



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**KRAFLA**

**Eftirlit 1986 og tillaga um eftirlit  
og rannsóknarverkefni 1987**

Ásgrímur Guðmundsson  
Gylfi Páll Hersir  
Benedikt Steingrímsson

OS-86077/JHD-34 B

Desember 1986



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr.: 666-072

**KRAFLA**  
**Eftirlit 1986 og tillaga um eftirlit**  
**og rannsóknarverkefni 1987**

Ásgrímur Guðmundsson  
Gylfi Páll Hersir  
Benedikt Steingrímsson

OS-86077/JHD-34 B

Desember 1986

EFNISYFIRLIT

	Bls.
EFNISYFIRLIT .....	2
TÖFLUR .....	3
MYNDIR .....	3
1 INNGANGUR .....	4
2 EFTIRLITSMÆLINGAR .....	5
2.1 Sýnataka og aflmælingar .....	5
2.2 Hita- og þrýstimælingar .....	6
3 RANNSÓKNARVERKEFNI .....	8
3.1 Sýnataka úr gufuaugum .....	8
3.2 Úrvinnsla eldri gagna .....	9
4 SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR .....	10
5 TILLÖGUR UM EFTIRLIT OG RANNSÓKNIR 1987 .....	10
5.1 Eftirlit .....	10
5.2 Rannsóknarverkefni .....	13
HEIMILDIR .....	16

## TÖFLUR

	Bl.s.
1 Sýnataka og aflmælingar 1986 .....	6
2 Tillaga um hita- og þrýstimælingar 1987 .....	11

## MYNDIR

1 Breytingar á gasstyrk í gufu .....	17
2 Breytingar á hlutfalli CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S í gufuaugum .....	17
3a Hola KJ-16, blásturssaga og holutoppsþrýstingur .....	18
3b Hola KJ-16, varmainnihald og afköst .....	19
3c Hola KJ-16, hiti og þrýstingur á 1200 m dýpi .....	20
3d Hola KJ-16, hiti og þrýstingur á 1600 m dýpi .....	21
3e Hola KJ-16, styrkur SiO <sub>2</sub> (mg/kg) og Ca (mg/kg) í borholuvökva	22
3f Hola KJ-16, styrkur K (mg/kg) og Na (mg/kg) í borholuvökva .	23
3g Hola KJ-16, Cl/F hlutfall í borholuvökva .....	24
3h Hola KJ-16, styrkur gas og hlutfall CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S í gufu .....	25

## 1 INNGANGUR

Í byrjun árs 1986, nánar tiltekið 10. janúar, var undirritaður samningur milli Landsvirkjunar og Orkustofnunar. Þar er kveðið á um, að JHD (jarðhitadeild) taki að sér að vera Landsvirkjun til ráðgjafar við orkuvinnslu úr jarðhitasvæðunum við Kröflu. Einnig er kveðið á um, að JHD taki að sér að framkvæma ýmsar sérhæfðar mælingar á jarðhitasvæðinu eins og nánar er tiltekið í samningnum. Samningurinn ásamt fylgiskjölum fyrir árið 1986 er birtur í heild sinni í viðauka.

Arlegar eftirlitsmælingar voru framkvæmdar á svipaðan hátt og undanfarin ár, en umfang þeirra var þó heldur minna. Sýnataka fór fram tvisvar á árinu, þ.e. í maí og ágúst. Ennfremur voru nokkrar holur hita- og þrýstimældar í lok júlí og byrjun ágúst. Helstu niðurstöðum ofangreindra mælinga voru gerð skil til bráðabirgða í lok hvarrar Kröfluferðar, en birtar síðar í skýrslum auk þess kom út skýrsla um eftirlitsmælingar í borholum fyrir árið 1985. Eftirfarandi skýrslur komu út um verkið.

OS-86047/JHD-15 B, júlí 1986. KRAFLA - Sýnataka og aflmælingar í maí 1986.

OS-86062/JHD-24 B, október 1986. KRAFLA - Borholumælingar árið 1985.

OS-86063/JHD-25 B, október 1986. KRAFLA - Borholumælingar árið 1986.

OS-86067/JHD-28 B, október 1986. KRAFLA - Eftirlit með borholum 1986.

Á árinu voru einnig unnin sérverkefni eins og þau voru nefnd til aðgreiningar frá hinu venjubundna eftirliti með borholum. Þar er fyrst til að taka - SÝNATÖKU ÚR GUFUAUGUM -, sem er framhald á vinnu sem unnin hefur verið á undanförunum árum á jarðhitasvæðum Kröfluvirkjunar. Greinargerð var skilað í desember, þ.e OS-JHD Greinargerð JBen-AI-86/02 KRAFLA - Niðurstöður gasgreininga í gufu gufuaugna, júlí 1986, en fyrstu niðurstöður efnagreininga voru afhentar í Kröflu í lok sýnatökufærðar. Önnur sérverkefni eru á lokastigi, að undanskildu samantekt á gögnum úr holum KG-12 og KJ-15 og stafar það fyrst og fremst af töfum á úrvinnslu vegna veikinda starfsmanna. Reiknað er með að öllum umsömdum vekefnum fyrir árið 1986 verði lokið og fullnaðarskil á þeim verði eigi síðar en í lok janúar 1987.

Til viðbótar við samningsbundin verkefni var JHD falið á árinu að taka saman upplýsingar um helstu vinnslueiginleika hola KW-2 og KG-8 og veita ráðgjöf varðandi nýtingu holanna. Þar var um að ræða helstu vinnslueiginleika holanna. Niðurstöður voru birtar í greinargerð í ágúst síðastliðnum og ber hún nafnið OS-JHD-Greinargerð ÁsG-JBen-86/04 - Helstu eiginleikar hola KG-8 og KW-2.

## 2 EFTIRLITSMÆLINGAR

### 2.1 Sýnataka og aflmælingar

Fyrri sýnatökuferðin stóð yfir daganna 12. - 22. maí og voru sýni tekin skömmu áður en holur voru hvíldar eftir vetrarframleiðslu (Vigdís Hjaltadóttir og Kristján Hrafn Sigurðsson 1986). Samið hafði verið um að taka 10 sýni og eru holurnar, sem valdar voru, skráðar í töflu 1. Sömu holur voru einnig aflmældar. Ekki var um að ræða neinar umtalsverðar breytingar í efnainnihaldi borhöluvökvans, en lítilsháttar aflminnkun hafði átt sér stað frá síðastliðnu hausti. Það er svipað og búast mátti við miðað við fyrri reynslu.

Seinni sýnatökuferð var daganna 20. - 30. ágúst 1986 og voru sýni tekin úr holum (tafla 1) eftir sumarhvíld (Jón Benjamínsson og Auður Ingimarsdóttir 1986). Sömu holur voru einnig aflmældar. Efnainnihald vökvans var svipað og áður, en samanlagt afl nýtttra háprýstihola var heldur meira en haustin 1984 og 1985. Holur KJ-14 og KJ-20 voru í fyrstu gasríkari og aflminni en áður hafði mælst. Skýringin lá í heftu rennsli yfir sumartímann, en eftir blástur við lægri toppprýsting, reyndust holurnar vera ívið aflmeiri en vorið 1986.

TAFLA 1. Sýnataka og aflmælingar 1986.

Holur	Vorsýni	Haustsýni
KG-5		
KJ-7		X
KG-8		X
KJ-9	X	X
KJ-11	X	X*
KG-12	X	
KJ-13	X	X
KJ-14	X	X
KJ-15	X	X*
KJ-17		X
KJ-19	X	X
KJ-20	X	X
KJ-21	X	X

\* Sýni tekin skv. beiðni staðarmanna

## 2.2 Hita- og þrýstingsmælingar

Mældar voru 11 holur á tímabilinu frá 27. júlí til 7. ágúst eins og fram kemur í töflu 2 (Guðjón Guðmundsson og Guðlaugur Hermannsson 1986). Ekki reyndist unnt að mæla holu KJ-20 eins og til stóð, þar sem mælar fóru ekki niður fyrir 597 m dýpi og var hola KJ-16 mæld í staðinn. Ekki virðast neinar stórvægilegar breytingar hafa átt sér stað á Suðurhlíða- og Leirbotnasvæðinu eftir að vinnsla hófst, ef undan eru skilin áhrif jarðhræringa og eldvirkni á jarðhitasvæðið. Við holu KJ-9 virðist þrýstingur vera 4 bar lægri en við upphaf blásturs árið 1977, þ.e. niðurdráttur er um 40-50 m eftir um 9 ára vinnslu. Mælanleg þrýstilækkun við holu KJ-16 er innan við 1 bar miðað við sama tíma í fyrra. Á Hvíthólasvæðinu hefur orðið umtalsverð þrýstilækkun við vinnsluna. Það kom skýrt fram í "recovery" mælingum sumarið 1985 (Benedikt Steingrímsson og Guðjón Guðmundsson 1986).

Í samantektarskýrslu 1984 um ástand og horfur í gufuöflunarmálum fyrir Kröflu (Benedikt Steingrímsson o. fl. 1984) voru dregnir fram helstu hönnunarpættir allra hola, sem boraðar hafa verið í Kröflu. Hér á eftir verður rífað upp í hvaða ásigkomulagi holurnar eru og auðveldar það vonandi í náinni framtíð allt eftirlit.

KW-01 Rannsóknarhola 1138 m djúp. Vinnslufóðring er skemmd í um 45 m dýpi. Holan er ónýtt.

- KW-02 Ransóknarhola 1204 m djúp og er stífluð af kalsítútfellingum. Hún var rennslismikil efrakerfishola með lágu varmainnihaldi.
- KG-03 Vinnsluhola 1740 m djúp. Vinnslufóðring er í sundur á um 75 m dýpi og er holan ónýtt.
- KG-04 Vinnsluhola 2002 m djúp, sem ekki tókst að hemja eftir borun og stendur eftir mikill gígur sem minnisvarði.
- KG-05 Vinnsluhola 1299 m djúp, sem var aldrei fullboruð. Hún er leiðaralaus, en opin niður á 1150 m dýpi.
- KJ-06 Vinnsluhola 2000 m djúp og er nú lágþrýst með 2 kg/s. Holan er vel sett sem eftirlitshola. Skemmdir eru í henni neðan 1000 m dýpis, en líklega er óhætt að mæla niður á 1200 m dýpi.
- KJ-07 Vinnsluhola 2165 m djúp. Á 800-850 m dýpi eða efst í leiðaranum er skemmd og fara mælitæki ekki þar niður fyrir.
- KG-08 Vinnsluhola 1658 m djúp, en hefur ekki verið tengd. Holan er ákjósanleg eftirlitshola og er opin í botn, en fóðringarskemmd er á um 180 m dýpi.
- KJ-09 Vinnsluhola 1280 m djúp. Hún er opin í botn.
- KG-10 Vinnsluhola 2082 m djúp og er stífluð af útfellingum neðan 800 m dýpis. Hún getur nýttst vel til eftirlits með hita og þrýstingi niður á 800 m dýpi.
- KJ-11 Vinnsluhola 2217 m djúp. Hún er líklega eina holan á Leirbotnasvæðinu, sem hægt er að mæla niður undir botn, en varasamur kafli er í henni frá 766 í 1250 m dýpi.
- KG-12 Vinnsluhola 2222 m djúp. Skemmd er efst í leiðara á um 1100 m dýpi.
- KJ-13 Vinnsluhola 1780 m djúp. Mælitæki fara ekki niður fyrir rúmlega 1000 m dýpi, þar sem líklega eru hvoru tveggja fóðringarskemmd og útfellingar. Einnig er fóðringarskemmd á 360 m dýpi.
- KJ-14 Vinnsluhola 2107 m djúp og er opin niður í botn að því best er vitað.
- KJ-15 Vinnsluhola 2098 m djúp. Á 1000-1100 m dýpi eða í efri enda leiðara eru útfellingar eða fóðringarskemmd, sem mælitæki fara ekki framhjá.



- KJ-16 Vinnsluhola 1981 m djúp. Hún er opin niður og ákjósanleg sem eftirlitshola.
- KJ-17 Vinnsluhola 2190 m djúp og er opin niður.
- KJ-18 Vinnsluhola 2215 m djúp. Hún hefur aldrei blásið. Forvitni-  
legt getur verið að fylgjast með hita og vatnsborði í henni.
- KJ-19 Vinnsluhola 2150 m djúp. Hluti af sleppistykki leiðara varð  
eftir í holunni og því er ekki hættandi að fara lengra niður en  
að leiðara með mælitæki eða á 495 m dýpi.
- KJ-20 Vinnsluhola 1823 m djúp. Mælitæki fóru ekki niður fyrir 600 m  
dýpi í ágúst síðastliðnum, en þar er efri endi leiðara.
- KJ-21 Vinnsluhola 1200 m djúp og er opin niður á 1001 m dýpi.
- KJ-22 Vinnsluhola 1877 m djúp og opin í botn.
- KJ-23 Vinnsluhola 1968 m djúp og er opin í botn.
- KJ-3A Vinnsluhola 985 m djúp og er opin niður á rúmlega 450 m dýpi.

Til eftirlitsmælinga koma eftirtalдар holur til greina: KG-5, KJ-6,  
KG-8, KJ-9, KG-10, KJ-11, KJ-14, KJ-16, KJ-17, KJ-18, KJ-21, KJ-22 OG  
KJ-23, eða 13 holur af 24, sem boraðar hafa verið.

### 3 RANNSÓKNARVERKEFNI

#### 3.1 Sýnataka úr gufuaugum

Verkefninu var stillt upp í verkefnasamningi sem rannsóknarverkefni,  
en í raun á það betur heima undir reglubundnum eftirlitsmælingum.  
Haldið var áfram nokkurs konar svæðisbundinni sýnatöku úr gufuaugum  
til að fylgjast með gasstyrksbreytingum í gufu á helstu uppstreymis-  
stöðunum. Helstu niðurstöður eru sýndar á myndum 1 og 2. Þar kemur  
fram að veruleg minnkun gasstyrks í gufu hefur orðið frá þeim tíma sem  
þessar mælingar ná yfir eða frá 1979. Ef litið er á hlutfall CO<sub>2</sub> og  
H<sub>2</sub>S á mynd 2 þá ber mest á háu gildi í "Auga við veg" og er það nokkuð  
á skjön við það, sem áður hefur komið fram. Annars eru öll önnur  
gildi lakkandi og bera ljóst vitni þverrandi kvikuáhrifa á norðanverðu  
Leirbotnasvæðinu en á því sunnanverðu eru þau horfin með þessari einu  
undatekningu, þ.e. "Auga við veg".

