

Sp.

684. Skýrsla

iðnaðarráðherra til Alþingis um Kröfluvirkjun.

EFNISYFIRLIT

- 0 Formáli
- 1 Rannsóknir til undirbúnings virkjunarframkvæmda við Kröflu
 - 1.1 Inngangur
 - 1.2 Rannsóknir og boranir í Námafjalli fram til 1970
 - 1.3 Rannsóknir á Námafjalls-Kröflusvæðinu eftir 1970
 - 1.4 Athuganir á nýtingu jarðhita til raforkuvinnslu
 - 1.5 Yfirlit um niðurstöður rannsókna
 - 1.51 Vitneskja í árslok 1974
 - 1.52 Vitneskja í desember 1977
 - 1.6 Álit sérfróðra ráðgjafa um virkjunarframkvæmdir
 - 1.61 Álit Orkustofnunar
 - 1.62 Álit sérfræðinga Kröflunefndar
- 2 Ákvörðun um jarðgufuvirkjun í Námafjalli eða við Kröflu
 - 2.1 Lög um virkjun í Námafjalli eða við Kröflu
 - 2.2 Framkvæmda- og stjórnunaraðilar
 - 2.21 Skipun framkvæmdaaðila
 - 2.22 Aðrir stjórnunaraðilar
 - 2.3 Undirbúningur og aðdragandi virkjunarframkvæmda
 - 2.31 Fyrstu störf Kröflunefndar
 - 2.32 Val ráðgjafarverkfræðinga Kröflunefndar
 - 2.33 Kaup aðalafvléla Kröfluvirkjunar
 - 2.34 Gerð framkvæmda- og kostnaðaráætlana. Val byggingarverktaka
- 3 Virkjunarframkvæmdirnar við Kröflu
 - 3.1 Framkvæmdir Kröflunefndar
 - 3.11 Skipulagning framkvæmda
 - 3.12 Framkvæmdalýsing
 - 3.13 Efniskaup
 - 3.14 Verksamningur
 - 3.2 Framkvæmdir Orkustofnunar
 - 3.21 Skipulag framkvæmda
 - 3.22 Boranir eftir gufu
 - 3.221 Boranir 1975
 - 3.222 Boranir 1976
 - 3.223 Boranir og endurvinnsla 1977
 - 3.23 Gufuaðveita
 - 3.231 Samningur við ráðgjafaraðila
 - 3.232 Efniskaup
 - 3.233 Verksamningar
 - 3.234 Framkvæmdalýsing
 - 3.3 Framkvæmdir Rafmagnsveitna ríkisins
- 4 Áhrif eldsumbrota og annarra náttúruhamfara á framkvæmdir við Kröflu

- 4.1 Umbrot á Kröflusvæði
- 4.2 Áhrif umbrota á framkvæmdir Kröflunefndar
- 4.3 Áhrif umbrota á framkvæmdir Orkustofnunar
- 4.4 Áhrif umbrota á vinnslueiginleika jarðhitasvæðisins í Kröflu
- 4.41 Efnifræðilegar breytingar
- 4.42 Þrýstingsbreytingar
- 4.43 Sprungumyndanir
- 4.44 Áhrif umbrota á borholur
- 4.45 Óbein áhrif umbrota
- 4.46 Samandregnar niðurstöður
- 5 Byggingarkostnaður Kröfluvirkjunar
- 5.1 Inngangur
- 5.2 Yfirlit yfir byggingarkostnað Kröfluvirkjunar
- 5.3 Aukakostnaður vegna framkvæmdahraða?

Formáli.

Skýrsla þessi, sem hér er lögð fram á Alþingi, er ekki aðeins hugsuð sem svar við fyrirspurn á þingskjali 81, heldur einnig og þó miklu fremur sem greinargerð, eins yfirgripsmikil og talið var fært, um alla meiri háttar ákvarðanatöku og framkvæmdir við Kröfluvirkjun, allt frá því er rannsóknir hófust þar og fram að þeim tíma er reynslurekstur hófst í febrúar s. l.

Samningu skýrslu þessarar hefur verið háttað á þann veg, að Júlíus Sólnes prófessor hefur dregið saman efni frá Orkustofnun, Kröflunefnd, ráðuneyti og öðrum þeim aðilum, sem staðið hafa að ákvarðanatöku og framkvæmdum.

Á það ber að leggja áherslu, að sjónarmið þau, er koma fram hjá þeim, er lagt hafa til efni í skýrsluna, eru ekki alltaf þau sömu og skoðanir og afstaða ráðuneytisins til hinna ýmsu þátta. Rétt hefur þó verið talið að þessi sjónarmið, t. d. Orkustofnunar og Kröflunefndar, fengju að standa, þótt víða hafi orðið að stytta innlegg þessara aðila, ella hefði skýrslan orðið óhæfilega löng.

Í svari við umræddri fyrirspurn ætti að vera óþarft að geta ástæðu þess, að Alþingi samþykkti vorið 1974 lög um Kröfluvirkjun, en hún var öðru fremur sú, að alvarlegur orkuskortur var yfirvofandi á Norðurlandi. Norðurlínan hefur nú bægt þessum skorti frá í bili, en kaflanum fyrir Hvalfjörð, sem var hinn veiki hlekkur línunnar, var hraðað og lokið á árinu 1977, en á fjárlögum og lánsfjáráætlun hafði verið gert ráð fyrir að ljúka þessum kafla á þessu ári. Engu að síður er nauðsynlegt að Kröfluvirkjun verði tekin í notkun til frambúðar hið fyrsta. Nefna má til þess m. a. tvær ástæður. Önnur er sú, að öryggi orkuflutnings eftir svo langri línu sem Norðurlínu er auðvitað ekki það sama eins og að hafa virkjun nær markaði á sjálfu svæðinu, og það er eðlilegt að Norðlendingar æski meira öryggis heldur en fæst með svo löngum línunum. Hin ástæðan er sú, að ef Krafla kemst ekki fljótlega í notkun, þá er búist við rafmagnsskort, aflskorti, í landinu veturinn 1979—1980.

Á árinu 1974 ríkti mikil bjartsýni á að hægt væri að reisa jarðgufuaflostöð, er gæfi verulega lægra orkuverð en vatnsaflstöðvar gefa, og einnig að byggingartími slíkra stöðva væri mun styttri. Í þessu sambandi er rétt að benda á töflu um orkukostnað frá jarðgufuaflostöð, er Orkustofnun birti í skýrslu árið 1973. Þar kemur fram að orkuverðið lækkaði mjög með stærð stöðvar og var áætlað með 55 MW stöð 35 aurar á kwh. Á sama tíma áætlaði Landsvirkjun að orkuverð frá Sigölduvirkjun yrði ríflega helmingi hærra. Þótti stjórnvöldum því eftir allmiklu að slægjast hér.

Tveim dögum eftir að núverandi ríkisstjórn tók við hélt iðnaðarráðherra fund með Páli Lúðvíkssyni verkfræðingi, þáverandi formanni Kröflunefndar, og Braga Þorsteinssyni verk-

fræðingi, varaformanni. Þar kom m. a. fram, samkv. upplýsingum Orkustofnunar, að álitíð var að 15 borholur nægðu fyrir 55 MW virkjun, „ . . . og er þá miðað við meðalorkugjöf þá, er holur í Námaskarði hafa gefið.“ Enn fremur kom fram að Orkustofnun hafði ákveðið að bora tvær 1000 m djúpar rannsóknarholur í stað einnar 2000 m. Í ljósi síðari þekkingar er sýnilegt að 1000 m holur sýndu ekki þann vanda, sem hin 2 jarðhitakerfi Kröflusvæðisins höfðu í för með sér við öflun gufu. Augljóst er að ályktanir dregnar af 1000 m djúpum holum og reynslu af álíka djúpum holum við Námaskarð voru óraunhæfar miðað við eiginleika Kröflusvæðisins.

Á því er vart lengur neinn vafi að jarðgufan á háhitavæðum landsins getur í framtíðinni orðið einn mikilvægasti orkugjafi okkar. Fram að þessu höfum við ekki hafist handa við nýtingu þessarar orku í nokkrum mæli. Þetta er nýtt svið og það virðist miklu vandasamara tæknilega að beisla orku háhitavæðanna en lághitans, þar sem við höfum öðlast mjög góða reynslu með hitaveitum víða um land. Það gefur því auga leið, að við fyrstu meiri háttar framkvæmdina á háhitavæði rækjust menn á ýmislegt, sem ekki var auðvelt að sjá fyrir. Í fréttabréfi Verkfræðingafélags Íslands er nýlega vikið að þessu. Þar er bent á að virkjunin við Kröflu sé öðrum þræði tilraun í marktækri stærð, sem nauðsynleg sé til öflunar þeirrar þekkingar, er forsemda sé fyrir nýtingu orku háhitavæðanna. Hluta kostnaðar Kröfluvirkjunar ætti í raun og veru að afskrifa strax sem kostnað við öflun þekkingar, er nýtast mun við aðrar framkvæmdir á háhitavæðunum.

Gosórói og jarðhræringar, sem verið hafa í námunda við virkjunarstaðinn við Kröflu og miklu víðar á landsvæði því, sem jarðfræðingar nefna Kröflusvæðið, allt frá því rétt fyrir júl 1975, hafa að sjálfsögðu haft talsverð áhrif á framkvæmdir. Nokkrum sinnum hefur orðið að meta hvort stöðva ætti framkvæmdir og hvenær haldið skyldi áfram. Hefur það mál jafnan verið borið undir Orkustofnun sem ráðunaut iðnaðarráðuneytisins, og hefur í öll skiptin verið farið eftir tillögum, sem Orkustofnun gerði.

Í 5. lið fyrirspurnarinnar er spurt um nýtingu mannvirkja, véla og tækja Kröfluvirkjunar að hluta eða í heild, ýmist á virkjunarstaðnum sjálfum eða annars staðar. Í ljósi fenginnar reynslukeyrslu virkjunarinnar er grundvöllur fallinn niður fyrir spurningunni. Mikilvægasta verkefnið er að finna hagkvæmustu vinnsluáferðir við gufuöflun, sem leysa þau tæknilegu vandamál, sem komið hafa fram. Við síðari athugun hefur komið fram, að aðrar þjóðir hafa lent í hliðstæðum erfiðleikum, sem tæknimenn Orkustofnunar og Kröflunefndar eru nú að kynna sér.

Að lokum skal þess getið, að fylgiskjöl þau, sem vitnað er í og skráð eru aftan við hvern kafla, liggja frammi í iðnaðarráðuneytinu. Fjöldi þessara skjala og stærð var miklu meiri en svo að hægt væri að prenta þau með skýrslunni.

I. KAFLI

RANNSÓKNIR TIL UNDIRBÚNINGIS VIRKJUNARFRAMKVÆMDA VIÐ KRÖFLU.

1.1 Inngangur.

Jarðhita- og jarðeldasvæðin við Námafjall og við Kröflu hafa frá fornu fari vakið athygli manna. Þegar á 13. öld er getið um brennisteinsvinnslu í Námafjalli á vegum erkibiskupsins í Niðarósi. Brennisteinsvinnsla bæði í námunum í Námafjalli, svokölluðum Hlíðardalsnámum og í minna mæli við Kröflu fór fram nær óslitið frá miðbiki 13. aldar og fram til miðbiks 19. aldar, er hún var lögð niður.

Mývatnseldar eru fyrstu eldsumbrot, sem getið er um á þessum slóðum síðan sögur hófust hér á landi. Að vísu er talið af ýmsum fræðimönnum, að eldgos hafi orðið á þessum slóðum um miðbik 14. aldar, en engar heimildir kunna að segja frá því. Ekki

er þó ólíklegt, að minni háttar umbrot og einhver skjálftavirkni hafi öðru hvoru raskað ró manna í sveitinni, þótt ekki hafi verið talin ástæða til að skrá slíka atburði.

Mývatnseldarnir hófust aðfaranótt 17. maí 1724 með miklu sprengigosi í sprengigígnum Víti. Í Mývatnssveit fundust sterkir jarðskjálftakippir, sem héldust allt til dagmála, en þá gaus upp öskumökkur mikill vestan við Kröflu, þar sem nú heitir Víti, með glóandi steinhrið. Lék þá allt á reiðiskjálfi af eldingum og jarðskjálftum, og fólk flýði af bæjum austan og sunnan við Mývatn, því þar rigndi sandi, vikri og brennisteinsösku svo mikilli, að huldi alla jörð, víða eina og hálfa alin á dýpt, eins og segir í Íslandslýsingu Þorvalds Thoroddsens.

Mývatnseldar stóðu allt fram til ársloka 1729 með smáhléum og eldgosum víðs vegar á sprungusveimnum, sem liggur frá Gjástykki norðanverðu og til suðurs gegnum Leirhnjúk, Bjarnarflag og Hverfjall. Mjög góðar samtímalýsingar Jóns Sæmundssonar prests í Reykjahlíð eru til, sem jafna má við fyrstu jarðfræðilegu athuganir á slíkum náttúruviðburðum á Íslandi.

Leiðangur Eggerts Ólafssonar og Bjarna Pálssonar kom í Mývatnssveit árið 1752. Dvöldust þeir félagar þar í 4 daga við rannsóknir og jarðfræðilegar athuganir á jarðhitasvæðunum, og fóru þeir m. a. að Kröflu. Fróðlegt er að grípa niður í ferðasögu Eggerts og Bjarna, þar sem þeir segja frá komu sinni í Mývatnssveit.

„Þegar við komum ofan af heiðinni blasti Mývatnssveit við okkur svört og ljót tilsýndar. Dekkstu hraunbreiðurnar, sem eru nýjar, greina sig vel frá hinum eldri, sem unnt er að sanna á nokkrum stöðum að hafa verið hér fyrir landnámstíð.“ Enn fremur segir í ferðasögu þeirra: „Skammt frá tjaldstað okkar í Jarðbaðshólum var okkur sýnt þurrabað, sem fólk úr sveitinni notar. Það er í hraungjótu, sem hefur verið hlaðin upp með hraunsteinum. Menn sitja þar á gólfinu í sandi, sem er ofan á hraunhellunni, en upp um tvö gót á henni stíga sjóðheitar gufur. Gufa þessi er að vísu rök, en engin óþægileg né óheilnæm lykt af henni. Slík böð væri hægt að gera víðar hér í grennd. Krafla er rétt hjá Hrafnstinnuhrygg og er kunnust vegna hinna ægilega eldgosa frá 1724—1730. Fjallið er meira gert af leir en föstu bergi, og er hún nú upp á síðkastið orðin lág og lítt áberandi. Þó er hún enn kunn af hinu forna nafni sínu og tveimur ægilegum vötnum eða pyttum, sem liggja í suðausturhlið hennar. Kallast þeir Víti, en það er stytting úr Helvíti. Sennilegast er, að nafnið bendi til fornrar hjátrúar. Enda þótt við fengjum næga fylgd til Hrafnstinnuhryggjar, gátum við ekki, hvað sem í boði var, fengið nokkurn mann til að fylgja okkur að Víti til að sýna okkur leiðina. Menn fullyrtu, að ómögulegt væri að komast þangað og allra síst með hesta, því menn ættu á hættu að sökkva þar í leynda leirpytti. Kindur týnast oft í þeim. Allt um það gerðum við tilraun til að komast þangað, eftir að okkur hafði verið sagt til vegar. Okkur gekk greiðlega að fjallinu, þar fórum við af baki og gengum það sem eftir var. Við fórum mjög varlega og rákumst á nokkra leirpytti án þess þó að lenda í þeim. Niðri í þeim öllum var heitt, en rauð leirskorpa yfir þeim. En við komumst samt aðeins að öðru vítisopinum, sem við höfðum séð til úr mikilli fjarlægð af reykjarmekki þeim hinum mikla, sem lagði upp af því. Op þetta líktist geysimiklum katli. Barmar hans voru 5 faðma háir fyrir ofan vatnsborðið. Vatnið var bláleitt að lit, þykkt eins og grautur. Með gufunni berst fingerður leir upp á barmana, og er hann súr. Ekki er unnt að sjá niður í ketilinn, nema þegar reykin leggur frá vindi. Leirhnjúkur er nú kunnasta og hættulegasta eldfjallið á þessum slóðum að Kröflu undantekinni. Hann var grasi vaxinn, þangað til fyrsta eldgosíð hófst 1725. Hann liggur um mílufjórðungsleið norður til norðvesturs frá Kröflu. Hann er lágur og er að mestu leyti úr brennisteinsblöndnum leir og sandi. Fjallið er sundur grafið, eytt og etið af eldinum, og var okkur

sagt, að ómögulegt væri að komast þangað vegna leyndra leirpytta og yfirborðið væri ótryggt.

Laxá kemur úr Mývatni. Hún er meðal stærstu vatnsfalla norðanlands. Allt um það sést engin á falla í vatnið. Aðrennsli þess hlýtur því allt að vera neðanjarðar, því annars mundi vatnið tæmast. Frá Kröflu hefur endur fyrir löngu fallið hraunflóð niður Laxárdal eftir árfarveginum, sem tiltölulega slétt klöpp, og síðan alla leið norður að Skjálfandaflóa. Á bökkunum báðum megin árinna hefur hraunið líkt og hlaðist í garða allt fram í dalsmynnið, þar sem það hefur breiðst út. Það sem nú er frá skýrt er það mikilvægasta, sem við sáum í Mývatnsferð okkar.“

Leiðangur Biblíusalans Ebenezer Henderson kom til Kröflu 1814. Í Víti var leirgosið enn í svipuðu ástandi og þeir Eggert og Bjarni lýstu því. Úr miðri tjörninni köstuðust þá fimmtu hverja mínútu leðjubunur 15 álnir í loft upp, og stóð hvert gos í tvær og hálfu mínútu. Þá tók að gjósa austar í tjörninni með lægri leðjugosum, 5—12 fet á hæð, og var á sama svæði sjóðandi og vellandi rák þvers yfir leðjutjörnina. Jónas Hallgrímsson skoðaði Víti 1839. Þá var gígurinn enn leirhver, en mjög var dregið úr afli hans. Þegar Sartorius von Waltershausen kom þangað 1846 var kyrrð komin á og grænleit tjörn í gígnum eins og nú er.

Hinn merki Íslandskönnuður, Þorvaldur Thoroddsen jarðfræðingur, rannsakaði Námafjalls- og Kröflusvæðið allmikið á árunum 1870—1884. Í Íslandslýsingu sinni segir Þorvaldur, að Víti sé rúm þúsund fet að þvermáli og 42 fet á dýpt niður að vatni. Hiti tjarnarinnar var 12. júlí 1871 12,5° C á yfirborði, en lofthiti var þá um 10° C.

1.2 Rannsóknir og boranir í Námafjalli fram til 1970.

Fyrstu rannsóknir, sem beindust að nýtingu jarðvarma við Námafjall, hófust rétt fyrir 1950, en þá lét raforkumálastjóri bora nokkrar grunnar borholur í Hverarönd í þeim tilgangi að kanna möguleika á brennisteinsvinnslu. Úr brennisteinsvinnslu varð þó ekki, en um svipað leyti komu upp hugmyndir um kísiliðju í Mývatnssveit, sem nýtti kísilgúrinn í botnleðju Mývatns og notaði jarðhitann í Námafjalli til þess að þurrka gúrinn.

Nokkuð dróst þó, að áform um kísiliðju yrðu að raunveruleika. Það var ekki fyrr en um 1960, að rannsóknir og tilraunaboranir í Bjarnarflagi hófust með tilliti til kísilgúrvinnslu úr Mývatni. Jarðhitadeild Orkustofnunar sá um þessar athuganir, en hún hefur haft með höndum allar jarðhitarannsóknir á Námafjalls- og Kröflusvæðinu eftir 1955. Voru tvær rannsóknarholur boraðar á árunum 1963—1965. Árið 1965 voru gerðar nokkrar segulmælingar, þyngdarmælingar og jarðfræðiathuganir á svæðinu (fskj. 2).

Árangur fyrstu rannsóknarholanna og þá sérstaklega mælt hitastig vöktu umræðu um byggingu gufuaflstöðvar í Bjarnarflagi. (Fskj. 3). Fyrsta vinnsluholan í Bjarnarflagi var boruð 1966 fyrir gufuveitu til Kísiliðjunnar. Á árunum 1968—1970 voru boraðar 6 vinnsluholur til viðbótar, sem fram til 1975 nægðu Kísiliðjunni, gufuaflstöð Laxárvirkjunar (3 MW), sem reist var í Bjarnarflagi árið 1969, og Hita-veitu Reykjahlíðar, sem tekin var í notkun 1973.

Niðurstöður þessara borana urðu fremur slakar frá bortæknilegu sjónarmiði og má þar e. t. v. um kenna lélegum tækjabúnaði. Mikil reynsla fékkst þó af þessum borunum. Reyndist gufuvinnsla að lokum duga til reksturs ofanefndra fyrirtækja, þótt miklir erfiðleikar væru fyrstu árin vegna gufuskorts. Búnaður borholanna er talinn lélegur og er þar kennt um lélegum tækjum og slæmum efnahag, þ. e. skorti á

nauðsynlegum fjármunum til þessara borana. Í skýrslum um þessi atriði koma fram ábendingar um ýmis atriði, sem betur hefðu mátt fara. (Fskj. 7 og 16).

Árið 1975 var svo áttunda vinnsluholan boruð til þess að fullnægja gufupörfinni, einkum vegna þess, að ein holan (nr. 5) var orðin mjög aflvana. Boranir við Námafjall á árunum 1963—1968 eru raktar í sérstakri skýrslu. (Fskj. 7).

Rannsókn jarðhitasvæða er í eðli sínu þannig að henni lýkur aldrei (sjá fskj. 54). Fyrsti áfangi rannsóknar beinist að því að undirbúa ákvörðun um borun. Annar áfangi felur í sér mælingar á borholum og miðar að því að undirbúa ákvörðun um virkjun. Síðari áfangar fela í sér frekari mælingar á borholum og athugun á langtímahegðun jarðhitasvæðisins.

1.3 Rannsóknir á Námafjalls-Kröflusvæðinu eftir 1970.

Seinni hluta ársins 1969 var ákveðið á jarðhitadeild Orkustofnunar að hefja frumrannsókn Námafjalls og að einhverju leyti Kröflusvæðisins á næsta sumri, 1970. Var gerð rannsóknaráætlun fyrir það ár í samræmi við áætlun Orkustofnunar um rannsókn háhitasvæða. (Fskj. 8). Fé til þessara rannsókna var veitt úr Orkusjóði, en kostnaðaráætlun fyrir 1970 nam um 2 millj. kr. Var í kostnaðaráætluninni miðað við fyrsta áfanga Námafjallsrannsóknar.

Í september 1969 var farið í 10 daga könnunarferð um svæðið og næsta nágrenni þess, svo sem Peistareyki og Gjástykki. Veður var mjög hagstætt, og nýttist tíminn vel. Góð yfirsýn fékkst yfir Námafjalls- og Kröflusvæðið. Útbreiðsla jarðhitamyndunar var könnuð. Fjöldi sýnishorna af grjóti var tekinn til bergfræðilegra rannsókna, og svæðið vestan og norðan Hlíðarfjalls var rannsakað allitarlega.

Þau svæði, sem hér er um fjallað og kennd eru við Námafjall og Kröflu, eru um 280 km² að stærð og ná sunnan frá Lúdent norður á mótis við mið Gæsafjöll. Landslagið er fyrst og fremst mótað af eldgosamyndunum, sem hafa sakir margbreytileika síns orðið mörgum tilefni til rannsókna, oftast að eigin frumkvæði eins og segir í fyrsta kafla.

Á grundvelli þeirra niðurstaðna, sem fengust í ferðinni haustið 1969, var rannsóknarsvæðið endanlega afmarkað. Keypt voru kort og flugmyndir af svæðinu. Fyrir mælingarflokka var útbúin stækkuð flugmynd í mælikvarða 1:10000 af rannsóknarsvæðinu.

Sumarið 1970 fóru svo fram umfangsmiklar yfirborðsjarðfræðirannsóknir í Námafjalli og við Kröflu. Í tveimur framvinduskýrslum, sú seinni er dags. 12. janúar 1971 (fskj. 11), er lýst gangi rannsókna. Í henni segir m. a. svo:

„Jafnstraumsmælingar fóru fram nokkurn veginn samkvæmt áætlun. Auk dýptarmælinga, ca. 600 m, víðs vegar á Námafjalls- og Kröflusvæðinu voru gerðar lengdarmælingar á Námafjallssvæðinu öllu. Segulsviðskort af Námafjalls-Kröflusvæðinu hefur verið teiknað eftir flugsegulmælingu, sem fór fram 25. júlí 1970. Safnað var gasi úr hverum bæði á Námafjalls- og Kröflusvæðinu og það efnagreint hjá Rannsóknastofnun iðnaðarins. Rannsókn á ummyndunum féll að mestu leyti niður, nema hvað gerðar voru þunnsneiðar af holu 6 í Námafjalli og þær rannsakaðar í smásjá. Það er þegar ljóst, að mjög gott samræmi er milli hinna einstöku þátta, sem rannsakaðir voru, en nokkuð vantar á til að hægt sé að gera líkan af byggingu og rennsliseiginleikum háhitasvæðisins.

