



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

GUFUÖFLUN FYRIR KRÖFLUVIRKJUN
Staða og horfur haustið 1985

Ásgrímur Guðmundsson
Benedikt Steingrímsson
Jón Benjamínsson

OS-85089/JHD-48 B

Október 1985



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

GUFUÖFLUN FYRIR KRÖFLUVIRKJUN
Staða og horfur haustið 1985

Ásgrímur Guðmundsson
Benedikt Steingrímsson
Jón Benjamínsson

OS-85089/JHD-48 B

Október 1985

EFNISYFIRLIT

	Bls.
TÖFLUR.....	3
MYNDIR.....	3
1 INNGANGUR.....	4
2 GUFUÖFLUN.....	5
3 ÁHRIF KVIKUGASA.....	6
4 HORFUR Í GUFUÖFLUN.....	8
5 TILLÖGUR.....	9
HEIMILDIR.....	10
VIDAUKI.....	18

TÖFLUR

1	Gufuafli og gas.....	11
2	Gasstyrkur í háprýstigufu 1984 og 1985.....	6

MYNDIR

1	Vinnslusvæði Kröfluvirkjunar.....	12
2	Gufuafli borhola í Kröflu 1984 og 1985.....	13
3	Hlutfall háprýstigufu og gass í nýttum borholum 1984 og 1985.....	14
4	Gufurensli við 7 bar a úr KG-12 og KJ-14.....	15
5	Þversnið er sýnir rennislisleiðir á Kröflusvæðinu, byggt á gassamsetningu gufu úr gufuaugum.....	16
6	Gasstyrksbreytingar 1979 - 1984/1985 í gufuaugum.....	17

1 INNGANGUR

Í tilefni yfirtöku Landsvirkjunar á Kröfluvirkjun var ákveðið að taka saman greinargerð um stöðu gufuöflunar fyrir Kröfluvirkjun og horfur í þeim málum.

Undanfarin ár hafa þeir sem unnið hafa að rannsóknum á jarðhitasvæðinu við Kröflu hittst einu sinni á ari og gert grein fyrir niðurstöðum undangengina rannsókna og stöðu gufuöflunar. Fyrir liggja þrjár all miklar greinargerðir frá slíkum fundum, sem nefndir hafa verið Hrafnabing. Ekki er gert ráð fyrir Hrafnabingi þetta árið vegna lítils umfangs rannsókna við Kröflu í ár og er ætlunin að þessi skýrsla bæti þar úr.

Síðastliðið ár var gefin út yfirlitsskýrslan Gufuöflun í Kröflu 1974-1984. Þar var tekið fyrir í stuttu máli hvernig gufuöflun hefur gengið, hvað hefur valdið megin vandræðunum við gufuöflun og hvernig reynt hefur verið að yfirstíga þau vandamál. Meginniðurstöðurnar voru á þá leið, að kvikugös hefðu mengað jarðhitakerfið og valdið tíma- bundnum erfiðleikum í vinnslu jarðhitasvæðisins. Ennfremur kom þar fram, að gasstyrkur í gufu hefði minnkað verulega frá því hann var sem mestur árið 1979 og að áhrif kvikugasa færu þverrandi.

Rannsóknir árið 1985 hafa að mestu verið bundnar við rekstrareftirlit með jarðhitasvæðunum í Kröflu (mynd 1). Í framhaldi af umræðum á síðasta Hrafnabingi var einnig haldið áfram sérstakri athugun á efnainnihaldi gufu og gasstyrk í gufuaugum. Niðurstöður þessara athuguna liggja nú fyrir í skýrslunni: KRAFLA - Samanburður á gasi gufuaugna milli árana 1979 og 1984/1985 eftir Jón Benjamínsson. Þar kemur fram, að styrkur kvikugasa fari minnkandi á Leirhnjúks og Hveragilsvæðinu. Það er til stuðnings við áður framkomnar tillögur Benedikts Steingrímssonar o.fl. (1984) og Ásgríms Guðmundssonar og Einars Tjörva Eliássonar (1985) um að tímabært sé að hreinsa borholur KG-10 og KJ-13 á Leirbotnasvæðinu til þess að kanna vinnsluhæfni þess.

Greinargerð þessari fylgir viðauki með rannsóknar- og kostnaðaráællun fyrir frekari gufuöflun við Kröflu ásamt áællun um rekstrareftirlit með jarðhitasvæðunum. Viðaukinn er tekinn beint upp úr erindi Ásgríms Guðmundssonar og Einars Tjörva Eliássonar, sem flutt var á fundi um nýtingu háhita 28. febrúar 1985.

2 GUFUÖFLUN

Í september 1984 kom út skýrsla um gufuöflun í Kröflu 1974-1984 (Benedikt Steingrímsson o.fl. 1984). Þar er samantekt yfir allar borholur, sem boraðar hafa verið fyrir virkjunina frá upphafi, afl hola og helstu eiginleika vinnslusvæðanna. Þar kemur m.a. fram, að síðast var borað árið 1983, en vorið 1984 var endanlega lokið við frágang á KJ-21 og lögð frá henni gufulögn að virkjuninni. Síðan hafa boranir einskorðast við árlegt viðhald, sem felst í að hreinsa útfellingar í holum, sem taka vökva úr efri hluta jarðhitakerfisins á Leirbotnsvæðinu (Benedikt Steingrímsson o.fl. 1984).

Í ágúst 1985 var tiltæk háþrýstigufa rúmlega 75 kg/s. Þar af eru rúm 68 kg/s samfelld nýtanleg og er KJ-15 (4,1 kg/s) talin þar með, en hún hefur ekki verið notuð. Mismunurinn á tiltækri háþrýstigufu og samfelld nýtanlegri er um um 7 kg/s, sem nýta má yfir stutt tímabil, þ.e. holur KJ-16 og KJ-22. Á sama tíma var tiltæk lágþrýstigufa inn á vél 11 kg/s. Við vissar aðstæður er jafnframt mögulegt að nota holur KJ-3A og KJ-6 til framleiðslu á um 7 kg/s af lágþrýstigufu, en það er mjög tilviljanakennt hversu vel gengur að reka þær á veitunni. Mynd 2 sýnir gufuafl borhola í Kröflu árin 1984 og 1985. Súlurnar sýna í fyrsta lagi gufuafl þeirra hola sem hægt er að hafa samfelld í rekstri og í öðru lagi gufu, sem er tiltæk tímabundið, þ.e. holur sem eru viðkvæmar fyrir þrýstingsbreytingum og haldast ekki í samrekstri nema tímabundið (KJ-3A, KJ-6, KJ-16 og KJ-22). Rétt er að geta þess, að hola KJ-9 stíflast eftir ákveðinn rekstrartíma vegna kalsítútfellinga. Hún er þar af leiðandi ekki keyrsluhæf yfir 0,5-1 mánaðar tímabil á ári. Ennfremur skal bent á að KJ-15, sem er gasrík, var áður erfið í rekstri af þeim sökum, en með stækkun gaspeysa virðist það ekki vera vandamál lengur (Halldór Ármannsson 1985).

