði gasstyrkur gufunnar minnkað umtalsvert (2. tafla).

**2. tafla.** Gas í gufu gufuveitu, veginn meðaltalsstyrkur gass þeirra vinnsluholna sem notaðar voru í hverju tilviki og heildargufurennslu úr holunum við framleiðsluskilyrði (Halldór Ármannsson o.fl. 1982, Halldór Ármannsson 1983 a,b, 1985, Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1983, Jón Benjamínsson og Halldór Ármannsson 1983, Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1988, 1996).

Tími	Des.82- Ágúst 83	Október 83	Nóvember 83	Júní 85	Maí 1988	Maí 1996
Gufuveita Háþrýstilögn. Gas %	1.6-1.9	1.28	1.49	0.91		0.95
Holugufa. vegið meðaltal. Gas %	1.8-2.4	1.59	1.76	1.18	1.09	1.0
Nýttar holur. Gufa samtals kg/s	40.6-41.7	54.7	43.8	59.4	67.7	63

Þessi prófun leiddi þó ekki í ljós hvort nýju gasþeysarnir myndu anna fullri vinnslu (30 MW) og nokkrar athuganir á árinu 1987 bentu til þess að viðbót gasríkrar gufu skilaði sér illa í afli (Ásgrímur Guðmundsson og Jón Benjamínsson 1987; Jón Benjamínsson o.fl. 1987). Halldór Ármannsson (1988) lagði til að ráðist yrði í tilraunir til að kanna breytingar þær sem verða á framleiðslu þegar misgasríkri gufu er bætt á við mismunandi mikla orkuframleiðslu. Var þar um að ræða 8 daga framkvæmd sem starfsmenn virkjunarinnar ásamt einum Orkustofnunarmanni sæju um.

### 3. SÝNATÖKUFERÐ Í APRÍL 1987

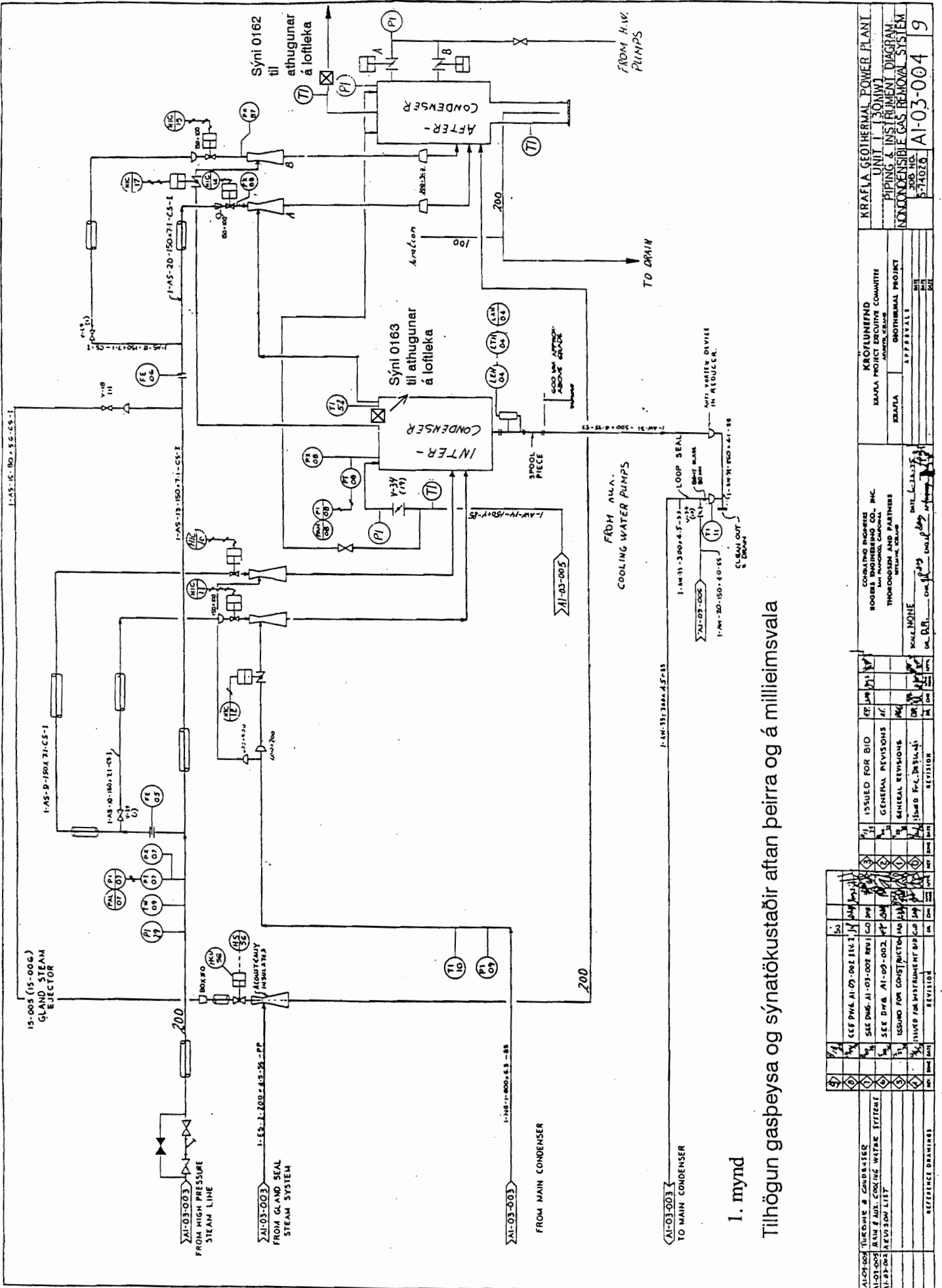
Dagana 17.-18. mars 1997 var höfundur þessarar skýrslu í Kröflu. Mældur var gasstyrkur í gufu há- og lágþrýstilagna með tímamælingu (Halldór Ármannsson 1983b) og tekið sýni af háþrýstiguflu og gasi til viðmiðunar. Niðurstöður þeirra mælinga eru í 3. töflu ásamt aflestrum um gufuframleiðsla stöðvarinnar.