Eins og sést af framvinduskýrslu þessari hafa svæðin hins vegar verið rannsökuð nokkuð jöfnum höndum. Ástæðan er sú fyrst, að Námafjalls-Kröflusvæðið er jarð-

fræðilega séð ein heild sem nauðsynlegt er að fá yfirlit yfir þegar á fyrsta stigi frumrannsóknar. Hin ástæðan er sú, að Kröflusvæðið kann að henta jafnvel eða betur fyrir stóra gufuaflsstöð en Námafjallssvæðið og því nauðsyn að hraða rannsókn þess. Niðurstöður rannsókna síðasta sumars, 1970, lofa góðu um Kröflusvæðið og verður lögd áhersla á rannsókn þess næsta sumar. Að loknum þeim áfanga er þess vænst, að hægt verði að hefja djúprannsókn Kröflusvæðisins með borun á rannsóknarholum.“

Í lokaskýrslunni um rannsóknir ársins 1970, sem var birt í júní 1971 (fskj. 12), er að finna ítarlegt yfirlit yfir jarðfræðilega byggingu Námafjalls-Kröflusvæðisins. Í skýrslunni kemur líka fram, að gassamsetning í gufuaugum í Kröflu bendir til tiltölulega hæsta hita í sprengigígum sunnan Vítis og í gilinu, Hveragili, suðvestan í Kröflu. Gæti hitastig reynst 245—285° C á 600—1200 m dýpi. Jarðeðlisfræðilegar athuganir (segulmælingar og rafleiðnimælingar) sýndu frávik við Námafjallssvæðið annars vegar og Kröflusvæðið hins vegar, sem gáfu nokkra vitneskju um stærð jarðhitasvæðanna í lárétta stefnu. Fjöldi viðnámsmælinga við Kröflu var þó ónógur. Frekari viðnámsmælingar voru því gerðar við Kröflu sumarið 1971. Niðurstöður eru birtar á viðnámskort. (Fskj. 15). Ekki var skrifuð sérstök skýrsla um þær, en niðurstöður frumúrvinnslu liggja fyrir í gagnasafni Orkustofnunar.

Að öðru leyti var ekki unnið að rannsóknum á Námafjalls- og Kröflusvæðinu fram til 1974, að undanteknum athugunum á borholum við Námafjall og smávægilegum viðbótum við jarðfræðikortlagningu Kröflusvæðisins ásamt jarðsveiflumælingum. Á þessum tíma hafði verið fyrirhugað að virkja í Laxá, og varð því ekkert úr djúprannsókn Kröflusvæðisins að sinni. En eftir að ákveðið var, að frekari virkjanir í Laxá yrðu ekki leyfðar, komst skriður á það mál aftur.

Til djúprannsókna með borunum á Kröflusvæðinu sumarið 1974 fengust á fjárlögum um 20 milljónir króna og má segja, að rannsókn Kröflusvæðisins gæti nú hafist á nýjan leik eftir tveggja ára hlé. Megintilgangur þeirra var að afla gagna til samanburðar við Námafjallssvæðið, svo hægt væri að velja á milli svæðanna fyrir jarðgufuaflstöðina. Til greina kom að bora eina holu með gufubor (Dofra) niður á 2000 metra dýpi, en það varð úr, að í staðinn voru boraðar tvær 1100 metra holur með Wabco-bornum, Glaum.

Sumarið 1974 var síðan unnið að frekari yfirborðsrannsóknum á Kröflusvæðinu. Í ágúst 1974 var hafist handa við að bora þá fyrri af rannsóknarholunum, en borunum var lokið í desember 1974.

Frumniðurstöður þessara rannsókna koma fram í áfangaskýrslu Karls Ragnars verkfræðings hjá Orkustofnun, sem er dagsett 24. okt. 1974, en þar segir m. a.:

„1. Rannsókn jarðhitasvæðisins við Kröflu.

Rannsókn jarðhitasvæðisins við Kröflu er nú vel á veg komin og er borun fyrri tilraunaholunnar lokið og seinni tilraunaholan komin í 300 m dýpi. Fyrri holan, þ. e. hola nr. 1 við Kröflu, er 1140 m djúp, fóðruð í botn með raufuðum fóðringum og að frágangi eins og æskilegt er um vinnsluholur. Holan var hitamæld stuttu eftir að borun lauk og mældist botnhiti hennar 256° C. Þetta hitastig eykst, þegar skolvatnið í holunni hitnar meira, og bendir það til, að jarðhitasvæðin við Kröflu og Námafjall séu áþekk hvað hitastig varðar. Seinni holan, sem verður fullgerð eftir u. þ. b. hálfan mánuð, gefur betri staðfestingu á hitastigi svæðisins og af því má ráða nokkuð um stærð svæðisins. Hola nr. 1 verður látin

blása í næstu viku, og verða þá efnagreiningar gerðar á djúpvatninu. Verður þá væntanlega hægt að gefa umsögn um svæðið fyrir áramót.“

Enn fremur segir:

„3. Áætlanir um boranir í Kröflu árið 1975.

Áætlanir næsta árs gera ráð fyrir, að boraðar verði 5 holur í Kröflu. Ekki er enn ljóst, hvaða bor framkvæmir borunina, en 3 borar koma til greina: Gufubor ríkisins og Reykjavíkurborgar, sem getur borað í 1800—2000 m dýpi, Failingbor, sem keyptur hefur verið og kemur til landsins vorið 1975 og getur borað í 1500 m dýpi, og nýr bor, sem gæti borað allmiklu dýpra en gufubor og Failingbor. Sé miðað við afl meðalholu, ættu þessar 5 holur að gefa um 130 tonn/klst. af gufu, en það er u. þ. b. 1/3 af því, sem fyrirhuguð 55 MW Kröfluvirkjun notar.“

Lokaskýrsla um niðurstöður rannsóknarborananna í Kröflu 1974 kom út í febrúar 1975, en frumdrögum að skýrslunni var skilað Kröflunefnd í janúar sama ár. Ágrip skýrslunnar hljóðar svo:

„Í skýrslu þessari er greint frá niðurstöðum rannsóknarborana í Kröflu, sem gerðar voru seinni hluta árs 1974. Tilgangur þeirra borana og frumrannsókna, sem unnar voru á árunum 1970—1973, var að afmarka vinnslusvæði og afla upplýsinga um vinnslueiginleika Kröflusvæðisins með tilliti til þess, að þar yrði reist 50—60 MW gufuaflsstöð. Slík stöð þarfnast um 470 tonn á klst. af gufu, sem samsvarar 650 kg/sek. innrennsli í holur miðað við 260° C hita í djúpvatni og 8 ata skiljuþrýsting, en þá er miðað við einþrýstítúrbínu. Niðurstaða borana og annarra rannsókna á Kröflusvæðinu er sú, að það standi undir 50—60 MW gufuvirkjun og hugsanlegri stækkun síðar. Mælt er með því, að hafist verði handa um að bora vinnsluholur í Kröflu þegar sumarið 1975.

Kröflusvæðið er fast að tífalt stærra að flatarmáli en Námafjallssvæðið og því líkur á, að það sé öruggara í vinnslu og standi undir verulegri stækkun síðar, að því gefnu að vinnslueiginleikar beggja svæðanna séu líkir. Lagt er til, að um 10 km² svæði, sem nær yfir Kröflu og Leirhnjúk, verði fyrst í stað afmarkað sem vinnslusvæði.

Rannsóknarholurnar eru tvær, hola 1, 1138 m djúp, og hola 2, 1204 m djúp. Hæðarmunur á holunum er 70 m og stendur hola 2 hærra, í 552 m hæð yfir sjó. Í holu 1 reyndist vera lítið af æðum. Hiti í henni er nálægt suðumarksferli allt til botns og mældist hæstur 298° C. Í holu 2 var hins vegar mikið af æðum neðan 325 m. Tiltölulega kalt vatn, 190° C, rennur niður eftir holunni í æðum í 325 til 350 m dýpi og fæst því ekki rétt mynd af hitaástandi í bergi neðan þess dýpis, en þar ofan við er hitinn við suðumarksferilinn. Búast mætti við, að vinnsluholur, sem boraðar yrðu nærri holu 1, myndu ekki lenda í verulegum vatnsæðum ofan 1000 m dýpis, en ef borað yrði nærri holu 2 fengist líklega verulegt vatnsmagn úr vatnsæðum milli 700 og 1200 m. Ekki er ólíklegt, að hitinn í jarðhitakerfinu fylgi suðumarksferlinum dýpra niður en rannsóknarholurnar ná, þannig að á 2000 m dýpi gæti orðið allt að 330°—340° C hiti. Meðalhiti á því vatni, sem kæmi inn í borholur, yrði lægri, sem næmi því vatnsmagni, sem streymdi inn í holurnar ofar.

Vegna æða ofarlega í holu 2 og vegna hins háa hita þarf að fódra vinnsluholur með steyptri fóðringu niður í a. m. k. 600 m. Bein reynsla liggur ekki fyrir um eiginleika 300° C heits vatns með tilliti til útfellinga í holutoppi og skiljum. Því er lagt til, að fyrstu vinnsluholur verði boraðar á svæðinu í kringum holu 2, þar sem vænta má vatns með meðalhita undir 300° C, en ein reynsluhola verði boruð nálægt holu 1, þar sem vænta má vatns með hærri meðalhita en 300° C.

Efnainnihald í vatni og gufu í holum 1 og 2 í Kröflu er svipað og í vinnsluholum í Námafjalli, og má því styðjast við reynslu þar, hvað varðar tæringu og aðra eiginleika vatnsins. Heildargasmagn er þó nokkru meira í Kröflu, eða nálægt 1% í gufu við 6 til 10 ata þrýsting.

Við ákvörðun á vinnsluþrýstingi í gufuskiljum er vert að hafa í huga mögulegar kísilútfellingar, sérstaklega vegna þess hve hár hiti hefur mælst í holu 1.

Lagt er til, að affallsvatni verði veitt í uppistöðulón í Þríhyrningadal í hálsinum vestan við Leirbotna, þar sem útfellingar yrðu við hæga kólnun og brennisteinsvetni ryki burt. Útfallið úr lóninu rynni síðan suður Hlíðardal að vesturjaðri Búrfellshrauns og hyrfi í hraunin.

Á grundvelli jarðgrunnsrannsókna er lagt til, að stöðin verði reist á hrauni innst í Hlíðardal. Þaðan eru um 500—1500 m að væntanlegum vinnsluholum.“

Í inngangi skýrslunnar segir enn fremur svo:

„Boranir og rannsóknir á Námafjallssvæðinu benda til þess, að þar sé um hentugt vinnslusvæði að ræða, sem vafalaust stendur undir 50—60 MW stöð. Hins vegar urðu ýmis önnur sjónarmið þess valdandi, að Kröflusvæðið var talið heppilegra fyrir virkjun. Ber þar til:

- 1) að Kröflusvæðið er margfalt stærra og því líkur á að það sé öruggara í vinnslu og standi undir mikilli stækkun síðar, að því gefnu, að hitaástand í jarðhitakerfi þess reynist líkt og í Námafjalli.
- 2) Kröflusvæði er fjarri alfaraleið og virkjun þar hefði síður áhrif á umferð og umgang ferðafólks.
- 3) Meðferð affallsvatns frá virkjun við Kröflu yrði minna vandamál en í Námafjalli.

Þrátt fyrir ítarlega yfirborðskönnun var mikil óvissa um hitaástand í jarðhitakerfi Kröflusvæðisins. Efnasamsetning í hveragasi benti þó til 250—280° C hita á um 1000 m dýpi. Nauðsynlegt var að afla beinna upplýsinga um þetta atriði með borunum. Var því allt frá árinu 1972 lagt mikið kapp á það af hálfu Orkustofnunar að fá fé til rannsóknarborana þar. Af því varð loks á árinu 1974, en síðari hluta þessa árs voru boraðar í Kröflu þær tvær rannsóknarholur, sem þessi skýrsla greinir frá. Tilgangur rannsóknarborana var annars vegar sá að afla nægilegra upplýsinga um vinnslueiginleika Kröflusvæðisins fyrir samanburð við Námafjallssvæðið, hins vegar að reyna að afmarka væntanlegt vinnslusvæði.

Talið var að tvær 1000 m djúpar holur í Kröflu hefðu hliðstætt upplýsingagildi og holurnar í Námafjalli. Við tillögur um borun tveggja rannsóknarhola var gert ráð fyrir þeim möguleika, að önnur holan gæti mistekist vegna hrungjarnra berglaga, óþéttanlegra vatnsæða á litlu dýpi eða vegna óhappa við borun. Eins var hætta á rennsli milli vatnsæða, þar sem ekki var vitað fyrir um nauðsynlegt fóðringardýpi, en slíkt hefur stundum borið við í fyrstu holum, sem boraðar eru á áður ókunnun háhitasvæði. eru dæmi um það frá Námafjalli, Reykjanesi og Nesjavöllum. Í reynd fór svo, að í holu 2 er innrennsli úr æðum rétt fyrir neðan fóðringarenda, sem heldur niðri dýpri æðum í holunni vegna niðurrennslis.

Borunum lauk fyrstu dagana í desember og tími til rannsókna á holunum hefur verið helst til naumur, einkum hvað snertir seinni holuna. Engu að síður teljum við nægilega miklar upplýsingar liggja fyrir til að gefa jákvæða umsögn um Kröflusvæðið.“

Varðandi rannsókn Námafjalls- og Kröflusvæðisins á tímabilinu 1970—74 var í öllum aðalatriðum fylgt þeirri áætlun, sem kemur fram í skýrslu Orkustofnunar:

„Áætlun um rannsókn háhitasvæða“ (fskj. 8, bls. 4 í fskj. 19). Miðað við þessa áætlun má sjá á hvaða stigi rannsóknir voru í febrúar 1975 (fskj. 8, bls. 5, og myndir 3 til 5).

1.4 Athuganir á nýtingu jarðhita til raforkuvinnslu.

Árið 1960 gerðu ráðgjafarverkfræðingarnir Merz og McLellan í London frum-áætlun um jarðgufustöð í Ölfusdal ofan við Hveragerði. Stöð þessi skyldi vera 16 MW eimsvalaafstöð, sem nýtti þann hluta Hengilsvæðisins, sem liggur þarna niðri í dalnum, en botnhiti borhola þarna er um 210 gr. á celcius. Niðurstöður þessara athugana í samanburði við aðra valkosti voru þó neikvæðar, einkum vegna þess, hve kröfur um varaafli í borholum voru miklar, og vegna þess, hve hitastig jarðhitasvæðisins er lágt.

Á þessum tíma var Búrfellsvirkjun í deigluinni, og hefur það vafalítið ráðið miklu um, að ekkert varð úr framkvæmdum. Fór því svo, að frekari athuganir á nýtingu jarðhita til raforkuframleiðslu féllu niður um tíma. Þegar niðurstöður lágu fyrir af boruninum í Bjarnarflagi, sem áður er getið, kom í ljós, að botnhiti í borholunum var þar mun meiri en áður var þekktur, 260—290° C. Ýtti þetta undir, að notkun jarðhita til raforkuframleiðslu væri tekin til nýrrar athugunar.

Árið 1967 samdi verkfræðistofan Vermir h. f. álitgerð um raforkuvinnslu með mótþrýstigufuhverfli í Námafjalli. Varð hún til þess, að ákveðið var að reisa 2,5 MW gufuaflstöð þar. Til stöðvarinnar var keypt vélasamstæða frá Englandi, sem áður hafði verið notuð í sykurverksmiðju um 40 ára skeið. Stöð þessari var öðrum þræði ætlað að vera tilraunastöð og safna reynslu af rekstri sem þessum. Þótti sumum sem miklar kröfur væru gerðar, að fólk skyldi öðlast tiltrú á jarðhitavinnslu til raforku með svo fornum grip. Þessi ótti reyndist þó vera með öllu ástæðulaus, og hefur stöðin reynst ágætlega. Er ekki fráleitt, að þessi stöð sé einhver sú hagkvæmasta, sem reist hefur verið hér á landi, þegar tekið er tillit bæði til kostnaðar og öryggis í rekstri.

Jarðgufuaflstöðin var reynslukeyrð í maí 1969, og hefur stöðin starfað að mestu óslitið síðan. Eins og búast mátti við var við ýmsa byrjunarerfiðleika að etja. Er þar helst að nefna kísilútfellingar úr gufunni í öryggisventlum vélarinnar, en ráðinn var bót á þessu á tiltölulega einfaldan hátt. Sumarið 1971 var skipt um hverfilhjólíð, eins og upphaflega hafði verið áætlað, þar sem málmblandan í skóflum hjólsins var ekki talin henta í jarðgufu. Ekki hefur orðið vart við neina tæringu né rof í útbúnaði stöðvarinnar. Gufuöflunin tók nokkru lengri tíma en bygging stöðvarinnar, þar sem samtímis þurfti að afla aukinnar gufu til Kísliðjunnar. Næg gufa var þó fengin árið 1971, og hefur stöðin síðan verið keyrð með fullum afköstum, sem er um 3 MW.

Í framhaldi af þessari reynslu þótti ástæða til þess að skoða þessa vinnsluáferð nánar. Á árinu 1972, í júní, kom út hjá Orkustofnun frumáætlun um jarðgufuaflstöð við Námafjall eða við Kröflu, 8, 12 og 16 MW að stærð (fskj. 16). Áætlunin gat þó átt við hvaða jarðhitasvæði, sem fullnægði þeim forsendum er gengið hafði verið út frá, t. d. 260° botnhita í borholum.

Í skýrslunni kemur fram, að tæknilega séð er ekkert því til fyrirstöðu, að slík jarðgufuaflstöð verði byggð. Jarðfræðilega eru bæði jarðhitasvæðin talin jafnvel fallin til virkunar, en vegna mengunarhættu og viðkvæms umhverfis við Mývatn er Kröflusvæðið talið heppilegra. Tilraunir í El Salvador með fráveitu borholuvatns neðanjarðar, þ. e. niður í jörðina aftur eftir sérstökum borholum í útjarðri hitasvæðisins, lofa þó góðu. Er því ekki rétt að útiloka Námafjallssvæðið vegna mengunarhættu að svo komnu máli.

Í skýrslunni segir: „Ljóst er, að ekki er hægt að taka ákvörðun um byggingu aflstöðvar fyrr en nauðsynlegum undirbúningsrannsóknnum er lokið. Á þetta sérstaklega við um Kröflusvæðið og er nauðsynlegt að minnst ein eða tvær reynsluholur séu boraðar og prófaðar. Einnig væri æskilegt, að gerðar væru tilraunir með efni þau, er helst koma til greina við smíði ýmissa vélahluta aflstöðvarinnar, sem miða að því að kanna áhrif gufunnar og þéttivatnsins með tilliti til tæringar, útfellingar og styrkleika.“

Eins og Orkustofnun lagði þarna til voru tvær reynsluholur boraðar á árinu 1974 (sbr. grein 1.3 og 1.51).

Í september 1973 sendi Orkustofnun frá sér aðra frumáætlun um jarðgufuafstöð við Námafjall eða Kröflu (fskj. 17). Í henni er borin saman hagkvæmni á 8, 12, 16 og 55 MW virkjun. Er niðurstaðan sú, að stofnkostnaður sé verulega lægri á hvert uppsett megawatt (MW) fyrir 55 MW virkjun en smærri virkjanir (8—16 MW). Á bls. 8 stendur: „Reiknað er með, að 15 borholur þyrfti fyrir 55 MW virkjun á hvoru svæðinu sem kynni að verða fyrir valinu.“

Þessi frumáætlun var gerð í beinu framhaldi af fyrri skýrslu Orkustofnunar. (Fskj. 16). Tæknileg atriði og forsendur fyrir kostnaðaráætlun byggjast á þeirri skýrslu, en þess er þó sérstaklega getið, að verð á erlendu efni miðast við upplýsingar frá „Toshiba, Japan“ og „GIE Franco Tosi, Ítalíu“. Annars eru helstu niðurstöður á þessa leið:

„Jarðhitarannsókn á jarðhitasvæðinu við Kröflu er ekki enn lokið, en ef borun einnar eða tveggja rannsóknarhola þar gæfi jákvæðan árangur, má telja, að jarðhitasvæðin við Kröflu og Námafjall séu bæði jafnvel fallin til virkjunar. Vegna frárennslis er þó talið óráðlegt að staðsetja virkjun vestan Námafjalls. Umhverfisáhrif af völdum frárennslisvatns eru sennilega svipuð, hvort heldur virkjunin væri austan Námafjalls eða við Kröflu, þar sem frárennslisvatnið rennur í báðum tilfellum að jaðri Búrfells-hrauns. Nokkur gufumökkur fylgir virkjun af þessari gerð, en hann er ekki talinn valda neinni mengun í umhverfinu, og yrði að meta út frá fagurfræðilegu sjónarmiði, hvor staðurinn væri hentugri vegna þess, en svæðið við Kröflu er mun fjær byggð, sem kunnugt er.“

Stofnkostnaður og rekstrarkostnaður er áætlaður fyrir þessar 4 mismunandi stöðvarstærðir sem hér segir:

Aflstöð	Stofnkostnaður	Reksturskostnaður
8 MW	394 Mkr eða 49 þkr/kW	53 Mkr/ári
12 MW	464 Mkr eða 39 þkr/kW	61 Mkr/ári
16 MW	555 Mkr eða 35 þkr/kW	72 Mkr/ári
55 MW	1246 Mkr eða 23 þkr/kW	158 Mkr/ári

Í skýrslunni segir enn fremur:

„Gerð hefur verið rekstrareftirlíking (með rafreikni) á samrekstri jarðgufu-stöðvar við önnur orkuver, er sendu raforku sína inn á sameiginlegt raforkukerfi.“

Þessi athugun gefur eftirtaldar niðurstöður um væntanlega árlega orkuvinnslugetu jarðgufustöðvarinnar í slíkum samrekstri:

8 MW stöð	55 GWh/ári
12 MW stöð	83 GWh/ári
16 MW stöð	110 GWh/ári
55 MW stöð	405 GWh/ári

Miðað við þessar tölur um ársorkuvinnslu og niðurstöður áætlunarinnar um árlegan reksrarkostnað yrði orkukostnaður við stöðvarvegg sem hér segir:

8 MW stöð	0,96 kr/kWh
12 MW stöð	0,73 kr/kWh
16 MW stöð	0,65 kr/kWh
55 MW stöð	0,35 kr/kWh

Ofangreindar tölur miðast við gengi 1 US\$ = 87,00 kr. og byggingavísitölu 853 stig.“

Á sama tíma áætlaði Landsvirkjun, að orkuverð frá Sigölduvirkjun yrðu rúmir 70 aurar á kílóvattstund (0,70 kr/kwh). Þótti stjórnvöldum því jarðgufuafsvirkjun vera mjög álitlegur valkostur, einkum 55 MW aflstöðin.

Niðurstöður þessara frumáætlana gæfu tilefni til áframhaldandi rannsókna á jarðhitasvæðunum og til þess að hefja tæknilegan undirbúning að hugsanlegri virkjun.

1.5 Yfirlit um niðurstöður rannsókna.

Þar sem Kröflusvæðið var valið til virkjunar verður í þessum kafla eingöngu fjallað um framvindu rannsókna á því svæði.

1.51 Vitneskja í árslok 1974.

Á þessum tíma var lokið borun tveggja rannsóknarhola. Var önnur þeirra 1138 m djúp, en hin 1204 m djúp. Hitastig í botni mældist 298° C í holu KW-1, en 210° C í holu KW-2. Á bilinu 300—1100 m dýpi í holu KW-2 mældist hitastig nálægt 190° C. Var það talið stafa af niðurrennsli úr vatnsæðum á rúmlega 300 m dýpi. Var því ályktað, að mældur hiti í holunni gæfi ekki rétta mynd af hitaástandi í berggrunni.

Út frá hitamælingum í holu KW-1 var ályktað, að hiti í berggrunni fylgdi suðu-marksferli. Héldi þessi fylgni áfram niður á 2000 m dýpi yrði hitinn 330—340° C þar.

Heildarrennsli úr þessum rannsóknarholum var lítið. Úr holu KW-1 rann 14 kg/s við 6—7 ata mótþrýsting og svipað úr holu KW-2 við 4 ata mótþrýsting.