Í töflu 1 er skráð mælt afl allra blásandi hola í Kröflu árin 1984 og 1985. Þar er m.a. skráð samanlagt afl allra blásandi borhola. Þá er sérstaklega lagt saman afl tengdra hola sem og afl þeirra hola er nýtanlegar hafa verið samfelld yfir hvert rekstrartímabil. Athugasemdir um rekstrareiginleika holanna eru birtar með töflunni. Í töflu 1 er ennfremur skráður gasstyrkur hverrar holu. Hlutfallslegur gasstyrkur í gufu háþrýstihola er sýndur á mynd 3 ásamt hlutfallslegu afli sömu hola.

Við hörnun Kröfluvirkjunar var gengið út frá því að gasstyrkur í gufu færi ekki yfir 1%, og útbúnaður við eimsvalann miðaður við það. Gasstyrkur hefur hins vegar verið nokkru meiri samanber töflu 2 er tekur til árána 1984 og 1985. Til að ná fullri nýtni úr gufuhverflinum voru afköst gaspeysa aukin (Halldór Ármannsson 1985). Þeir eru knúrnir

af háprýstigufu og jókst gufunotkun virkjunarinnar því um 1-2 kg/s af háprýstigufu vegna stækkunarinnar. Virkjunin er nú vel birg af háprýstigufu, þar sem um 56 kg/s þarf til að fullnýta vélasamstæðuna. Nokkur skortur er hins vegar á lágprýstigufu, en þar er þörfin um 19 kg/s miðað við ástimplað afl. Við þessu hefur verið brugðist með því að nýta háprýstiholur, sem hafa fallið í þrýstingi og nýtast ekki lengur sem slíkar.

A mynd 4 eru sýndar tvær dæmigerðar holur frá sitt hvoru þorsvæðinu og hegðun þeirra með tíma. Í báðum tilfellum er miðað við ársmeðaltöl og þau borin saman. Annars vegar er það hola KG-12 í Leirbotnum, sem var boruð á haustmánuðum 1978. Henni hnignaði nokkuð hratt fyrstu árin og þurfti hreinsunar við í nóvember 1981 án sýnilegs árangurs í fyrstu. Frá 1982 fram til þessa hefur holan smá bætt við sig. Skýringin gæti verið minnkandi áhrif kvikugasa og útfellinga í kjölfar þeirra. Hins vegar er um að ræða hola KJ-14 í Suðurhlíðum, sem var boruð á sumar- mánuðum 1980. Hún var aflmikil strax í upphafi, en henni hefur hnignað um 15 % á 5 ára tímabili.

Tafla 2. KRAFLA. Gasstyrkur (%) í háprýstigufu 1984-1985.

	1985		1984	
	Haust	Vor	Haust	Vor
Gas %	1,4	1,4	1,2	1,8

3 ÁHRIF KVIKUGASA

Árin 1977 og 1978 var á vegum Orkustofnunar safnað gasi og þéttivatni úr gufuaugum í Kröflu (Gestur Gíslason o.fl. 1978, Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1980). Í ljós kom að mikil gasaukning hafði orðið í Hveragili og á Vítissvæðinu síðan árið 1950 og að kvikugös höfðu brotist inn í vinnslusvæði sumra holaranna og valdið útfellingu og tæringu (Gestur Gíslason o.fl. 1978). Jarðhitasvæðinu var þá skipt eftir jarðefnafræðilegum eiginleikum í þrjú uppstreymissvæði: Leirhnúk, Víti-Hveragil og Suðurhlíðar Kröflu. Kvikugasáhrifa gætti á tveim fyrstnefndu svæðunum en bent var á Suðurhlíðasvæðið sem vænlegan virkjanakost, þar sem kvikugasáhrif væru þar hverfandi (Halldór

Ármannsson o.fl. 1982). Mynd 5 er þversnið af Kröflusvæðinu byggt á efnasamsetningu gass í gufuaugum og túlkar framangreindar niðurstöður.

Síðan þessi könnun fór fram eru liðin sex ár og umbrot (jarðskjálftar og sprunguhreyfingar) á virkjanasvæðinu hafa verið lítil miðað við allt sem áður gekk á. Til þess að kanna hvort áhrif umbrotanna hefðu dvínað það mikið, að efra borsvæði Leirbotna væri orðið nýtanlegt vinnslusvæði, var ráðist í að safna á ný gasi og gufu úr gufuaugum árin 1984 og 1985.

Í stuttu máli var niðurstaðan sú, að áhrif kvikugasa hafa mikið til fjarað út á neðrihluta Hveragilssvæðisins, en þeirra gætir ennþá á Vítissvæðinu, en eru þó í mikilli rénun þar.

Kvikúáhrifanna gætti ekki í Suðurhlíðum árin 1977 og 1978. Líklegra er tregara rennsli þangað frá megin umbrotasvæðinu heldur en til Hveragils. Líkur eru því á, að það kvikugas sem nú hefur orðið vart við á jarðhitasvæðunum í Suður- og Vesturhlíðum, hafi losnað úr kvikunni á umbrotatímum og hafi safnast fyrir vegna lélegrar leiðni, og sé enn að leka inn í jarðhitakerfið.

Á þeim tíma, sem liðinn er frá því kvikugös brutust inn í vinnslukerfi Kröfluborhola og nærliggjandi svæði má ætla að þau hafi leitað í jafnvægi við umlykjandi berg og hafi ekki líkt því eins mikil áhrif nú eins og stuttu eftir umbrotin er járn og brennisteinssambönd (svartidauði) stífluðu vinnsluholur.

Búast má þó við, að gösin innihaldi eitthvað af klórvetni og brennisteinsoxíði, þar sem kvikugas streymir um sprungur og gæti orðið til einhverra vandræða ef borhola skæri slíka sprungu. Ein leið til að fá mat á virkni "svartadauða" er að hreinsa holu KG-10. Því niðurstöður á greiningu gass í gufuaugum 1984/1985 benda til minnkandi kvikugasáhrifa á þessu svæði. Mynd 6 sýnir þær breytingar, sem orðið hafa síðan 1979 í gasstyrk í gufu gufuaugnanna G-12 (Vítissvæði), G-19 (Leirhnúkssvæði) en þær benda til mikillar minnkunar og svo G-5 (Suðurhlíðar) en þær hefur gasstyrkur staðið í stað. Einnig er sýndur gasstyrkur í gufu frá G-6 (Auga við veg) en hann virðist dálítið breytilegur.

Samanburður á efnainnihaldi gass í gufu gufuaugna milli árána 1979 og 1984/1985 leiðir eftirfarandi í ljós.

- Meðaltalsgasstyrkur úr 11 gufuaugum á svæðinu hefur minnkað um helming frá 1977/78 til 1984/85.
- Styrkur kvikugasa hefur minnkað mikið og eru þau nánast að fjara

út á Leirhnúks- og Hveragilssvæðunum. Einnig gæti þeirra minna á Vítissvæðinu en áður.