### 3.2 Úrvinnsla eldri gagna

Á árinu var ráðist í að koma borholugögnum á tölvutækt form og teikna síðan markveðustu mælipættina með tíma. Það auðveldar verulega í framtíðinni allan samanburð og úrvinnslu á gögnum.

Megin hluti efnagreininganna voru þegar til á tölvutæku formi, en þar þurfti að fara fram flokkun á gögnunum áður en endanleg skrá var gerð. Eftirtalin efni voru valin til birtingar:

- (i) SiO<sub>2</sub>, Na, K og Ca, sem gefa til kynna hitabreytingar ef einhverjar verða.
- (ii) Hlutfall Cl/F, sem gefur til kynna breytingar á rennsli eða rennslisleið.
- (iii) Hlutfall CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S, sem er mælikvarði á kvikuvirkni borholuvökva.
- (iv) Gasstyrkur í gufu, sem er mælikvarði á nýtanleika borholuvökva.

Veruleg vinna fór í að safna saman og koma aflmælingum á skipulegt tölvutækt form. Notað var forritið Tölvuforrit til skráningar og úrvinnslu afkastamælinga (Trausti Hauksson o.fl. 1985). Langt er nú komið að slá gögn inn og lýkur því væntanlega fljótlega eftir áramót. Helstu þættir sem voru valdir til að sýna breytingar með tíma eru:

- (i) Holutoppsprýstingur
- (ii) Varmainnihald
- (iii) Afköst við 7 bar y skiljuþrýsting og svo 2.2 bar y skiljuþrýsting.
- (iv) Blásturssaga, sem gerir nokkurn veginn grein fyrir blendustærðum eða krítískum stútum, sem holan hefur blásið gegnum um ævina.

Hita- og þrýstimælingar voru til að mjög litlu leyti á tölvutæku formi og hefur verið bætt úr því. Öll gögn eru komin inn á tölvu og hefur forritið Vinnsla eftir Ómar Sigurðsson verið notað til raða þeim og teikna. Helstu þættir sem voru valdir til að sýna breytingar með tíma eru:

- (i) Hitastig af tveimur tilteknum dýpum í holum og er það breytilegt eftir vinnslusvæði, hvaða dýpi voru valin.
- (ii) Þrýstingsgildi voru valin á sama hátt og hitastig.

Dæmi um endanlega uppsetningu þessara gagna á myndrænan hátt er að finna á myndum 3a-3h, en þar eru öll fyrirbyggjandi gögn um holu KJ-16. Útskrift á öllum fyrirbyggjandi mælingum kemur til með að fylgja teikniröð hverrar holu.

Til stóð að ljúka við samantektarskýrslur fyrir holur KG-12 og KJ-15, en vegna óviðráðanlegra atvika varð að fresta því, en ráðgert er að ljúka verkinu fyrir maíuðarmótin janúar/febrúar 1987.

#### 4 SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR

Megin niðurstöður eftirlitsmælinga eru sem hér segir:

- (i) Samanlagt afl þeirra 8 háþrýstihola sem nýttar eru reiknast meira en haustin 1984 og 1985 og er núna (við 7 bar-a) 63,5 kg/s af háþrýstigufu. Holurnar gefa auk þess um 4,9 kg/s af lágþrýstigufu (2,2 bar-a).
- (ii) Gas mælist með minnsta móti í nýttum háþrýstiholum haustið 1986.
- (iii) Lítil þrýstilækkun er á Leirbotna- og Suðurhlíðasvæðinu í tengslum við vinnsluna.
- (iv) Mikill niðurdráttur mælist við holu KJ-21 í Hvíthólum á vorin og er líklegt að nauðsynlegt sé í náninni framtíð að hvíla hana yfir sumartímann óháð því hvort virkjunin sé í framleiðslu eður ei.
- (v) Nýtt lágþrýstigufa er svipuð því og var í fyrra eða 11,3 kg/s og fæst hún úr holum KJ-7 og KG-5 ásamt háþrýstiholunum.

#### 5 TILLÖGUR UM EFTIRLIT OG RANNSÓKNIR 1987

##### 5.1 EFTIRLIT

1. Taka sýni og aflmæla allar blásandi holur að vori og hausti og ef ástæða þykir til þá að hleypa upp holum til mælinga eins og t.d. holu 8. Eins og staðan er nú er um eftirtaldar holur að ræða: KJ-3A, KG-5, KJ-7, KG-8, KJ-9, KJ-11, KG-12, KJ-13, KJ-14, KJ-15, KJ-16, KJ-17, KJ-19, KJ-20, KJ-21 og KJ-22 eða 16 holur í allt. Kostnaður við það mundi verða sem hér segir miðað við verðlag í nóvember 1986:

SÝNATAKA, EFNAGREININGAR OG AFLMÆLINGAR

Mannskapur:	4x2 menn x 7 dagar x 14.028 kr.	=	785.568
Sýnatökubíll:	4x7 dagar x 6.000 kr.	=	168.000
Efnagreiningar:	2x16 sýni x 8.450 kr.	=	270.400
Úrvinnsla á OS:	400 tímar x 840 kr.	=	336.000
Umsj. og verkstj.:	130 tímar x 1.002 kr.	=	96.945
			-----
			Kr. 1.656.913
			=====

2. Hita- og þrýstimælingar. Holur eru valdar með tilliti til þess að hægt verði að nota þær framvegis sem nokkurs konar fasta punkta innan hvers svæðis. Lagt er til að holur, sem taldar eru upp í töflu 2 verði mældar:

TAfla 2 Tillaga um hita- og þrýstimælingar 1987

Holur	Dýpi (m)	Mæling	Mældir metrar
KJ-6	1200	Hita- og þrýstim.	2.400
KJ-8	1630	Hitamæling	1.630
KJ-9	1260	Hita- og þrýstim.	2.520
KG-10	800	Hita- og vatnsb.m.	800
KJ-11	2100	Hita- og þrýstim.	4.200
KJ-16	1950	- " -	3.900
KJ-18	2185	Hitamæling	2.185
KJ-21	1000	Hita- og þrýstim.	2.000
KJ-23	1940	Hita- og þrýstim.	3.880
		Samtals	23.515

Kostnaður við borholumælingar mundi verða sem hér segir á verðlagi í nóvember 1986:

HITA- OG ÞRÝSTINGSMÆLINGAR

Mannskapur:	2 menn x 8 dagar x 14.028 kr.	=	224.448
Mælingabíll:	10 dagar x 6.000 kr.	=	60.000
Mælingamagn:	23.515 m x 11 kr.	=	258.665
Úrvinnsla á OS:	120 tímar x 840 kr.	=	100.800
Umsj. og verkstj.:	50 tímar x 1.002 kr.	=	50.100
			-----
			Kr. 694.013
			=====

3. Ástæða er til að mæla aflferla nokkurra hola eins og KG-5, KG-8, KJ-9, KJ-21 og KJ-22. Eðliseiginleikar annarra hola eru á þann veg að það væri líklega margra mánaða verk að fá aflferil, en við ofangreindar holur er þetta vart meira en viku vinna við hverja, sem væri hægt að skipta niður á starfsmenn virkjunarinnar og að einhverju leyti starfsmenn Orkustofnunar.
4. Á árunum 1981-1984 voru gerðir viðamiklir líkanreikningar af Suðurhlíða- og Leirbotnasvæðinu. Hluti af þessum reikningum var gerð vinnslulíkans (Well by Well Model) og síðan vinnsluspár fyrir svæðin. Helstu gögn er gengu inn í vinnslulíkanið voru grunnlíkan svæðanna (Natural State Model), staðsetning borhola og vinnslusaga þeirra. Vinnsluspáin sagði síðan fyrir þróun svæðanna miðað við ákveðna vinnslu, þ.e. aflrýrnun borhola, breytingar í varmainsihaldi og afköstum, niðurdrátt í svæðunum, myndun gufupúða við vinnsluholur o.s.frv. Tímabært verður að teljast að endurskoða þessa reikninga og spár í ljósi síðari athugana. Þau gögn er lágu fyrir í síðustu reikningum náðu til og með ársins 1982. Setja þarf inn í líkanið aflsögu holanna síðustu fjögur árin, nýjar upplýsingar um staðsetningu hola á Leirbotnasvæðinu samkvæmt hallamælingum í holunum, og síðast en ekki síst að bera saman nýja vinnsluspá við þær upplýsingar sem fengist hafa um niðurdrátt í svæðunum. Líkanreikningarnir voru á sínum tíma framkvæmdir af Guðmundi Böðvarssyni hjá LBL í California og er lagt til að svo verði áfram.

Kostnaður er áætlaður um kr. 600.000,-

Kostnaður samtals við eftirlit er kr. 2.950.926,-

## 5.2 RANNSÓKNARVERKEFNI

Rannsóknarverkefni eru þau verkefni, sem eru utan venjubundins eftirlits. Vinna við eldri gögn vegna rannsókna og eftirlits við Kröfluvirkjun hefur fallið undir þennan lið. Mikil áhersla var lögð á það í fyrra að koma eftirlitsgögnum á tölvutækt form til að auðvelda alla úrvinnslu við þau verk í náinni framtíð. Útbúnar voru lausblaðamöppur fyrir flestar vinnslu- og eftirlitsholur. Ástæða er til að hafa umfang verkefnissins svipað og í fyrra og ljúka því verki er þá var hafist handa við. Auk þess þarf að útbúa yfirlitsmyndir af flestum holanna og túlka fyrirliggjandi gögn fyrir hverja holu. Að öðru leyti er sundurliðun kostnaðaráætlunar hér að neðan byggð á greinargerð með rannsóknarverkefnum frá því í fyrra. Greinargerðin fylgir hér með í viðauka. Allur kostnaður hér á eftir miðast við verðlag í nóvember 1986.

Úrvinnsla úr eldri gögnum, þar sem frá var horfið 1986:

Úrvinnsla á OS:	liður a 250 t x 840 kr.	=	210.000
- " -	: liður b 250 t x 840 kr.	=	210.000
- " -	: liður d 250 t x 840 kr.	=	210.000
Umsj. og verkstj.:	60 tímar x 1.002 kr.	=	60.120
			-----
		Kr.	690.120
			=====

Í annan stað er mikilvægt að halda áfram eftirliti með styrk gass í gufu helstu uppstreymisstaða á Kröflusvæðinu að minnsta kosti þar til ljóst er að áhrif kvikugasa séu ekki til staðar lengur. Kostnaður við það er svipaður og í fyrra.

Sýnataka úr gufuaugum

Mannskapur:	2 menn x 6 dagar x 14.028 kr	=	168.336
Sýnatökubíll:	5 dagar x 6.000 kr	=	30.000
Efnagreiningar:	8 sýni x 8.450 kr	=	67.600
Úrvinnsla á OS:	50 tímar x 840 kr	=	42.000
Umsj. og verkstj.:	30 tímar x 1.002 kr.	=	30.060
			-----
		Samtals	337.996
			=====

Ef litið er til lengri tíma og viðhalds- eða viðbótarboranir vegna stækkunar hafðar í huga, þá er komin ný tækni til að skyggast niður á dýptarbilið frá 500 til 3000 m dýpis og verður gerð grein fyrir henni hér á eftir.

Hefðbundnar viðnámsmælingar (Schlumberger- og viðnámsniðsmælingar) hafa veitt mikilvægar upplýsingar um legu lágviðnámssvæða sem tengjast háhitasvæðum, sagt til um breytilega dýpt niður á það og hvort hátt viðnám leynist þar undir. Dýptarskynjun þeirra er einungis um 700-800 m sem er bagalegt þar sem vinnsluholur eru að vinna vökva á dýptarbilinu 800-2000 m.

Síðastliðið sumar stóð Orkustofnun, í samvinnu við Hitaveitu Reykjavíkur, fyrir tilraunum með mæliaðferðir til að skyggjast dýpra. Þessar tilraunamælingar fóru að mestu fram á Nesjavöllum. Reyndar voru þrennskonar mæliaðferðir: Tvíþólmælingar, TEM-mælingar (Transient Electromagnetics) og HMT-mælingar (High Frequency Magnetotellurics). Úrvinnsla þessara gagna hefur ekki farið fram ennþá nema að mjög litlu leyti þannig að á þessari stundu er ekki hægt að segja til með neinni vissu hver þeirra muni henta best.

Safnað var nokkru magni af gögnum með tvíþól- og TEM-mælingum, en HMT-mælingarnar miðuðust fyrst og fremst við að kanna hvort fyrir hendi væri nægjanlegt merki á því tíðnbili (0,1-10 Hz) sem hentar til að kanna viðnámsskipan á 500-3000 m dýpi. Fengin voru að láni tæki frá Háskólanum í Uppsala og ennfremur voru notuð ný tæki smíðuð á Orkustofnun. Frumathugun gagna bendir til þess að nægjanlegt merki sé á þessu tíðnbili. Ef svo er, þá benda líkur til þess að HMT-mælingar séu fýsilegasti kosturinn til að kanna viðnámsskipanina dýpra en hægt hefur verið hingað til.

Í HMT-mælingum eru mældar samtímis í yfirborði jarðar náttúrulegar segulsviðssveiflur og rafsviðssveiflur sem spanast. Út frá styrk þessara sveiflna má fá upplýsingar um viðnámsskipan undir mælistað. Reiknað er út sýndarviðnám sem fall að tíðni sveiflanna og eftir því sem tíðnin er lægri fást upplýsingar um viðnámsskipan á meira dýpi.