Efni í vatni og gas í gufu reyndist vera sambærilegt við það, sem þekkt var í Námafjalli. Þó var gasinnihald í KW-1 tiltölulega hærra en í Námafjalli.

Vegna hins háa hita í holu KW-1 var mikið af kísil í borholuvökvanum. Gaf það tilefni til varkárni varðandi kísilútfellingar.

1.52 Vitneskja í desember 1977.

Á árunum 1975 og 1976 voru boraðar 9 vinnsluholur á Kröflusvæði, 1250—2200 m djúpar.

Mikill fjöldi mælinga og margþættar athuganir á þessum holum, sem spanna yfir mörg fræðisvið (jarðfræði, jarðefnafræði, jarðeðlisfræði) hafa leitt til þess, að sett var fram jarðhitalegt líkan af svæðinu í janúar 1977. Sú þekkingaraukning, sem hefur orðið á árinu 1977, hefur styrkt megindrætti líkansins, en einnig fyllt í eyður. Þessu líkani af jarðhitalegum eiginleikum svæðisins er lýst í Holubræfi nr. 7. (Fskj. 52).

Slíkt líkan, þar sem svo margbreytilegum, óskyldum og óháðum niðurstöðum er þjappað saman í eina einfalda mynd, er nauðsynlegt fyrir mat á vinnslueiginleikum jarðhitasvæðisins.

Vinnsluboranir sýndu, að Kröflusvæðið er flóknara að innri gerð en önnur þekkt jarðhitasvæði í heiminum. Líkanið gerir þessa flóknu mynd mun skiljanlegri. Fyrir hendi eru tvö jarðhitakerfi, efra kerfi ofan við 900—1100 m dýpi, 220° C heitt, og neðra kerfi neðan við 1100—1500 m, 320—340° C heitt. Neðra kerfið er líklega í suðu og hitastig þess með því hæsta, sem mælt hefur á jarðhitasvæðum. Vegna hins háa hita er komið út fyrir þekkingarmörk jarðefnafræðilegra eiginleika jarðhitavökvans. Áður óþekktar útfellingar af járn- og kísilefnasamböndum virðast hafa stíflað góðar gufuholur á skömmum tíma.

Í efra kerfinu er eingöngu 220° C heitt vatn. Þegar þetta vatn byrjar að sjóða, hvort heldur sem er í bergi eða holum, eiga sér stað kalkútfellingar, sem gera nýtingu þess erfiða.

Afl hinna einstöku vinnsluhola er mjög mismunandi. Holur, sem taka eingöngu vatn úr efra kerfi, eru afllitlar og hafa lágan lokunarþrýsting. Gufuhlutfall er hátt úr borholum, sem taka vökva úr neðra kerfi. Sumar þessar holur voru aflmiklar í upphafi, en rennsli úr þeim hefur dvínað eða hætt vegna útfellinga og skemmda á fódurrörum.

Jarðlög, sem efra jarðhitakerfið er í, eru aðallega móberg og hraunlög. Þessi jarðlagaskipan og vatnsæðar eru áþekkt því, sem gerist á öðrum íslenskum jarðhitasvæðum.

Berggerð í neðra kerfi er að mestu leyti innskot. Vestast á núverandi borsvæði er mjög djúpt á efstu vatnsæðar (1700—1900 m), en austan til á svæðinu ná efstu æðar upp í 1100—1200 m dýpi. Þær upplýsingar, sem liggja fyrir, benda til þess, að lekt (transmissivity) einstakra borhola sé frekar lítil (ca. 10 m²/dag).

1.6 Álit sérfróðra ráðgjafa um virkjunarframkvæmdir.

1.61 Álit Orkustofnunar.

Vinnuaðferðir Orkustofnunar við rannsókn jarðhitasvæðisins við Kröflu hafa miðast við þá framkvæmdaröð, sem lýst er í skýrslu Orkustofnunar: „Áætlun um rannsókn háhitasvæða“, ágúst 1969. (Fskj. 8).

Við skýrslu um árangur rannsóknarborananna í Kröflu 1974, sem birt var í febrúar 1975, var einnig gengið út frá því, að framkvæmdaröð og tímasetning virkjunarframkvæmda yrði með þeim hætti, sem lýst er í fskj. 8. Fljótlega kom hins vegar fram, að skv. ósk yfirvalda skyldi reynt að flýta byggingu jarðgufuafstöðvarinnar sem framast er unnt. Í rauninni var þessi flýtir bein afleiðing af setningu laganna um Kröfluvirkjun vorið 1974 og skipun framkvæmdaaðila sumarið 1974.

Ráðuneytinu þykir rétt að benda á, að Orkustofnun var vel kunnugt um undirbúning þann, sem fór fram á vegum Kröflunefndar að gerð verk- og tímaáætlunar fyrir virkjunina. Fulltrúi Orkustofnunar tók þátt í viðræðufundum Kröflunefndar og ráðgjafarverkfræðinga hennar í nóvember 1974, þar sem ákveðið var að stefna að því að notfæra sér þann stutta afgreiðslufrest á aðalafvélum, sem vélaframleiðendur buðu. Meðal annars var haldinn fundur með fulltrúum japanska fyrirtækisins Toshiba í húsakynnum Orkustofnunar þann 15. nóvember 1974, þar sem þessi stutti afgreiðslufrestur aflvéla var staðfestur.

Á fundi í iðnaðarráðuneytinu 3. mars 1975 lét orkumálastjóri í ljós áhyggjur sínar vegna þeirrar áhættu, sem tekin væri með því að byggja aflstöðina samhliða því sem boranir og gufuöflun færi fram. Þessi sjónarmið Orkustofnunar voru ítrekuð í bréfi iðnaðarráðuneytisins, 14. mars 1975, en þar segir svo:

„Orkustofnun vill með bréfi árétta skriflega þau sjónarmið, sem orkumálastjóri og fleiri starfsmenn röktu munnlega á fundi í samstarfsnefnd iðnaðarráðuneytisins og Náttúruverndarráðs hinn 3. þ. m., þar sem viðstaddir voru fulltrúar hins háa ráðuneytis og Kröflunefndar.

Í nýlegri skýrslu Orkustofnunar um rannsóknarboranir við Kröflu (frá febr. 1975) er mælt með, að vinnsluboranir verði hafnar þar næsta sumar. Í þeirri skýrslu, og raunar í eldri skýrslum Orkustofnunar um Kröflusvæðið, er lútin í ljós bjartsýni á, að svæðið geti staðið undir 50—60 MW raforkuveri og að stækkun þess sé möguleg síðar. Ekkert hefur komið í ljós við rannsóknarboranirnar, er dragi úr þeirri bjartsýni.

En alls staðar, þar sem orka er unnin úr jörðu með borunum, hvort heldur um er að ræða jarðvarma, olíu eða jarðgas, er þá fyrst vissa um fánlegt orkumagn, þegar það er raunverulega komið upp á yfirborðið. Þetta er alkunn staðreynd og liggur í eðli málsins. Allt fram að þessu stigi er um óvissu að ræða, þrátt fyrir alla bjartsýni.

Þegar mikið fé er bundið í mannvirkjum, er nýta skulu orku, sem fengin er úr jörðu með borunum, er því oft gerð sú krafa, að orkan sé fengin upp á yfirborðið, áður en lagt er í mikinn kostnað við slík mannvirki. Sem dæmi um það má nefna, að Pacific Gas & Electric raforkufélagið, sem vinnur raforku úr jarðgufu í Geysers Valley í Kaliforníu, gerir þá fyrst bindandi samning um gufukaup við borunarfélagið á svæðinu, þegar gufan, sem hann tekur til, hefur verið fánleg úr borholum í 5 ár.

Orkustofnun er ekki þeirrar skoðunar, að svo mikillar varfærni sé þörf við Kröflu. Hún dregur heldur ekki í efa nauðsyn þess að hraða virkjun þar. Hins vegar telur Orkustofnun nauðsynlegt, að allir aðilar þessa máls geri sér ljóst, að því fylgir áhætta að hefja byggingu orkuvers og annarra vinnslumannvirkja, áður en vinnsluborunum er lokið og nægjanlegt gufumagn fengið upp á yfirborðið. Ef nauðsynlegt er talið að hraða virkjunarframkvæmdum eins mikið og Kröflunefnd ætlast til, er ekki um annað að gera en að taka slíka áhættu. Ekki er unnt að leggja á það talnalegt mat, hve miklar líkur eru á því, að vinnsluboranir sýni neikvæðan árangur. **Orkustofnun telur þær líkur litlar, en ekki væri varlegt að kalla þær engar.*)**

Stofnunin vill benda á, að hafa má nokkur áhrif á þá fjárhagslegu áhættu, sem hér er um að ræða, með því að tímasetja einstaka framkvæmdaliði á þann veg, að fé það, er kastað er á glæ í því mjög svo ólíklega tilviki, að vinnsluboranirnar sýndu neikvæða niðurstöðu, verði sem minnst. Með þessu móti kann að verða að haga framkvæmdum með eitthvað öðru móti en gert væri, ef jákvæður árangur vinnsluborana lægi nú þegar fyrir. Þar eð Kröfluvirkjun er fjármagnsfræk framkvæmd, eins og raforkuvirkjanir eru yfirleitt, virðist sjálfsagt að reyna eins og hægt er að draga úr þeirri fjárhagslegu

*) Undirstrikun ráðuneytis.

áhættu, sem óhjákvæmilega fylgir núverandi tímaáætlun Kröflunefndar. Tilgangur orkumálastjóra með því að vekja máls á þessu á áðurnefndum fundi var að vekja athygli Kröflunefndarmanna á nauðsyn þess að hafa þessa (litlu) áhættu í huga, er þeir tímasettu einstakar framkvæmdir. **Af viðbrögðum á fundinum mátti ráða, að sumum nefndarmönnum kæmi á óvart, að um slíka áhættu væri að ræða.*** Mjög mikilvægt verður að telja, að Kröflunefnd sé sér meðvitandi um hana, þannig að nefndin taki eðlilegt tillit til hennar í skipulagningu framkvæmda. Í þessum efnum má ekkert koma á óvart.“

Ráðuneytið vill undirstrika tvö atriði í bréfi þessu. Hið fyrra er, að Orkustofnun telur litlar líkur á, að vinnsluboranir sýni neikvæðan árangur, og hið síðara er, að „ . . .sumum nefndarmönnum kæmi á óvart að um slíka áhættu væri að ræða“. Hið rétta er, að öllum viðstöddum Kröflunefndarmönnum og fleirum, er þarna voru, komu mjög á óvart þær yfirlýsingar, sem þarna voru gefnar um áhættu á neikvæðum árangri og í algerrri andstöðu við fyrri yfirlýsingar frá Orkustofnun. Var þetta í fyrsta skipti, sem Kröflunefndarmönnum voru kynnt þessi sjónarmið. Í ofangreindu bréfi Orkustofnunar, sem skrifað er 11 dögum eftir fundinn, er hins vegar dregið mjög í land og gert lítið úr líkum á neikvæðum árangri vinnsluborana. Í síðari bréfum hefur þessi skoðun Orkustofnunar komið fram, m. a. í bréfi til iðnaðarráðuneytisins dags. 22. maí.

Með bréfi, dags. 5. mars 1975, var Orkustofnun beðin að taka afstöðu til tillagna ráðgjafarverkfræðinga Kröflunefndar um „hönnunarhitastig“ og „hönnunarþrýsting“ fyrir aðalafvlélar Kröfluvirkjunar. Svarbréf Orkustofnunar til Kröflunefndar er dags. 2. apríl 1975 (fskj. 56), og þar segir:

Málefni:

Hönnunarforsendur um inntaksþrýsting gufu á aflvélar í Kröfluvirkjun.

Samkvæmt bréfi Verkfræðistofu Sig. Thoroddsen til Orkustofnunar, dags. 05. 03. '75, er Orkustofnun beðin að taka afstöðu til tillagna þeirra um vinnsluþrýsting gufunnar, en þar kemur fram, að nauðsynlegt er að ákveða nú „hönnunarhitastig“ og „hönnunarþrýsting“ áður en holurnar hafa verið boraðar, vegna ákvörðunar um gerð túrbína.

Samkvæmt skýrslu Orkustofnunar um rannsóknarboranir í Kröflu s. l. ár kemur fram, að líklegur innrennslishiti í vinnsluholur á svæðinu verði á bilinu 260° C til 310° C, en innrennslishitinn fer eftir því dýpi, sem vatnsæðarnar liggja á. Hitastig blöndunnar, sem kemur úr holunum, fer því eftir því, hvaða æðar verða aflmestar og á hvaða dýpi þær liggja. Á þessu stigi málsins, þ. e. áður en vinnsluholur eru boraðar, er ekki hægt að sjá fyrir, hvert verður meðalhitastig blöndunnar, en eins og fyrr segir eru líkur á að það verði innan markanna 260° C og 310° C.

Hitastig innrennslisins í vinnsluholurnar gefur ekki beina vísbendingu um það, hver verði hagkvæmasti vinnsluþrýstingur, og er ekki hægt að meta hann fyrr en holurnar hafa verið boraðar og reyndar. Er skynsamlegt að áætla hönnunarhitastig á innrennslis lágt innan markanna 260°—310° C, en ef hitastigið reynist verða hærra getur það komið til góða í aukinni gufu á móti holuvatni. Ef innrennslis hitastig reynist hins vegar lægra en 260° C væri varla ráðlegt að hanna túrbínuna fyrir það, þar sem þá orkar tvímælis um hvort jarðhitasvæðið sé nothæft til raforkuvinnslu, og gæti þá verið skynsamlegra að flytja rafstöðina í Námafjall. Þær forsendur um hitastig djúpvatns,

*) Undirstrikun ráðuneytis.

sem Verkfræðistofa Sig. Thoroddsen hefur valið 270° C, virðast því gerðar með varfærni og er varla hægt að velja betri forsendur á grundvelli þeirra upplýsinga, sem nú liggja fyrir.

Eins og áður greinir er ekkert beint samband milli innrennslishtastigs og hagkvæmasta þrýstings á holutoppi, en samkvæmt reynslu af öðrum jarðhitasvæðum virðist hagkvæmur holuþrýstingur, miðað við 270° C innrennslishita, vera 8—9 ata. Þá er gert ráð fyrir að þrýstifall yfir borskilju og gufulagnir sé um 1,5 ata þannig að inntaksþrýstingur í háþrýstihluta hverfilsins gæti verið 7,2 ata, eins og lagt er til að gefið verði sem forsenda fyrir hönnun túrbínunnar.

Varðandi inntaksþrýsting í lágþrýstihluta tvíþrýstítúrbínunnar ber að hafa í huga þau mörk hitastigs og þrýstings þar sem kísilútfelling byrjar, en sem kunnugt er hækkar það hitastigsmark mjög ört með auknu hitastigi á innrennslis í holurnar, þótt óvissa í áætlun um hitastigsmark útfellingar liggir einnig í sýrustigi holuvatnsins.

Svo dæmi séu tekin hefst kísilútfelling við u. þ. b. 124° C og 2,5 ata þrýsting ef innrennslishiti er 260° C, 143° C og 4,0 ata þrýsting ef innrennslishiti er 280° C og 160° C og 6,3 ata þrýsting ef innrennslishiti er 300° C. Þar sem til mikils er að vinna, ef hægt er að koma í veg fyrir kísilútfellingar í lágþrýstiskilju, er rétt að miða við, að þrýstingur í henni sé ofan þessara marka, en miðað við hönnunarinnrennslishtastigið 270° C verða kísilútfellingar við 3 ata eða minni þrýsting í lágþrýstiskilju.

Sá þrýstingur í lágþrýstiiinntaki, sem lagt er til að verði notaður, þ. e. 2 ata, sýnist okkur því vera í lægra lagi, en þrýstifall yfir lágþrýstiskilju og lágþrýstigufulagnir að inntaki túrbínu getur verið 0,—1,0 ata þannig að þessi inntaksþrýstingur, þ. e. 2 ata, svarar til útfellingarmarks, er innrennslishiti er ekki hærri en 270° C.

Eins og áður segir, er ekki hægt á þessu stigi málsins að sjá fyrir hver verður meðalinnrennslishiti í borholur, en það væri óhagkvæmt að ákvarða inntaksþrýstinginn á lágþrýstihlutann of háan miðað við það innrennslishtastig sem fæst, þar sem það mundi skerða afl túrbínunnar og auka á vandann við flutning holuvatns milli háþrýsti- og lágþrýstiskilju. Einnig kemur hér til, að borholur, sem kunna að verða afllitlar, gætu nýtt í lágþrýstikerfinu, en við þá notkun þarf þrýstingur í lágþrýstiskilju að aukast til þess að jafnvægi haldist í gufustreymi túrbínunnar.

Virðingarfyllst,“

1.62 Álit sérfræðinga Kröflunefndar.

Meðan beðið var eftir niðurstöðum rannsóknarborananna haustið 1974 fóru fram viðræður Kröflunefndar við fulltrúa ráðgjafarverkfræðifyrirtækjanna Rogers Engineering í San Francisco og Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsens í Reykjavík (sbr. kafla 2.3.). Á fundum með ráðgjafarverkfræðingunum kom fram sú spurning, hvort hægt væri á grundvelli þeirra upplýsinga, sem nú lögju fyrir, þær væru að vísu ekki miklar, að skilgreina aflvélar fyrir fyrirhugaða virkjun í Kröflu eða í Námafjalli. T. d. að því verki væri lokið um 1. febrúar 1975. Fulltrúar bandarísku ráðgjafarverkfræðinganna urðu fyrir svörum, og töldu þeir, að innan 3—4 mánaða gætu þeir sett fram bráðabirgðaskilgreiningu á aflvélum og vinnsluáðferðum virkjunarinnar.

Ráðgjafarverkfræðingarnir bentu á, að mikilvægustu upplýsingarnar, sem þeir þörfuðust til þess, væru t. d. botnhiti í borholum, gasinnihald og efnasamsetning borholuvökva svo og þrýstingur. Á grundvelli slíkra upplýsinga væri hægt að hanna eða skilgreina aflvélarnar og jafnvel semja um smíði þeirra. Það eina, sem raunveru-

lega gæti gerst, væri, að aflgeta vélanna yrði aðeins minni eða jafnvel aðeins meiri eftir því sem endanlegt ástand jarðhitasvæðisins samsvaraði hönnunarskilyrðum.

Um þetta leyti voru hér á ferð verkfræðingar frá japanska fyrirtækinu Toshiba, sem sýnt hafði mikinn áhuga á fyrirhugaðri virkjun. Á fundi með ýmsum aðilum, sem haldinn var hjá Orkustofnun í nóvember 1974, kom fram, að þeir treystu sér til þess að skila fullkomnum tæknilegum upplýsingum og tilboði í aðalafvélar í fyrirhugaða virkjun í Námafjalli eða við Kröflu með því að nota eftirfarandi forsendur, sem byggðust á upplýsingum frá Námafjalli. Það er: þrýstingur í háþrýstiskiljum 7.73 ata, þrýstingur í lágþrýstiskiljum 1.97 ata og eimsvalaþrýstingur svarandi til 4 mm Hg.

Ráðgjafarverkfræðingar Kröflunefndar töldu, að hægt væri að nota upplýsingarnar frá Námafjalli til þess að fá allgóða hugmynd um væntanlegar aflvélar. Var útbodsbréf þar að lútandi sent framleiðendum gufuhverfla í byrjun desember 1974. Var það hugmynd ráðgjafanna, að síðan væri hægt að gera nauðsynlegar smábreytingar á skilgreiningu aflvélna eftir því sem niðurstöður af rannsóknarborunum við Kröflu 1974 lægju fyrir. Fengu þeir slíkar upplýsingar frá Orkustofnun strax og þær lágu fyrir, bæði munnlega og eins þegar Kröflunefnd var afhent uppkast af skýrslu Orkustofnunar um rannsóknarboranirnar 1974 í janúar 1975. Strax á eftir fóru fram viðræður um tæknilega gerð aflvélna við báða japönsku framleiðendurna, sem komu til greina, þannig að hægt var að ganga frá endanlegu vali á framleiðanda aflvélna 7. febrúar 1975.

Fram til þess, að samningur var undirritaður um kaupin á aflvélunum, 10. apríl 1975, fór fram athugun ráðgjafarverkfræðinganna á tæknilegri gerð og skilgreiningu aflvélna, byggð á hinum nýju upplýsingum um Kröflusvæðið, og var endanlega gengið frá gerð aflvélna.

Segja má, að æskilegra hefði verið að hafa nákvæmari og fullkomnari upplýsingar um jarðhitasvæðið við skilgreiningu á aðalafvélunum. Sú vitneskja, sem þarf til þess að finna bestu lausn á (optimize) legu stöðvarhúss, inntaksþrýstingi á vélar og gerð gufuveitu, byggir að talsverðu leyti á vinnslueiginleikum borhola (rennsli við mismunandi mótþrýsting, gufuhluta í rennsli við mismunandi mótþrýsting og útfellingar- og tæringarhættu). Litlar upplýsingar af þessu tagi lágu fyrir, er ákvörðun um aflvélnar var tekin, að öðru leyti en því, að talin var viss hætta á kísilútfellingum, ef hitastig í vatnsæðum færi yfir um 300° C. (Fskj. nr. 19, bls. 20). Voru Kröflunefndarmenn, og ráðgjafar þeirra með, sammála um þessi atriði. Hins vegar var talið réttlæt-anlegt að standa þannig að málum með tilliti til eftirfarandi:

- 1) Eins og kemur fram í kafla 2 var það ótvíræður vilji Alþingis að flýta Kröfluvirkjun, vegna alvarlegs ástands í orkumálum Norðurlands. Virkjunarlögin eru samþykkt á Alþingi áður en rannsóknnum var að fullu lokið.
- 2) Allar líkur bentu til þess, að auðvelt yrði að standa að gufuöfluninni, miðað við þá reynslu, sem fengist hafði í Námafjalli. Svo reyndist einnig verða í fyrstunni. Tvær fyrstu vinnsluholurnar í Kröflu reyndust mjög aflmiklar framan af.
- 3) Aflvélar þær, sem valdar hafa verið til Kröfluvirkjunar, eru mjög sveigjanlegar með tilliti til breyttra eiginleika gufunnar. Þær hafa mjög vítt þrýstifallssvið og þola verulegar breytingar á hitastigi gufunnar. Ef hönnunarforsendur þær, sem settar voru varðandi gufunna, eru illa uppfylltar, gæti það valdið aflminnkun eða aflaukningu upp á nokkra hundraðshluta, sem ekki getur talist afgerandi. (Sjá greinargerð um þetta atriði, sem samin er af Sigurði Sigfússyni, Verkfræðistofu Sig. Thoroddsen h.f. og Guðmundi Björnssyni, Verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns h.f., fskj. II, 14). Reynslukeyrsla vélanna undanfarið sýnir, að mjög vel

virðist hafa tekist til um val og gerð þeirra, þrátt fyrir hinar takmörkuðu upplýsingar, sem lágu fyrir. Þá má einnig benda á, að það svið, sem vélarnar geta unnið á, er vel rúmt og stöðugt var unnið að endurbótum á upplýsingum til framleiðenda þar til smíði vélanna hófst.

Fylgiskjöl:

1. Námaskarð. Skýrsla um mælingu afkasta gufuborholu í Námaskarði.
Vermir s.f. / Mars 1964.
2. Námafjall. Jarðfræði og segulmælingar.
Guðmundur Guðmundsson
Stefán Arnórsson
Sept. 1965.
3. Álitsgerð um jarðgufuafstöðvar með sérstöku tilliti til virkjunar við Námafjall.
Sveinn S. Einarsson
Júní 1967.
4. Interpretation of infrared imagery of Mývatn Area.
Lokesh Chadurvedi
Guðmundur Pálmason
Des. 1967.
5. Aflmæling á N-3, Námafjall.
Sveinbjörn Björnsson
Júlí 1968.
6. Skýrsla um ferð vegna gangsetningar gufuvirkjunarinnar í Námaskarði.
Mars 1969.
7. Boranir við Námafjall 1963—1968.
Kristján Sæmundsson
Júní 1969.
8. Áætlun um rannsókn háhitasvæða.
Sveinbjörn Björnsson
Ágúst 1969.
9. Námafjall. Aflmæling — Borhola N-4 Námafjalli.
Stefán Arnórsson
Des. 1969.
10. Álitsgerð um verð jarðgufu frá gufuveitu jarðvarmaveitna ríkisins í Námafjalli.
Karl Ragnars
Apríl 1970.
11. Framvinduskýrsla um rannsóknir á Námafjalls —Kröflusvæðinu og uppgjör á kostnaðarreikningi.
Kristján Sæmundsson
Jan. 1971.
12. Námafjall—Krafla. Áfangaskýrsla um rannsóknir jarðhitasvæðanna.
Guðmundur Guðmundsson
Guðmundur Pálmason
Karl Grönvold
Karl Ragnars
Kristján Sæmundsson
Stefán Arnórsson
Júní 1971.