- Mest gas í gufuaugum finnst í Vestur- og Suðurhlíðum.
- Treg leiðni virðist valda því að Suðurhlíðasvæðið afgangast hægt og vísbending er um að svo sé einnig í Vesturhlíðum.

4 HORFUR Í GUFUÖFLUN

Staðan í gufuöflun nú er sú, að aflað hefur verið nægrar háþrýstigufu fyrir fyrri vélasamstæðuna, en nokkuð vantar á að næg lágþrýstigufa sé fyrir hendi. Gufuöflun á næstu árum takmarkast því væntanlega við eftirtalda þætti:

1. Viðhaldsboranir.
2. Boranir til að bæta úr skorti á lágþrýstigufu.
3. Gufuöflun fyrir síðari vélasamstæðuna.

Líkanreikningar af vinnslusvæðunum gefa til kynna um 2-5% aflhnignun á borholum vegna vinnslu úr þeim (K. Pruess et.al. 1984). Hér er ekki reiknað með hnignun tengdri kvikumengun. Reynsla síðustu ára styður þessa niðurstöðu. Búast má því við að í framtíðinni verði þörf á viðhaldsborunum sem nema að meðaltali einni meðalholu annað hvert ár.

Til að afla meiri lágþrýstigufu en nú er tiltæk er eðlilegast að bora grunnar (<1000 m) borholur í efri hluta Leirbotnakerfisins. Samkvæmt fenginni reynslu gefa slíkar holur að meðaltali um 4-5 kg/s af lágþrýstigufu.

Mikilsverðasta ákvörðunaratriðið varðandi gufuöflun í Kröflu er hvort stefna beri að uppsetningu síðari vélasamstæðunnar. Sú þekking sem nú er fyrir hendi um Kröflusvæðið segir að nægileg orka sé í vinnslusvæðinu til að tvöfalda vinnsluna. Einkum er það Leirbotnasvæðið sem vannýtt er, en einnig má benda á svæðið austan Hveragils í vesturhlíðum Kröflu. Á Leirbotnasvæðinu er það norðurhluti svæðisins sem athyglisverð beinist helst að. Þar hafa verið boraðar öflugustar holur á Kröflusvæðinu, holur KG-4 og KG-10. Var afl holu KG-10 t.d. um 10 MW strax eftir að hún fór í blástur. Annar reitur innan Leirbotnasvæðisins sem til greina kæmi að afla gufu á, er vestast í Hlíðardal, við svonefnt Auga við veg.

Hagkvæmni gufuöflunar fyrir síðari vélasamstæðu Kröfluvirkjunar ræðst m.a. af því hvenær kvikugörs hverfa úr jarðhitakerfum í Leirbotnum og Vesturhlíðum. Við rannsóknir á jarðhitasvæðum í Kröflu undanfarin ár hefur verið fylgst með gasstyrk í borholum og gufuaugum m.a. til að meta kvikumengun á hverjum tíma. Kvikugas barst í kerfið við upphaf eldsumbrotanna í ársbyrjun 1976, en síðan 1980 hefur dregið mjög úr gasi í borholum og gufuaugum og kvikugösin hafa ekki aukist í umbrotahrinum og eldgosum á Kröflusvæðinu síðustu ár. Mengunin fer því dvínandi og hugsanlegt að svæðin séu þegar orðin vinnsluhæf að nýju.

5 TILLÖGUR

Óháð því hvort seinni vélasamstæða Kröfluvirkjunar verður sett upp eður ei, þá er forgangsatíði að kanna efra Leirbotnasvæðið við holur KG-4 og 10. Tvær leiðir má velja:

1. Hreinsa holu KG-10.
2. Bora nýja holu hjá holu KG-10 eða KG-4.

A þann hátt fæst úr því skorið hvort það vinnslusvæði, sem upphaflega átti að standa undir gufuvinnslu Kröfluvirkjunar, sé orðið vinnsluhæft á ný.

Annað svæði sem vert er að fá afdráttarlaus svör um er Hveragilssvæðið. Það má gera með hreinsun holu KJ-13.

Þriðja svæðið sem er vel til þess fallið að bora í viðhaldsholu vegna nálægðar við mannvirki er hjá "Auga við veg". Æskilegt er að holan verði boruð á sambærilegan hátt og hola KJ-21 í Hvíthólum.

Tillögurnar miðast við lágmarksframkvæmdir og til þess að fá bestu fánlegar upplýsingar. Að loknum þeim framkvæmdum og í ljósi fenginna niðurstaðna verða frekari ákvarðanir um gufuöflun og þá um leið framtíð Kröfluvirkjunar marklækari.

HEIMILDIR

Ásgrímur Guðmundsson og Einar Tjörvi Elíasson 1985: Rannsókn og hag-
nýting háhita við Kröfluvirkjun. Ráðstefna haldin að Borgartúni 6,
28. febrúar 1985.

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

Gestur Gíslason, Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1978: Krafla.
Hitaástand og gastegundir í jarðhitakerfinu. Orkustofnun,
OS-JHD-7846, 45 s.

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

Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson 1980: Krafla. Samsetning gass
í gufuaugum. Orkustofnun, OS80027/JHD16, 51 s.

Halldór Ármannsson, Gestur Gíslason og Trausti Hauksson 1982:
Magmatic gases in well fluids aid the mapping of the flow pattern in a
geothermal system. Geochim.Cosmochim. Acta, 46, s 167-177.

Jón Benjamínsson 1985: KRAFLA. Samanburður á gasi gufuaugna milli
áranna 1979 og 1984/1985. Orkustofnun OS-85061/JHD-26 B júlí 1985.

K. Pruess, G.S. Böðvarsson, V. Stefánsson and E.T. Elíasson 1984: The
Krafla geothermal field, Iceland. 4. History match and prediction of
individual well performance. Water resources research, vol. 20, no.
11 november 1984.

Tafla 1 Gufuafli og gas í borholum 1984 og 1985.

Háprýstingufa reiknuð við 7 bar a, lágrýstingufa við 2,2 bar a.