Í ljósi þessa er því lagt til að sumarið 1987 verði gerðar HMT-mælingar á jarðhitasvæðinu við Kröflu. Það skal þó tekið skýrt fram að þessi tillaga er gerð með þeim fyrirvara að frekari úrvinnsla gagna frá sumrinu 1986 staðfesti að nægjanlegt merki sé fyrir hendi. Sú vitneskja ætti að liggja fyrir snemma á næsta ári. Lagt er til að mældar verði 25 stöðvar og þeim verði raðað í net 2 \* 2 km stórt með 500 m möskva.

Á Orkustofnun er ekki fyrir hendi jafnmikil reynsla af HMT-mælingum og af hefðbundnum viðnámsmælingum. Tíma- og kostnaðaráætlun fyrir þessar mælingar verður því nokkuð óviss bæði hvað varðar framkvæmd þeirra og úrvinnslu. Í þeirri kostnaðaráætlun sem sett er fram hér á eftir er gert ráð fyrir að tveir menn mæli tvær stöðvar á dag. Í úrvinnsluþættinum er það einkum umfang tvívíðrar túlkunar og tölvukostnaður henni samfara sem teljast verður nokkuð óviss.

Kostnaðaráætlun

HMT-mælingar:

-----  
Útvinna (25 stöðvar, 2 menn)  
25 stöðvar \* 0,5 dagar/stöð \* 43 kr/dag = 538.000

Úrvinnsla:

Einvíð túlkun: 6 v \* 42 kr/v = 252.000

Einvíð túlkun: Tölvukostnaður = 100.000

Tvívíð túlkun: 10 v \* 42 kr/v = 420.000

Tvívíð túlkun: Tölvukostnaður = 300.000

-----  
Samtals: kr. 1.610.000  
=====

Kostnaður samtals við rannsóknarverkefni er kr. 2.638.116



## HEIMILDIR

Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson, Guðjón Guðmundsson og Halldór Ármannsson 1984: Gufuöflun í Kröflu 1974-1984. OS-84086/JHD-38 B, 28 bls.

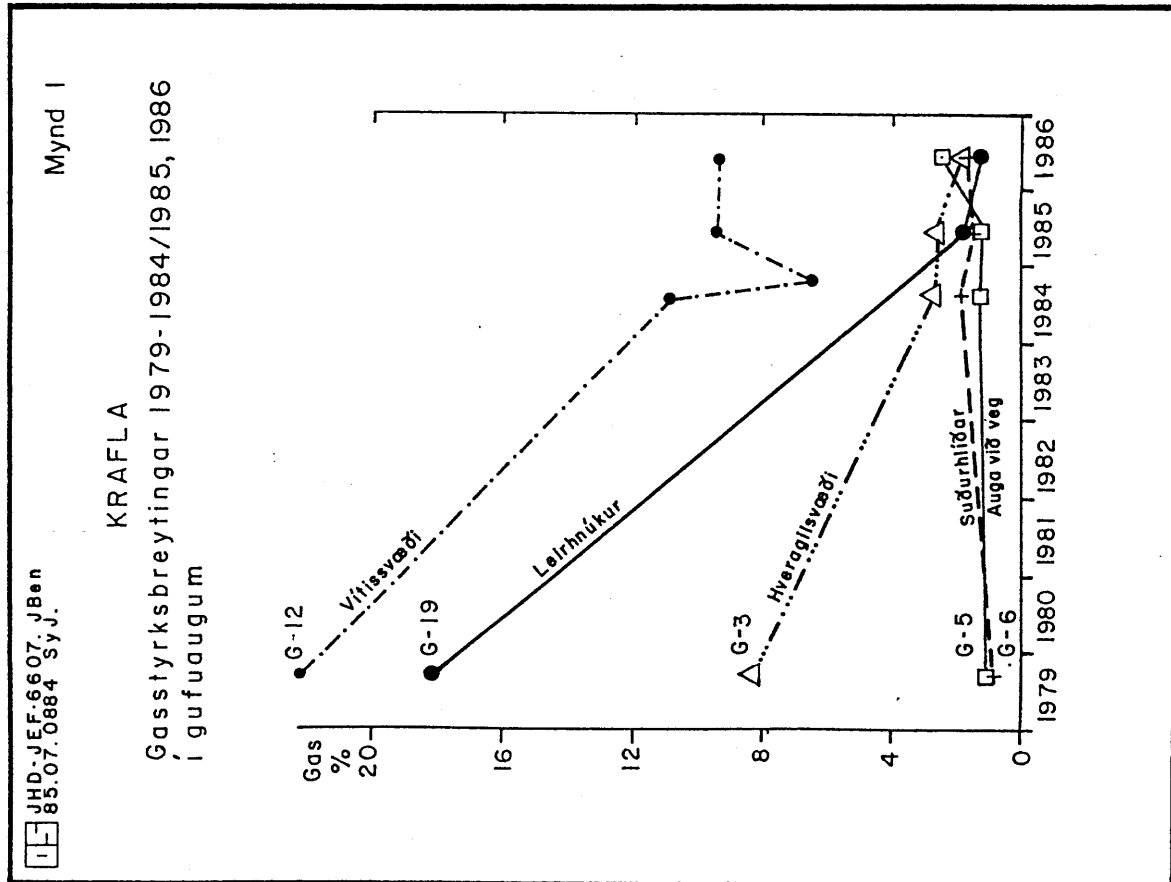
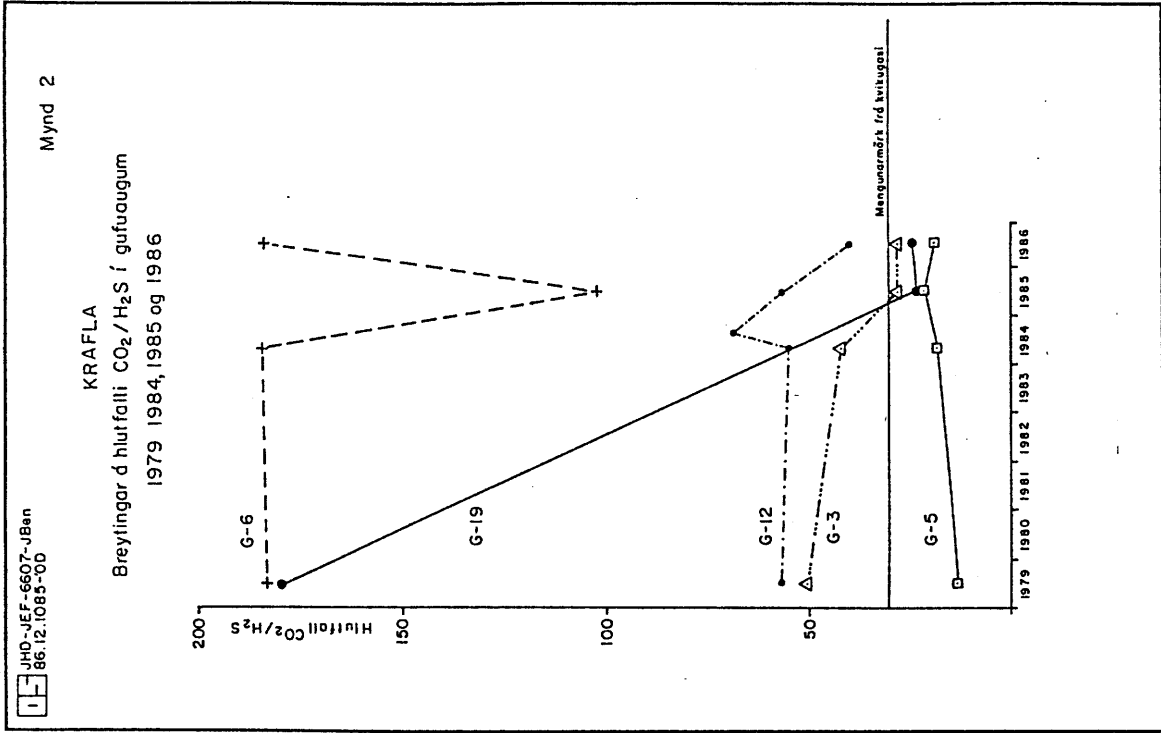
Benedikt Steingrímsson og Guðjón Guðmundsson 1986: KRAFLA. Borholu-  
mælingar árið 1985. OS-86062/JHD-24 B, 39 bls.

Guðjón Guðmundsson og Guðlaugur Hermannsson 1986: KRAFLA. Borholu-  
mælingar árið 1986. OS-86063/JHD-25 B, 35 bls.

Jón Benjamínsson og Auður Ingimarsdóttir 1986: KRAFLA. Eftirlit með  
borholum í ágúst 1986. OS-86067/JHD-28, 71 bls.

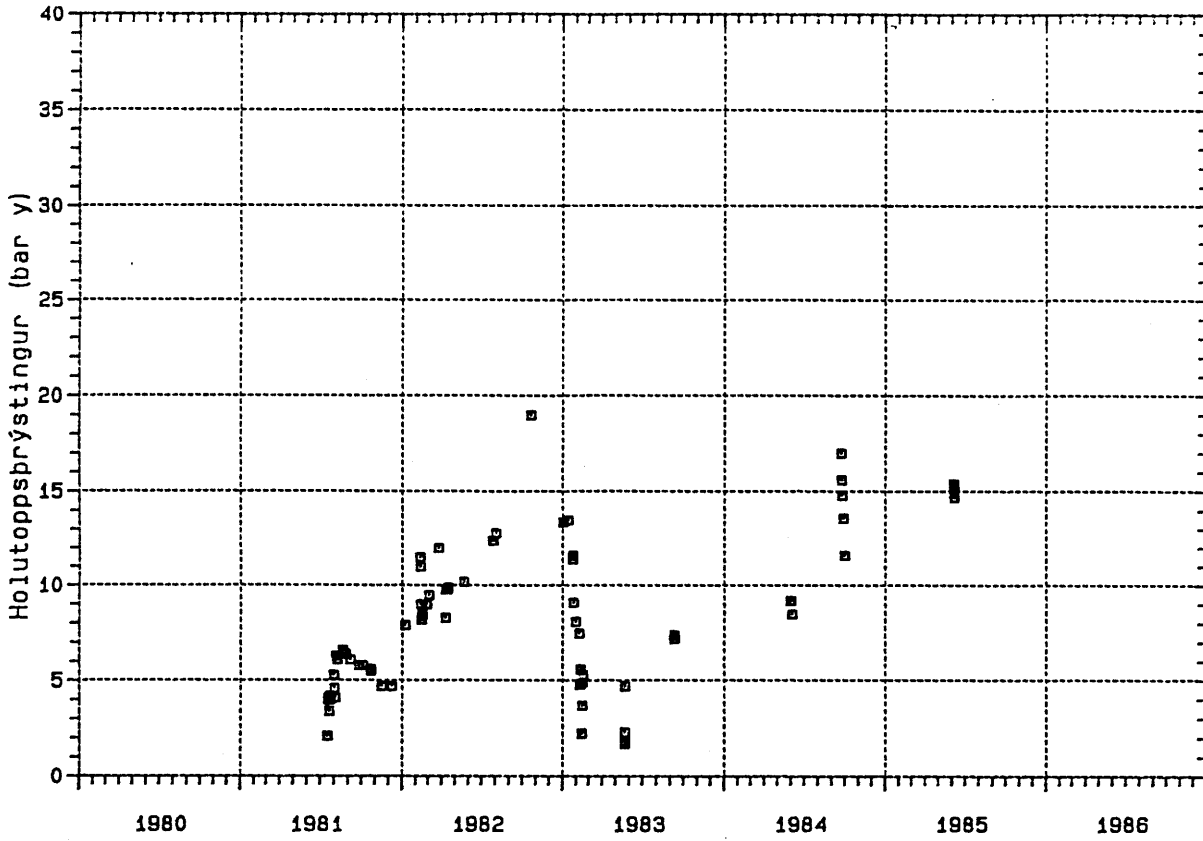
Trausti Hauksson, Hjörleifur Jakobsson, Sæþór L. Jónsson og Sverrir Þórhallsson 1985: Tölvuforrit til skráningar og úrvinnslu  
afkastamælinga. OS-85080/JHD-39 b, 29 bls.

Vigdís Hjaltadóttir og Kristján Hrafn Sigurðsson 1986: KRAFLA.  
Sýnataka og aflmælingar í maí 1986. OS-86047/JHD-15 B, 14 bls.