13. Gufuaflostöð við Kröflu. Frumáætlun um stöðvarhús. VST/Júní 1971.
14. Gufuaflostöð við Kröflu. Vegur til Vítis. Frumáætlun. VST / Okt. 1971.
15. Viðnámskort af Námafjalls—Kröflusvæðinu.
16. Jarðgufuaflostöð. Frumáætlun um aflstöð með tilliti til virkjana í Námafjalli eða Kröflu. JHD OS, Verkfræðist. Guðmundar og Kristjáns Júlí 1972.
Sama til á ensku: Geothermal Power Station . . .
17. Jarðgufuaflostöð. Frumáætlun um 8 MW, 12 MW, 16 MW og 55 MW aflstöð með tilliti til virkjunar í Námafjalli eða Kröflu. OS JHD, Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns s.f. OS JHD-7318 / Sept. 1973.
Sama til á ensku: Geothermal Power Station . . .
18. Álitsgerð um mengunarhættu vegna affallsvatns frá gufuvirkjun við Kröflu eða Hverarönd. Guttormur Sigbjarnarson
Haukur Tómasson
Jónas Elíasson
Stefán Arnórsson
OS-JHD-7427 / OS-RID-7421 / Nóv. 1974.
19. Krafla. Skýrsla um niðurstöður rannsóknarborana 1974. Kristján Sæmundsson
Stefán Arnórsson
Karl Ragnars
Hrefna Kristmannsdóttir
Gestur Gíslason
20. Áætlun um borun fimm vinnsluhola við Kröflu 1975. Endurnýjuð áætlun frá 16.1. '75. Karl Ragnars
Stefán Sigurmundsson
OS-JHD-7536 / Maí 1975.
21. Krafla. Jarðlög og ummyndun í borholum 1 og 2 í Kröflu. Hrefna Kristmannsdóttir
OS-JHD-7542 / Júní 1975.
22. Kröfluveita. Skýrsla um meðferð affallsvatns frá Kröfluvirkjun. VST og Virkir h/f / Nóv. 1975.
23. Kröfluveita. Skýrsla um forhönnun aðveitu Kröfluvirkjunar. VST og Virkir h/f / Nóv. 1975.
24. Krafla. Niðurstaða vinnsluborana 1975 — Horfur um gufuöflun. Stefán Arnórsson
Karl Ragnars
Kristján Sæmundsson
OS-JHD-7558 / Des. 1975.
25. Greinargerð um framkvæmdir við Kröfluvirkjun í ljósi jarðskjálfta, sprunguhreyfinga og eldgosahættu. Guðmundur Pálmason
Kristján Sæmundsson
Karl Ragnars
Axel Björnsson

- Ingvar Birgir Friðleifsson
OS-JHD-7604 / Jan. 1976.
26. Vatnasvið Hlíðardalslækjar og affallsvatn frá Kröfluvirkjun.
Stefán Arnórsson
Einar Gunnlaugsson
OS-JHD-7602 / Jan. 1976.
 27. Kísill og brennisteinsvetni í affallsvatni frá gufuborholum.
Stefán Arnórsson
OS-JHD-7601 / Jan. 1976.
 28. Öryggisbúnaður og framkvæmdaáætlun við boranir með Jötni í Kröflu 1976.
Karl Ragnars
OS-JHD-7614 / Febr. 1976.
 29. Rannsókn á umbrotum við Kröflu og sprungukerfi í Kelduhverfi.
Sameiginleg rannsóknaráætlun.
Norræna Eldfjallastöðin
Orkustofnun
Raunvísindastofnun
Veðurstofa Íslands
Mars 1976.
 30. Bygging fyrri áfanga Kröfluveitu 1976 (kápulaust, 2 s. og teikning).
VST / Apríl 1976.
 31. Jarðhræringar við Kröflu. (Sérprentun úr Náttúrufræðingnum, 46. árg. Nr. 4, 1976).
Axel Björnsson.
 32. Framvinduskýrsla um breytingar á rennsli og efnainnihaldi í borholum 3 og 4 í Kröflu.
Gestur Gíslason
Stefán Arnórsson
OS-JHD-7640 / Júní 1976.
 33. Borholur 3, 4 og 5 í Kröflu.
Borun, vatnsæðar, niðurstöður berggreininga.
Hrefna Kristmannsdóttir
Guðmundur Ómar Friðleifsson
Einar Gunnlaugsson
OS-JHD-7641 / Ág. 1976.
 34. Borholur 3, 4 og 5 í Kröflu.
Viðauki — Lýsing jarðlaga.
Hrefna Kristmannsdóttir
OS-JHD-7641 / Ág. 1976.
 35. Hraunflóðavarnir við Kröfluvirkjun.
OS-JHD-7645
VST / Sept. 1976.
 36. Frárennsli Kröfluvirkjunar
Jón Ingimarsson
Jónas Elíasson
Sven P. Sigurdsson.
 37. Krafla — Hola KJ-6.
Borun, jarðlög, vatnsæðar og ummyndun.
Hrefna Kristmannsdóttir
Margrét Kjartansdóttir
Ásgrímur Guðmundsson

- Guðmundur Ó. Friðleifsson
OS-JHD-7646 / Nóv. 1976.
38. Krafla — Hóla 7.
Framvinduskýrsla um borun, jarðlög, vatnsæðar og ummyndun.
Hrefna Kristmannsdóttir
Ásgrímur Guðmundsson
Guðmundur Ó. Friðleifsson
Margrét Kjartansdóttir
OS-JHD-7647 / Nóv. 1976.
39. Gosvakt við Kröflu.
Axel Björnsson
OS-JHD-7650 / Nóv. 1976.
40. Kvikasilfur og arsenik í háhitavatni við Námafjall og Kröflu.
Jón Ólafsson
Hafrannsóknastofnunin / Nóv. 1976.
41. Áhrif hraunkvikuinnskots á efnainnihald djúpvatns í Kröflu — frekari gufuöflun.
Stefán Arnórsson
OS-JHD-7705 / Des. 1976.
42. Kröfluvirkjun. Kostnaðaráætlun fyrir lúkningu fyrri áfanga gufuveitu í Kröflu og borunar fjögurra hola með Jötni árið 1977.
VST, Virkir h/f og Orkustofnun
OS-JHD-7712 / Febr. 1977.
43. Krafla. Hóla KJ-9.
Borun, skoltöp, jarðlög og ummyndun.
Hrefna Kristmannsdóttir
Ásgrímur Guðmundsson
Margrét Kjartansdóttir
OS-JHD-7710 / Mars 1977.
44. Krafla. Hóla KG-10
Borun, vatnsæðar, jarðlög og ummyndun.
Hrefna Kristmannsdóttir
Ásgrímur Guðmundsson
Margrét Kjartansdóttir
Guðmundur Ómar Friðleifsson
OS-JHD-7709 / Mars 1977.
45. Krafla. Hóla KJ-11.
Borun, vatnsæðar, jarðlög og ummyndun.
Hrefna Kristmannsdóttir
Ásgrímur Guðmundsson
Margrét Kjartansdóttir
OS-JHD-7708 / Mars 1977.
46. Kröfluveita. Veita fyrir affallsvatn.
Forhönnun.
VST og Virkir h/f / Apríl 1977.
47. Krafla. Hóla KG-8.
Borun, vatnsæðar, þrýstiprófun, lektarprófun, jarðlög og ummyndun.
Hrefna Kristmannsdóttir
Ásgrímur Guðmundsson
Margrét Kjartansdóttir

- Guðmundur Ómar Friðleifsson
OS-JHD-7713 / Apríl 1976.
48. Hæðarmælingar við Kröflu 1976.
Gunnar Þorbergsson
Ásgeir Gunnarsson
Apríl 1977.
49. Gufuvinnsla við Kröflu.
Gunnar Böðvarsson, Corvallis, Oregon, U. S. A.
OS-JHD-7718 / Maí 1977.
50. Krafla. Mælingar í borholum sept. '74 — apríl '77, 2 bindi.
Benedikt Steingrímsson
OS-JHD-7720 / Júní 1977.
51. Kvikasilfur og Arseník við Námafjall og Kröflu.
Jón Ólafsson
Hafrannsóknastofnunin / Okt. 1977.
52. Holubréf 1—7.
Ritstj. Valgarður Stefánsson.
53. Investigation of corrosion and proposal for corrosion monitoring in the geothermal power station at Krafla. Ref. B 4228 No. 1 to 4. Korrosionscentralen ATV, Park Allé 345, DK 2600, Glostrup.
54. Rannsókn og nýting jarðhita.
Stefán Arnórsson
OS-JHD-7733 / Des. 1977.
55. Áhrif eldgosa á Leirhnjúkssprungunni og annarra umbrota á Kröflusvæði á vinnslueiginleika jarðhitasvæðisins við Kröflu.
Valgarður Stefánsson
Nóv. 1977.
56. Bréf OS til Kröflunefndar. Hönnunarforsendur um inntaksþrýsting gufu á aflvélar í Kröfluvirkjun.
Karl Ragnars
1975-04-02.

II. KAFLI

ÁKVÖRÐUN UN JARÐGUFUVIRKJUN Í NÁMAFJALLI EÐA VIÐ KRÖFLU.

2.1 Lög um virkjun í Námafjalli eða við Kröflu.

Í upphafi árs 1974 var lagt fram á Alþingi stjórnarfrumvarp (fskj. 1) um jarðgufuvirkjun við Kröflu eða við Námafjall í S.-Þingeyjarsýslu. Magnús Kjartansson, iðnaðarráðherra, fylgdi frumvarpinu úr hlaði. Til upplýsinga verður gripið niður í framsöguræðu hans á nokkrum stöðum. Þar segir m. a. svo:

„Kröflusvæðið hefur verið rannsakað mikið, eins og menn vita, og það er mat sérfræðinga, að Kröflusvæðið sé mjög hagkvæmur virkjunarstaður. Hins vegar er eftir að framkvæma þar boranir, sérstaklega til könnunar á botnhita, en ef þær bera

árangur, er það mat þeirra, að virkjun við Kröflu sé hagkvæmari af ýmsum ástæðum en virkjun í Námafjalli.“

„Eins og segir í greinargerð, hófst jarðgufuvinnsla hér á landi með virkjun gufu í Námafjalli fyrir kísilgúrvinnslu og raforkuvinnslu í jarðgufuafsstöð. Fengist hefur ágæt reynsla af þessari orkuvinnslu, og er því eðlilegt, að áhugi sé á að nýta þennan orkugjafa í stærri stíl til raforkuvinnslu. Orkustofnun hefur á undanförunum árum unnið að umfangsmiklum rannsóknum á Námafjalls- og Kröflusvæði, og eru niðurstöður þeirra, að bæði svæðin séu álitleg til raforkuvinnslu. Þá hefur Orkustofnun einnig gert frumáætlanir um jarðgufuafsstöð allt að 55 MW að stærð og benda niðurstöður þeirra eindregið til þess, að slík virkjun yrði ódýrasti valkostur í virkjunarmálum á Norðurlandi á næstu árum.“

„Jarðhitarannsókn á jarðhitasvæði við Kröflu er enn ekki lokið, en ef borun einnar eða tveggja rannsóknarhola þar bæri jákvæðan árangur, tel ég, að jarðhitasvæðin við Kröflu og Námafjall séu bæði jafnvel fallin til virkjunar. Vegna frárennslis er þó talið óráðlegt að staðsetja virkjun vestan Námafjalls.“

„Í frumáætlunum Orkustofnunar frá júní 1972 til sept. 1973, sem hæstv. alþm. hafa fengið í hendur, er gerð grein fyrir tæknilegum atriðum og forsendum kostnaðaráætlana. Í þeim áætlunum var reiknað með, að í 55 MW afsstöð yrði ein túrbína, en með hliðsjón af rekstraröryggi þykir ráðlegra að gera ráð fyrir tveimur túrbínunum.“

„Eins og ég hef rakið, er gert ráð fyrir, að stærð jarðgufuafsstöðvar við Kröflu eða Námafjall geti orðið allt að 55 MW, en hún verði byggð í tveimur áföngum, þannig að í upphafi yrði byggt allt það, sem er sameiginlegt fullri stærð stöðvarinnar, en túrbínur, rafalar, borholur og ýmis búnaður yrði gert í tveimur áföngum. Þetta hefur þann kost í för með sér, að hægt er að haga byggingunni nokkuð eftir markaðspörfinni, og eins er meira rekstraröryggi af því, að stöðin sé rekin með tveimur rekstrar-einingum.“

„Með tengingu Norðurlands og Suðurlands skapast möguleikar á að fullnýta afköst Kröfluvirkjunar þegar frá upphafi, en það er mikilvægt fyrir allar virkjanir.“

Eins og lesa má í þingskjöllum frá þessum tíma kemur ljóslega fram, að alþm. taka frumvarpinu mjög vel. Það virðist alger samstaða um að styðja frumvarpið, en aðaláhbyggjuefni þingmanna er greinilega það, að virkjunin taki of langan tíma. Er jafnvel vikið að því, að nauðsynlegt sé að panta aflvélar þegar haustið 1974, til þess að komast í afgreiðsluröð, svo sem kemur fram hér á eftir. T. d. má vísa til þingræðu Steingríms Hermannssonar, en þar segir m. a. svo:

„Ég vil í upphafi fagna þessu frumvarpi, sem er sannarlega tímabært. Í fyrsta lagi hef ég lengi verið þeirrar skoðunar, að við Íslendingar hefðum átt að virkja gufusvæði fyrr. Sú reynsla, sem þannig fæst, er ákaflega mikilvæg eins og kom fram hjá hæstv. ráðherra. Auk þess er ljóst, að vatnsvirkjanir okkar verða miklu öruggari, ef þær eru studdar af virkjunum gufusvæða, eins og komið hefur fram nú í vetur.“

Þar segir enn fremur svo:

„Ljóst er, að þetta álag hlýtur að aukast mjög hratt. Talað hefur verið um Kröfluvirkjun 1977. Ég held, að það sé nú æðimikil bjartsýni og skynsamlegra, miðað við ýmsar aðstæður nú, eins og afgreiðslutíma á vélum o. fl., að gera sér ekki vonir um Kröflu fyrr en 1978. Hún kemur þarna inn með mikið afl, að vísu í áföngum, en við

skulum segja 25—30 MW til að byrja með og afganginn af þessum 55 fljótlega, þannig að næsta þriðjungur af þessari orkuþörf mætti líklega fullnægja með Kröfluvirkjun.“

Við aðra umræðu um frumvarpið segir í framsöguræðu formanns iðnaðarnefndar efri deildar, Steingríms Hermannssonar, m. a. svo:

„Orkumálin öll hafa verið til athugunar hjá okkur Íslendingum upp á síðkastið, sem von er vegna þeirrar kröfu, sem nú er gerð til vaxandi notkunar raforku til upphitunar húsa. Mér þykir rétt að koma hér á framfæri mjög nýlegum upplýsingum, sem ég hef fengið um þessar athuganir. Áætlað er, að á væntanlegu orkusvæði Landsvirkjunar og væntanlegrar Norðurlandsvirkjunar, þ. e. a. s. Suðurlandi og Norðurlandi, séu um 440 gwst., sem þarf að ráðstafa til upphitunar húsa. Fróðustu menn telja, að þetta verði ekki gert á skemmri tíma en 6—7 árum og á þeim tíma verði þá aðeins náð um það bil 80% metnun þessa markaðar. Þetta kom greinilega fram á fyrrnefndum fundi þar sem orkumálastjóri var, fulltrúar Laxárvirkjunar og einnig fulltrúar Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsens, sem fjallar sérstaklega um þessi mál fyrir iðnaðarráðuneytið. Sú orkuspa, sem að er unnið og gerir ráð fyrir að ná til þessarar upphitunar með þeim hraða, sem ég hef nefnt, gerir einnig ráð fyrir fullri orku til Áburðarverksmiðju ríkisins, gerir jafnframt ráð fyrir 140 MW til ÍSALS, eins og nú er samið um, og gerir einnig ráð fyrir 282 gwst. til ferrosiliconbræðslu í Hvalfirði, ef úr verður. Kemur fram, þegar orkuvinnslugeta þessara tveggja svæða, Norðurlands og Suðurlands, er skoðuð og gert er ráð fyrir því, að lína geti verið komin 1976, að það ár skorti 14 gwst. til þess að fullnægja þessari spá. En á árinu 1977, þegar Sigalda er komin í gagnið, yrði umframorkuvinnslugeta 199 gwst., lækkaði síðan 1978 í 82 gwst., en hækkaði síðar í 134 gwst. Til þess yrði a. m. k. ein vél Kröfluvirkjunar að verða komin í gang. Árið 1980, þegar Kröfluvirkjun væri örugglega öll komin í framleiðslu, yrði umframorkuvinnslugetan skv. þessari orkuspa 180 gwst., lækkaði síðan 1981 í 45, 1982 væri hún aftur orðin negatív, þ. e. a. s. þá skorti 68 gwst. Af þessu má læra það, að nauðsynlegt er að ákveða fljótlega næstu virkjun og gera þá ráð fyrir því, að hún verði fullbúin eða a. m. k. hluti af henni kominn í starfrækslu í kringum 1981—1982.“

Við framhaldsumræðu í efri deild tekur framsögumaður, Steingrímur Hermannsson svo til orða:

„Sem sagt, ég vildi fyrst og fremst leiðrétta, að í þessu felist nokkur tilraun til þess að fresta Kröfluvirkjun, alls ekki, og ég vil sömuleiðis enn ítreka það, sem fram kom í umræðum við orkumálastjóra, að meðferð þingsins á þessu hefur ekki á nokkurn máta tafið þetta mál.“ Og til andsvara því, sem einn þingmaður hafði látið í ljós (Ingólfur Jónsson), að helst mætti gagnrýna frumvarpið fyrir það að sækjast eftir heimild til virkjunar áður en nauðsynlegum rannsóknum væri lokið, sagði Steingrímur Hermannsson: „Það var hins vegar vilji stjórnvalda að gera þetta á þennan máta, til þess að þarna þyrfti engin töf á að verða og panta mætti vélar þegar á næsta hausti, jafnvel áður en þing kemur saman að nýju.“

Frumvarpið var síðan samþykkt í efri deild Alþingis miðvikudaginn 20. mars 1974 með 14 samhljóða atkvæðum. Það var einnig samþykkt í neðri deild með 33 samhljóða atkvæðum og þannig afgreitt sem lög frá Alþingi fimmtudaginn 4. apríl 1974. Forseti Íslands staðfesti lögin 10. apríl.

Lög

um jarðgufuvirkjun við Kröflu eða Námafjall í Suður-Þingeyjarsýslu.

FORSETI ÍSLANDS

gjörir kunnugt: Alþingi hefur fallist á lög þessi og ég staðfest þau með samþykki mínu:

1. gr.

Ríkisstjórninni er heimilt að fela væntanlegri Norðurlandsvirkjun, sem yrði sameignarfélag ríkis og sveitarfélaga á Norðurlandi, eða öðrum aðila, að reisa og reka jarðgufuafstöð við Kröflu eða austanvert Námafjall, með allt að 55 megawatta afli, til framleiðslu raforku og leggja þaðan aðalorkuveitur til tengingar við aðalorkuflutningskerfi Norðurlands og Austurlands.

2. gr.

Valið milli Kröflu og Námafjalls austanverðs sem virkjunarstaðar skal fara fram á grundvelli jarðhitatæknilegra sjónarmiða og umhverfisverndarsjónarmiða.

Sem hluti af virkjuninni skulu gerðar ráðstafanir, er að höfðu samráði við Náttúruverndarráð og að dómi sérfræðinga teljast nauðsynlegar til að draga úr hugsanlegum áhrifum virkjunarinnar á lífríki Mývatns, svo sem frekast er kostur.

3. gr.

Ríkisstjórninni heimilast að taka lán fyrir hönd ríkissjóðs eða ábyrgjast lán, sem virkjunaraðilinn tekur, allt að 1500 millj. kr. eða jafngildi þeirrar upphæðar í erlendri mynt, til greiðslu stofnkostnaðar þeirra mannvirkja, er um getur í 1. gr.

4. gr.

Fella skal niður aðflutningsgjöld og söluskatt af efni, tækjum og vélum til þessarar aflstöðvar, sbr. 1. gr.

5. gr.

Um stofnun og rekstur orkuvers og orkuveitna, sem um getur í 1. gr., fer að öðru leyti eftir ákvæðum orkulaga, nr. 58 29. apríl 1967.

6. gr.

Lög þessi öðlast þegar gildi.

Gjört að Bessastöðum, 10. apríl 1974.

Kristján Eldjárn.

(L. S.)

Magnús Kjartansson.

2.2 FRAMKVÆMDA- OG STJÓRNUNARADILAR.

2.21 Skipun framkvæmdaaðila.

Með bréfi (fskj. 2) dags. 21. júní 1974 skipaði iðnaðarráðherra Magnús Kjartansson svokallaða Kröflunefnd. Í nefndinni eiga sæti eftirtaldir aðilar: Þingmennirnir Ingvar Gíslason, Jón G. Sólnes og Ragnar Arnalds, Páll Lúðvíksson vélaverkfræðingur og Bragi Þorsteinsson byggingarverkfræðingur. Páll Lúðvíksson var skipaður formaður nefndarinnar.

Í skipunarbréfinu segir m. a.: „Iðnaðarráðuneytið hefur ákveðið að skipa nefnd til að undirbúa jarðgufuvirkjun við Kröflu eða Námafjall í S.-Þingeyjarsýslu í samræmi við lög nr. 21 10. apríl 1974.“ Verkefni nefndarinnar er nánar skilgreint í bréfinu, en það tekur fyrst og fremst yfir:

1. að láta hanna jarðgufuafstöðina ásamt nauðsynlegum búnaði; þar með talin spennustöð með 132 kW eftirspennu,
2. að láta gera fullnaðaráætlun byggða á þeirri hönnun, sem getur um í fyrsta lið um stofnkostnað, rekstrarkostnað og orkuvinnslugetu stöðvarinnar,
3. að annast útboð, þar með talin gerð útboðslýsinga á þeim mannvirkjum, vélum og búnaði, sem til stöðvarinnar þarf,
4. að rannsaka tilboð, sem berast, og gera tillögur til ráðuneytisins um hverju þeirra skuli tekið og annast eftir nánari fyrirmælum ráðuneytisins samninga við verk-taka,
5. að hafa, eftir nánari fyrirmælum ráðuneytisins og í umboði þess, yfirumsjón með framkvæmdunum við jarðgufuvirkjunina.

Gert er ráð fyrir, að strax og Norðurlandsvirkjun hefur verið stofnuð og henni sett stjórn flytjist það af verkefnum nefndarinnar, sem þá kann að vera ólokið, yfir til stjórnar Norðurlandsvirkjunar og að störfum nefndarinnar sé þar með lokið.

Nefndin skal vinna störf sín í samráði við iðnaðarráðuneytið. Skal hún skila framvinduskýrslum um störf sín eftir nánari ákvörðun ráðuneytisins. Nefndin skal hafa samráð við Orkustofnun um allt er lýtur að gufuvinnslumannvirkjunum og tengingu þeirra við aflstöðina og mannvirki henni tilheyrandi. Nefndin skal hafa samráð, eftir því sem nauðsynlegt kann að reynast, við núverandi eigendur raforkumannvirkja á Norðurlandi.

Samtímis, þ. e. a. s. 21. júní, gaf iðnaðarráðuneytið Orkustofnun eftirfarandi fyrirmæli varðandi undirbúning mannvirkja til vinnslu jarðgufu handa jarðgufuafstöð við Kröflu eða Námafjall:

„Iðnaðarráðuneytið felur hér með Orkustofnun að undirbúa mannvirki til vinnslu jarðgufu handa jarðgufuafstöð við Kröflu eða Námafjall, sbr. lög nr. 21 10. apríl 1974, um jarðgufuvirkjun við Námafjall eða Kröflu í S.-Þingeyjarsýslu.

Undirbúningurinn skal taka til allra þeirra mannvirkja, sem nauðsynleg eru til vinnslu jarðgufunnar og afhendingu hennar til aflstöðvarinnar í því ástandi, að hún sé nothæf beint á hverflana. Enn fremur til þeirra mannvirkja, er kunna að reynast nauðsynleg til að draga úr hugsanlegum áhrifum virkjunarinnar á lífríki Mývatns svo sem frekast er kostur. Um þessi síðasttöldu mannvirki skal Orkustofnun hafa samráð við Náttúruverndarráð, um önnur mannvirki skulu höfð samráð, eftir því sem nauð-

syn krefur, við nefnd þá er iðnaðarráðherra skipaði til að undirbúa jarðgufuafsvirkjun við Kröflu. Formaður þeirrar nefndar er Páll Lúðvíksson, verkfræðingur, Álftheimum 25, Reykjavík.