	1985												1984											
	ágúst				maí/júní				ágúst/september				maí											
	Gufa	LP	HP	%	Gufa	LP	HP	%	Gufa	LP	HP	%	Gufa	LP	HP	%								
KJ-3A	4,5	0,19	5,3	0,19	5,9	0,24	4,9	0,20																
KG-5	2,9	0,31	3,6	0,18	3,6	0,18	3,5	0,40																
KJ-6	1) 2,1	0,43	1) 2,1	0,43	2,1	0,43	2,3	0,67																
KJ-7	3,9	0,30	4,3	0,31	3,9	0,73	2,0	0,3	1,08															
KG-8	2) 5,3	0,10	5,3	0,10	5,0	0,14	4,2	0,15																
KJ-9	5,1	2,2	0,32	2,7	0,7	0,21	4,5	2,5	0,31	4,6	2,5	0,56												
KJ-11	2,3	0,2	1,86	1) 2,8	0,2	1,80	2,8	0,2	1,80	2,2	0,2	1,47												
KG-12	4,2	0	1,22	3,8	0	1,30	3,9	0	1,44	3,4	0	1,79												
KJ-13	3,5	0,3	1,67	4,3	0,4	1,37	4,0	0,2	1,51	4,4	0,3	1,47												
KJ-14	11,8	0,3	1,35	9,7	0,3	1,48	11,5	0,2	1,45	11,2	0,2	1,68												
KJ-15	4,1	0	4,09	4,7	0	4,19	4,1	0	4,56	3,1	0	4,60												
KJ-16	3,1	0,5	5,58	3,1	0,5	5,58	2,8	0,3	4,66	2,0	0,2	3,70												
KJ-17	4,3	0,8	0,71	3,9	0,8	0,66	4,5	1,1	0,81	3,9	0,5	0,60												
KJ-19	9,6	0,3	2,67	9,1	0,3	2,00	9,2	0	1,06	7,9	0,1	2,34												
KJ-20	6,0	0,7	4,04	6,9	0,4	2,65	6,5	0,6	4,00	6,1	0,4	2,71												
KJ-21	17,7	2,7	0,41	15,3	1,9	0,59	16,4	1,3	0,44	16,3	2,7	1,00												
KJ-22	1) 4,0	1,3	0,46	1) 4,0	1,3	0,40	4,0	1,3	0,46	3,1	0,8	0,48												
Sláðandi	75,7	28,0	70,3	27,4	74,2	28,2	70,2	23,1																
Tengdar	75,7	18,7	70,3	18,9	74,2	20,6	50,8	11,9																
Nýttar	64,5	11,6	55,8	10,3	63,3	14,4	41,1	9,2																

Athugasemdir

Virkjunin er notuð til raforkuframléislú 8 mánuði á ári (1.sept.-30.apr.). Afmælingar eru gerðar fyrir (ágúst) og eftir (maí/júní) hvert rekstrartímabili og eru útreikningar á samantölgu notuðu aflí takmarkaðir við að holan hafi verið í rekstri í september og apríl

Mjög sveiflukennd veturinn 1984 (2-12bar). Hreinsuð 18.-20. júní 1984. Sett inn á veitu haustið 1984 en datt út í byrjun september síðsins það ár og ónothæf eftir það. Haustið 1985 helst hún ekki inni á veitu vegna niðurstreymis, kafnar. Sett í fyrsta sinn inn á veitu 10. okt. 1984. Holan hefur lakkað í þrýstingi og nú haustið 1985 þarf að láta hana blæða út í hljóðeyfi en um 80% fer inn á veitu.

Illla gekk að reka holuna haustið 1984 svo henni var lokað um áramótin 1984/1985. Ef til vill nothæf núna haustið 1985.

1) Afmæling frá því haustið 1984.
Haustið 1984 varó holan ekki rekin lengur sem háprýstihola vegna lágs þrýstings. Tengd lágrýstiveitu þá um haustið.

Holan er ekki tengd veitu. 2) Afmæling frá því voríð 1985.

Arvissar hreinsar kalsíúrfellinga (13.-15. júní 1984 og 10.-13. júlí 1985). Veturinn 1984 var ekki hægt að keyra holuna með KJ-15. Ekki var hægt að halda uppi veitubrýstingi í lok rekstrartímabilsins voríð 1985.

Rennsli stöðvaðist 1. mars en náðist inn aftur 10. mars 1984. Holan stóð lokað sumarið 1984 og safnaði á sig gasi. Haustið 1985 lafir holan inni á veitu, keyrð á um 10 bar og er haldið við á ventli. 1) Afmæling frá haustinu 1984. Þurrghuhola.

Þurrghuhola. Gasrík og því lítið notuð tvö síðastliðin ár, en athuganir gerðar í apríl 1985 benda til að nýjar gasþeyrsur ráði við útskolun gassins. Safnaði á sig gasi við sumarlokun 1984. Afmæling haustið 1984. Ögjörnungur að reka holuna samhliða KJ-17 því þrýstingshviður í KJ-17 kæfa hana. Gasrík og safnaði á sig gasi við sumarlokun 1984.

Holan hefur ákveðið sveiflumynstur sem endurtekur sig á um 7 klst. fresti. Gefið er upp meðalafi yfir það tímabil, en afl getur farið niður í 2,0 kg/s og upp í 6,2 kg/s stutta stund í einu á þessu tímabili.

Gasrík og safnaði á sig gasi yfir sumarlé 1984 og 1985.

Holan er niður við Hvíthóla og er tengd eigin skiljustöð þannig að affallsvatn nýttist ekki til framléislú lágrýstingufu. Lagðar og fðóruð 25.-31. maí 1984 og tengd veitu í ágúst það ár.

Holan er niður við Hvíthóla og var tengd veitu í ágúst 1984. Erfríðlega hefur gengið að reka holuna saman með KJ-21 og hefur hún því að mestu verið lokað. 1) Afmæling gerð haustið 1984.

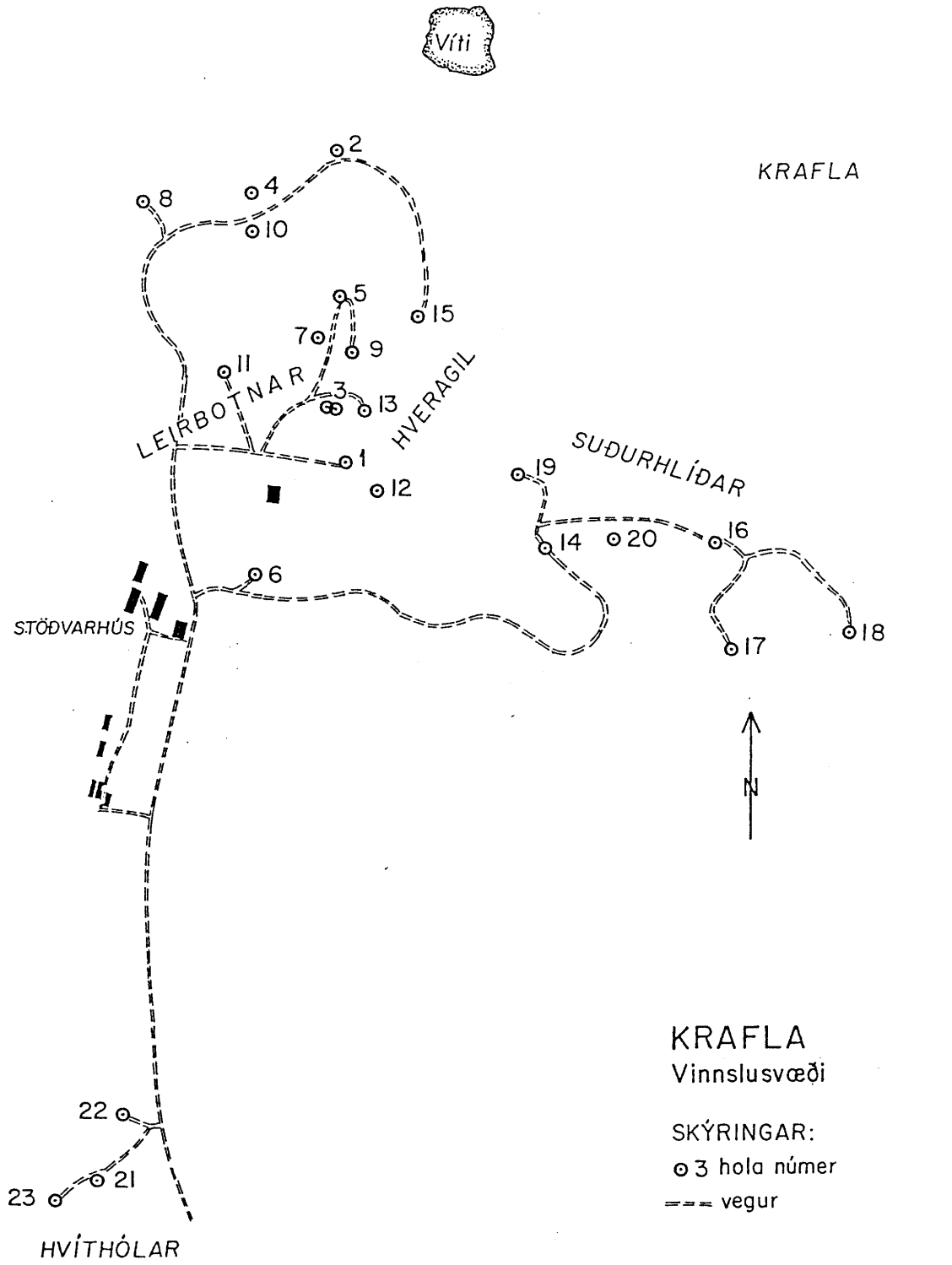
Á við allar bláðandi holur í Kröflu.