**3. tafla.** Gufu- og gasrennsli í Kröfluvirkjun skv. mælingum 1997-04-17.

	Háþrýstilögn	Lágþrýstilögn
Gufa tonn/klst.	168	43
Gas mg/kg	0.92	0.34

Ekki var gerð mæling á andrúmsloftshönnunarleka gasþeysa en samkvæmt upphaflegum hönnunargögnum ætti hann að vera 130 kg/klst. Sveinn Ólafsson (pers. uppl.) mældi þennan leka nokkrum sinnum 1983-1985, t.d. 6-7. október 1983 en þá fékk hann tölur á bilinu 175-198 kg/klst. Samkvæmt gufu og gasmælingum er gasrennsli um 1600 kg/klst og jafngildir það að 7.5 % andrúmslofts ættu að mælast í sýni aftan gasþeysa ef enginn leki er í þeim ef hönnunarleki er 130 kg/klst en 10-11 % miðað við niðurstöður Sveins Ólafssonar frá október 1983.

Tekið var sýni til gasgreininga aftan gasþeysa (1. mynd) og annað úr millieimsvala en virkjunarmenn settu upp dælu til að vinna gegn lofttæmi í millieimsvalanum og tókst sú aðgerð vel. Gufa var ekki mælanleg á þessum stöðum. Niðurstöður greininga eru í 4. töflu ásamt niðurstöðum fyrir gufu- og gassýnið sem tekið var úr háþrýstipípunni.



1. mynd

Tilhögun gasþeysa og sýnatökustöðir aftan þeirra og á milliþeimsvala

NO.	REV.	DATE	BY	CHK.	APP.	DESCRIPTION
1	1	10/11/01	MM	MM	MM	ISSUED FOR INSTRUMENT BIDDING
2	1	10/11/01	MM	MM	MM	REVISED FOR INSTRUMENT BIDDING
3	1	10/11/01	MM	MM	MM	ISSUED FOR INSTRUMENT BIDDING
4	1	10/11/01	MM	MM	MM	REVISED FOR INSTRUMENT BIDDING
5	1	10/11/01	MM	MM	MM	ISSUED FOR INSTRUMENT BIDDING
6	1	10/11/01	MM	MM	MM	REVISED FOR INSTRUMENT BIDDING
7	1	10/11/01	MM	MM	MM	ISSUED FOR INSTRUMENT BIDDING
8	1	10/11/01	MM	MM	MM	REVISED FOR INSTRUMENT BIDDING
9	1	10/11/01	MM	MM	MM	ISSUED FOR INSTRUMENT BIDDING

KRAFLA GEOTHERMAL POWER PLANT	
UNIT 1 (30 MW)	KRAFLUNEFND
PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM	KRAFLA PROJECT EXECUTIVE COMMITTEE
MONITORABLE GAS REMOVAL SYSTEM	KRAFLA GEOTHERMAL PROJECT
DATE: 10/11/01	APPRAISAL
BY: MM	APPROVAL
CHK: MM	APPROVAL
APP: MM	APPROVAL
REV: MM	APPROVAL
NO. 004	NO. 004
AI-03-004	AI-03-004
9	9

**4. tafla.** Niðurstöður greininga á gasi frá háþrýstilögn, aftan gasþeysa og millieimsvala 1997.04.17-18.

Sýni nr.	Staður	CO <sub>2</sub> (s) mg/kg	H <sub>2</sub> S (s) mg/kg	CO <sub>2</sub> (g) Rúmm. %	H <sub>2</sub> S (g) Rúmm. %	H <sub>2</sub> (g) Rúmm. %	O <sub>2</sub> +Ar (g) Rúmm. %	N <sub>2</sub> (g) Rúmm. %	CH <sub>4</sub> (g) Rúmm. %
1061	Hþ. pípa	7422	805	82.99	6.71	9.82	0	0.38	0.1
1062	Aftan gasþeysa			61.20	5.73	6.33	5.77	20.88	0.09
1063	Millieimsvali			72.83	6.89	7.06	2.83	10.30	0.09