Undirbúningur þessi skal unninn í samráði við ráðuneytið eftir nánari ákvörðun þess.“

Svo sem kemur fram í skipunarbréfi Kröflunefndar er tekið fram, að hönnun háspennulína frá stöðinni er um sinn falin öðrum aðilum. Á árinu 1974 var engin ákvörðun tekin um aðila, sem tæki þetta verk að sér, enda vart talið nauðsynlegt að hefja undirbúning að lagningu háspennulínunnar við svo búið.

Í janúar 1975 ritaði Kröflunefnd bréf til iðnaðarráðuneytisins og vakti athygli á því, að ekki mætti hjá líða að taka ákvörðun um að hefja undirbúning að hönnun og lagningu háspennulínunnar frá Kröflu til Akureyrar. Fól iðnaðarráðherra Rafmagnsveitum ríkisins í febr. 1975 að annast undirbúning að þessu verki. Var þannig kominn til þriðji framkvæmdaaðilinn við Kröflu.

2.22 Aðrir stjórnunaraðilar.

Í desember 1974 barst Kröflunefnd bréf frá iðnaðarráðuneytinu, þar sem tilkynnt er, að Þóroddur Th. Sigurðsson verkfræðingur og vatnsveitustjóri í Reykjavík hafi verið skipaður ráðunautur iðnaðarráðherra í orkumálum og skyldi hann fylgjast með framvindu mála í sambandi við Kröfluvirkjun.

Þóroddur sat ýmsa fundi Kröflunefndar og annarra aðila á næstu mánuðum. Fylgdist hann m. a. vel með athugunum á þeim tilboðum, sem borist höfðu í aðalafvélarnar, og undirbúningi framkvæmda, sem þá var í fullum gangi. Þóroddur skilaði iðnaðarráðherra greinargerð um aflvélakaupsamninginn við Mitsubishi Heavy Industries. Mælir hann með að iðnaðarráðherra samþykki tillögu Kröflunefndar um kaupin og telur þau hagstæð. (Fskj. 3).

Þóroddur hefur síðan fylgst með gangi mála og verið iðnaðarráðuneytinu til ráðgjafar um ýmis málefni orkumála, m. a. Kröfluvirkjunar.

Í lok desember 1975 skipaði iðnaðarráðuneytið samstarfsnefnd Kröfluvirkjunar. Verkefni nefndarinnar skyldi vera að samræma allar framkvæmdir þeirra þriggja aðila, er stóðu að byggingu Kröfluvirkjunar ásamt háspennulínulögn til Akureyrar. Í samstarfsnefndinni eiga sæti formaður Kröflunefndar og forstöðumenn Rafmagnsveitna ríkisins og Orkustofnunar undir forsæti ráðuneytisstjóra iðnaðarráðuneytisins. (Fskj. 4).

Samstarfsnefndin hefur haldið marga fundi, þar sem samræming virkjunarframkvæmdanna og fjármálastjórn hefur verið helst á dagskrá. Fundirnir hafa verið haldnir í iðnaðarráðuneytinu og stundum á virkjunarstaðnum við Kröflu. Auk nefndarmanna hafa ýmsir sérfræðingar og ráðgjafar aðilanna setið fundina.

Í maí 1976 fékk iðnaðarráðherra Guðmund Einarsson verkfræðing til þess að vera iðnaðarráðuneytinu til aðstoðar varðandi fyrirhugaðar boranir 1976 og vera tengiliður þess við Orkustofnun um gerð verk- og kostnaðaráætlunar borananna.

Störf Guðmundar leiddu til afskipta hans af framkvæmdunum í heild fyrir hönd ráðuneytisins. Sat Guðmundur m. a. alla fundi samstarfsnefndarinnar og tók virkan þátt í umræðum og afgreiðslu ýmissa mála. Guðmundur leitaðist einkum við að hafa áhrif á framgang þeirra verkþátta, sem virtust vera að dragast aftur úr, og stuðla að gerð endurskoðaðra verkáætlana.

Haustið 1976 skipaði iðnaðarráðuneytið öryggisnefnd til þess að hafa umsjón með öryggisráðstöfunum á Kröflusvæðinu vegna eldgosahættunnar sem þar virðist ríkjandi. Nefndin var skipuð fulltrúum Kröflunefndar, Orkustofnunar, Almanna-varna ríkisins og Almanna-varnanefndar Mývatnssveitar, en Guðmundur skipaður formaður hennar. Nefnd þessi hefur fjallað um ýmsa þætti öryggismála, m. a. skyndibrotttflutning starfsmanna af Kröflusvæði ef hættuástand skapast, brottflutning verðmæta af svæðinu vegna eldgos, hraunflóðvarnir o. m. fl.

Þá skal að lokum nefna skipun 3ja manna nefndar iðnaðarráðuneytisins 21. júlí 1977 til þess að samræma aðgerðir og taka ákvörðun um meiri háttar framkvæmdir við Kröflu. (Fskj. 5). Páll Flygenring ráðuneytisstjóri var skipaður formaður nefndarinnar, en aðrir nefndarmenn þeir Karl Ragnars fyrir Orkustofnun og Einar Tjörvi Elíasson fyrir Kröflunefnd. Guðmundur Einarsson hefur verið nefndinni til aðstoðar og starfað sem varaformaður hennar. Nefndin hefur haldið fjölmarga fundi og lagði á ráðin um framkvæmd endurvinnslu borhola sumarið og haustið 1977.

2.3 UNDIRBÚNINGUR OG AÐDRAGANDI VIRKJUNARFRAMKVÆMD-ANNA.

2.31 Fyrstu störf Kröflunefndar.

Nýskipuð Kröflunefnd hóf þegar störf sín og kom saman á fyrsta fund sinn hinn 17. júlí 1974. Störf nefndarinnar sumarið 1974 miðuðu einkum að því að velja sér ráðgjafarverkfræðinga til hönnunar á véla- og tækjabúnaði virkjunarinnar svo og byggingarmannvirkjum. Einnig að reyna að hafa áhrif á, að tilraunaboranir þær, sem talað er um í greinargerð með frumvarpinu, hæfust sem allra fyrst.

Á fundi nefndarinnar og orkumálastjóra (fskj. 6) kom fram, að nokkur vandkvæði væru á því að fá gufuborinn, sem þá var eini stóri bor landsins, lausan til borana við Kröflu sumarið 1974. Gufuborinn var að borunum fyrir Hitaveitu Reykjavíkur uppi í Mosfellssveit, og var ekki talið, að hann mundi fást laus fyrr en sumarið 1976.

Kröflunefnd ítrekaði tilmæli sín um, að boranir við Kröflu hæfust strax þetta sumar. Mætti enginn dráttur verða á því ef haga ætti framkvæmdum og öllum undirbúningi í samræmi við lögin og önnur fyrirmæli varðandi Kröfluvirkjun. **Orkumálastjóri tjáði nefndinni**, að svokallaður Wabcobor, sem er minni bor, yrði tiltækur síðla sumars eða um haust 1974. Væri þá fyrirhugað að bora tvær rannsóknarholur við Kröflu til þess að kanna betur svæðið þar. Fjárveitingar dygðu til þess að bora tvær slíkar holur eða eina gufuborsholu. **Mundu rannsóknarholurnar veita jafngóðar upplýsingar og stærri holur gufubors með tilliti til þess að dæma um aflgetu og eiginleika svæðisins.** Yrðu rannsóknarboranir þessar til þess að reka endahnútinn á þær forrannsóknir, sem hefðu farið fram á Kröflusvæðinu undanfarin ár.

Kröflunefnd undi þessum málalokum illa og gerði ítrekaða tilraun til þess að fá gufuborinn lausan til borana við Kröflu strax sumarið 1974. Jafnframt var af hálfu nefndarinnar vakin athygli á nauðsyn þess að fá keyptan til landsins nýjan stórvirkan gufubor til borana við Kröflu. Taldi nefndin eðlilegt, að Kröfluvirkjun gerðist eignaradili að slíkum bor. Einnig var bent á þá staðreynd, að Norðlendingar mundu hafa áhuga á að vera sameignaraðilar vegna jarðhitaleitar víða á Norðurlandi.

Svo fór þó, að gufuborinn fékkst ekki laus, en rannsóknarboranir með Wabcobornum á vegum Orkustofnunar hófust í ágúst 1974.

Um mánaðamótin ágúst-september sama ár kom ný ríkisstjórn Sjálfstæðisflokksins og Framsóknarflokksins til valda. Í sambandi við stjórnarskiptin komu

Kröflunefndarmenn til fundar í iðnaðarráðuneytinu 31. ágúst 1974. Á þeim fundi gaf formaður Kröflunefndar, Páll Lúðvíksson, skýrslu um gang mála varðandi undirbúning að Kröfluvirkjun, svo sem eftirfarandi fundargerð ber með sér:

„Laugardag 31. ágúst 1974, kl. 10.00, komu til fundar á skrifstofu iðnaðarráðherra, Gunnars Thoroddsen, nefndarmenn úr Kröflunefnd, sem skipuð var 21. júní 1974 af þáverandi iðnaðarráðherra, Magnúsi Kjartanssyni til þess að undirbúa jarðgufuvirkjun við Kröflu í S.-Þingeyjarsýslu í samræmi við lög nr. 21 10. apríl 1974. Á fundinum voru Gunnar Thoroddsen iðnaðarráðherra, Árni Þ. Arnason skrifstofustjóri, Páll Lúðvíksson verkfræðingur, formaður Kröflunefndar, Bragi Þorsteinsson verkfræðingur, varaformaður Kröflunefndar.

Fyrir var tekið:

Kváðust þeir Páll óska að gera ráðherra grein fyrir því, sem aðhafst hefur helst verið á vegum Kröflunefndar, svo og að skýra frá ástandi og horfum eins og þær blasa við nefndinni nú.

1. **Fundir.** Upplýst var, að nefndin hefur haldið sex formlega nefndarfundi frá 17. júlí, auk fjölmargra funda með öðrum aðilum.
2. **Boranir.** Á Kröflusvæðinu er nú í notkun svonefndur Wabcobor (áður á Reykhólum). Er ætlunin, að með þeim bor verði boraðar tvær 1000 m djúpar rannsóknarholur, og mun verkið taka u. þ. b. tvo mánuði. Endanlegar niðurstöður af þeim borunum munu því liggja fyrir um áramót og er þá grundvöllur fyrir því að taka ákvörðun um virkjunina. Ef þá horfir sem ætla má, er áformað að bora 15 holur fyrir 55 MW virkjun og er þá miðað við meðalorkugjöf þá, er holur í Námaskarði hafa gefið.
3. **Hönnun.** Meðal verkefna Kröflunefndar er að láta hanna jarðgufuaflostöðina, ásamt nauðsynlegum búnaði, þar með talin spennustöð með 132 kV eftirspennu. Háspennulínur frá stöðinni eru um sinn faldar öðrum aðilum. Hönnunartími er áætlaður u. þ. b. fjórir til sex mánuðir. Þar af tekur gerð útboðsgagna um þrjá mánuði. Fullnaðarhönnun getur að sjálfsgöðu ekki átt sér stað fyrr en að lokinni ákvörðun um val véla. Hönnunaraðili hefur ekki verið ákveðinn. Leitast mun verða við að fela innlendum aðilum hönnunina, þá e. t. v. í samstarfi við erlenda aðila. Helstir koma hér til greina verkfræðifyrirtækin Virkir h.f. og Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen h.f. Rætt hefur verið um, að fyrirtækin sameinuðust um verkefnin. Hvað áhrærir vélbúnað og þess háttar hefur Orkustofnun á að skipa helstum sérfræðingum, svo sem Karli Ragnars verkfræðingi. Aðra sérfræðinga á þessu sviði mætti nefna Guðmund Björnsson prófessor og Valdimar Jónsson prófessor.
4. **Kostnaðaráætlun.** Að lokinni þeirri hönnun, sem að framan getur, er ætlunarverk Kröflunefndar m. a. að gera fullnaðaráætlun um stofnkostnað, rekstrarkostnað og orkuvinnslugetu stöðvarinnar. Rætt hefur verið um, að stöðin yrði 55 MW, en þarna mun ekki vera um bindandi stærð að ræða. Upphaflega kom þessi tala inn í skýrslur, þar sem miðað var við aðstæður í Námafjalli og stærstu einingu af túrbínunum. Hjá nefndinni hefur komið fram, að af ýmsum ástæðum væri e. t. v. réttara að virkja fleiri en eina einingu, t. d. tvær minni einingar, og flýta þar með t. d. fyrri einingunni, svo orkuverið kæmist fyrr í gagnið. Á vegum Orkustofnunar hafa verið gerðar kostnaðaráætlanir fyrir 8, 12, 16, og 55 MW jarðgufuaflostöðvar miðað við verðlag í september 1973 (fskj. I, 17). Þar hefur stofnkostnaður fyrir

- 55 MW aflstöð verið áætlaður um 1500 millj. kr., en árlegur rekstrarkostnaður um 185 millj. kr.
5. **Útboð.** Nefndinni hefur verið falið að annast útboð, þar með talin gerð útboðs-lýsinga á þeim mannvirkjum, vélum og búnaði, sem til stöðvarinnar þarf. Jafn-framt er í verkahring Kröflunefndar að rannsaka þau tilboð sem berast og gera tillögur til iðnaðarráðuneytisins um hverju þeirra skuli tekið, svo og að annast eftir nánari fyrirmælum ráðuneytisins samninga við verktaka.
 6. **Nýting heita vatnsins.** Ráðherra spurðist sérstaklega fyrir um það, hvort gerðar hefðu verið áætlanir um nýtingu heita vatnsins, sem kæmi upp úr borholunum við Kröflu. Kom fram, að ekki hefðu verið ákveðnar ráðagerðir um nýtingu vatnsins, m. a. vegna hversu langt væri til byggða. Þá hefði lauslega verið rætt um hitaveitu fyrir Akureyri, en þangað væri um 100 km löng leiðsla og ylli það bollaleggingum um hitatap. Ráðherra taldi æskilegt, að þetta atriði yrði kannað sérstaklega.
 7. **Borar og borun.** Fram kom að bora þyrfti um 15 holar fyrir virkjunina. **Væru borunarmálin það eina, sem virkilega gæti tafið framkvæmdir.** Gert er ráð fyrir, að bortími við þessar 15 holar verði um 3 ár, enda stæðist það á endum, að líklegur framkvæmdatími svo og afgreiðslutími véla og búnaðar færi saman. Mest aðkallandi væri því að tryggja sér gufubor sem fyrst. Gufuborinn, sá eini sinnar tegundar hérlendis, er bundinn á Reykjavíkursvæðinu fyrir Hitaveitu Reykjavíkur, og það, sem helst bindur hann í Reykjavík, eru samningar við nágrannasveitarfélög. Fram kom, að Innkaupastofnun hefur boðið út nýjan bor fyrir Orkustofnun, bor sem borar 3—4 km. Tilboð verða opnuð 3. september. 17 aðilar hafa sótt útboðsgögn og þar af eru 11 aðilar, sem Orkustofnun gaf Innkaupastofnun ríkisins upp, allir í Bandaríkjunum. Eftir 3. sept. kemur betur í ljós verð og afgreiðslutími á nýjum bor. Um leigu eða kaup á notuðum bor þyrfti hins vegar að kanna sérstaklega.*)
 8. **Eignaraðild að bor.** Til umræðu hafði komið á vegum nefndarinnar, að gufuvirkjunin yrði eignaraðili að gufubor. Fyrir því væri mikill áhugi Norðlendinga, verkefnið væru nóg og ástand í orkumálum norðanlands hörmulegt. Á því tímabili, uns Kröfluvirkjun kæmist í gagnið, yrði að treysta á dísilstöðvar.
 9. **Vinnsla gufunnar.** Ekkert lægi fyrir beint um það, hver ætti að vinna gufuna. Hlutverk Orkustofnunar í því efni væri ekki ljóst skilgreint.
 10. **Norðurlandsvirkjun.** Um eignaraðild jarðgufuvirkjunarinnar við Kröflu segir í 1. gr. laga nr. 21 1974, að ríkisstjórninni væri heimilt að fela væntanlegri Norðurlandsvirkjun, sem yrði sameignarfélag ríkis og sveitarfélaga á Norðurlandi, eða öðrum aðila að reisa og reka jarðgufuaflstöð við Kröflu o. s. frv. Sérstökum aðilum hefur verið falið að athuga þessi mál, þ. e. aðild og stofnun að Norðurlandsvirkjun. Eru viðræður í gangi undir forustu Jakobs Gíslasonar fyrrv. orkumálastjóra. Að lokum var brýn nauðsyn talin á að fá gufubor sem fyrst norður. Verður haft samband við gufuborsstjórn, Orkustofnun og aðra þá aðila, er þar gætu komið til, um hvaða leiðir ætti að fara í þessum efnum. Einnig þyrfti að ráða hönnunaraðila sem fyrst.“

*) Afgreiðslufrestur á nýjum borum reyndist svo langur að útilokað var að taka neinu tilboðanna. Iðnaðarráðherra fól Orkustofnun að kanna þegar möguleika á að kaupa góðan, notaðan gufubor. Varð það að ráði að festa kaup á Jötni síðari hluta árs 1974, og kom hann til landsins snemma árs 1975.

2.32 Val ráðgjafarverkfræðinga Kröflunefndar.

Störf Kröflunefndar haustmánuðina 1974 einbeindust að því að leita uppi hæfa ráðgjafarverkfræðinga til þess að taka að sér hönnun fyrirhugaðrar jarðgufuaflostöðvar við Námafjall eða við Kröflu og gerð framkvæmda- og kostnaðaráætlana. Af hálfu nefndarinnar var lögð áhersla á, að þáttur íslenskra ráðgjafarverkfræðinga í hönnun gufuvirkjunarinnar yrði sem mestur. Óhjákvæmilegt var þó talið að kveðja til erlenda sérfræðinga, þ. e. ráðgjafarfyrirtæki, á þessu sviði til aðstoðar. Af íslenskum verkfræðifyrirtækjum voru fyrirtækin Virkir h.f. og Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen h.f. helst talin koma til greina.

Eftir viðræður við þessa ráðgjafaraðila var að lokum ákveðið að fela Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen h.f. í Reykjavík í samvinnu við verkfræðifyrirtækið Rogers Engineering Co. í San Francisco að taka að sér ráðgjafarstörf vegna undirbúnings og hönnunar jarðgufuvirkjunarinnar. Var jafnframt óskað eftir, að fulltrúar þessara fyrirtækja kæmu til viðræðna við Kröflunefnd í byrjun nóvember.

Í byrjun nóvember 1974 varð sú breyting á störfum nefndarinnar, að Páll Lúðvíksson óskaði eftir því að verða leystur undan formennsku í nefndinni. Með bréfi 5. nóv. 1974 (fskj. 7) skipaði iðnaðarráðherra Jón G. Sólnes formann og framkvæmdastjóra nefndarinnar. Jafnframt var það ítrekað, að nefndin skyldi hraða undirbúningi virkjunarinnar eftir föngum.

Þann 13. nóvember 1974 var svo haldinn fundur Kröflunefndar og fulltrúa Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsens og fulltrúa Rogers Engineering Co., Inc., ásamt áheyrnarfulltrúum bæði frá Orkustofnun og öðrum aðilum, sem nefndin hafði kvatt sér til ráðuneytis. (Fskj. 8). Fulltrúar VST (Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsens) lögðu fram uppkast að hönnunarsamningi svo og samningi, sem þeir höfðu undirritað um samvinnu milli VST og Rogers Engineering Co. Inc. Fulltrúar Kröflunefndar spurðust fyrir um þá tímaáætlun, sem ráðgjafarverkfræðingar hygðust vinna eftir. Sigurður Sigfússon verkfræðingur VST gerði grein fyrir fyrirhuguðum tímaáætlunum vegna byggingar jarðgufuaflostöðvarinnar, þ. e. hluta Kröflunefndar. Taldi hann, að undirbúnings- og byggingartími virkjunarinnar mundi spanna yfir tímabilið frá 1. febrúar 1975— 1. mars 1978. Tímaáætlunin var annars hugsuð á eftirfarandi hátt:

- a. 1. febrúar 1975. Skýrsla Orkustofnunar um Kröflusvæðið liggur fyrir.
- b. 1. maí 1975. Útboðsgögn véla liggja fyrir.
- c. 1. júlí 1975. Opnun tilboða í aðalvélar.
- d. 1. september 1975. Pöntun aðalvéla.
- e. 1. september 1977. Afhending véla.
- f. 1. mars 1978. Uppsetningu lokið.
- g. 1. maí 1978. Prófkveikslu lokið.
- h. 1. september 1978. Orkuverið tekið í notkun.

Var talið, að allt þyrfti að ganga snurðulaust, ef þessar áætlanir ættu að standast.

Fulltrúar Kröflunefndar spurðust fyrir um upplýsingar um sams konar orkuver og fyrirhugaða jarðgufuaflostöð við Kröflu. Urðu fulltrúar bandaríska ráðgjafarfyrirtækisins fyrir svörum. Kváðust þeir hafa unnið að hönnun líkra orkuvera í Kaliforníu, en þar hafa verið virkjaðar alls 8 jarðgufuafloseiningar, sem samtals eru um 500 MW. Fulltrúi fyrirtækisins, Rogers jr., tjáði, að fyrirtæki þeirra hefði mjög víðtæka reynslu í sambandi við undirbúning og byggingu orkuvera, bæði á sviði kjarnorku og varma-

orku og svo jarðvarmaorku. Væru þeir m. a. að vinna að undirbúningi jarðgufuaflstöðvar í Filippseyjum, sem yrði með líku sniði og fyrirhuguð Kröfluvirkjun.

Var nú rætt um hver væri líklegur afgreiðslufrestur aðalaflvéla til Kröfluvirkjunar. Kom fram af hálfu bandarísku fulltrúanna, að líklegt væri, að afhendingarfrestur mundi vera um 18 mánuðir frá því, að samningar væru undirritaðir. Bandarísku fulltrúarnir voru einnig spurðir um það, hvernig hefði gengið að afla tilboða í vélbúnað virkjunarinnar í Filippseyjum. Kom fram, að í alþjóðlegu útboði hefðu aðeins 5 framleiðendur treyst sér til að bjóða í vélbúnaðinn. Af þeim hefðu aðeins tveir framleiðendur, þ. e. Toshiba og Mitsubishi í Japan, boðið fjármögnun með vorkaupalánum. Kom enn fremur fram, að japönsku framleiðendurnir væru líklegastir til þess að koma með hagstæð tilboð, bæði hvað varðaði verð og afgreiðsluskilmála svo og tæknileg atriði. Ýmsir framleiðendur, sem áður hafa fengist við smíði gufuhverfla fyrir jarðgufu, svo sem bæði ítalskir framleiðendur og enskir, höfðu ekki treyst sér til að bjóða í vélbúnað virkjunarinnar í Filippseyjum. Ástandið á hinum alþjóðlega markaði benti eindregið til þess, að í rauninni væru aðeins sárafá fyrirtæki undir það búin að afgreiða gufuhverfla fyrir jarðgufuaflstöð. Virtust japönsku fyrirtækin standa sterkast að vígi í þessu efni.

Bandarísku fulltrúarnir voru nú inntir eftir því, hversu miklar upplýsingar um jarðhitasvæðið væru nauðsynlegar til þess, að hægt væri að nálgast framleiðendur og afla tilboða og upplýsinga um verð aðalaflvéla. Varð James Kuwada, fulltrúi Rogers Engineering, fyrir svörum og taldi, að strax og áreiðanlegar upplýsingar um t. d. hitastig svæðisins, gasmagn og botnhitastig borhola lægju fyrir væri hægt að bjóða út eða afla tilboða í aðalaflvélar. Jafnvel þótt þær upplýsingar væru ekki hinar endanlegu gerði það ekki til, þar sem á smíðatíma vélanna væri auðvelt að gera þær smábreytingar, sem þyrfti til þess að aðlaga þær breyttum aðstæðum.

Fundarmenn ræddu nú þann möguleika, að hægt væri að undirbúa upplýsingaöflun frá vélaframleiðendum á grundvelli þeirra upplýsinga, sem lægju fyrir um ástand jarðhitasvæðisins í Námafjalli. Bent var á, að mismunur gæti verið á efnafræðilegri samsetningu vatns og gufu, sem fyndist í Námafjalli og svo í Kröflu. Ekki var þó búist við, að sá mismunur kæmi til með að skipta máli. Bandaríski fulltrúinn, Roger jr., tók undir þessi orð og kvað þetta að öllum líkindum ekki skipta neinu verulegu máli.