Á við allar holur tengdar veitu og uppgæfið afl er tímabundið hámarksafl þar eð sumar holanna stöðvast eftir einhverri tíma í samrekstri. Sjá athugasemdir um hverja holu.

Allar holur sem hægt hefur verið að nota saman yfir heilt rekstrartímabili

JHD-BM-6607-GjG
84.09.1148-

MYND I



KRAFLA
Vinnslusvæði

SKÝRINGAR:
○ 3 hola númer
=== vegur

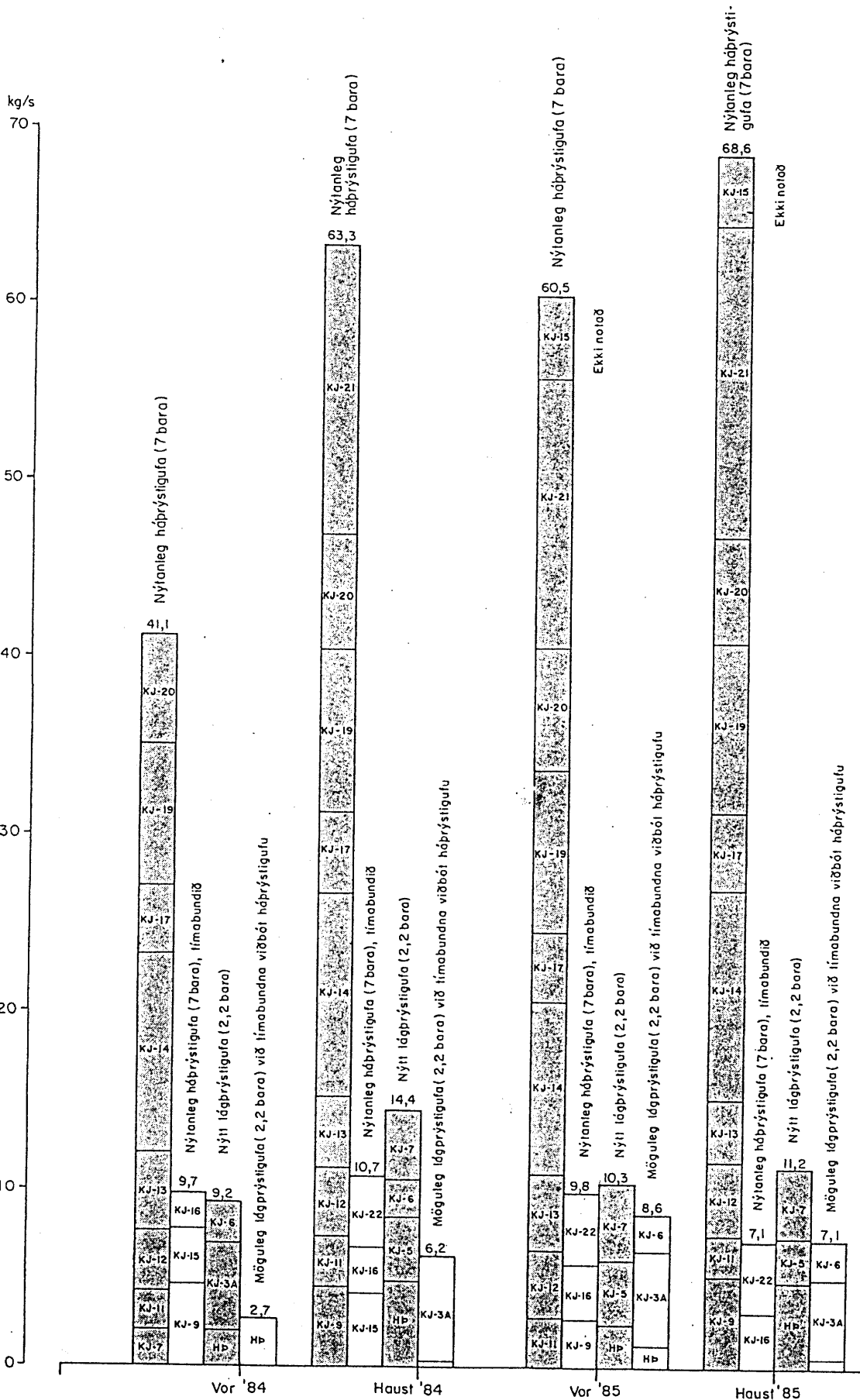
0 200 400 600 metrar



JHD-JEF-6607-JBen
85.10.1380-DD

MYND 2

Gufuafli borhola í Kröflu 1984 og 1985



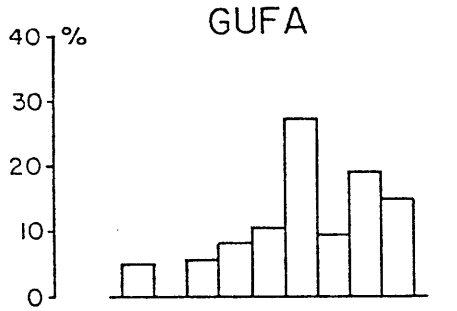


JHD - JEF-6607 - J. Ben.
85.10 - 1367 - JSH

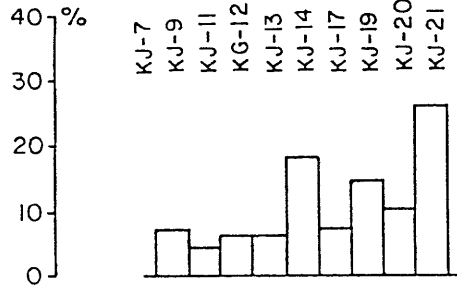
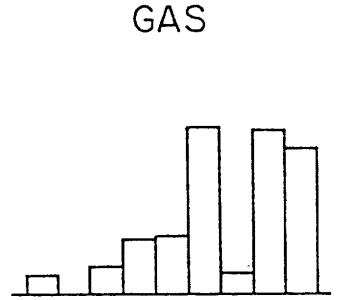
MYND 3