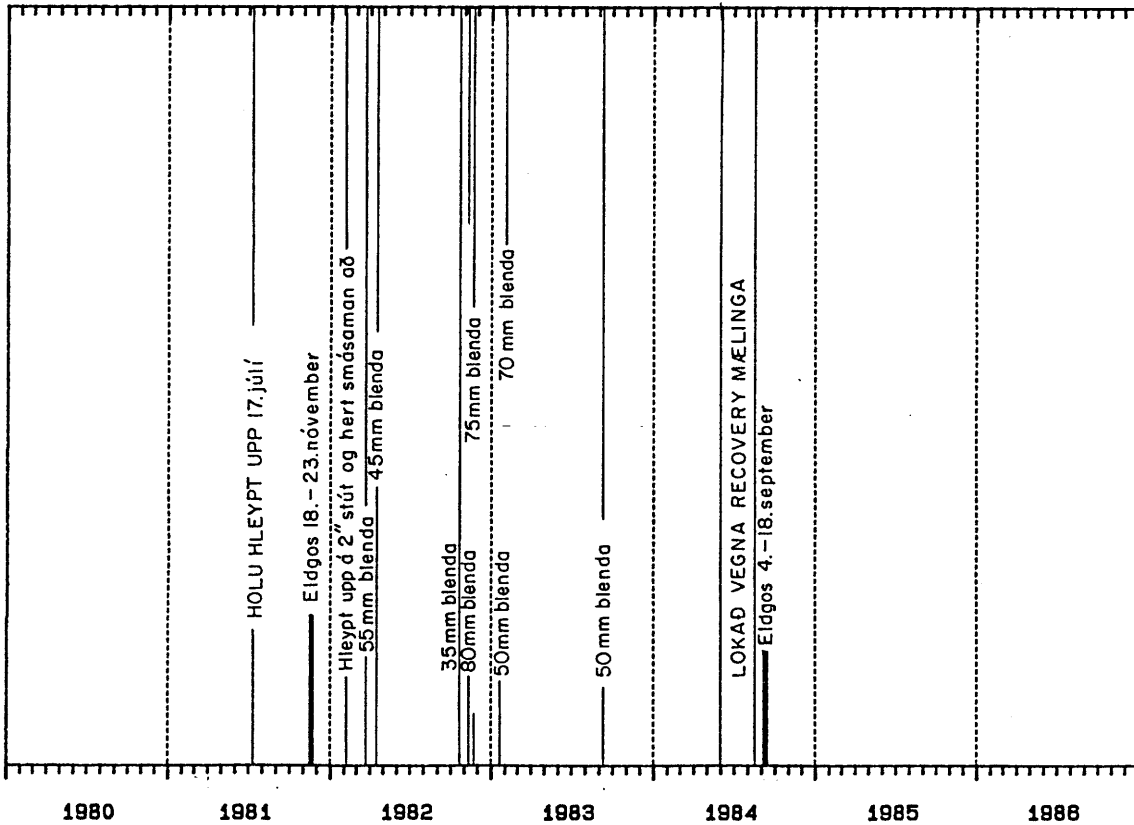
JHD-BJ-6607 Ásg  
86.11.1088 T

### KRAFLA HOLA KJ-16 AFKASTAMÆLINGAR



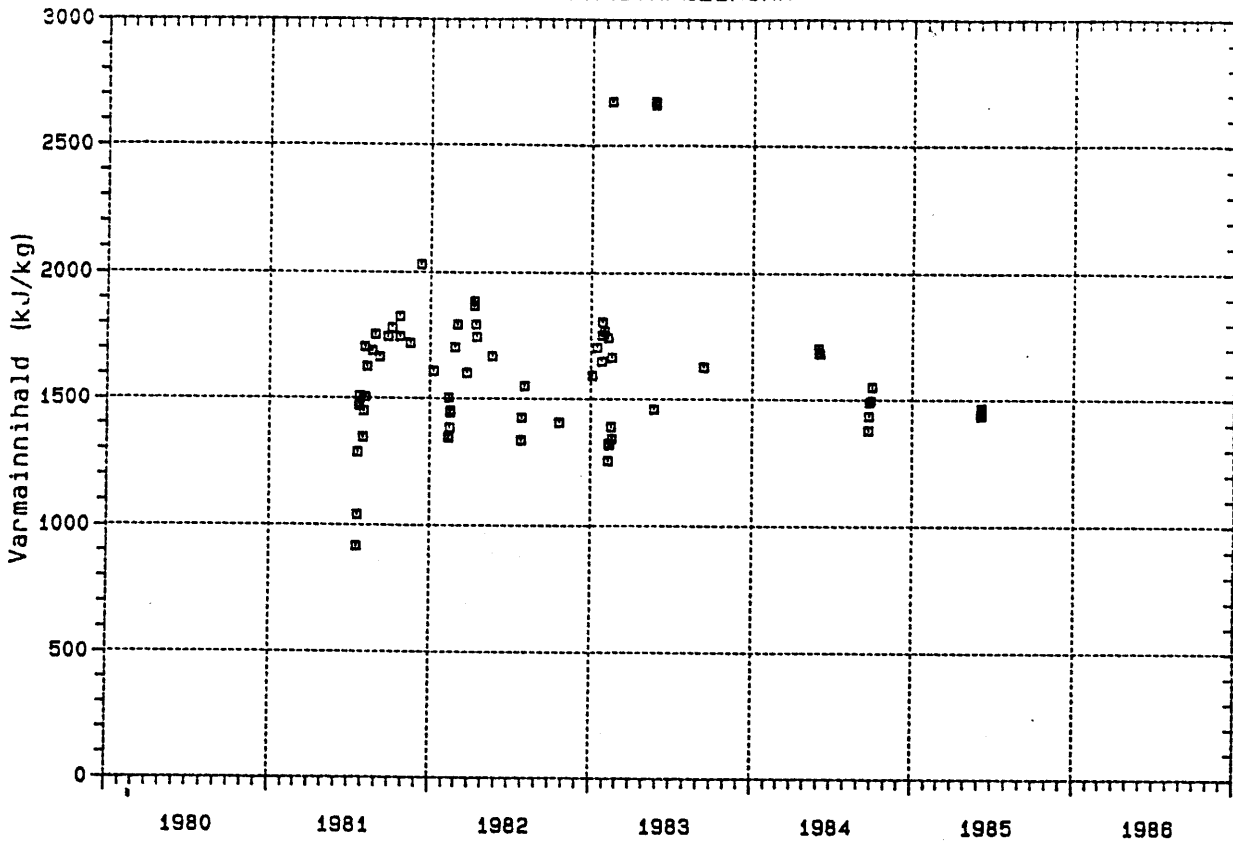
JHD-BJ-6607-Ásg  
86.12.1105-00/T

### KRAFLA HOLA KJ-16 BLÁSTURSSAGA



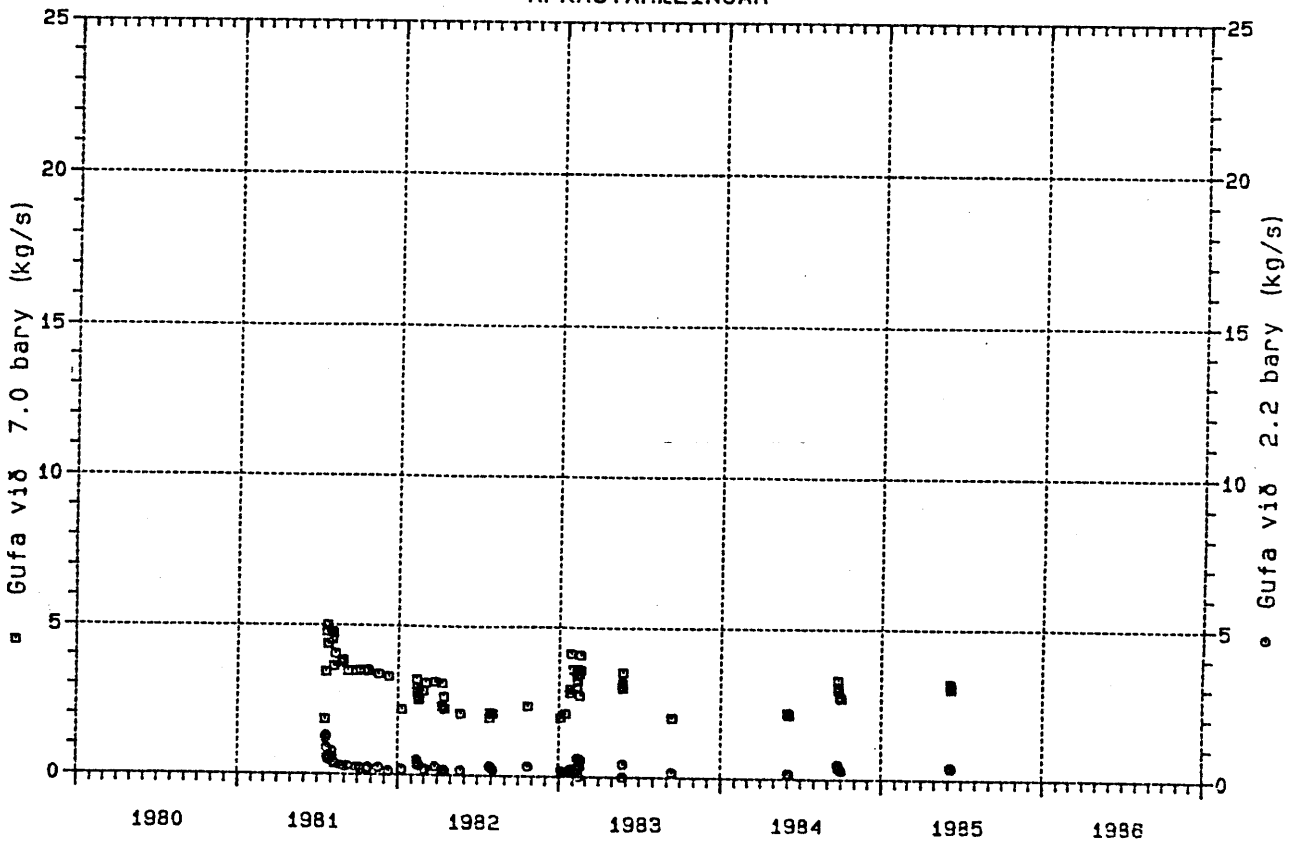
JHD-BJ-8607 As6  
86.11.1089 T

### KRAFLA HOLA KJ-16 AFKASTAMÆLINGAR



JHD-BJ-8607 As6  
86.11.1070 T

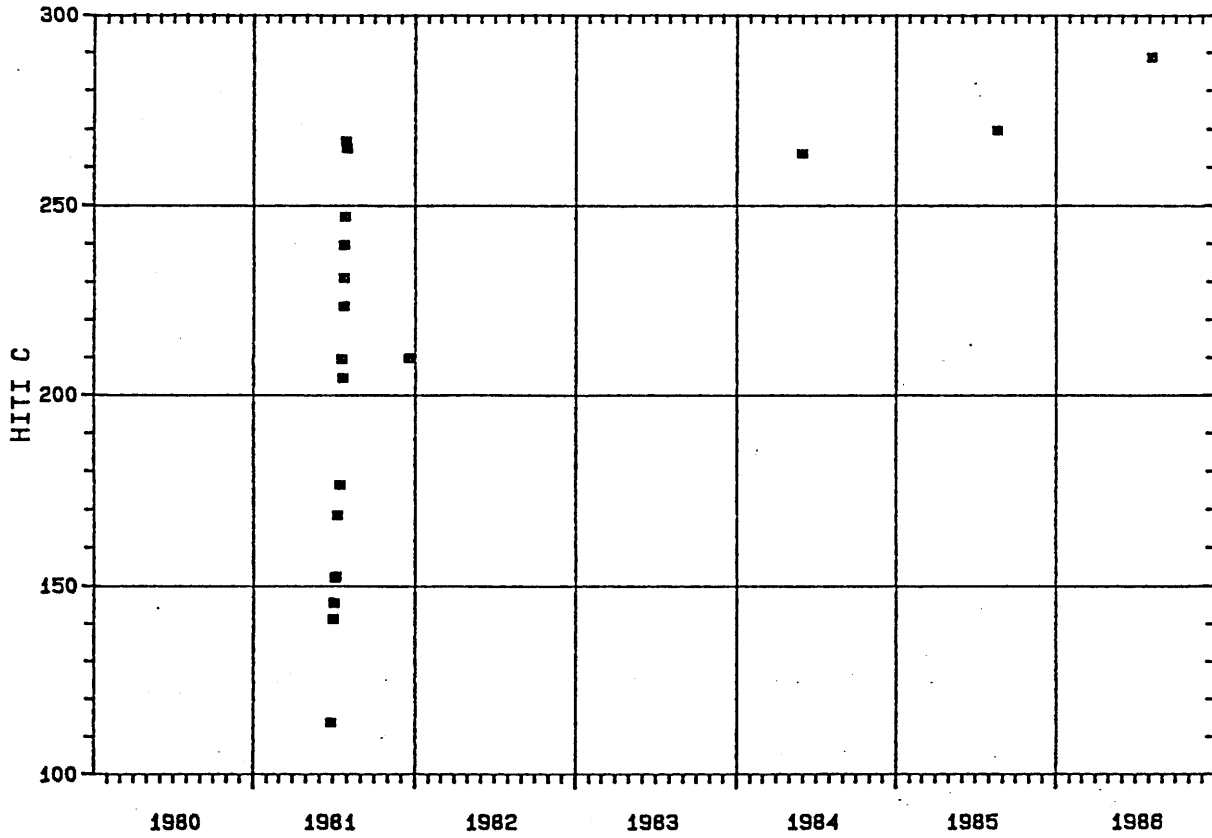
### KRAFLA HOLA KJ-16 AFKASTAMÆLINGAR



JHD-BJ-6607 6Sv  
86.11.1042 T