Var nú rætt um, hvort virkjunin skyldi byggð sem ein 55 MW afleining eða hvort æskilegra væri að skipta henni upp í tvær minni. Svöruðu bandarísku fulltrúarnir því til, að mun hagstæðara væri að byggja virkjunina sem tvær minni afleiningar. Það væri bæði hægt að flýta uppsetningu fyrri einingarinnar meir en einnar stórrar og svo væri rekstraröryggi virkjunarinnar mun meira, ef hún væri byggð með tveimur afleiningum.

Einnig var spurt um, hve mikill tími mundi sparast, ef reynt yrði að leita til þeirra vélaframleiðenda, sem ráðgjafarverkfræðingarnir teldu líklegasta til að hafa áhuga á því að framleiða og selja vélar til virkjunarinnar, í stað þess að undirbúa opið alþjóðlegt útboð. Svöruðu bandarísku fulltrúarnir því til, að hægt yrði að spara um 6—8 mánaða tíma svo og kostnað.

Var nú hafist handa af hálfu beggja aðila að undirbúa gerð samnings um hönnunina. Unnu fulltrúar ráðgjafarverkfræðinganna og fulltrúar Kröflunefndar þetta verk hvorir um sig og komu síðan saman á fundum til að samræma og ná samkomulagi um ýmis atriði samningsins.

Um miðjan nóvember 1974 komu hingað til lands fulltrúar japanska vélafyrirtækisins Toshiba, og óskuðu fulltrúar þessa fyrirtækis eftir því að fá að eiga viðræður við tæknimenn Kröflunefndar og fulltrúa Orkustofnunar um fyrirhugaðar virkjun-

arframkvæmdir við Kröflu eða Námafjall. Japönsku sendifulltrúarnir sýndu teikningar af gufuhverflum og skýrðu hugmyndir sínar um heppilegar aflvélar svo og annan tækjabúnað fyrir virkjun þá, sem fyrirhuguð væri við Kröflu eða Námafjall.

Þess skal getið hér, að þegar unnið var að gerð skýrslu um gufuaflsvirkjun við Kröflu eða Námafjall á vegum Orkustofnunar 1972 og 1973 (fskj. I, 16 og 17), var haft samband við mjög marga vélaframleiðendur, sem taldir voru líklegir til þess að hafa áhuga á aflvélum jarðgufuaflstöðvarinnar. Var fyrirtækið Toshiba einn af þeim aðilum, sem þá hafði sýnt málinu mikinn áhuga.

Japönsku fulltrúarnir kváðust vera reiðubúnir til að skila fullkomnum tæknilegum upplýsingum ásamt bindandi verðtilboði í allan vélbúnað og raftækjabúnað jarðgufuaflstöðvarinnar innan mánaðar frá fundinum, sem var haldinn í húsakynnum Orkustofnunar 15. nóvember. Töldu fulltrúar Toshiba, að ef gengið yrði til samninga við fyrirtæki þeirra á grundvelli tilboðs, sem kæmi fram um miðjan desember n. k., væri hægt að lofa afhendingu véla og tækjabúnaðar til virkjunarinnar seint á árinu 1976.

Það má segja, að þessar óvæntu upplýsingar hafi valdið algerum þáttaskilum í undirbúningi jarðgufuaflstöðvarinnar. Sú staðreynd blasti nú skyndilega við, að hægt væri að stefna að uppsetningu véla og rafbúnaðar í jarðgufuaflstöðinni fyrir árslok 1976 og þar með að rafmagnsframleiðslu þegar á árinu 1977. Engan hafði áður órað fyrir því, að þetta kynni að vera framkvæmanlegt. Svo virðist sem hinir stóru vélaframleiðendur í Japan hafi veturinn 1974—75 verið fremur verkefnalitlir, væntanlega af völdum olíukreppunnar, og því hægt að fá óvenju hagstæð viðskiptakjör hjá þeim þennan vetur.

Þessar nýju upplýsingar um svo stuttan afgreiðslutíma aflvéla voru kynntar fulltrúum VST á fundi 16. nóvember. Hin nýju sjónarmið voru rædd og um það fjallað, hvort væri hyggilegt að taka tilboði Toshiba um að gera samning um smíði og afhendingu höfuðvélbúnaðar virkjunarinnar, án þess að nokkurt útboð hefði farið fram. Virtist það þó vera mjög álitlegt, þar sem byggingartími virkjunarinnar yrði mun styttri. Var samþykkt, að þessi mál skyldu könnuð rækilega áður en nokkuð endanlegt yrði ákveðið.

Á sérstökum fundi sérfræðinga og verkfræðinga Kröflunefndar ásamt fulltrúa frá Orkustofnun voru þessi mál tekin til umræðu. Á fundinum voru útboðsmálin vegna aðalafvléanna rædd rækilega svo og önnur tæknileg vandamál vegna hönnunar og byggingar virkjunarinnar. Varð niðurstaðan sú, að ekki væri rétt að taka tilboði Toshiba. Væri ráðlegra að afla upplýsinga frá fleiri framleiðendum, sem gætu afgreitt aðalvélbúnað virkjunarinnar innan þess tíma, sem eðlilegur gæti talist miðað við hinar nýju upplýsingar, þ. e. fyrir árslok 1976. Var ákveðið að leggja til við Kröflunefnd, að ráðgjafarverkfræðingunum yrði falið þetta verk. Með tilliti til þeirra upplýsinga, sem höfðu fengist hjá fulltrúum Toshiba, var talið nægjanlegt að gefa frest til 15. janúar þeim fyrirtækjum, sem hygðust bjóða fram tillögur um aðalafvlélar virkjunarinnar.

Með þessum fyrirmælum var gengið frá hönnunarsamningi milli Kröflunefndar, f. h. iðnaðarráðuneytisins, og Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen h.f. í félagi við Rogers Engineering Co. Inc. í San Francisco. Var samningurinn undirritaður hinn 21. nóvember 1974. (Fskj. 9).

Nokkru seinna eða í lok nóvember voru hér á ferð fulltrúar vesturþýska fyrirtækisins AEG-Kani. Lýstu þeir yfir áhuga sínum á því að framleiða og selja gufuhverfla fyrir jarðgufuaflstöðvar. Þeir kváðust ekki hafa reynslu af jarðgufuhverflum, en fyrirtæki þeirra væri heimsþekkt í sambandi við smíði á alls kyns gufuhverflum. Var samþykkt, að þeim skyldu send öll útboðsgögn varðandi aflvélnar.

2.33 Kaup aðalafvléla Kröfluvirkjunar.

Ráðgjafarverkfræðingarnir tóku þegar til starfa í samræmi við þann samning, sem gerður hafði verið milli þeirra og Kröflunefndar. Var fyrsti verkþáttur samkvæmt samningnum sá að afla upplýsinga hjá líklegum vélaframleiðendum um afhendingartíma, verð og tæknileg atriði varðandi aðalafvlélar virkjunarinnar. Skyldi aðeins haft samband við þá vélaframleiðendur, sem talið var að mundu hafa áhuga og getu til þess að afgreiða vélarnar innan þess tíma, sem rætt hafði verið um.

Var bandarísku aðilunum, þ. e. a. s. Rogers Engineering, falið að sjá um að koma þessum upplýsingum á framfæri svo og að velja þá framleiðendur, sem leitað yrði til, að höfðu samráði við VST og Kröflunefnd. Óskaði nefndin síðar eftir, að fleiri vélaframleiðendum yrði gefinn kostur á að taka þátt í þessu útboði, m. a. fyrirtækinu AEG-Kani.

Bréf dagsett þann 2. des. 1974 (fskj. 10) með tæknilegum fyrirspurnum og öðrum skilmálum var síðan sent 9 vélaframleiðendum um allan heim frá skrifstofu Rogers Engineering í San Francisco. Voru þeir beðnir að veita tæknilegar upplýsingar og gera verðtilboð í tvær 20—30 MW jarðgufuafvlélar svo og 50 MW afvlélar fyrir 15. janúar 1975.

Rétt fyrir jólin 1974 komu svo fulltrúar japanska fyrirtækisins Toshiba til Íslands og óskuðu eftir að kynna fyrirtæki sitt og tæknilega getu til þess að afgreiða allan vélabúnað í jarðgufuaflostöðina. Þar sem þá hafði verið ákveðið að veita framleiðendum frest til 15. janúar að senda inn upplýsingar sínar var ákveðið, að Toshiba mundi ekki birta tilboð sitt að svo stöddu, heldur skyldi því skilað inn á sama hátt og tilboðum annarra framleiðenda.

Í byrjun árs 1975, eða fyrri hluta janúarmánaðar, komu hingað til lands fulltrúar japanska stórfyrirtækisins Mitsubishi. Óskuðu þeir á sama hátt og fulltrúar Toshiba áður að skýra fulltrúum Kröflunefndar og ýmsum öðrum aðilum hérlendum frá fyrirtæki sínu og reynslu þeirra á sviði framleiðslu á gufuhverflum fyrir bæði olíukyntar rafstöðvar svo og jarðgufuaflostöðvar. Kom þar fram, að fyrirtækið hafði allgóða reynslu á sviði jarðgufuaflostöðva. Hafði fyrirtækið nýlega verið valið sem framleiðandi aðalafvlélunum fyrir jarðgufuaflostöð í Filippseyjum. Fulltrúar Mitsubishi voru spurðir um afgreiðslutíma á afvlélunum, og töldu þeir, að hann gæti stytstur orðið 16 mánuðir. Þá áætluðu þeir flutningstíma frá höfn í Japan til hafnar í Vestur-Evrópu innan við 2 mánuði. Þeir voru einnig spurðir um afgreiðslutíma annarra hluta, svo sem eimsvala, spennubreyta, stjórnækja og rofabúnaðar, og fullyrtu fulltrúar Mitsubishi, að afgreiðslutími allra annarra hluta væri styttri en afgreiðslutími aðalafvlélanna.

Þeir voru síðan spurðir um ýmislegt varðandi fyrirkomulag og val tækja. Töldu fulltrúar Mitsubishi sig hafa næga reynslu til að ráðleggja heppilegustu og hagkvæmstu tæki hverju sinni í samvinnu við ráðgjafa, ef óskað væri, en annars á eigin spýtur.

Rætt var almennt um þær stöðvar, sem Mitsubishi hefur byggt í Japan, einkum stöðina í Otake, sem hefur verið í notkun frá 1967. Var spurt um fjölmörg atriði varðandi rekstur og fyrirkomulag, reynslu af eignum og tækjum, og veittu fulltrúar Mitsubishi greið svör við öllum spurningum um þessi atriði.

Hinn 18. janúar 1975 var haldinn fundur í Kröflunefnd (fskj. 6) og var til umræðu tilboð vélaframleiðenda, sem þá höfðu borist eða voru á leiðinni.

Sigurður Sigfússon frá VST var á fundinum og sagði hann frá niðurstöðu athugana á útvegum aðalafvléla fyrir virkjunina. Mitsubishi hefði sent skeyti um, að tilboð þeirra mundi berast á mánudag, 20. janúar. General Electric hefði einnig tilkynnt, að

tilboð þeirra væri á leiðinni. Toshiba hefði sent útdrátt tilboðs síns. English Electric hefði ekki svarað. AEG hefði skilað gögnum til VST. Fyrirtækið Gruppo Industrial Elektro Mekanik hefur málið til athugunar, en óskar eftir 3 mánaða fresti. Stal Laval hefur greint frá því, að þeir geti fyrst gefið tilboð 1979. Japanska fyrirtækið Kawasaki hefur sent skeyti með útdrætti tilboðs síns, lokagögnum er lofað fyrir janúarlök. Brown Boweri hefur ekki svarað.

Á fundinum gerði Sigurður Sigfússon einnig grein fyrir bréfi VST til Kröflunefndar, dags. 20. desember 1974, en þar er bent á, að með hinum stutta afhendingartíma á aðalafvlélum, sem nú virðist mögulegur, er nauðsynlegt að hefja undirbúning byggingarframkvæmda sem fyrst. Finna þarf hæfan verktaka og koma upp vinnubúðum fyrir um 150 manna starfslíð. Þá var rætt um, að nauðsynlegt væri að leggja bráðabirgðaraflínur til virkjunarstaðarins og einnig þyrfti að huga að vegalagningu að virkjunarstað. Sömuleiðis var að því vikið (S. S. /VST), hvort ekki væri rétt að fara að huga að hönnun gufuaðveitu fyrir virkjunina. Væri eðlilegast, að ráðgjafar Kröflunefndar tækju það verk að sér. Ályktaði Kröflunefnd, að aðveitukerfi jarðgufuaflstöðvarinnar væri óaðskiljanlegur hluti hennar og félli hönnun þess undir hönnun stöðvarinnar.

Í lok janúar 1975 höfðu ráðgjafarverkfræðingarnir kannað tilboð þau, sem borist höfðu frá vélaframleiðendum í smíði og afhendingu aðalafvléla virkjunarinnar. Alls bárust 14 tilboð frá fyrirtækjunum AEG í Þýskalandi, General Electric í Bandaríkjunum og japönsku fyrirtækjunum Kawasaki, Mitsubishi og Toshiba. Í töflunni hér á eftir er sýnt yfirlit yfir öll tilboðin.

Seinni hlutann í janúar 1975 var Kröflunefnd afhent uppkast að skýrslu Orkustofnunar um rannsóknarboranir við Kröflu sumarið og haustið 1974. (Fskj. I, 19). Ráðgjafarverkfræðingar Kröflunefndar fengu þá nákvæmari upplýsingar um hitastig, efnisinnihald, gasmagn o. fl. úr rannsóknarholunum við Kröflu. Var því hægt að nýta þessar upplýsingar í samningaviðræðunum við vélaframleiðendur, sem nú fóru í hönd.

Yfirlit yfir tilboð í aðalvélar.

(Útboð nr. 17-101)

Framleiðandi	AEG		General Electric				Kawasaki		Mitsubishi			Toshiba		
Tillaga	1	2	1	2	3	4	1	2	1	2	3	1	2	3
Stærð véla (MW)	30,8	30,8	30	30	50	49	29	29	30	30	50	25	30	30
Fjöldi véla	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2
Gerð véla*	SF	DF	SF	DF	SF	DF	SF	DF	SF	DF	DF	SF	SF	DF
Verð FOB (millj. U.S.\$)	4,3	5,1	7,4	9,1	3,9	4,7	6,5		4,5	5,0	3,6	3,8	4,3	4,8
Afgreiðslutími	18/		24/	27/	24/	27/	12/	14/	14/	14/	18/	14/	14/	15/
FOB (mán.)	20		25	28	25	28	13	15	16	16	19	16	16	17

* SF táknar einþrýstivél
DF táknar tvíþrýstivél.

Á grundvelli þeirra upplýsinga, sem nú lágu fyrir, óskuðu ráðgjafarverkfræðingarnir eftir því að fá að kalla fulltrúa hinna tveggja japönsku fyrirtækja, Mitsubishi og Toshiba, til Íslands til viðræðna, enda töldu þeir, að tilboð þessara fyrirtækja væru hagstæðari en hinna. Var samþykkt, að fulltrúar þessara fyrirtækja skyldu koma við fyrsta tækifæri til Íslands til viðræðna. Yrði þá reynt að ganga frá samningsskilmálum,

bæði varðandi verð og afhendingartíma, svo og tæknilega gerð og búnað vélanna eftir nánari fyrirmælum ráðgjafarverkfræðinganna.

Bæði fyrirtækin, þ. e. Toshiba og Mitsubishi, sendu fulltrúa sína til Íslands. Ráðgjafarverkfræðingar kröflunefndar áttu með þeim fjölmarga fundi og krufu tilboð þeirra til mergjar. Var oft um að ræða, að breytinga var þörf vegna nýrra upplýsinga svo og að ráðgjafarnir kröfðust efnismeiri hönnunar. Þetta hafði að sjálfsgöðu áhrif á lokaupphæðir, þ. e. kostnað.

Í byrjun febrúar var búið að gera fullkominn tæknilegan samanburð á tilboði Toshiba og Mitsubishi, bæði hvað snerti verð, afhendingartíma og tæknileg atriði, sem nú höfðu verið samræmd. Ráðgjafarverkfræðingarnir töldu í lokaumsögn sinni til Kröflunefndar (fskj. III, 22), að tilboð japanska fyrirtækisins Mitsubishi væri hagstæðara, einkum hvað snerti tæknileg atriði. Verð og afhendingarskilmálar voru hins vegar svipaðir hjá báðum fyrirtækjunum. Var því betri tæknilegur búnaður aflvélanna hjá Mitsubishi þvingstur á vegarskálunum.

Kröflunefnd óskaði eftir umsögn óháðra aðila um tilboð Toshiba og Mitsubishi. Var ráðgjafarfyrirtækjunum Verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns, Verkfræðistofu Jóhanns G. Indriðasonar og Verkfræðistofu Baldurs Línalds falið að yfirfara útbodsgögn svo og verð og afhendingartíma. Komust þessi þrjú ráðgjafarfyrirtæki að svipaðri niðurstöðu og hinir samningsbundnu ráðgjafar Kröflunefndar, þ. e. a. s. að tilboð Mitsubishi væri að öðru jöfnu hagstæðast (fskj. 11). Þess skal þó getið, að fulltrúar þessara þriggja óháðu verkfræðistofa höfðu ekki aðgang að eins fullkomnum upplýsingum og hinir eiginlegu hönnunaraðilar. Nefndin ákvað því, að höfðu samráði við ráðgjafa sína og iðnaðarráðherra, að undirrita kauploforð ("letter of intent") til Mitsubishi Heavy Industries Ltd. um kaup á tveim 30 MW aflvélasamstæðum ásamt fylgihlutum með fyrirvara um samþykki ríkisstjórnarinnar og Seðlabankans. Var bréfið undirritað 7. febrúar 1975. (Fskj. 12).

Ekki leikur vafi á, að verð og afhendingarskilmálar, sem náðust í þessum samningum, voru óvenju hagstæðir. Bandarísku ráðgjafarnir, Rogers Engineering Co., töldu, að þetta væru bestu samningar, sem þeir hefðu staðið að um 10 ára skeið. Var hér örugglega um að ræða áhrif olíukreppunnar eins og áður hefur verið vikið að.

Til loka febrúarmánaðar fóru fram ýmsar viðræður milli fulltrúa Kröflunefndar og ráðgjafa hennar varðandi vélakaupin. Fulltrúi Orkustofnunar óskaði eftir að taka þátt í umræðum um tæknilega gerð vélanna, og kom þá fram það álit stofnunarinnar, að valdar skyldu einþrýstivélar í stað tvíþrýstigufuafsvéla. Í frumáætlunum um Kröfluvirkjun eða Námafjallsvirkjun hafði verið gert ráð fyrir einþrýstivélum. Þetta álit Orkustofnunar var síðan staðfest með bréfi til iðnaðarráðuneytisins, dags. 6. febr. 1975. (Fskj. 13). Það var hins vegar samdóma álit ráðgjafarverkfræðinga Kröflunefndar, að tvíþrýstiaflvélin, sem hafði verið valin, hefði það marga kosti fram yfir einþrýstivélina, að eðlilegt hefði verið að velja hana sem aðalafvél virkjunarinnar og hanna virkjunina með tilliti til þess. (Fskj. 14).

Hinn 18. febrúar 1975 kynnti Orkustofnun skýrslu sína um rannsóknarboranir við Kröflu haustið 1974 á hátíðlegum fundi á Hótel Loftleiðum að viðstöddum fulltrúum Kröflunefndar, iðnaðarráðuneytisins, Náttúruverndarráðs auk annarra gesta. Orkumálastjóri gerði grein fyrir skýrslunni. (Fskj. I, 19). Kemur þar m. a. fram, að Kröflusvæðið sé hæft til virkjunar og mun álitlegra en Námafjallssvæðið, enda talið tífalt stærra. Niðurstaða rannsóknarborananna og annarra rannsókna á Kröflusvæðinu er sú, að það standi undir 50—60 MW gufuvirkjun og hugsanlegri stækkun síðar. Mælt er með því, að hafist verði handa um að bora vinnsluholur í Kröflu þegar

sumarið 1975. Umhverfisvandamál eru enn fremur talin minni við virkjun Kröflusvæðisins en virkjun Námafjallssvæðisins.

Þann 20. febrúar 1975 boðaði Kröflunefnd til blaðamannafundar á Akureyri, þar sem eftirfarandi fréttatilkynningu var dreift og skýrð út fyrir blaðamönnum.

„Fréttatilkynning. Síðastliðið haust var gengið frá samningi við Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsens s.f., Reykjavík, og Rogers Engineering Inc., San Francisco, um skipulagningu og hönnun verkframkvæmda og öflun tilboða í vélbúnað jarðgufu-virkjunar við Kröflu. Það var strax ljóst, að öflun vélbúnaðar og þá sérstaklega aflvéla til væntanlegs orkuvers mundi taka lengstan tíma og þess vegna ráða hraða bygg-ingarframkvæmda. Kröflunefnd hefur því lagt sérstaka áherslu á að flýta þessum hluta undirbúningsins. Eftir að leitað hafði verið til helstu framleiðenda á þessu sviði og tilboð athuguð, hafa nú verið gerðir samningar við japanska fyrirtækið Mitsubishi um afhendingu á tveimur 30 MW gufuhverfilrafalsamstæðum. Eru samningarnir gerðir með venjulegum fyrirvörum um samþykki hlutaðeigandi stjórnvalda.

Ráðgjafarverkfræðingarnir töldu tilboð Mitsubishis í aflvélarnar vera hagstæðast, enda er um að ræða óvenjulega hagstætt verð og afgreiðsluskilmála.

Heildarsamningsverð er um 890 millj. kr. miðað við núverandi gengisskráningu, miðað við afgreiðslu c.i.f. Húsavík, og er afgreiðslutími fyrri vélasamstæðu 16 mánuðir, en hinnar síðari 18 mánuðir samkvæmt samningnum. Í verðinu eru innifaldir varahlutir fyrir um 130 millj. kr.

Samkvæmt ofanrituðu kemur fyrri vélasamstæðan til landsins í júní 1976 og skal prófun hennar með fullum afköstum vera lokið í október 1976 samkvæmt ákvæðum samningsins.

Ljóst er, að raforkuframleiðsla við Kröflu á að geta hafist síðla árs 1976, ef ekki bilar neinn hlekkur í framkvæmdakeðjunni.

Kröflunefnd mun gera allt, sem í hennar valdi stendur til þess að þetta takist, og miðast allur undirbúningur framkvæmda við þetta takmark.

Kröflunefnd hefur bent yfirvöldum á nauðsyn þess, að hraðað verði lagningu byggðalínu frá Kröflu til Akureyrar, og enn fremur bent á hagkvæmni þess að leggja flutningslínu frá Kröflu til Austurlands. Þá hefur Kröflunefnd unnið að athugun á bráðabirgðavirkjun við Kröflu, sem hugsanlega væri hægt að taka í notkun á þessu ári. Kemur helst til greina að setja upp notaðar gufuaflvélar af stærðinni 5—10 MW, ef slíkar vélar væru fáanlegar. Ýmsir aðilar hafa haft þetta mál til athugunar, en því miður hefur enginn árangur náðst enn. Kröflunefnd barst vitneskja um tvær notaðar 5 MW gufuaflvélar í Kaupmannahöfn, sem Rafmagnsveita Kaupmannahafnar vildi selja. Því miður fékkst ekki leyfi borgaryfirvalda til sölunnar. Kröflunefnd mun fylgjast náið með því, hvort slík bráðabirgðalausn geti komið til greina, og halda áfram athugunum á því máli meðan tíminn leyfir.“

Í mars 1975 ritaði Orkustofnun bréf til iðnaðarráðuneytisins (fskj. 15) og greindi frá áhyggjum sínum vegna þess, að of hratt væri farið af stað. Var vísað til óvissunnar um gufuöflun og vinnslueiginleika svæðisins, þ. e. við Kröflu, þótt áhættan væri að vísu ekki talin mikil. Þessi sjónarmið Orkustofnunar komu í fyrsta sinn fram á fundi með Kröflunefnd og fleiri aðilum í iðnaðarráðuneytinu 3. mars 1975.

2.34 Gerð framkvæmda- og kostnaðaráætlana. Val byggingarverktaka.

Á næstu mánuðum, sem nú fóru í hönd, var fyrst og fremst unnið af hálfu ráðgjafaraðilanna að hönnun og gerð skýrslu um jarðgufuaflostöð við Kröflu og að gerð framkvæmda- og kostnaðaráætlunar. Samtímis því var hafinn undirbúningur að gerð útboðsgagna fyrir hinar ýmsu vélar og tækjabúnað, sem þyrfti til virkjunarinnar umfram aðalafvélarnar. Einnig var haldið áfram að ganga endanlega frá tæknilegum skilmálum varðandi smíði aðalafvélanna, enda ekki búið að gera samninga um smíði þeirra enn þá, þótt kauploforð hefði verið undirritað. Jafnframt fóru fram viðræður við ýmsa aðila, m. a. Orkustofnun, iðnaðarráðuneytið og Náttúruverndarráð um endanlegan virkjunarstað. Virtust öll rök hníga að því, að Kröflusvæðið yrði fyrir valinu, enda af flestum aðilum talið mun álitlegra og heppilegra til virkjunar en svæðið austan Námafjalls.