KRAFLA

Hlutfall háþrýstigufu og gass
í nýttum Kröfluholum

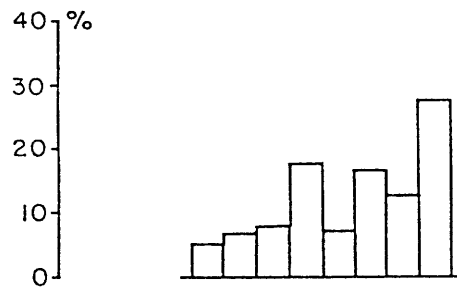
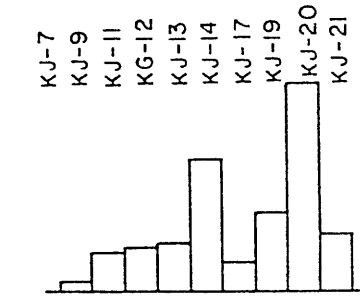


Vor

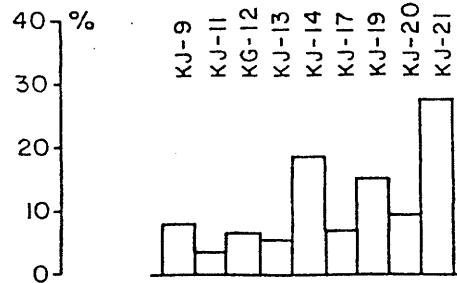


1984

Haust

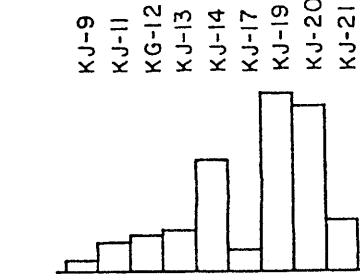
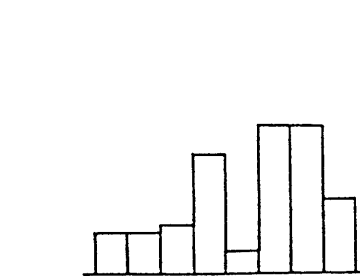


Vor



1985

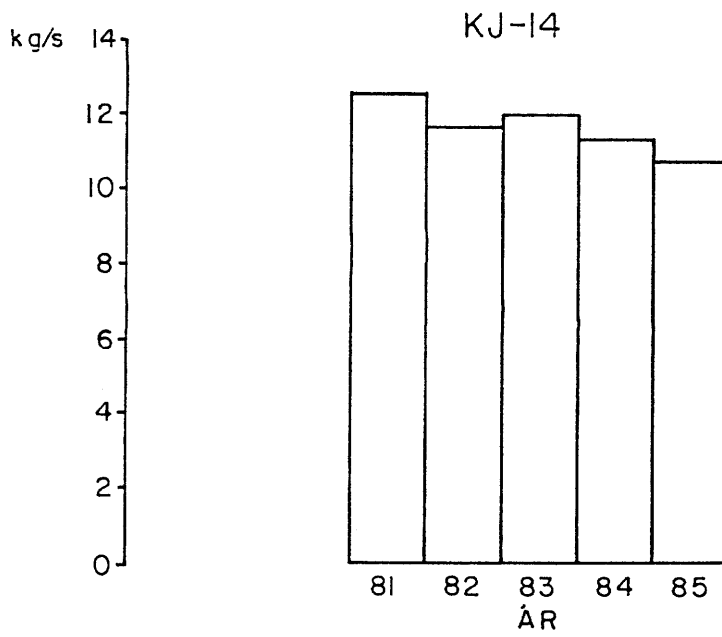
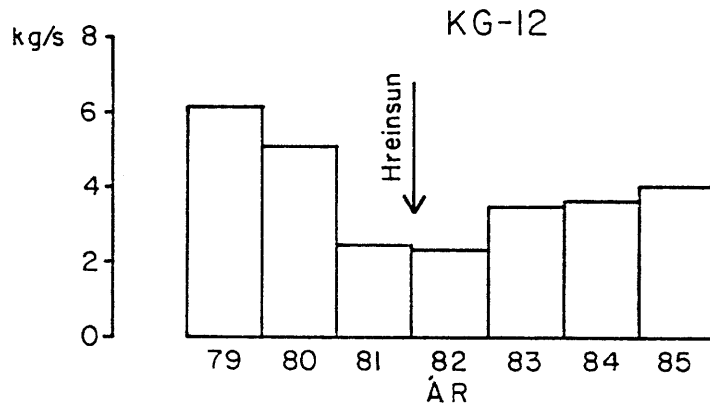
Haust