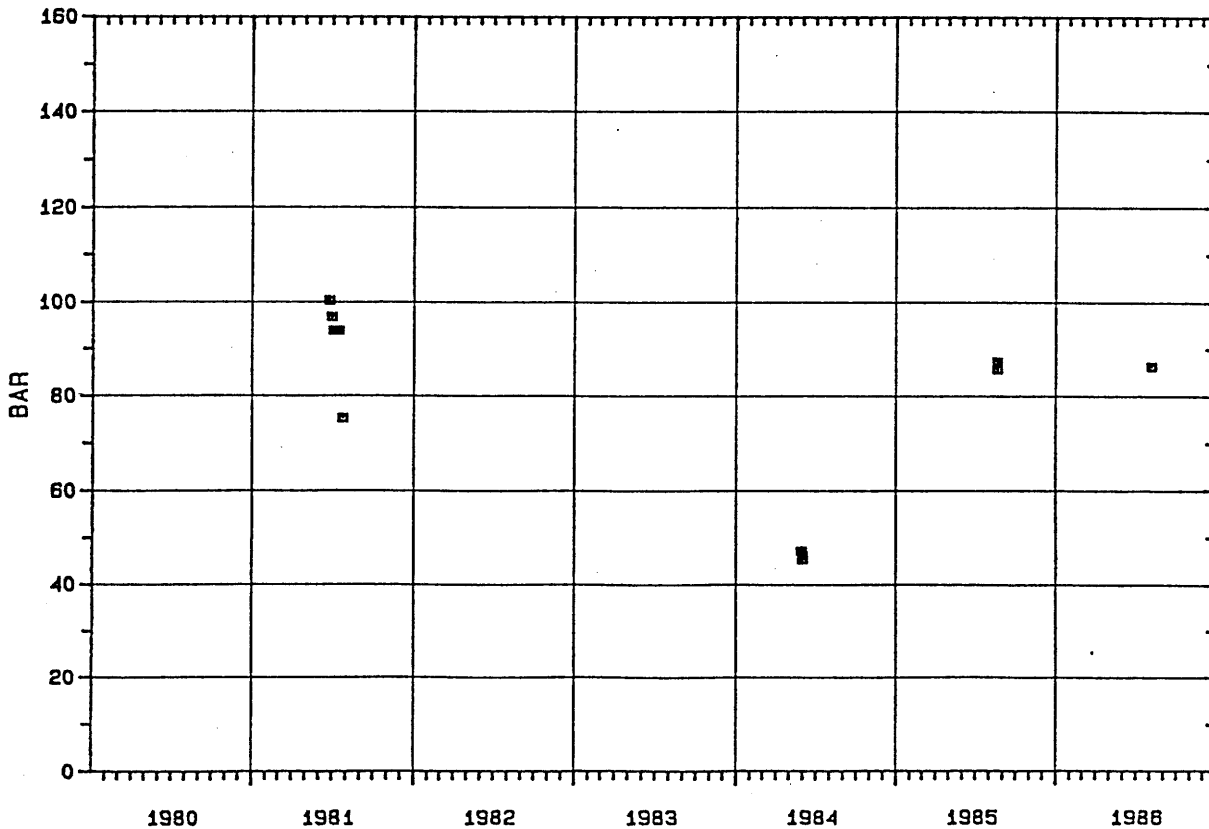
MYND 3c

### KRAFLA HOLA KJ-16 HITI Á 1200 M DÝPI



JHD-BJ-6607 6Sv  
86.11.1044 T

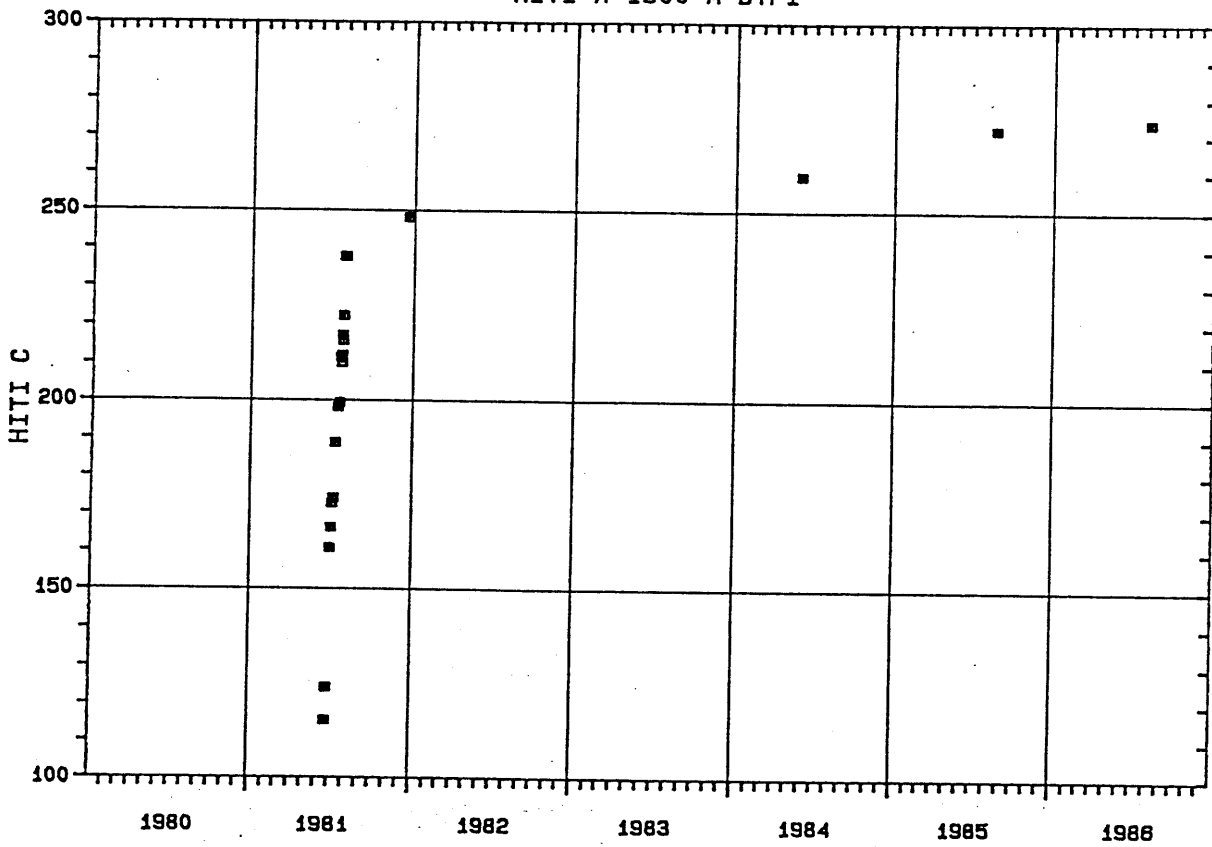
### KRAFLA HOLA KJ-16 ÞRYSTINGUR Á 1200 M DÝPI



JHD-BJ-6607 65v  
86.11.1043 T

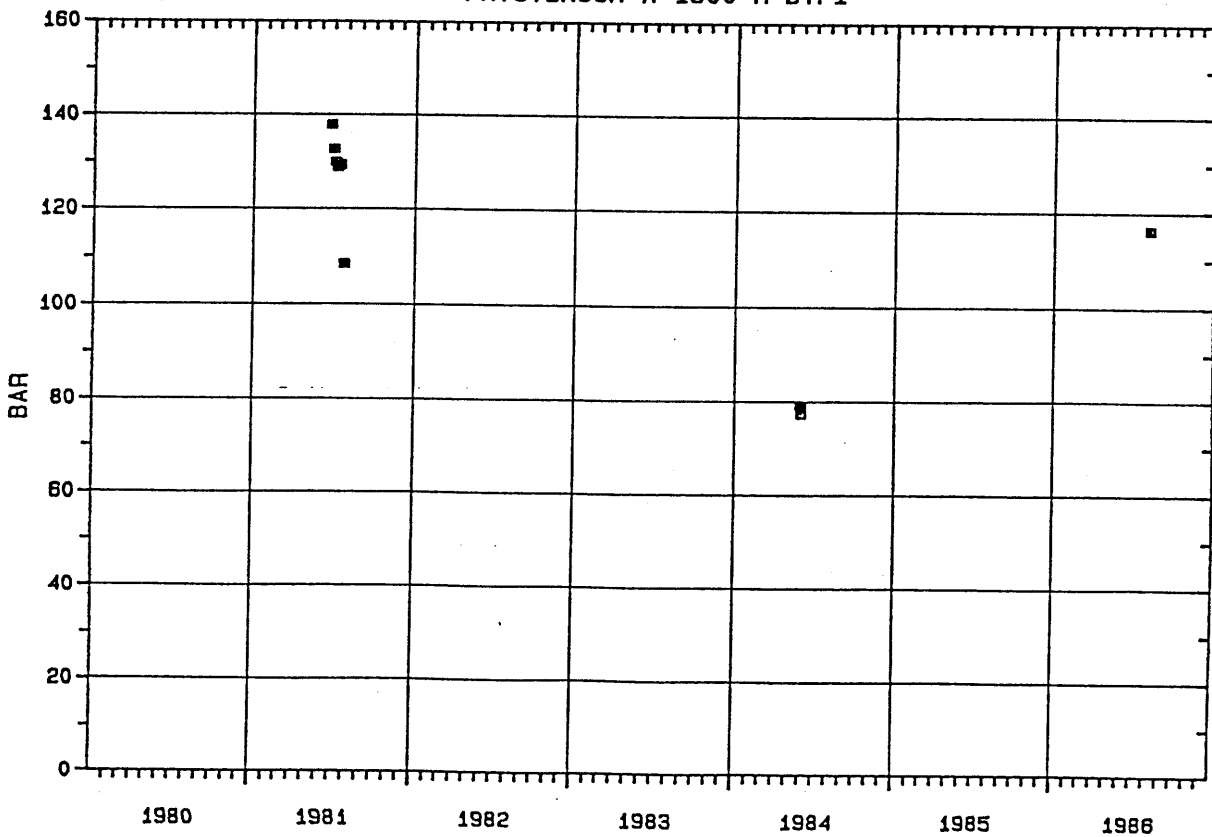
MYND 3d

### KRAFLA HOLA KJ-16 HITI Á 1600 M DYPI

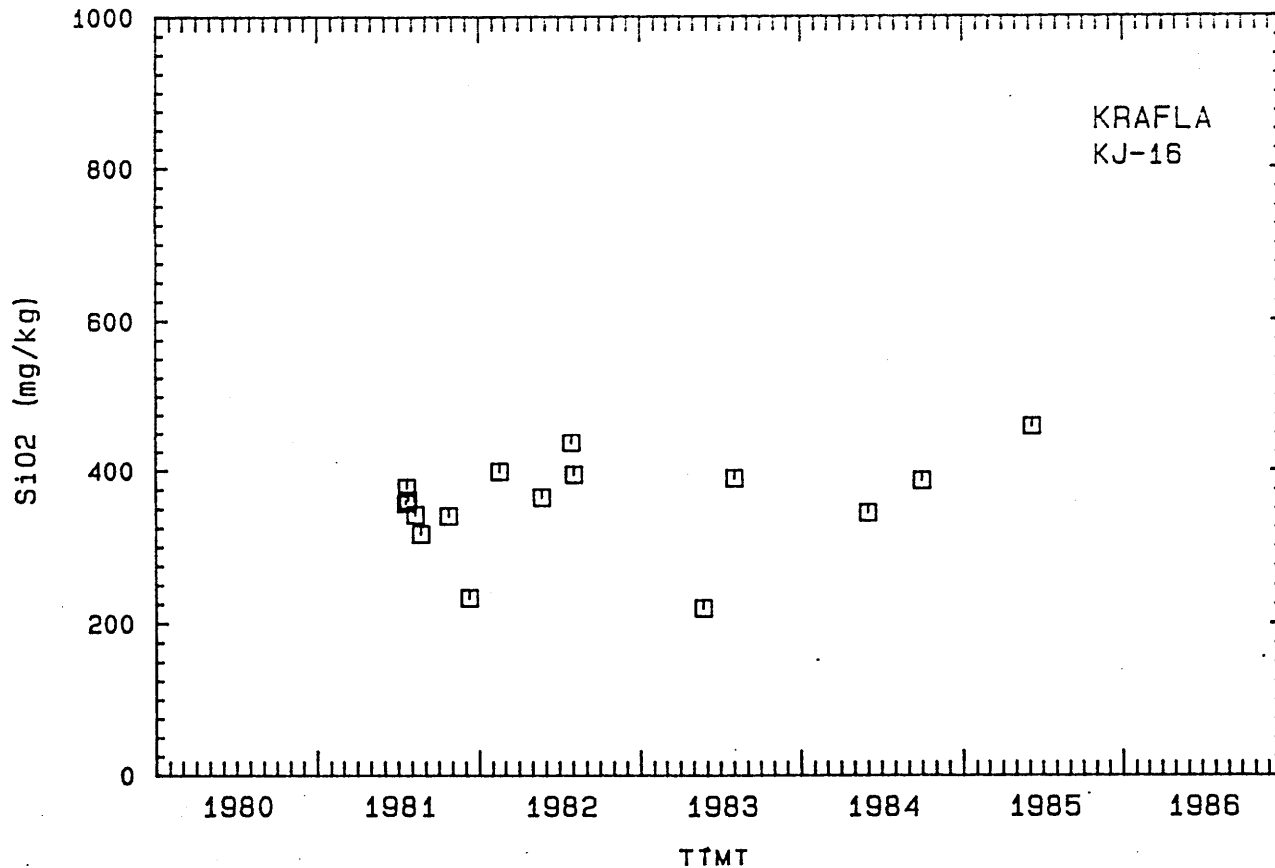


JHD-BJ-6607 65v  
86.11.1045 T

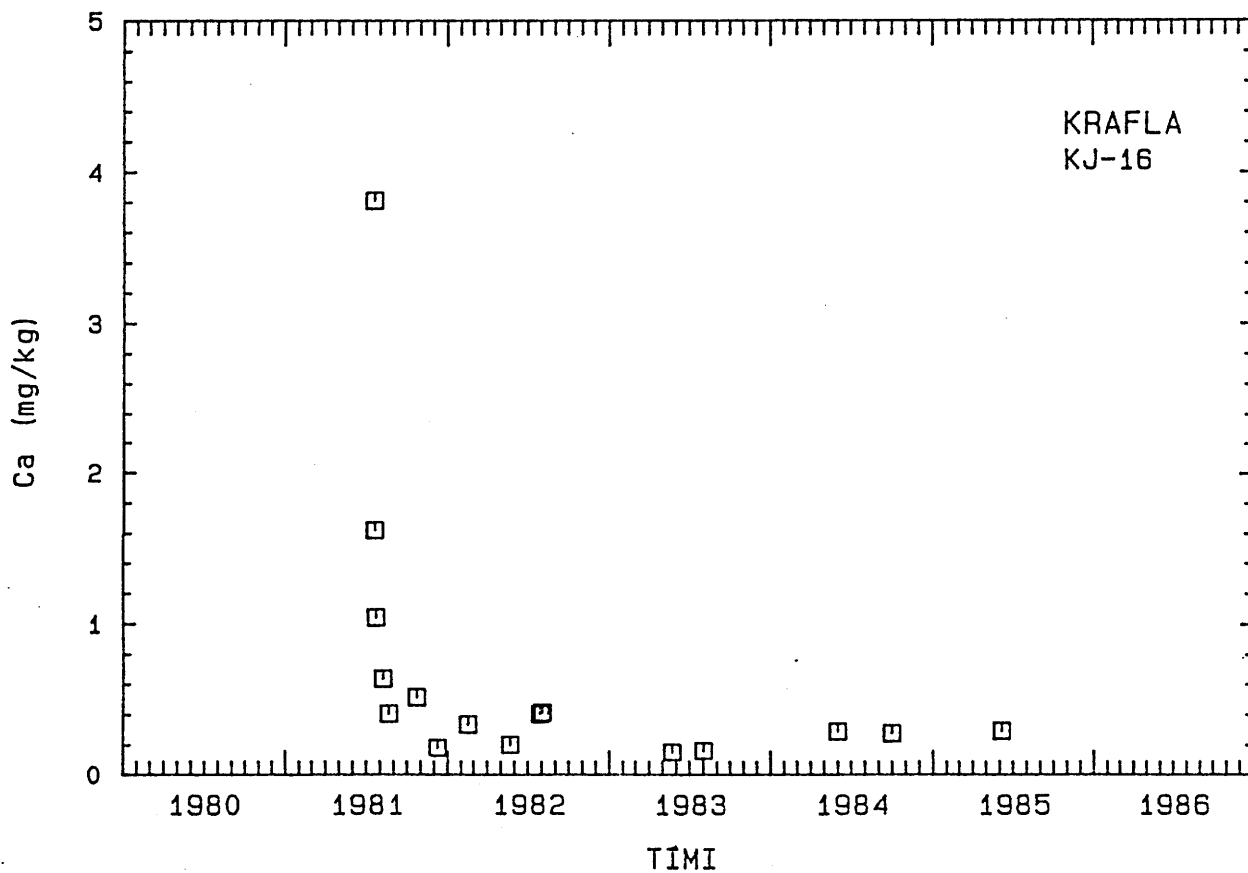
### KRAFLA HOLA KJ-16 ÞRYSTINGUR Á 1600 M DYPI