Í byrjun apríl 1975 voru ráðgjafarverkfræðingar Kröflunefndar komnir á loka-stig með að gera skýrslu um öll helstu tæki og búnað virkjunarinnar. (Fskj. 16). Kom skýrslan út 15. apríl, en henni fylgdi framkvæmda- og kostnaðaráætlun, sem lögð skyldi til grundvallar byggingarframkvæmdunum. Var talið, að heildarkostnaður við virkjunina, þ. e. Kröflunefndarhlutann, mundi nema um 26 millj. dollara.

Nokkru fyrr eða 10. apríl 1975 var búið að ganga frá samningsuppkasti um kaupin á aðalafvélunum milli Mitsubishi og Kröflunefndar, f. h. iðnaðarráðuneytis-ins. Á fundi ríkisstjórnarinnar þann 10. apríl var samþykkt að heimila samningsgerð-ina og voru samningar þá undirritaðir.

Aframhaldandi umræður við Náttúruverndarráð og aðra aðila, sem málið var skylt, fóru nú fram. Kom nú fram af hálfu landeigenda og heimamanna í Mývatnssveit sú hugmynd, að heppilegra væri að virkjuninni yrði valinn staður í Námafjalli austan-verðu fremur en á Kröflusvæðinu. Voru haldnir fundir með landeigendum ásamt fulltrúum Kröflunefndar, ráðuneytisins, Náttúruverndarráðs og hönnunaraðila, ásamt fleiri aðilum, sem gátu veitt upplýsingar um málið. Á fundi með iðnaðarráð-herra og öllum þessum aðilum, sem haldinn var í Mývatnssveit, 9. maí 1975, fékkst loksins niðurstaða þess efnis, að Krafla skyldi valin sem endanlegur virkjunarstaður. Náðist samkomulag við landeigendur um nauðsynlegar aðgerðir vegna fyrirhugaðra virkjunarframkvæmda, m. a. efnistöku, vegalagningar o. fl. Var þar með ekki lengur neitt til fyrirstöðu, að vinna við virkjunarframkvæmdirnar gæti hafist.

Svo sem áður var fram komið var nú ljóst, að afhending aðalafvéla færi fram í byrjun júní 1976 (fyrri vélin) og byrjun ágúst 1976 (seinni vélin). Það var því nauðsylegt að hlutast til um, að byggingarframkvæmdir og jarðvinna gætu hafist eigi síðar en vorið 1975. Þyrfti byggingu stöðvarhússins m. a. að verða nær lokið um mitt ár 1976, eða fyrir afhendingu aðalafvélanna. Til þess að þetta mætti takast var ljóst, að eigi gæfist tími til þess að bjóða þessi verk út á venjulegan hátt. Það mundi taka marga mánuði og yrði þá ekki hægt að hefja byggingarframkvæmdir fyrr en vorið 1976. Þar með var fallin burt ein af forsendunum fyrir því, að afvélarnar gætu komið til landsins um mitt ár 1976.

Var því að ráði ráðgjafarverkfræðinganna valin sú leið að kanna, hver af stærstu verktakafyrirtækjum landsins mundu hafa tíma og áhuga, tækjabúnað og aðstöðu til þess að taka þetta verk að sér. Kom fljótt í ljós, að flest hinna stærri verktakafyrirtækja voru mjög upptekin af öðrum verkum og töldu sig ekki hafa tíma né möguleika til þess að sækjast eftir þessu verki sumarið 1975. Var að lokum um aðeins 2 verktakafyrir-tæki að ræða, sem töldu sig hafa tíma og möguleika til þess að taka verkið að sér þegar

þetta sumar. Voru það fyrirtækin Miðfell h.f. í Reykjavík og Norðurverk h.f. á Akureyri.

Kröflunefnd fól ráðgjöfum sínum að eiga viðræður við þessi fyrirtæki og kanna rækilega tækjabúnað þeirra og aðstöðu og þar með möguleika til þess að geta tekið þetta verk að sér. Ljóst var, að verkið yrði í því fólgið, að byggingu stöðvarhúss skyldi lokið fyrir mitt ár 1976. Það útheimti aftur á móti, að stöðvarhúsið skyldi gert fokhelt fyrir byrjun vetrar 1975—1976.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsens lauk athugunum sínum og gaf Kröflunefnd umsögn um þessa tvo verktaka á fundi Kröflunefndar með fulltrúum VST laugardaginn 17. maí 1975.

Jóhannes Guðmundsson verkfræðingur hjá VST lýsti athugunum og viðræðum, sem höfðu farið fram við fulltrúa þessara tveggja verktaka, og skýrði frá þeim upplýsingum, sem þeir hefðu gefið varðandi tækjabúnað og aðstöðu sína. Var einkum lagt mikið upp úr því af hálfu VST, að fyrirtækin væru vel búin til steypuframleiðslu, enda var það eitt mikilvægasta atriðið, ef takast ætti að byggja stöðvarhúsið á þeim skamma tíma, sem til ráðstöfunar var. Kom fram í athugun á tækjabúnaði fyrirtækjanna, að Miðfell var betur búið en Norðurverk með tilliti til steypuframleiðslu. Báðir þessir verktakar voru nokkuð vel búnir með tilliti til jarðvinnslu og höfðu báðir enn fremur hug á að nýta tæki, sem fánleg væru í héraðinu, þ. e. a. s. í sýslunni. Báðir aðilar höfðu umráð yfir fullkomnum sprengibúnaði og eins yfir byggingarkrana.

Jóhannes Guðmundsson taldi, að á grundvelli þeirra upplýsinga, sem fengist hefðu, væri hægt að segja, að Miðfell hefði betri möguleika á því að komast strax í fullan gang við steypuvinnu, sem væri mjög veigamikill þáttur í verkinu. Væru þeir ákveðið betur undirbúnir til verksins hvað snerti allan nauðsynlegan vélabúnað.

Þá var enn fremur rætt um, á hvern hátt fyrirhugaður verktaki gæti haft sem besta samvinnu við heimamenn, þ. e. a. s. minni verktaka í Þingeyjarsýslum. Óskað var eftir því að fá skriflega yfirlýsingu fulltrúa Þingeyinga um, hvaða verktaka þeir teldu líklegan til góðs samstarfs. Kom fram, að þegar hefði verið um samstarf milli hinna þingeysku verktaka og Miðfells h.f. að ræða og hefði það gengið snurðulaust.

Á grundvelli þeirra upplýsinga, sem lágu fyrir á fundinum, var það að lokum einróma samþykkt Kröflunefndar, að formanni nefndarinnar skyldi heimilað að ganga frá og undirrita verksamning við Miðfell h.f. (Fskj. 6). Við undirskrift samningsins skyldi liggja fyrir skrifleg umsögn Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsens um niðurstöður athugana þeirra á hugsanlegum verk tökum til verksins, einnig leitað eftir skriflegri yfirlýsingu frá samtökum þingeyskra verktaka um fyrirhugaða samvinnu þeirra við verktakann Miðfell h.f. (Fskj. 17 og 18).

Ingvar Gíslason óskaði eftir eftirfarandi bókun:

„Þrátt fyrir þessa ákvörðun um val verktaka, vil ég taka fram, að ég tel, að Norðurverk h.f. sé hæfur verktaki í þessu sambandi.“

Þess skal getið, að áður en þannig var ákveðið að ganga til samninga við Miðfell h.f. um að taka að sér aðalbyggingar virkjunarinnar hafði Miðfelli h.f. verið falið í mars 1975 að annast smíði á vinnubúðum fyrir Kröflunefnd (sjá III. kafla, 3.12). Enn fremur hafði Miðfelli h.f. verið falið að framkvæma jarðvegskönnun með tilliti til fyrirhugaðs stæðis stöðvarhússins.

Samningurinn við Miðfell h.f. var síðan undirritaður 4. júlí 1975, en samkvæmt honum skyldi Miðfell h.f. taka að sér að byggja stöðvarhús jarðgufuaflostöðvarinnar, þró undir kæliturna og sjá um gerð háspennutengivirkis. Ýmis minni háttar verk, svo

sem jarðvinna ýmiss konar, lagning olíumalar m. fl. var einnig innifalið í verk-samningnum. (Fskj. 19). Með undirritun hans má segja, að undirbúningi virkjunar-framkvæmda væri lokið og vinna við virkjunina hafin af fullum krafti.

Í þessum kafla hefur verið reynt að gera ítarlega grein fyrir aðdraganda að því, að framkvæmdir hófust við Kröfluvirkjun, vegna þess að mjög mikils misskilnings hefur oft á tíðum gætt í skrifum og umræðum um þessi mál. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen h.f. hefur einnig sent frá sér greinargerð um ýmis þau atriði, sem hér hefur borið á góma. (Fskj. 20).

Að lokum skal tekið fram, að Kröflunefnd fékk Gunnar Helgason hrl. til þess að vera lögfræðilegur ráðunautur nefndarinnar. Hefur hann sem slíkur verið með í ráðum um öll lagaleg málefni, samningsgerðir, álitamál o. fl. Hann hefur skilað nefndinni álitgerðum og umsögnum eftir þörfum.

Fylgiskjöl:

1. Frumvarp til laga um jarðgufuvirkjun við Kröflu eða við Námafjall í Suður-Pingeyjarsýslu.
2. Skipunarbréf Kröflunefndar, 21. júní 1974.
3. Greinargerð Pórodds Th. Sigurðssonar til iðnaðarráðherra, 19. febrúar 1975.
4. Bréf iðnaðarráðuneytisins til Kröflunefndar.
5. Bréf iðnaðarráðuneytisins til Kröflunefndar 21. júlí 1977.
6. Sjá fundargerðir Kröflunefndar.
7. Bréf iðnaðarráðuneytisins til Kröflunefndar 5. nóv. 1974.
8. Fundargerð viðræðufundar Kröflunefndar og fulltrúa ráðgjafarverkfræðinga 13. nóv. 1974.
9. Hönnunarsamningur Kröflunefndar og ráðgjafarverkfræðinga.
10. Útboðsbréf, 2. des. 1974, vegna aðalaflvéla.
11. Greinargerð verkfræðinganna Guðmundar Björnssonar, Baldurs Línalds, Jóhannas Indriðasonar og Jónasar Matthíassonar, 7. febrúar 1975.
12. Kauploforðsbréf til Mitsubishi, dagsett 7. febr. 1975.
13. Bréf Orkustofnunar til iðnaðarráðuneytisins, 6. febr. 1975.
14. Greinargerð VST um val aflvéla Kröfluvirkjunar, 20 febr. 1975.
Nokkrar hönnunarforsendur aflvéla og veitukerfis Kröfluvirkjunar 12. apríl 1976.
Sig. Sigfússon / VST og Guðm. Björnsson / Virkir h.f.
15. Bréf OS til iðnaðarráðuneytisins, 14. mars 1975.
16. Frumhönnunarskýrsla Kröfluvirkjunar, 15. apríl 1975.
17. Skrifleg umsögn um val byggingarverktaka.
VST, 17. maí 1975.
18. Skrifleg yfirlýsing frá þingeyiskum verktökum, 17. maí 1975.
19. Verksamningur við Miðfell h.f., 4. júlí 1975.
20. Bréf VST til Kröflunefndar, 8. des. 1975.
Greinargerð um tæknilegan undirbúning Kröfluvirkjunar.

III. KAFLI

VIRKJUNARFRAMKVÆMDIRNAR VIÐ KRÖFLU.

3.1 Framkvæmdir Kröflunefndar.

3.11 Skipulagning framkvæmda.

Í júlí 1975 setti Kröflunefnd upp skrifstofu á Akureyri, þar sem nefndinni hafði verið sett heimilisfang. (Fskj. II, 8). Formaður og framkvæmdastjóri nefndarinnar lét nefndinni í té þá skrifstofuaðstöðu, sem hann hafði á leigu hjá Landsbanka Íslands, Akureyri, og urðu þar höfuðstöðvar nefndarinnar héðan í frá.

Á sama tíma var ráðinn verkfræðingur til bráðabirgða í starf yfirverkfræðings Kröflunefndar, þar til það starf hefði verið auglýst og umsækjandi valinn. Urðu því mannaskipti í árslok 1976. Yfirverkfræðingurinn skyldi hafa á hendi yfirumsjón með virkjunarframkvæmdunum og tæknilega framkvæmdastjórn þeirra. Honum til aðstoðar var svo ráðinn annar verkfræðingur í ágúst 1975, enda voru byggingarframkvæmdir þá í fullum gangi.

Síðar, þó ekki fyrr en sumarið 1976, var svo ráðin skrifstofustúlka til nefndarinnar á Akureyri og skrifstofuaðstaðan aukin og bætt með hliðsjón af hinum auknu umsvifum.

Framkvæmdastjóri nefndarinnar hefur frá upphafi framkvæmdanna annast fjármálalega stjórn og daglegt bókhald yfir útgjöld Kröflunefndar. Í umboði iðnaðarráðuneytisins annast hann greiðslur vegna allra fjárskuldbindinga nefndarinnar utan greiðslur vegna vaxta og afborgana af innlendum og erlendum lánnum, sem fjármálaráðuneytið sér um. Mánaðarlega gerir framkvæmdastjóri skýrslu yfir allar útborganir og greiðslur og sendir hana ásamt öllum fylgiskjölum til ríkisbókhaldsins, sem síðan sér um úrvinnslu gagna og uppröðun þeirra í fjármálalegt bókhald yfir framkvæmdirnar eins og það birtist í ríkisreikningunum.

Allar verk- og framkvæmdaáætlanir eru gerðar af ráðgjafarverkfræðingum Kröflunefndar, sem nefndin hefur síðan samþykkt við undirritun verksamninga. Ráðgjafarverkfræðingarnir hafa, frá því að framkvæmdir við Kröfluvirkjun hófust, haft eftirlitsverkfræðinga og skrifstofuaðstöðu fyrir þá uppi við Kröflu. Hafa eftirlitsverkfræðingarnir haft allt eftirlit og umsjón með verkinu á byggingarstað, stjórnað öllum framkvæmdum þar og gert breytingar á verkáætlunum ef nauðsyn hefur krafist, að höfðu samráði við skrifstofu Kröflunefndar á Akureyri. Eftirlitsverkfræðingarnir hafa enn fremur fylgst með öllum reikningsskilum við verktaka, raunar samið reikningana, svokölluð greiðsluskírteini, og afgreitt þá samþykktu til greiðslu til skrifstofu nefndarinnar á Akureyri.

Sumarið 1975 störfuðu tveir til þrjú verkfræðingar við eftirlitsstörf við Kröflu á vegum ráðgjafarverkfræðinga nefndarinnar. Voru haldnir reglubundnir verkefnafundir með þeim og yfirmönnum verktakanna á staðnum, þar sem gangur verksins var til umræðu, ágreiningsmál rædd og ýmsar minni háttar ákvarðanir teknar og/eða vísað til afgreiðslu framkvæmdarstjórnar Kröflunefndar. Yfirverkfræðingur Kröflunefndar eða fulltrúi hans sat ávallt þessa fundi.

Sumarið 1976 var skrifstofuaðstaða og eftirlitsstörfin aukin til muna vegna nýrra verkþátta. Þannig störfuðu alls 6 verkfræðingar við eftirlitsstörf við Kröflu á vegum

ráðgjafanna þetta sumar og að auki tvær skrifstofustúlkur á vegum Kröflunefndar þeim til aðstoðar. Yfirmaður eftirlitsins við Kröflu var bandarískur verkfræðingur frá Rogers Engineering Co. Seinna bættust þrjár bandarískir verkfræðingar í hóp eftirlitsmanna, þegar var farið að líða að uppsetningu mælitækja og prófun tækjabúnaðar. Störfuðu þeir fyrst og fremst sem fulltrúar hönnunaraðilanna og sáu um ýmsar nauðsynlegar smábreytingar á hönnun og skipulagningu tækjabúnaðar á staðnum, jafnframt sem þeir voru viðstaddir allar prófanir á vélum og rafbúnaði.

Í byrjun árs 1976 voru ráðnir tveir vélgæslumenn til starfa við Kröfluvirkjun á vegum Kröflunefndar. Var þeim ætlað að fylgjast með niðursetningu véla- og rafbúnaðar í virkjuninni með tilliti til fyrirhugaðs rekstrar hennar. Störfuðu þeir með eftirlitsverkfræðingunum og sáu enn fremur um vörubirgðir Kröflunefndar og vörslu þeirra.

Í árslok 1976 var svo auglýst eftir 9 vélgæslumönnum til viðbótar í samræmi við áætlun ráðgjafarverkfræðinganna um áhöfn virkjunarinnar. Tóku þeir til starfa á árinu 1977 og fylgdust með lokafrágangi á tækjabúnaði virkjunarinnar og prófun hans.

Vorið 1977 settust allir vélgæslumennirnir á skólabeck og var þar farið yfir allan gang virkjunarinnar og skýringu á tækjum hennar. Sá bandarísku og íslensku verkfræðingarnir um þessa þjálfun vélgæslumanna.

Fullþjálfað lið vélgæslumanna, alls 12 menn, þar af einn ráðinn hjá Orkustofnun, eru nú starfandi við Kröfluvirkjun, og eru ekki aðrir starfsmenn þar um þessar mundir (í ársbyrjun 1978). Allir þessir menn eru lausráðnir, þar sem endanlegur rekstraraðili fyrir Kröfluvirkjun er enn ekki kominn til.

Að lokum má geta þess, að ýmsir tæknilegir fulltrúar vélaframleiðenda hafa dvalið um lengri og skemmri tíma við Kröflu vegna niðursetningar tækjabúnaðar. Japanskir verkfræðingar frá japönsku vélaframleiðendunum fylgdust t. d. með niðursetningu aflvéla og prófun þeirra. Í rauninni hefur tilraunarekstur Kröfluvirkjunar farið fram undir eftirliti þeirra.

3.12 Framkvæmdalýsing.

Svo sem áður hefur verið greint frá hófust eiginlegar framkvæmdir við virkjunina sumarið 1975, eftir að gerður hafði verið verksamningur við Miðfell h.f. (Fskj. II, 19). Áður hafði verið unnið að smíði vinnubúða og eins var gerð jarðvegskönnun í grunnstæði stöðvarhússins í mars 1975. Einnig var samið beint um þessi verk, enda var ljóst, eins og áður hefur verið vikið að, að tíma- og verkáætlun virkjunarframkvæmda, sem var bundin afhendingu aðalafvéla virkjunarinnar í júní 1976, var það þröng, að enginn tími gat gefist til þess að bjóða þessi verk út. Þess skal hér getið, að umrædd verk- og tímaáætlun er byggð á þeirri framkvæmdaáætlun, sem ráðgjafarverkfræðingar skiluðu til Kröflunefndar í apríl 1975 ásamt skýrslu um gerð virkjunarinnar. (Fskj. II, 16).

Sumarið 1975 var aðallega unnið við að steypa upp stöðvarhúsið fyrir virkjunina. Miðfell h.f., eins og áður er komið fram, var aðalverktaki við þetta verk, en skv. eindreginni ósk og samningsfyrirvörum, sem gerðir voru af hálfu Kröflunefndar, var Miðfell h.f., skuldbundið til þess að nýta eins og hægt var mannafla og tæki, sem fánleg voru úr sýslunni. Má segja, að þessi skilyrði hafi verið ágætlega uppfyllt, því þorri starfsmanna við Kröflu sumar og vetur 1975—1976 voru heimamenn úr sýslunni, aðallega frá Húsavík, svo og úr Mývatnssveit. Í flestum tilvikum var um að ræða,

að Félag byggingarverktaka á Húsavík og í Suður-Pingeyjarsýslum, FBHSP, var undirverktaki hjá Miðfelli h.f. í hinum ýmsu verkum. Miðfell h.f. sá því fyrst og fremst um yfirverkstjórn og ýmis sérhæfðari verk. Enn fremur lagði Miðfell h.f. fram ýmis tæki og vélabúnað, sem ekki var til í sýslunni, m. a. fullkomna steypustöð.

Ef stiklað er á stóru í framkvæmdasögunni, má fyrst rekja sögu byggingar stöðvarhússins. Í október 1975 var húsið uppsteipt, enda höfðu framkvæmdir gengið mjög vel og mikill hugur í starfsmönnum. Var nú lagt mikið kapp á að gera hið mikla hús fokhelt fyrir vetur. Var það forsenda þess að tímaáætlunin gæti haldist. Litlu munaði að illa færi, þegar verið var að setja þak á húsið, þ. e. hifa geysistöra strengjasteypuþakbita upp á vegg húsins. Tvisvar sinnum hrundi biti niður í hífingu og lá nærri, að slys hlytist af, svo ekki sé minnst á þær verktafir, sem urðu vegna þessara óhappa. Fór þó svo að lokum, að stöðvarhúsið varð fokhelt í nóvember 1975. og því var hægt að fylgja verkáætluninni í öllum aðalatriðum þann vetur.

Í febrúar 1976 kom 40 tonna hlaupakrani stöðvarhússins til landsins og var uppsetningu hans lokið í mars. Sá Slippstöðin h.f. á Akureyri um það verk, en uppsetning kranans var forsenda þess, að hægt væri að steypa gólf hússins og vélaundirstöðurnar.

Í júní 1976 var að mestu lokið við að steypa gólf og vélaundirstöðurnar, og gat því niðursetning véla hafist strax og aflvélarinnar komu til landsins í sama mánuði.

Niðursetning véla- og tækjabúnaðar virkjunarinnar hefur verið unnin af fyrirtækjunum Hamri h.f., Stálsmiðjunni h.f. og Héðni h.f., öll í Reykjavík, en þessi fyrirtæki gerðu sameiginlegt tilboð í niðursetninguna. Var unnið sleitulaust að niðursetningu véla og frágangi tækjabúnaðar allt sumarið og veturinn 1976/1977.

Stærsta verkið í þessum hluta var að sjálfsgöðu niðursetning aðalafvélaanna svo og uppsetning eimsvala. Er því verki nú lokið hvað varðar fyrri aflvél virkjunarinnar, en seinni aflvélinni hefur verið komið fyrir á sínum stað í húsinu án þess að gengið hafi verið frá niðursetningu hennar. Sömu sögu er að segja um öll önnur tæki og vélbúnað. Lokið er uppsetningu þess hluta, sem varðar rekstur fyrri aflvélarinnar, en tæki vegna seinni aflvélarinnar eru geymd í stöðvarhúsinu á þeim stöðum, þar sem þeim hefur verið ætlaður endanlegur staður. Í mörgum tilvikum er þó um að ræða tæki og vélar, sem þjóna báðum aflvélunum, og hefur því orðið að ganga frá þeim vegna fyrirhugaðs rekstrar fyrri aflvélarinnar. Verksamningi við HSH, sem gerði ráð fyrir lúkningu niðursetningar allra véla og tækja virkjunarinnar í fullri stærð, hefur nú verið sagt upp í samræmi við þau fyrirmæli, að einungis fyrri áfangi virkjunarinnar hefur verið ákveðinn.

Sumarið 1976 voru kæliturnar virkjunarinnar reistir. Miðfell h.f. sá um það verk og var því að fullu lokið fyrir veturinn. Nokkuð var um það rætt, hvort hægt væri að fresta uppsetningu kæliturns vegna seinni aflvélarinnar í samræmi við áðurnefnd fyrirmæli. Það var hins vegar mat manna, að efni í kæliturn 2 mundi liggja undir stórskemmdum, ef það væri ekki sett upp á sinn stað. Var því ákveðið á fundi Kröflunefndar 22. júlí 1976 (fskj. II, 7), að kæliturn nr. 2 skyldi reistur strax.

Einnig var unnið að raflögnum í virkjuninni þetta sumar og haust. Raflögnin reyndist mjög viðamikil verk og breyttist nokkuð eftir því sem leið á verktímann. Snemma árs 1976 lágu frumteikningar og útboðsgögn vegna raflagna fyrir og var gengið frá verksamningi um þær við Rafafli Svf. í apríl 1976. Endanlegum teikningum af raflögnum var að mestu lokið sumarið 1976. Vegna vinnu annarra verktaka og nokkurrar seinkunar á efnisafgreiðslu komst vinna við raflagnir ekki í fullan gang fyrir en síðari hluta sumars. Var því raflögnum ekki lokið fyrir en síðla vetrar 1976/1977.