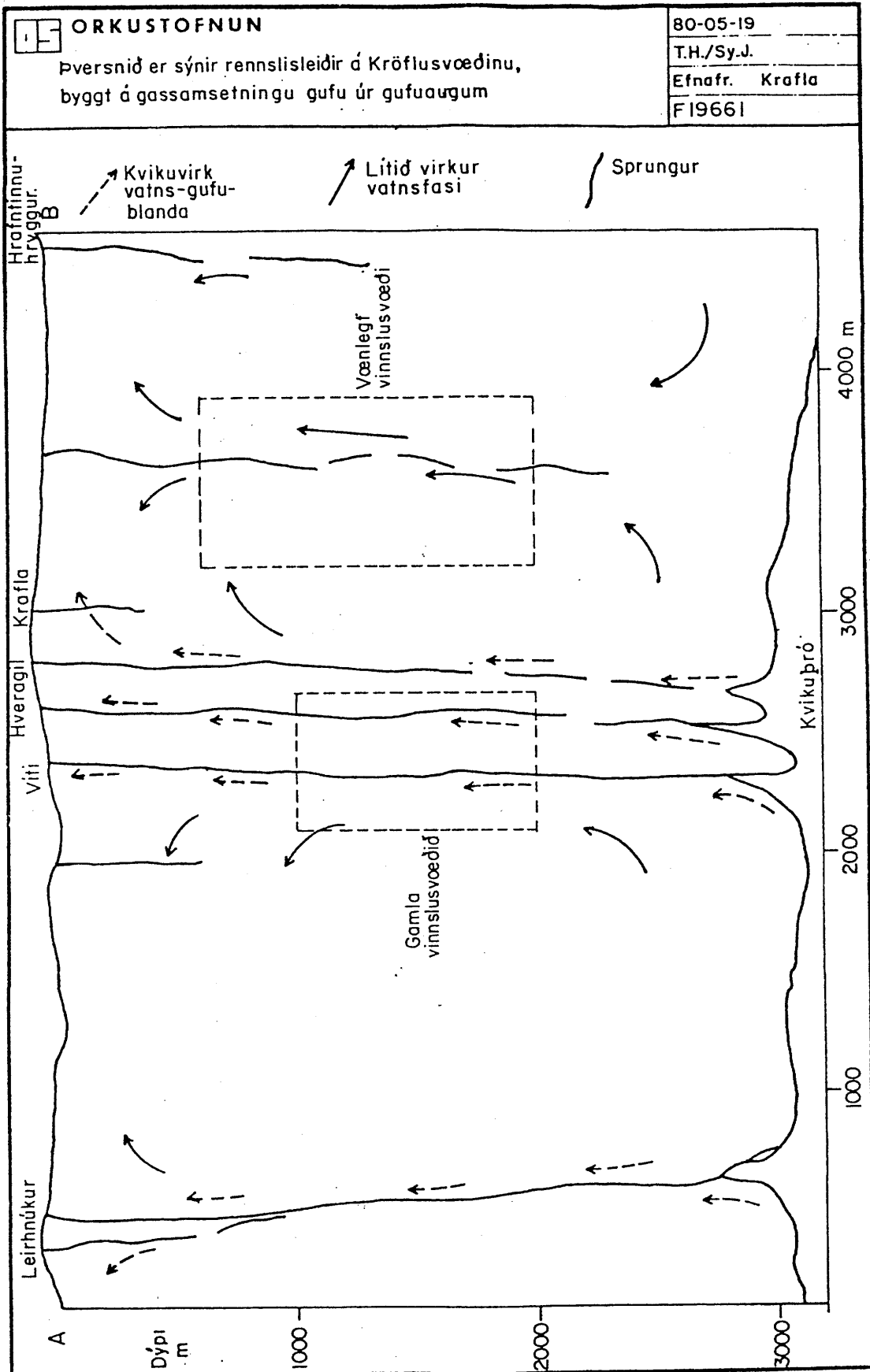
JHD-JEF-6607-J.Ben.
85.10-1368 JSH

MYND 4

KRAFLA Gufurennslí við 7 bar a



MYND 5

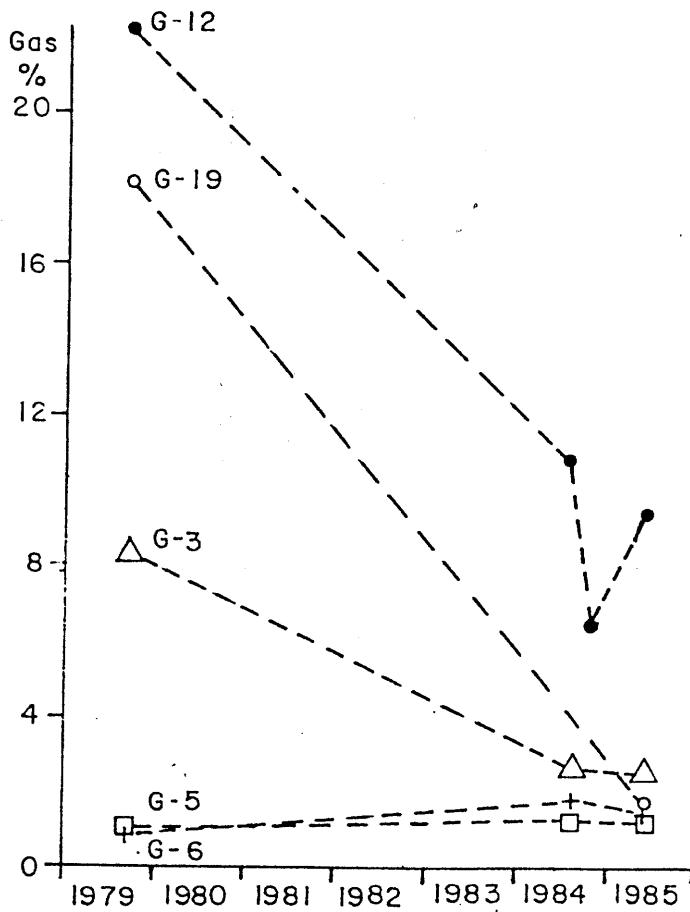


JHD-JEF-6607. JBen
85.07.0884 SyJ.

MYND 6

KRAFLA

Gasstyrksbreytingar 1979-1984/1985
í gufuugum



VIÐAUKI

FRAMTÍÐARVERKEFNI GUFUÖFLUNAR OG RANNSÓKNA FYRIR KRÖFLUVIRKJUN

Rannsóknarverkefnin fyrir Kröfluvirkjun í framtíðinni eru tvíþætt:

(i)...Rekstrareftirlit með vinnslusvæði virkjunarinnar, sem innifelur eftirtalin atriði:

- a)..Efnafræðilegar rannsóknir á jarðvökva og gufugæðum.
- b)..Þrýsti- og hitamælingar í borholum ásamt rannsóknum á útfellingarhættu eða orsökum þeirra.
- c)..Aflmælingar á borholum til athugunar á breytilegri rennslishegðun.
- d)..Athugun yfirborðsbreytinga eins og til dæmis hitaskella, sprungna og jarðsigs samfara orkutöku úr svæðinu.
- e)..Samfelld skráning vinnslugagna, til mats á viðbrögðum svæðisins og einstakra borhola við nýtingu.
- f)..Tölvukeyrsla tölfraðilegs reiknilíkans af jarðhitasvæðinu með reglulegu millibili og túlkun hennar til að meta getu og eðlisbreytingar þess tengdar orkutöku.

(ii)...Rannsóknir tengdar frekari gufuöflun fyrir virkjunina bæði til viðhalds núverandi orkupörf og til öflunar gufu fyrir seinni vélasamstæðu virkjunarinnar, þegar þess verður þörf. Þessar rannsóknir innifela:

- a)..Yfirborðsrannsóknir til að auðvelda markvissa staðsetningu borhola.
- b)..Rannsóknir og mælingar á borholum meðan á borun þeirra stendur til að tryggja auðveldari borun og tæknilega betri holufrágang. Söfnun jarðvísindalegra gagna sem að notum koma við staðsetningu næstu borhola, til markvissari túlkunar niðurstaðna yfirborðsmælinga og til að gera sér marktækt líkan af jarðhitasvæðinu í heild sinni.
- c)..Mælingar og rannsóknir á holum að borun lokinni til að safna upplýsingum um væntanlega getu holunnar og eiginleika

svæðisins í næstu nánd við holuna.

Myndir 1, 2 og 3 sýna kostnað og magn framkvæmda, sem inni þarf af hendi á næstu tíu (10) árum við Kröfluvirkjun. Fyrsta myndin fjallar um framkvæmdir, sem tengjast því tilfalli að eingöngu verði gufu aflað til viðhalds gufupörf fyrir 30 MW(e) afl. mynd 2 fjallar um borunarpörf og rannsóknir bæði til viðhalds óbreyttu gufumagni fyrir uppsett vélar afl og til öflunar gufu fyrir óuppsettu vélasamstæðuna. Í báðum tilfellum eru eftirtaldir kostnaðarþættir gefnir:

1. Borunarkostnaður,
2. Kostnaður rekstrarrannsókna,
3. Kostnaður nýrannsókna,
4. Kostnaður borrarannsókna.

Eins er í báðum tilvikum gefin staða gufumagns miðað við áætlað gufumagn frá holum boruðum hverju sinni.