Í þéttivatni í háþrýstipípu reyndust vera 1339 ppm CO<sub>2</sub> og 291 ppm H<sub>2</sub>S. Samkvæmt gufugreiningu reynist gas því vera 0.83% í háþrýstipípu sem er heldur minna en tímamælingin gaf til kynna. Reiknað yfir í massahlutföll andrúmslofts fást niðurstöður þær, sem sýndar eru í 5. töflu. Greinilegur andrúmsloftsleki hefur komist að gasi því sem tekið er aftan gasþeysa en sennilega er gas í millieimsvala frítt við slíkan leka.

**5. tafla.** Massahluti andrúmslofts í sýnum teknum aftan gasþeysa og frá millieimsvala borinn saman við áætlaðan hönnunarleka.

Sýni nr.	Staður	Andrúmsloft, massa %
1062	Aftan gasþeysa	21.0
1063	Millieimsvali	9.3
Áætlaður hönnunarleki		7.5-11

#### 4. FRAMHALDSADGERÐIR

Um greinilega andrúmsloftsmengun er að ræða og væri því æskilegt að kanna hvort gasþeysarnir anna gasríkri gufu við full og u.þ.b. hálf afköst. Þó að litlar breytingar hafi orðið á gasstyrk gufu gufuveitu síðan 1988 (2. tafla) hefur sú breyting orðið nú -hvað varðar einstakar holur að hola KJ-20 er eina holan sem verulega gasrík gufa kemur úr og því ekki ástæða til þess að prófa viðbætur nema úr einni gasríkri holu. Hliðstæð dagskrá við þá sem lögð var til 1988 myndi þannig taka 6 daga. Með því að slaka á kröfum um það hve lengi holur mega vera úti áður en tekin eru sýni úr þeim og gufuveitu og hve lengi áður en jafnvægi kemst á framleiðslu eftir breytingar er unnt að skera dagskrána niður í 4-5 daga og væri þá unnið samkvæmt þeirri áætlun sem sýnd er í 6. töflu.



**6. tafla.** Áætlun um aðgerðir til að prófa gasþeysa við mismunandi gufu- og gasrennsli.

Dagur nr.	Holur á veitu	Gufuýni tekin úr	Aflmælingar á
1	Allar	Gufuveitu	
2	Morgunn: allar nema KJ-20; Kvöld: Allar nema KJ-13	Gufuveitu, KJ-20 Gufuveitu, KJ-13	KJ-20 KJ-13
3	Morgunn: KJ-21, KJ-20; Kvöld: KJ-21, KJ-13, KJ-20	Gufuveitu Gufuveitu	Öðrum holum en KJ-13 og KJ-20
4	Morgunn: KJ-21, KJ-13; Kvöld: Allar nema KJ-21		KJ-21

**5. HEIMILDIR**

Ásgrímur Guðmundsson og Jón Benjamínsson 1987: Krafla. Athugun á gasstyrk í gufu hola KJ-19 og 20, og völdum gufuaugum. Orkustofnun. Jarðhitadeild. Greinargerð, ÁsG-JBen-87/03, 7 s.

Halldór Ármannsson 1983a: Krafla. gas í háþrýstilögn og gaslosunarbúnaði. Athugun á andrúmsloftsmengun 1983.04.14. Orkustofnun, OS-830297/JHD-10 B, 7 s.

Halldór Ármannsson 1983b: Gas í gufu. Lýsing og prófun ákvörðunaraðferða. Krafla: Athugun á gasstyrk gufu við mismunandi rekstraraðstæður í háþrýstilögn og í gaslosunarbúnaði, 1983.10.06-07. Orkustofnun, OS-83093/JHD-32 B, 24 s.

Halldór Ármannsson 1985: Krafla. Gasmælingar vegna prófunar nýrra gasþeysa, 1985.04.29-30. Orkustofnun, OS-85051/JHD-17 B, 8 s.

Halldór Ármannsson og Jón Benjamínsson 1983: Krafla. Mælingar á gasstyrk í gufulögnum og aftan við gasþeysa 1983.11.02-03. Orkustofnun, OS-83098/JHD-36 B, 9 s.

Halldór Ármannsson, Guðjón Guðmundsson og Guðni Guðmundsson 1982: Helstu niðurstöður Kröfluferðar 1982.11.23-12.02. Orkustofnun, OS-82110/JHD-28 B, 16 s.

Jón Benjamínsson og Halldór Ármannsson 1983: Af eftirliti með borholum í Kröflu sumarið 1983. Orkustofnun, OS-83085/JHD-28 B, 32 s.

Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1988. Kröflustöð. Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í maí 1988. Landsvirkjun, Kröflustöð, 49 s.

Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson 1996. Krafla og Bjarnarflag. Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í byrjun maí 1996. Landsvirkjun, Kröflustöð, 80 s.