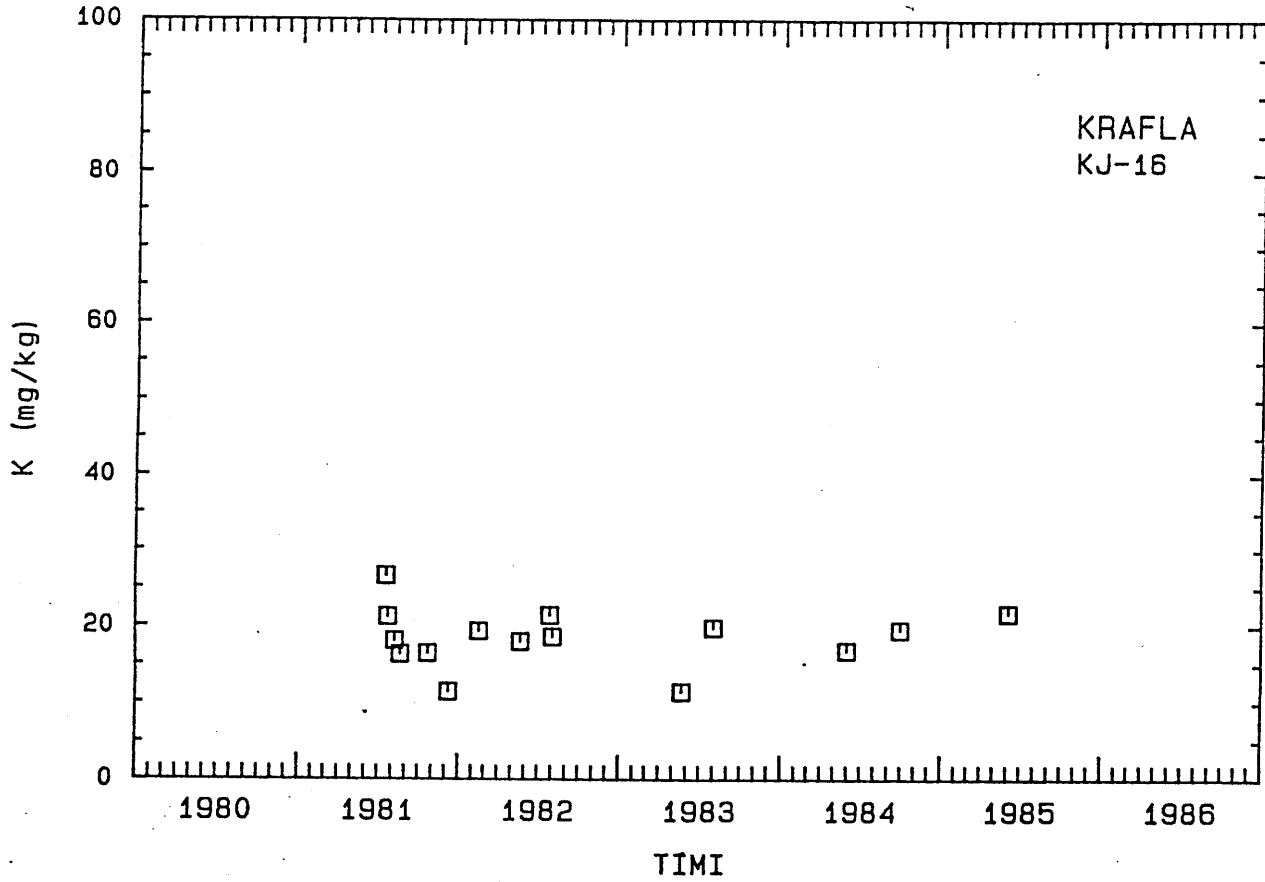
JHD-JEF-8807-M0  
88.11. 0894 T



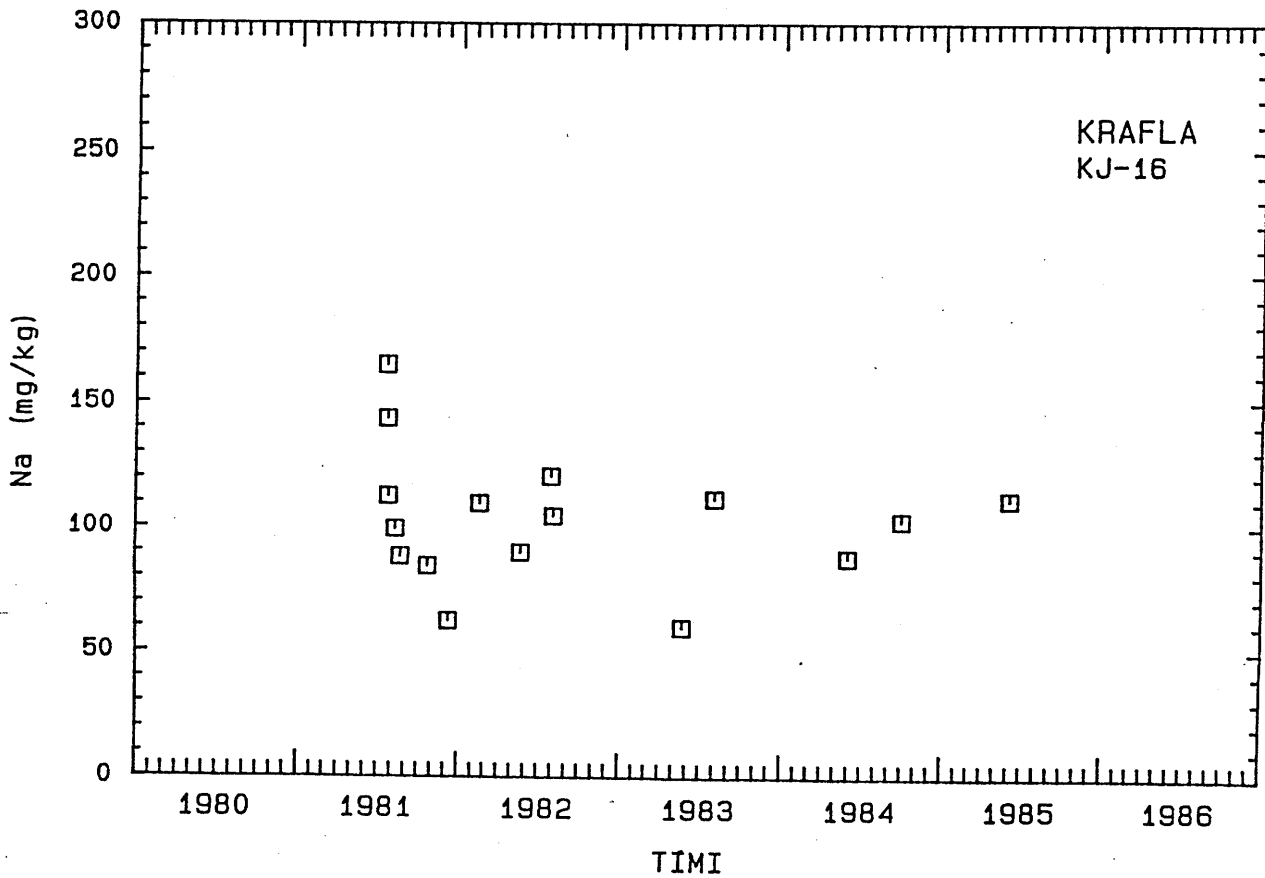
JHD-JEF-8807-M0  
88.11. 0897 T



JHD-JEF-8807-M0  
88.11. 0888 T



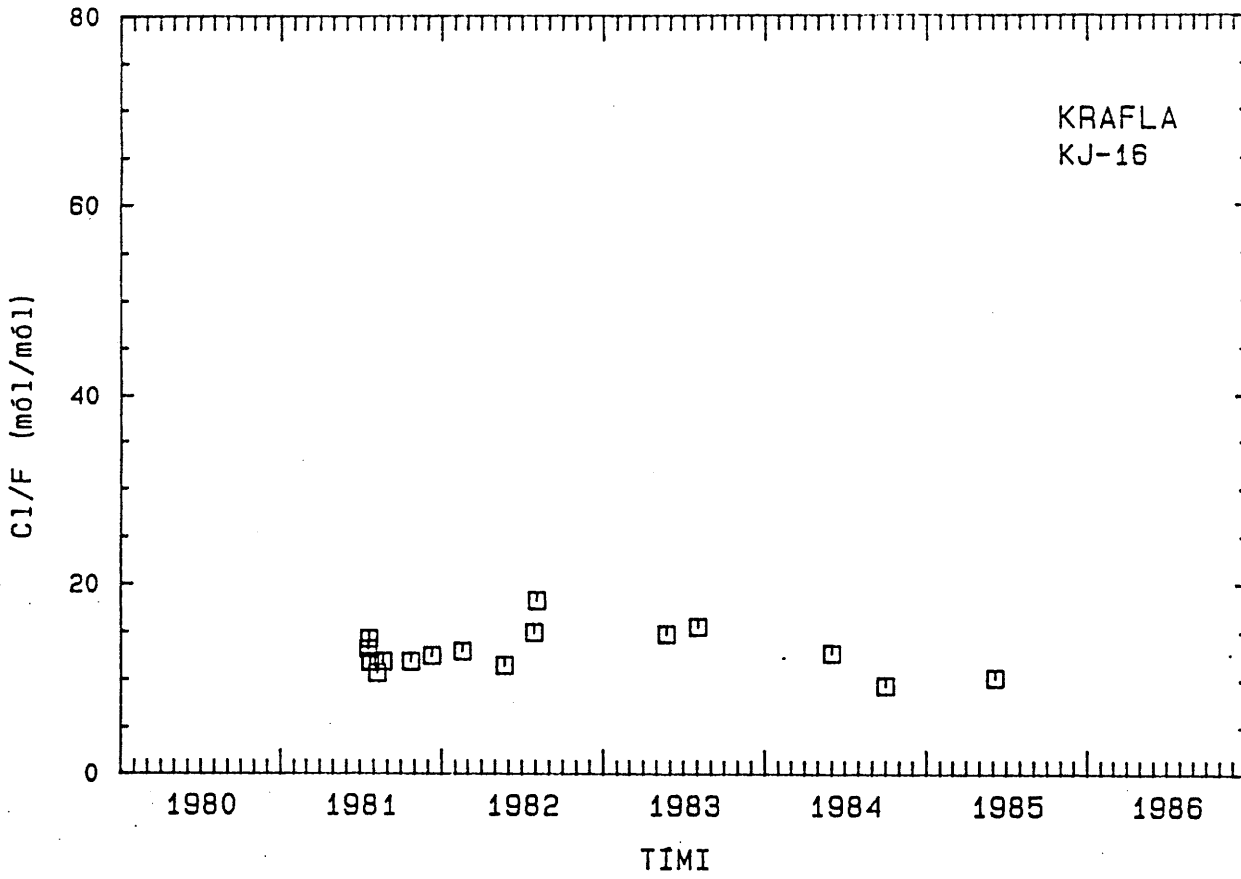
JHD-JEF-8807-M0  
88.11. 0888 T

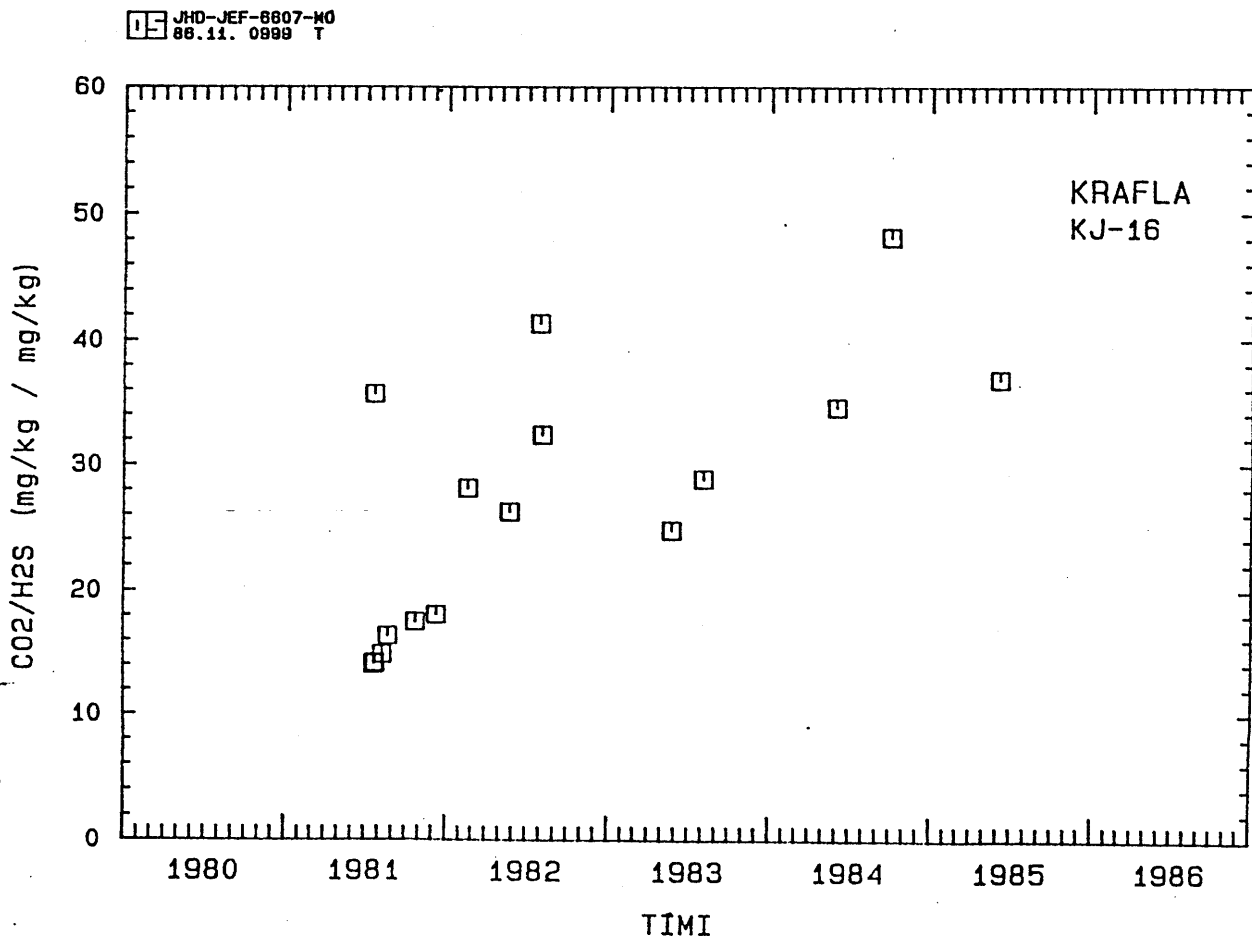
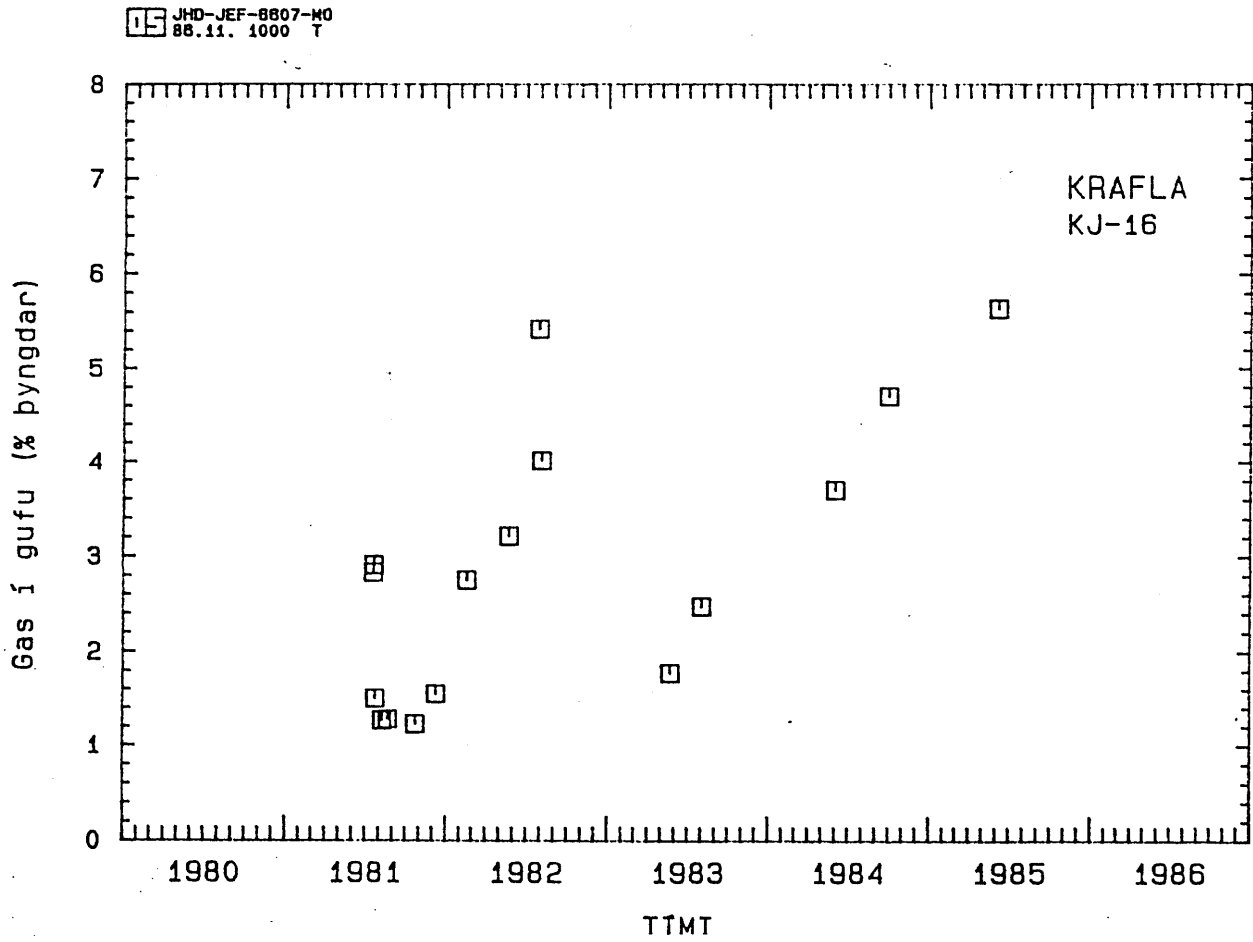




MYND 3g

JHD-JEF-8607-MO  
88.11.0888 T







VIÐAUKI

SAMNINGAR FYRIR ÁRIÐ 1986

SAMNINGUR

Undirritaðir, annars vegar Landsvirkjun, Háaleitisbraut 68, 108 Reykjavík, í samningi þessum nefndur verkkaupi, og hins vegar Jarðhitadeild Orkustofnunar, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík, í samningi þessum nefndur JHD, gera með sér svohljóðandi samning:

1. gr.

JHD tekur að sér að vera verkkaupa til ráðgjafar við orkuvinnslu úr jarðhitasvæðunum við Kröflu. JHD tekur einnig að sér að framkvæma árlega ýmsar sérhæfðar mælingar á jarðhitasvæðinu svo sem nánar er kveðið á um hér á eftir. Jafnframt mun JHD taka að sér sérstök rannsóknarverkefni, sé þess óskað, og skal þá samið um það sérstaklega hverju sinni.

Verkkaupa er ljóst að ráðgjöf sú og mælingar sem framkvæmdar eru samkvæmt þessum samningi hindra ekki né binda hendur Orkustofnunar við að gegna því hlutverki sem henni er falið í orkulögum nr. 58/1967.

2. gr.

Um tíðni mælinga, umfang ráðgjafar og áætlaðan kostnað þessu samfara skal samið sérstaklega, fyrirfram fyrir eitt ár í senn. Slíkt samkomulag skal skoðast sem fylgiskjal með þessum samningi hverju sinni.

3. gr.

Ráðgjöf JHD varðandi rekstur jarðhitasvæðisins og sérhæfðar mælingar á því taka til eftirfarandi atriða:

1. Mælingar á rennsli og varmánnihaldi borholuvökva, svo og í samvinnu við verkkaupa aflmælingu á einstökum borholum, auk úrvinnslu gagna og skýrslugerð.
2. JHD tekur að sér að koma upp vatnsstöðumælum, þar sem það er talið nauðsynlegt að mati samningsaðila, og annast úrvinnslu gagna, en verkkaupi sér um eftirlit á mælum.
3. JHD innir af hendi mælingar á borholum, eftir nánara samkomulagi (sbr. 2. grein), og túlkar niðurstöður þeirra.

4. JHD sér um efnafræðilegt eftirlit með borholum á svæðinu með töku sýna úr einstökum borholum og efnagreiningu á þeim og úrvinnslu. Ennfremur annast JHD töku sýna af grunnvatni, í samráði við verkkaupa, og kannar efnafræðileg áhrif affallsvatns á grunnvatnið.

4. gr.

Fyrir brottför af virkjunarstað, að lokinni dvöl á Kröflusvæði við mælingar og rannsóknir, skulu starfsmenn JHD afhenda verkkaupa samantekt um störf ferðarinnar og helstu niðurstöður mælinga.

JHD skal að afloknum rannsóknum taka saman yfirlit um niðurstöður þeirra og senda verkkaupa, ásamt túlkun JHD um áhrif orkutöku ársins á rekstur svæðisins. Skýrslu þessari skal skila það tímanlega, að ákvarðanir skv. 2. grein geti byggst á henni.

5. gr.

Samningsaðilar eru sammála um að allar rannsóknir og niðurstöður JHD varðandi framangreint eru opinber gögn í eigu verkkaupa. Niðurstöður slíkra rannsókna lætur Orkustofnun fjölmiðlum ekki í té nema með samþykki verkkaupa hverju sinni. Stofnuninni og einstökum sérfræðingum hennar er heimil birting á slíkum niðurstöðum í fræðiritum eftir að þeim hefur verið skilað í skýrsluformi til verkkaupa með venjulegum tilvísunum til þess að verkið hafi verið unnið fyrir hann.

6. gr.

Verkkaupi mun sjá þeim starfsmönnum JHD, sem vinna að framangreindum störfum, fyrir fríu fæði og húsnæði á virkjunarstað.

7. gr.

Greiðslur vegna samnings þessa miðast við gjaldskrá Orkustofnunar eins og hún er hverju sinni og greiðir verkkaupi fyrir verkið sem hér segir:

JHD gerir verkkaupa reikning samþykktan af umsjónarmanni JHD fyrir verkið eftir því sem það vinnst. Reikningurinn skal sundurliðast þannig að eftirgreindir kostnaðarliðir komi skýrt fram:

1. Unnar vinnustundir og/eða dagar (ef um daggjöld er að ræða).
2. Tækjagjöld (tímagjöld og/eða daggjöld eins og við á).
3. Magngjöld fyrir mælingar.
4. Reikningar fyrir ferðakostnaði og öðrum sannanlegum útgjöldum vegna verksins ásamt fylgiskjölum í frumriti.

Verkkaupi greiðir reikninginn innan mánaðar frá þeim tíma að hann fékk reikninginn í hendur, enda hafi réttmætar athugasemdir vegna reikningsins ekki borist JHD innan þess tíma.

Athugasemdir við reikninga vegna verksins skulu hafa borist eigi síðar en 20 dögum eftir útgáfudag reiknings að öðrum kosti telst reikningur samþykktur.

Almennt gildir, að hafi verkkaupi ekki greitt framangreinda reikninga eða þann hluta þeirra, sem ekki er ágreiningur um, innan eins mánaðar frá móttöku þeirra eða frá þeim tíma að athugasemdir við reikninginn voru afgreiddar falli á reikningsupphæðina lögboðnir dráttarvextir fyrir hvern byrjaðan mánuð, sem greiðslan hefur dregist fram yfir gjalddaga.

#### 8. gr.

Samningur þessi gildir frá og með 1. janúar 1986 til eins árs í senn og framlengist hann sjálfkrafa nema til komi uppsögn hans. Samningurinn er uppsegjanlegur af hálfu beggja aðila með 6 vikna fyrirvara, fyrir lok hvers samningstímabils, og skal uppsögn vera skrifleg.

#### 9. gr.

Af samningi þessum er gerð tvö samhljóða eintök, sitt handa hvorum aðila.

10. gr.

Rísi mál út af samningi þessum, er hvorum aðila um sig heimilt að reka málið fyrir bæjarþingi Reykjavíkur.

Reykjavík, 10. janúar 1986

F.h. Landsvirkjunar

F.h. Jarðhitadeildar Orkustofnunar

Steinur Örtvedt

Gudm. Pálsson

Vottar:

Ólafur Thors

Guðni Th. Jóhannsson



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild  
1986.02.07

Árlegar eftirlitsmælingar í Kröflu 1986  
Greinargerð með fylgiskjali 1  
ÁsG/03

---

## 1. SÝNATAKA OG EFNAGREININGAR - AFLMÆLINGAR

Undanfarin ár hefur JHD innt af hendi sýnatöku úr einstökum borholum fyrir Kröfluvirkjun ásamt efnagreiningu þeirra og úrvinnslu. Miðað hefur verið við þrjú sýni úr hverri holu á ári. Jafnframt voru holurnar aflmældar. Í ár óskar Landsvirkjun eftir þriðjungs minnkun á umfangi þessa þáttar rekstrareftirlitsins. Það þýðir að ekki er unnt að ná nema einu sýni úr allflestum holanna.

Tilgangurinn með sýnatökunni er fyrst og fremst að hafa eftirlit með breytingum sem verða á jarðhitakerfunum eða einstökum holum við vinnslu ásamt ráðgjöf þar að lútandi. Mælistærðirnar, sem áhuga-verðastar eru frá sjónarmiði reksturs, eru aflferli borhola og efnafræðilegar breytingar á borholuvökva (gasmagn og uppleyst efni) með tíma.

Í þessu tilefni er rétt að minna á, að borholur eru mikil mannvirki og því eðlilegt að sinna þar lágmarkseftirliti. Mat Orkustofnunar á því eru tvö sýni á ári úr hverri holu til efnagreininga. Það byggist á fenginni reynslu innanlands sem erlendis.

Kostnaðaráætlunin sem lögð er fram í fylgiskjali 1 er samkvæmt ósk Landsvirkjunar um umfang verksins.

## 2. HITÁ- OG ÞRÝSTINGSMÆLINGAR - VINNSLUHÆFNI

Markmiðið er að mæla hver áhrif orkutaka úr jarðhitakerfununum hefur á eðlisfræðilega vinnslueiginleika þeirra og spá fyrir um framtíðarhegðun kerfanna. Mælistærðirnar, sem liggja til grundvallar vinnsluhæfni eru: Niðurdráttur (þrýstingslækkun) og hitabreytingar (kæling).