Síðasta myndin af þessum þrem (3) gefur áætlaðan kostnað við borun og borrarannsóknir þeirra fjögurra (4) tegunda holuadgerða, sem um ræðir hér, þ.e.:

- (i)...Borun beinnar 2000 m holu,
- (ii)...Stefnuborun 2000 m holu,
- (iii)...Borun víðrar og beinnar 1200 m holu,
- (iv)...Viðgerð/endurvinnsla áður boraðrar holu.

Forsendur dvínunar á gufumagni frá vinnslusvæðum Kröfluvirkjunar eru:

- a) Dvínun jarðhitasvæðisins í næsta nágreppi vinnsluholanna er metið 2% - 5% á ári, sem samsvarar í gufumagni u.þ.b. 2,5 kg/s.
- b) Dvínun gufuaðstreymis til virkjunar sökum úreldingar vinnsluholanna sjálfra er metið nema u.þ.b. 2% heildarmagns eða sem samsvarar 1,5 kg/s.

Framangreind dvínun gufuaðstreymis hefur í för með sér viðhaldsboranir, sem nema að meðaltali einni (1) meðal vinnsluholu annað hvert ár til að viðhalda óbreyttu afl frá virkjun að viðbættum u.þ.b. 15% gufuparfar vélasamstæðunnar. Viðbótarmagn þetta er nauðsynlegt til að tryggja nær óbreytt afl frá virkjun, þótt einhver ein (1) meðalvinnsluhola detti út af óviðráðanlegum orsökum.

Mikilvægt ákvörðunatriði varðandi gufuöflun í Kröflu er hvort stefna beri að uppsetningu síðari vélasamstæðunnar. Sú þekking sem nú er fyrir hendi um Kröflusvæðið segir að nægjanleg orka sé í vinnslusvæð-

inu til að tvöfalda vinnsluna. Einkum er það Leirbotnasvæðið sem er vannýtt, en einnig má benda á svæðið austan Hveragils í vesturhlíðum Kröflu. Á Leirbotnasvæðinu er það norðurhluti svæðisins sem athyglin beinist helst að. Þar hafa verið boraðar öflugustu holurnar á Kröflusvæðinu, holu KC-4 og KG-10. Afl holu KG-10 var til dæmis um 10 MW strax eftir að hún fór í blástur.

Skynsamlegasta framhaldið er að gera við (og/eða hreinsa) borholur KG-10 og KJ-13 á Leirbotnasvæðinu, en endurvinnsla þessara tveggja (2) hola á það sameiginlegt að víkka vinnsluhæft jarðhitasvæði virkjunarinnar og tryggja þannig orkutöku hennar lengra líf.

Kostnaðartölur þær, sem upp eru gefnar, byggja á verðlagi í byrjun árs 1985 eða vísitölu byggingarkostnaðar 185 og verðgildi bandaríkjadollars 40.85 kr/US\$. Ekki er í áætlun þessari tekið tillit til aukins fjármögnunarkostnaðar, sem leiða myndi af hraðari viðhaldsborframkvæmdum síðara tilviksins, verði ákvörðun tekin um að hætta við frekari virkjun við Kröflu árið 1991 samkvæmt mynd 3.

Eftirfarandi tafla gerir samanburð á framkvæmdamagni, ársverkum til rannsókna og áætluðum kostnaði af þeim þrem leiðum, sem fram eru settar hér að framan:

	Leið 1.	Leið 2.	Leið 3.
	Viðh.borun eingöngu.	Gufuöflun nei vél 2	Gufuöflun já vél 2
Kostnaður Mkr.:			
Borun	165.6	195.6	420.6
Rekstrarranns.	20.0	21.0	21.0
Borranns.	17.1	25.4	57.5
Nýranns.	3.0	5.0	8.0
Samtals	205.7	247.0	507.1
Framkvæmdamagn holufj.:			
Viðgerðir	2	2	2
Nýboranir	4	5	11
Samtals	6	7	13
Ársverk í rannsóknir:			
Rekstrarranns.	20	21	21
Borranns.	6	7	13
Nýranns.	1	2	3
Samtals	27	30	37

Eldsumbrotahætta hefur vissulega áhrif á tímasetningu og röðun framangreindra framkvæmda. Sérstaklega hefur þó uppkoma hrauns sunnarlega á sprungusveimnum og aukin hætta á hraunrennsli niður í Hlíðardalinn áhrif á staðsetningu næstu borhola, óháð því hver framangreindra leiða valin verður. Samtímis aðgerðir á borholum KG-10 og KJ-13, strax á árinu 1986, verða því ennþá mikilvægari þar sem þær auka möguleikana á að staðsetja borholur utan áhrifasvæðis eldvirkinnar.

	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	SAMTALS
I. AÐGERÐ	VIÐG HIÓ/HIÐ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 VIÐG + 4 NH
II. KOSTNAÐUR	MKR.	35,5	2,0	42,4	2,0	49,3	5,0	32,5	2,0	33,0	205,7
		30,8	0	38,0	0	39,0	0	28,8	0	29,0	165,6
	1. BORUN	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	20,0
	2. REKSTRARRANNS.	2,7	0	2,4	0	8,3	0	1,7	0	2,0	17,1
	3. BORRANNS.	0	0	0	0	0	3,0	0	0	0	3,0
	4. NÝRANNS.										
III. STAÐA GUFUMAGNS		70	78	80	80	80	80	80	80	78	
MAGN HÁPRÝSTIGUFU		70	71	70	70	72	72	72	72	72	
KG/S		66	68								

MYND I AÐGERÐIR TIL VIÐHALDS NÚVERANDI GUFUFARFAR

Kröflluviðvikjun

Boranir

VST/VIRKIR
25-2-85 MM

Byggingarvísitala 185, gengi 2 jan 85

	2000m hola		ný hola	stefnuboruð	1200m hola
	hreinsum	endurv.			
Verktími, dagar	17	33	46	55	27
Verkliðir	k.kr.	k.kr.	k.kr.	k.kr.	k.kr.
Holugerð					
Forborun, kjallari, vegagerð	275	275	2434	2145	2145
Borkostnaður	5768	15975	13002	21128	8352
Efni (fóðurrör, sement, holut.)	3288	5866	12955	10722	9419
Ymis vinna	1275	1963	1952	2017	2035
Rannsóknarkostnaður	2122	1946	2426	2827	1705
Samtals beinn kostnaður	12728	26025	32769	38839	23656
Vinnub., fæði, birgðav., bílak., ferðak., eftirlit, yfirstjórnun og fjármagnskostnaður	1857	3509	4668	5441	3135
Heildarkostnaður	14585	29534	37437	44280	26791

MYND 3.