Eftirlitsmælingum ársins 1986 verður hagað með svipuðum hætti og undanfarin ár.

a. Mælingar í holum sem hafa staðið lokaðar í vetur. Holur verða hitamældar og þrýstings- eða vatnsborðsmældar eftir því hvort þær eru undir þrýstingi eður ei, sem hér fer á eftir:

Holur	Dýpi (m)	Mæling	Mældir metrar
KJ-6	2000	Hita- og þrýstim.	2.000
KG-8	1630	Hitamæling	1.630
KJ-18	2185	Hitamæling	2.185
KJ-23	1940	Hita- og þrýstim.	3.880
Samtals			9.695

- b. Hita- og þrýstimælingar á vinnsluholum, sem verða lokaðar í sumar. Mælt verður í ágúst skömmu áður en holurnar fara aftur í vinnslu og eftirtaldar holur mældar:

Holur	Dýpi (m)	Mæling	Mældir metrar
KG-5	1270	Hitamæling	1.270
KJ-9	1260	Hita- og þrýstim.	2.520
KJ-20	1730	- " -	3.460
KJ-21	1000	- " -	2.000
Samtals			9.250

Að ósk Landsvirkjunar var umfang þessa eftirlitsþáttar minnkað um þriðjung svipað og með sýnatöku, efnagreiningar og aflmælingar. Hér er því um algjört lágmark að ræða og því eðlilegt að gera ráð fyrir þeim möguleika að upp geti komið óvænt staða sem kallar á frekari mælingar.

Kostnaðaráætlunin í fylgiskjali 1 er í samræmi við óskir Landsvirkjunar.

ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild  
1986.02.07

Árlegar eftirlitsmælingar í Kröflu 1986  
Fylgiskjal 1 skv. gjaldskrá 1985.11.01  
KOSTNAÐARÁÆTLUN ÁsG/SGS/01

MÆLINGARNAR SKIPTAST Í TVÖ FLOKKA:

1. SÝNATAKA OG EFNAGREININGAR

Mannskapur:	2x2 menn x 11 dagar x 9.884 kr.	=	434.896
Sýnatökubíll:	2x11 dagar x 6.000 kr.	=	132.000
Efnagreiningar:	2x10 sýni x 6.800 kr.	=	136.000
Úrvinnsla á OS:	400 tímar x 706 kr.	=	282.400
Umsj. og verkstj.:	115 tímar x 843 kr.	=	96.945

-----  
Kr. 1.082.241  
=====

2. HITÁ- OG ÞRÝSTINGSMÆLINGAR

Mannskapur:	2 menn x 7 dagar x 9.884 kr.	=	138.376
Mælingabíll:	9 dagar x 5.000 kr.	=	45.000
Mælingamagn:	18.940 m x 10 kr.	=	189.400
Úrvinnsla á OS:	100 tímar x 706 kr.	=	70.600
Umsj. og verkstj.:	50 tímar x 843 kr.	=	42.150

-----  
Kr. 485.526  
=====

Í framangreindum kostnaðaráætlunum er ferðakostnaður ekki meðtalinn að undanskyldum sérhæfðum farartækjum Orkustofnunar.

ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild  
1986.01.16

Rannsóknarverkefni í Kröflu 1986  
Greinargerð með fylgiskjali 2  
AsG-86/2

---

## INNGANGUR

Á undanförnum árum hefur Jarðhitadeild Orkustofnunar unnið all umfangsmiklar rannsóknir á Kröflu-Námafjallssvæðinu eins og greint var frá í bréfi til Landsvirkjunar dagsettu 29. okt. 1985. Þar voru rannsóknirnar flokkaðar niður í þrjá megin flokka:

1. Rekstareftirlit með vinnslu úr jarðhitasvæðunum í Kröflu.
2. Gufuöflunarrannsóknir, sem eru stundaðar fyrir virkjunina í tengslum við endurvinnslu núverandi borhola eða borun nýrra.
3. Svæðiseftirlit með jarðhitasvæðunum við Kröflu og Námafjall og mat á hugsanlegum breytingum vegna eldgosa og umbrota.

Um árlegt rekstareftirlit hefur verið fjallað í greinargerð með fylgiskjali 1 með samningnum milli Orkustofnunar og Landsvirkjunar fyrir Kröfluvirkjun. Síðari tveir flokkarnir verða hér til umfjöllunar, en óhjákvæmilega skarast allir þrír flokkarnir að einhverju leyti.

### 1. Sýnataka úr gufuaugum

Mikil áhersla hefur verið lögð á að fylgjast með breytingum á efnainnihaldi jarðhitavökvans og gasstyrk í gufu á Kröflusvæðinu. Aðdragandi þess er, að í kjölfar umbrotana við Kröflu spýttust kvikugös inn í jarðhitasvæðið í Leirbotnum og urðu þess valdandi, að jarðhitavökvinn varð vart vinnsluhæfur. Frá 1980 hefur orðið vart við marktæka minnkun á gasstyrk í gufu á svæðinu og því eru bundnar góðar vonir við, að Leirbotnasvæðið sé orðið vinnsluhæft á ný. Til þess að fá sem besta vitneskju þar um var ákveðið að safna sýnum úr gufuaugum á sömu stöðum og áður hefur verið gert og kortleggja þær breytingar sem orðið hafa á undanförunum árum. Niðurstöður þar að lútandi voru birtar í skýrslunni: KRAFLA- Samanburður á gasi gufuaugna milli árána 1979 og 1984/1985 eftir Jón Benjamínsson. Helstu niðurstöður voru þær, að gasstyrkur í gufu hafði minnkað verulega og kvikugös væru að fjara út á Leirhnjúks- og Hveragilssvæðinu, einnig gætir þeirra minna á Vítissvæðinu en

áður. Astæða er til leggja mikla áherslu að halda áfram þessum rannsóknarþætti og er lagt til í ár að sfna sýnum úr sömu gufuaugum og í fyrra.

Þessi verkþáttur skarar alla flokka, sem nefndir eru í inngangi, vegna þeirra sérstöku aðstæðna sem ríkja á jarðhitasvæðunum við Kröfluvirkjun. Mæling á gasstyrksbreytingum á vinnslusvæðunum má flokka að ákveðnu marki undir rekstrareftirlit meðan áhrif frá Kröflueldum eru enn merkjanleg. Varðandi gufuöflunarrannsóknir þá er mjög mikilvægt að gera sér grein fyrir breytingum gastyrks á vinnslusvæðunum hvað varðar endurvinnslu núverandi borhola, viðhaldsboranir eða borun fyrir vél 2. Svæðisbundið eftirlit er í því fólgið að fygjast með breytingum jafnt innan sem utan vinnslusvæða Kröfluvirkjunar og sjá þau þannig í víðara samhengi.

## 2. Fallmæling

Hér er um að ræða mælingu á hæðarbreytingum á Kröflusvæðinu. Viðmiðunarmerki (fastamerki) er við suðurenda Mývatns. Mælt er eftir þjóðveginum og afleggjaranum að Kröfluvirkjun og síðan net er nær umhverfis Leirhnjúk, Kröflufjall og vinnslusvæði virkjunarinnar. Megintilgangur mælinganna er að fylgjast sem best með framvindu umbrotanna svo unnt verði að gera viðeigandi varúðar-raðstafanir og meta stöðu mála á hverjum tíma.

Fram til þessa hefur Orkustofnun kostað þessar mælingar og hafa þær verið einn þáttur í umfangsmiklum rannsóknum í tengslum við eldgosin og umbrotin á Kröflusvæðinu. Sama er að segja um lengdar- og þyngdarmælingar, sem getið er um hér á eftir. Þar sem verulega hefur hægt á umbrotum á svæðinu og vegna mikilvægis þessara athuguna fyrir virkjunina telur Orkustofnun eðlilegt að Kröfluvirkjun kosti eina mæliferð á ári. Þessar mælingar nýtast virkjuninni einnig við mat á massabreytingum í tengslum við orkuvinnslu úr jarðhitasvæðunum.

## 3. Lengdarmæling

Mæld verður ein lína frá einu fastamerki í annað yfir Kröfluöskjuna þvert á sprungusveiminn. Á þann hátt eru mældar láréttar breytingar þ.e. gliðnun lands og þá um leið sprunguhreifingar, sem geta teigst inn á vinnslusvæði Kröfluvirkjunar. Tilgangur er sá sami og með fallmælingum.

#### 4. Þyngdarmæling

Samfara vinnslu úr jarðhitakerfunum má búast við þyngdarbreytingum á svæðinu. Fram til þessa hafa þessar mælingar ekki þjónað virkjuninni beint varðandi massabreytingar í jarðhitakerfunum vegna mikilla efnisflutninga í jarðskorpunni í tengslum við elds-umbrotin. Þar af leiðandi hefur þessi þáttur verið kostaður af Orkustofnun að mestu leyti. Síðari ár hefur hægt verulega á umbrotum og því líklegt að þyngdarmælingar fari að gefa marktækar upplýsingar um massabreytingar á jarðhitasvæðum Kröfluvirkjunar vegna vinnslunar.

Lagt er til að mælt verði í sömu mælipunktum og áður er lagt til að hæðarmælt sé í og á sem næst sama tíma.

#### 5. Viðnámsmælingar

Með við námsmælingum er ætlunin að kortleggja rafleiðandi sprungur inn á jarðhitasvæðinu og reyna að meta hvort þær séu vatnsleiðarar. Þessar upplýsingar geta reynst nytsamlegar við mat á innri eiginleikum svæðisins og gera staðsetningu borhola markvissari. Mjög mikilvægt er að niðurstöður mælinga liggja fyrir áður en borholur verði staðsettar.

Í samræmi við umræður á Hrafnáþingi haustið 1984 eru lagðar fram eftirfarandi tillögur að frekari viðnámsmælingum á Kröflusvæðinu eins og sýnt er á meðfylgjandi mynd:

1. Framlengja línu V eftir Dalbjalli til norðurs og bæta við 5 Schlumbergermælingum. Ennfremur að gera viðnámsniðsmælingar á norðurhluta línunnar. Mældir verða 3 km með þremur straumörmum (250, 500 og 750 m) samanber meðfylgjandi kort.
2. Bæta við mælilínu með austur-vestur stefnu, sem nær frá norðurrótum Kröflufjalls og að sunnanverðum Leirhnjúk. Gerðar verði 9 Schlumbergermælingar og viðnámsniðsmælt á 3 km línu með þremur straumörmum (250, 500 og 750 m) samanber meðfylgjandi kort.

Orvinnsla eldri gagna.

All mikið að gögnum varðandi Kröfluvirkjun liggja hjá sérfræðingum Orkustofnunar án þess að unnið hafi verið úr þeim til fullnustu. Mikið hefur verið gefið út án túlkunar og er það fyrst og fremst hugsað sem gagnageymsla. Með því er reynt að fyrirbyggja að gögn

týnist þrátt fyrir mannbreytingar í rannsóknarverkefnum. Hér á eftir er talið upp það, sem ástæða er til að leggja áherslu á:

- a. Uppsetning og samfelld skráning á aflsögu hola frá því þær voru boraðar. Gögnin verði set upp á þann hátt, að auðvelt er að bæta inn nýjum upplýsingum. Þeir þættir sem skráðir verða eru: Toppþrýstingur, varmainnihald og afköst.
- b. Sett verði fram á sambærilegan hátt og í fyrsta lið efnafræðigögn, sem geta gefið upplýsingar um breytt ástand hola þ.e. kólnun, afldvínun, útfelligahættu og kvikugös svo eitt-hvað sé nefnt. Helstu þættir sem skráðir verða eru: Kísill, natríum, kalíum, kalsíum og hlutföllin koltvísýringur/brenni-steinsvetni og klór/flúor.
- c. Útekt á fyrirbyggjandi gögnum um radon og ísótópagreiningar frá Kröflusvæðinu og leggja þá mat á hvort ástæða sé til að halda þessum athugunum áfram og ef svo er, þá hversu oft.
- d. Skrásetja samfelld hita- og þrýstimælingar, sem gerðar hafa verið á undaförnum árum í tengslum við venjubundið eftirlit. Ástæða er til að taka hverja holu fyrir sig og hafa gögnin á því formi að auðvelt verði að bæta inn nýjum mælingum.
- e. Koma út gagnaskýrslum um holur KG-12 og KJ-15. Þar verða teknar saman allar þær upplýsingar sem fengust í tengslum við borun þ.e. jarðlagasnið, skoltapsmælingar, ummyndun, vatnsæðar og þrepaðæling í lok borunar. Einnig komi fram gögn um upphitun og upphleypingu.
- f. Úrvinnsla viðnámsmælinga, sem gerðar voru sumarið 1984. Hér er um að ræða tvær línur norðan Hvíthóla, sem eru merktar VS-4 og VS-5 á meðfylgjandi korti.

ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild  
1986.02.07

Rannsóknaverkefni í Kröflu 1986  
Fylgiskjal 2 skv. gjaldskrá 1985.11.01  
KOSTNAÐARÁÆTLUN ÁsG/SGS/3

---

RANNSÓKNARVERKEFNI MEÐ TILVÍSUN TIL MEÐFYLGJANDI GREINARGERÐAR:

1. Sýnataka úr gufuaugum

Mannskapur:	2 menn x6 dagar x 9.884 kr	=	118.608
Sýnatökubíll:	5 dagar x 6.000 kr	=	30.000
Efnagreiningar:	8 sýni x 6.800 kr	=	54.400
Úrvinnsla á OS:	50 tímar x 706 kr	=	35.300
Umsj. og verkstj.:	30 tímar x 843 kr.	=	25.290

---

Samtals 263.598

---

6. Úrvinnsla úr eldri gögnum

Úrvinnsla á OS:	liður a 250 t x 706 kr.	=	176.500
- " - :	liður b 250 t x 706 kr.	=	176.500
- " - :	liður d 250 t x 706 kr.	=	176.500
- " - :	liður e 200 t x 706 kr.	=	141.200
Umsj. og verkstj.:	80 tímar x 843 kr.	=	67.440

---

Kr. 738.140

---

Í framangreindum kostnaðaráætlunum er ferðakostnaður ekki með-  
talinn að undanskyldum sérhæfðum farartækjum Orkustofnunar.