Eitt af því, sem tafði hvað mest lúkningu framkvæmda á vegum Kröflunefndar,

var mjög sein og tafsöm afgreiðsla á efni í gufuleiðslur, vatnsleiðslur og ýmiss konar leiðslukerfi virkjunarinnar. Belgíski framleiðandinn, sem samið hafði verið við, bar fyrir sig alls kyns afgreiðsluvandamál, svo sem skort á efni, ófullkomnar pantanir og margt fleira. Tafðist mjög, að vinna við lagnirnar gæti hafist, sökum þessa, en Slippstöðin h.f., Akureyri, hafði tekið það verk að sér. Verkið hófst fyrst seint í ágúst 1976, og varð þar með ljóst, að prófun tækjabúnaðar Kröfluvirkjunar, sem upphaflega hafði verið ákveðin í október—nóvember 1976, mundi tefjast um 2—3 mánuði. Þess skal hér getið, að af þeim u. þ. b. 44 efniskaupasamningum, sem gerðir voru við erlenda framleiðendur, var þetta eini samningurinn, þar sem afhendingardráttur olli erfiðleikum. Fór svo að lokum, að belgíski framleiðandinn greiddi verulegar skaðabætur vegna þessa.

Þegar líða tók fram á haustið 1976 miðaði öllum verkum vel áfram. Stöðvarhúsið var nær fullgert og verið að ganga frá ýmsum innréttingum. Lokið hafði verið við um sumarið að klæða húsið að utan og ganga frá þaki og gluggum. Starfsmannahús hafði verið byggt um sumarið og var nú fullgert og undirbúningur hafinn að byggingu stöðvarvarðabústaða niðri í Mývatnssveit. Ýmis frágangsverk voru unnin um haustið, t. d. lokið við að fullgera fyrri hluta háspennutengivirkisins, ganga frá vatnsbóli og vatnsveitu fyrir virkjunina. Haldið var áfram að ganga frá raflögnum, tækja- og vélbúnaði og unnið af fullum krafti við gufuleiðslurnar, sem fylgja stöðinni, þ. e. Kröflunefndarhlutanum.

Er komið var fram að jólum 1976 var ljóst, að frekari dráttur yrði á lúkningu framkvæmda Kröflunefndar. Var svo að sjá, að erfitt væri að halda verktökunum í fullum gangi, þar sem nú var orðið ljóst, að gufuskortur var fyrirsjáanlegur og því ekki eins brýnt að halda framkvæmdunum áfram á fullum hraða. Þetta ágerðist eftir því sem leið á veturinn 1976/1977, og fór svo að lokum, að aflstöðin var tilbúin til fyrstu prófana um mitt sumar 1977.

Prófanir á vélum og rafbúnaði hófust því ekki fyrr en sumarið 1977 og gengu prófanir framar vonum. Í ágúst 1977 voru snúningsprófanir á gufuhverfli og rafli hafnar, en til þeirra var nothæf gufa úr holu 11, sem hafði reynst aflmikil hola, en mjög óstöðug. Tókst að ljúka nær öllum prófunum á vélum og tækjabúnaði virkjunarinnar fyrir septemberlok 1977. Ekki var þó hægt að ljúka þeim alveg sökum gufuskorts.

Í febrúar 1978 voru vélar virkjunarinnar reynslukeyrðar með allt að 10 MW afli. Þann 21. febrúar hófst reglubundinn reynslurekstur virkjunarinnar, sem hefur staðið nær óslitið fram til þessa. Hefur framleiðslan numið um 100 000 kwst. á sólarhring. Nýlega hefur þó orðið að stöðva rekstur vegna óstöðugleika holu 11.

Að lokum er vert að minnast á þær miklu verktafir og það fjárhagslega tjón, sem talið er skipta hundruðum milljóna, er orsakast hefur vegna gosóróans og umbrotanna, sem eiga sér stað við Kröflu og í Mývatnssveit. Hefur vinnufriður margsinnis truflast af þessum orsökum. Allir eru sammála um, að fyllsta aðgát sé jafnan höfð í þessu efni, og því hefur ætíð verið hlítt ráðum Almannavarna og jarðvísindamanna, þegar þeir hafa talið að sérstakt hættuástand væri ríkjandi. Starfsmenn hafa verið fluttir brott af svæðinu eða meinaður aðgangur að því hvenær sem kallið hefur komið eða verið látnir bíða í vinnubúðunum eftir frekari fyrirmælum, þannig að öll vinna hefur verið lögð niður. Alls hefur slíkt hættuástand og skyndibrottf lutningur starfsmanna komið fyrir 4—5 sinnum og þannig tapast fjöldi verkdaga. Að jafnaði voru um 200 manns við vinnu í Kröflu þessa daga og því beinn vinnulaunakostnaður mjög mikill, en óbeinn kostnaður er að sjálfsögðu margfalt hærri. Þegar unnið er á stífum vöktum, eins og gert hefur verið við Kröflu, má ekkert út af bera, sem truflar verktaktinn. 11 daga vinnuúthald getur farið forgörðum, ef þarf að stöðva vinnu fyrri

hluta þess og síðan eyða mörgum dögum í það að koma verkum af stað aftur. Mikillar óánægju varð vart hjá verktökum vegna þessara tafa, og kröfðust þeir bóta.

3.13 Efniskaup.

Við kaupin á aflvélunum, sem voru ákveðin með kauploforði („letter of intent“) þann 7. febrúar 1975, að höfðu samráði við iðnaðarráðherra, komst sú regla á, sem notuð hefur verið við allar skuldbindingar Kröflunefndar f. h. iðnaðarráðuneytisins. Ráðgjafarverkfræðingum nefndarinnar var falið að undirbúa öll útboðsgögn og sjá um auglýsingu útboðs eða senda gögn til ákveðinna fyrirtækja, ef um lokuð útboð var að ræða. Í öllum tilvikum var það skv. mati ráðgjafarverkfræðinganna, hvaða fyrirtækjum voru send útboðsgögn. Fulltrúar Kröflunefndar, einkum verkfræðingarnir í nefndinni og síðar yfirverkfræðingur nefndarinnar, fylgdust náið með gangi mála. Í allmörgum tilvikum óskuðu fulltrúar nefndarinnar eftir því, að bætt yrði við ýmsum fyrirtækjum, sem leitað var til, ef um lokuð útboð var að ræða. Má þar til dæmis nefna, að skv. ósk nefndarinnar var útboðsbréf vegna aflvéllanna sent til fyrirtækjanna CIE Franco Tosi á Ítalíu og AEG Kani í Vestur-Pýskalandi.

Tilboðum var síðan öllum skilað til skrifstofu ráðgjafarverkfræðinganna, ýmist í Reykjavík eða í San Francisco, en ekki til skrifstofu Kröflunefndar eða nefndarmanna. Ráðgjafarverkfræðingarnir fóru síðan yfir öll tilboð, sem borist höfðu hverju sinni, og mátu þau frá tæknilegu og kostnaðarlegu sjónarmiði. Þurftu þeir oft að leita til hinna ýmsu fyrirtækja um frekari upplýsingar á meðan á mati þeirra stóð. Lauk hverju útboði á þann hátt, að ráðgjafarverkfræðingarnir skiluðu skriflegri umsögn til nefndarinnar, þar sem mælt er með hvaða tilboði skuli tekið, og jafnframt uppkasti af kauploforðsbréfi („letter of intent“). Í öllum tilvikum nema einu, eins og síðar verður vikið að, samþykkti Kröflunefnd niðurstöður mats ráðgjafarverkfræðinganna, og undirritaði formaður nefndarinnar kauploforðsbréfin fyrir hönd nefndarinnar. Var það oftast gert á skrifstofu Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen h.f., en seinna meir á skrifstofu Kröflunefndar á Akureyri.

Strax og báðir aðilar, þ. e. Kröflunefnd og efnissölufyrirtækið, stundum íslenskir umboðsmenn þess, höfðu undirritað kauploforðsbréfið, en með því fylgdu skilmálar um afgreiðslutíma, verð og tæknileg atriði, var talið að samningur væri kominn á, þó með venjulegum fyrirvara um samþykki ríkisstjórnarinnar og Seðlabankans.

Næst á eftir fór síðan fram hin eiginlega samningsgerð. Fór hún einnig algerlega fram á vegum ráðgjafarverkfræðinganna. Skilmálar í kauploforðsbréfi voru þá hafðir til grundvallar. Í einstaka tilvikum breyttust verð og efnismagn í samningi frá því, sem tilgreint hafði verið í kauploforðsbréfi, enda komu þá til breyttar aðstæður vegna nýrra upplýsinga, t. d. vegna breyttrar hönnunar. Verðbreytingar gátu þó aðeins orðið vegna þess, að efnismagn hafði breytst, eða þá vegna verðlækkunar framleiðanda af einhverjum orsökum.

Samningar voru oft eigi gerðir fyrir en nokkrum mánuðum eftir að kauploforðsbréf hafði verið undirritað, en það var þó misjafnt. T. d. var samningur um kaupin á aðalvélunum undirritaður að fengnu samþykki ríkisstjórnarinnar þann 10. apríl 1975, eða réttum 2 mánuðum eftir kauploforðsbréf. Báðir aðilar, þ. e. Kröflunefnd og framleiðandi, undirrituðu alla samninga ásamt vottum.

Pegar er mati tilboða í aðalvélauk í febrúar 1975 var hafist handa um útboð og öflun tilboða í annan vélbúnað. Byrjað var á þeim búnaði, sem lengstan afgreiðslutíma hafði, svo sem eimsvölum og þéttivatnsdælum, síðan aðalspennubreytum, aflrofum og stöðvarspennum, og svo tók hvað við af öðru, eftir því sem tímaáætlanir og afgreiðslutímar sögðu til um. Öflun tilboða lauk að mestu fyrri hluta árs 1976 og

höfðu þá borist 194 tilboð í þeim 55 útboðum, sem fram hafa farið vegna efniskaupa og meiri háttar verksamninga, en það eru tæp 4 tilboð að meðaltali í hverju útboði. Auk þess fengu ráðgjafar pöntunarheimildir hjá Kröflunefnd fyrir smærri innkaupum án útboðs, en að undangenginni verðkönnun, og var miðað við, að einstakar pantanir væru þá innan við \$ 10 000 að verðmæti. Þessar pantanir eru allmargar, en heildarverðmæti tiltölulega lítið, eða um 4—5% af heildarupphæð útboða.

Skrifstofa Kröflunefndar á Akureyri sá um innflutning á öllum vélum og rafbúnaði til Kröfluvirkjunar (Kröflunefndarhlutinn) svo og öllu efni til framkvæmdanna, utan steypustyrktarstáli og timbri og krossviði til steypumóta, sem aðalbyggingarverktaki sá um skv. sérstökum samningi. Á skrifstofu nefndarinnar var þannig gengið frá opnun bankaábyrgða og nauðsynlegum breytingum á þeim, öllum sjó- og loftflutningum svo og flutningi frá höfn á Íslandi til Kröflu og öllum nauðsynlegum váttryggingum. Skrifstofan sá enn fremur um afgreiðslu tollskjala og greiðslu banka-kostnaðar og ábyrgða við tollmeðhöndlun. Frá miðju ári 1975 og fram til ársloka 1977 eða á því 2½ ári, sem skrifstofan á Akureyri hefur verið starfrækt, hafa verið fluttar inn vörur að verðmæti um 2.3 milljarðar króna.

Eins og áður hefur verið getið skiluðu ráðgjafarverkfræðingarnir ávallt umsögn yfir tilboðin og meðmælum til Kröflunefndar um hvaða tilboði skuli tekið. Í öllum tilvikum nema einu hefur Kröflunefnd farið að tillögum ráðgjafa um val tilboða. (Sjá fylgiskjöl 1—49).

Það tilvik, sem hér um ræðir, er verksamningur 05—104A og 104B (sjá töfluyfirlit). Samningar þessir taka yfir uppsetningu á leiðslum, bæði gufu-, vatns, loft- og olíuleiðslum ýmiss konar, svo og kolsýrueldvarnarleiðslum, og forsmíði þessara leiðslna á verkstæði. Útboðið, sem fór fram vegna þessara samninga, var einnig nátengt útboði nr. 20—101, þ. e. efni í umræddar leiðslur. Slippstöðin h.f. Akureyri og Landssmiðjan í Reykjavík voru einu aðilar þess, sem buðu í alla 3 þætti verksins, þ. e. efni, forsmíði þess og uppsetningu. Ýmsir aðilar buðu í einn eða tvo af þáttum verksins í heild. Hagstæðasta val samningsaðila, svo sem kemur fram í umsögnum ráðgjafarverkfræðinganna (fskj. 20—101 A og B og 20—104), var það, að Fabricom verk-smiðjan í Belgíu selji efni og forsmíði það, en Landssmiðjunni verði falin uppsetning.

Á þessum tíma var atvinnuástand ekki gott hjá málmiðnaðarmönnum, og taldi nefndin því afar óheppilegt, að forsmíði efnisins færi fram erlendis. Slippstöðin h.f. hafði enn fremur gert það að skilyrði fyrir tilboði sínu, að forsmíði efnis og uppsetning yrðu ekki aðskildar. Miðað við, að forsmíði efnisins færi fram innanlands, var næsthagstæðasta samsetning verktaka sú, að Fabricom seldi efnið, en Slippstöðin h.f. forsmíðaði það og annaðist uppsetningu. Var kostnaðarauki vegna þessa um 10%. Kröflunefnd taldi, að þessi kostnaðarauki væri réttlætunlegur með tilliti til þess, að verkstæðisvinnan flyttist heim, og var ákveðið að gera efniskaupasamninginn við Fabricom, en fela Slippstöðinni h.f. á Akureyri forsmíði efnis og uppsetningu þess.

Svo fór þó að lokum, að ýmsar breytingar urðu á þessum samningum, einkum vegna afhendingardráttar belgiska framleiðandans. Þannig óskaði Slippstöðin h.f. í mars 1976 eftir því að verða leyst undan samningi um forsmíði efnisins, þar sem hún taldi forsendur allar breyttar. Var þá leitað til Fabricom í Belgíu um, að það tæki þá þetta verk að sér. Féllst það á að taka að sér verkið fyrir um 10% hærra verð en það hafði áður boðið. Var tilboði þess tekið, enda þýddi þessi breyting, að heildarkostnaður verksins mundi lækka um 23 000 bandaríkjadali.

Eins og áður hefur verið getið var þetta í eina skiptið, sem Kröflunefnd fór ekki að ráðum ráðgjafarverkfræðinga sinna.

Hér með hefur verið gerð allitarleg grein fyrir efniskaupum til Kröfluvirkjunar. Í

yfirlitstöflu, sem hér fer á eftir, er skrá yfir öll útboð, sem farið hafa fram vegna efniskaupa og verksamninga tengdra þeim. Í töflunni er greint frá fjölda tilboða, hæsta og lægsta tilboði, tilboði, sem tekið var, ef ekki var um lægsta tilboð að ræða, og þá hvers vegna. Umsagnir ráðgjafarverkfræðinga og ráðleggingar þeirra um hvaða tilboði skuli tekið hverju sinni fylgja með sem fylgiskjöl 1—49.

Kröfluvirkjun efnisútboð.

Útboð nr.	05–101	05–102	05–103	05–104 A	05–104 B
Heiti	Raflagnir	Uppsetning kæliturna	Vélaruppsetning	Pípuuppsetning	Verkstæðisvinna við pípur
Fjöldi tilboða	4	3	1	2	3
Hæsta tilboð	Íkr. 45 171 000	Íkr. 62 290 600		\$ 313 055	\$ 340 695
Lægsta tilboð	Íkr. 28 485 000	Íkr. 34 680 000		\$ 301 590	\$ 118 385
Samþ. tilboð	Lægsta	Lægsta	Íkr. 123 200 000	\$ 313 055	Lægsta
Bjóðandi	Rafafll svf.	Miðfell hf.	Stálsm. — Ham- ar — Héðinn	Slippstöðin	Fabricom
Fylgiskjöl nr.	05–101	05–102	05–103	20–104	20–101
Athugasemd				Mælt var með lægsta boði en Kröflunefnd kaus að semja við Slippstöðina.	Upprunalega var samið við Slippstöðina hf. Hún óskaði síðar að verða leyst frá samningnum og var þá samið við Fabricom.

Útboð nr.	05–105 t. o. m. 05–108	05–109
Heiti	Ýmis smærri uppsetning pípuinangrun	Stilling mælitækja
Fjöldi tilboða	1	1
Hæsta tilboð		
Lægsta tilboð		
Samþ. tilboð	Íkr. 16 100 000	Íkr. 4 790 000
Bjóðandi	Slippstöðin hf.	Raftækja- vinnust. Gríms og Árna og Haukur Ákason hf.
Fylgiskjöl nr.		
Athugasemd	Verk, sem í eðli sínu eru nátengd pípulögn og ekki svaraði kostnaði að bjóða út.	

Útboð nr.	10-101	10-102	11-102	11-101	11-103
Heiti	Prýstilofts-geymar	Hljóðdeyfar	Smurolfu-geymar	Gasolfu-geymar	Blöndunar-geymar
Fjöldi tilboða		5	1	1	1
Hæsta tilboð		\$ 36 708			
Lægsta tilboð		\$ 3 977			
Samþ. tilboð		\$ 4 729	Íkr. 4 210 000	Íkr. 2 508 000	Íkr. 320 000
Bjóðandi	Ingersoll-Rand	Slippstöðin hf.	Slippstöðin hf.	Slippstöðin hf.	Slippstöðin hf.
Fylgiskjöl nr.	16-101	10-102			
Athugasemd	Innifalið í 16-101.	Lægsta tilboð fullnægði ekki kröfum.	Tengt samningi um pípuuppsetningu.		
Útboð nr.	12-101	12-102	12-104	12-105	
Heiti	Eimsvalar og gasdælur	Kæliturnar	Hitarar á olfugeyma	Varmaskiptar	
Fjöldi tilboða	1	6	3	3	
Hæsta tilboð		\$ 1 348 108	\$ 9 668	\$ 9 590	
Lægsta tilboð		\$ 752 058	\$ 6 136	\$ 4 046	
Samþ. tilboð	YEN	Lægsta	\$ 6 510	Lægsta	
Bjóðandi	509 300 000 Mitsubishi	Marley	Dean Products	American Std.	
Fylgiskjöl nr.	12-101	12-102	12-104	12-105	
Útboð nr.	14-101	14-102	14-103	14-105	14-106
Heiti	Þéttivatns-dælur	Kælivatns-dælur	Slökkvi-dælur	Dæludrif	Smurolfu-dælur
Fjöldi tilboða	6	2	4	3	2
Hæsta tilboð	\$ 1 439 065	\$ 41 656	\$ 31 146	\$ 41 850	\$ 1 397
Lægsta tilboð	\$ 925 578	\$ 36 852	\$ 13 589	\$ 39 070	\$ 416
Samþ. tilboð	\$ 837 577	\$ 41 656	\$ 18 383	\$ 41 850	Lægsta
Bjóðandi	Mitsubishi	Ingersoll-Rand	Power Machine Co.	Elliott Co.	Power Machine Co.
Fylgiskjöl nr.	14-101	14-102	14-103	14-105	14-106
Athugasemd	Tilboðsverð lækkaði við samningsgerð.	Lægsta boð fullnægði ekki kröfum.	Lægsta boð fullnægði ekki kröfum.	Lægsta boð fullnægði ekki afgreiðslutíma.	
Útboð nr.	14-107	16-101			
Heiti	Kælivatns-dælur	Loftpressur			
Fjöldi tilboða	4	2			
Hæsta tilboð	\$ 1 050	\$ 41 364			
Lægsta tilboð	\$ 402	\$ 36 392			
Samþ. tilboð	Lægsta	Lægsta			
Bjóðandi	Power Machine Co.	Ingersoll Rand			
Fylgiskjöl nr.	14-107	16-101			

Útboð nr.	17-101	17-101	17-101	17-101	17-101
Heiti	Aðalvélar 2×25 MW einþr.	Aðalvélar 2×30 MW einþr.	Aðalvél 1×50 MW einþr.	Aðalvélar 2×30 MW tvíþr.	Aðalvél 1×50 MW
Fjöldi tilboða	1	5	1	4	1
Hæsta tilboð		\$ 7 389 200		\$ 9 109 200	
Lægsta tilboð	\$ 3 777 143	\$ 4 292 016	\$ 3 878 000	\$ 4 763 200	\$ 4 738
Samþ. tilboð				\$ 4 966 095	
Bjóðandi				Mitsubishi	
Fylgiskjöl nr.				17-101	
Athugasemd				Lægsta boð fól í sér minni rafal og var þar með dýrara miðað við MW. Við tilboðið bættist pöntun á varahlutum o. fl. alls \$ 892 000.	

Útboð nr.	17-102	17-104	17-105	17-106	17-107
Heiti	Spennubreytar 11—132kV	Háspennu- rofar	11 kV rofar	Stjórnborð	Stöðvar- spennar
Fjöldi tilboða	7	4	5	5	3
Hæsta tilboð	\$ 798 789	\$ 356 420	\$ 208 642	\$ 304 097	\$ 263 536
Lægsta tilboð	\$ 391 488	\$ 199 256	\$ 120 000	\$ 223 881	\$ 238 366
Samþ. tilboð	Lægsta	Lægsta	Lægsta	Lægsta	Lægsta
Bjóðandi	Elektrobau AG	ASEA	Golden-Gate	Mitsubishi	CGEE-Alsthom
Fylgiskjöl nr.	17-102	17-104	17-105	17-106	17-107

Útboð nr.	17-108	17-109	17-110	17-111	17-112
Heiti	Rofastöðvar	Teinrofar	Einangrarar	Vararafstöð	Rafbúnaður slökkvidæla
Fjöldi tilboða	10	6	3	6	2
Hæsta tilboð	\$ 110 405	\$ 100 527	\$ 15 332	\$ 175 000	\$ 10 474
Lægsta tilboð	\$ 60 743	\$ 59 572	\$ 6 635	\$ 86 664	\$ 10 072
Samþ. tilboð	\$ 63 661	Lægsta	\$ 6 997	\$ 114 027	Lægsta
Bjóðandi	Square — D	ASEA	Ohio Brass	Peterson Tractor Co.	Lexington C. Inc.
Fylgiskjöl nr.	17-108	17-109	17-110	17-111	17-112
Athugasemd	Lægsta boð var tæknilega ófullkomið.		Lægsta boð fullnægði ekki kröfum.	Lægsta boð fullnægði ekki kröfum.	

Útboð nr.	17-113	17-114	17-117	17-118	17-121
Heiti	Rafgeymar	Spennuspennar	Rafstrengir	Kapalbakkar	Jarötengibún.
Fjöldi tilboða	4	1	4	5	4
Hæsta tilboð	\$ 57 315		\$ 172 231	\$ 23 718	\$ 21 886
Lægsta tilboð	\$ 39 036	\$ 93 186	\$ 50 859	\$ 17 286	\$ 17 640
Samþ. tilboð	\$ 43 987	Lægsta	Lægsta	Lægsta	Lægsta
Bjóðandi	Nife	Gen. Electr.	AB Liljeholmensk.	P-W Industries	Golden Gate
Fylgiskjöl nr.	17-113	17-114	17-117	17-118	17-121
Athugasemd	Lægsta boð full-nægði ekki kröfum.				

Útboð nr.	18-101	18-102	18-104	18-106	19-101
Heiti	Stöðvarhúss- krani	Kolsýru- slökkvikerfi	Verkstæðis- krani	Smurolíu- skilvindur	Purrkarar fyrir þrýstiloft
Fjöldi tilboða	2	1	1	4	2
Hæsta tilboð	\$ 161 700			\$ 36 530	\$ 16 560
Lægsta tilboð	\$ 118 370			\$ 19 704	\$ 13 463,70
Samþ. tilboð	Lægsta	\$ 105 123	DM 34 662,70	\$ 22 554	\$ 16 560
Bjóðandi	Demag AG	Chemetron Co.	Demag AG	Westfalia AG	Pall Trinity Co.
Fylgiskjöl nr.	18-101	18-104	18-104	18-106	19-101
Athugasemd				Tæknilegir kostir réðu vali.	Valið vegna af- greiðslutíma o. fl.

Útboð nr.	20-101	20-105	40-101	40-102	40-103
Heiti	Pípur og tengi	Lokar	Stjórnlokar	Straummælar	Fjarmælar
Fjöldi tilboða	8	9	10 (2)	3	8
Hæsta tilboð	\$ 1 161 006	\$ 473 173		\$ 33 936	\$ 22 264
Lægsta tilboð	\$ 583 261	\$ 261 740		\$ 16 192	\$ 9 626
Samþ. tilboð	Lægsta	\$ 273 643	\$ 88 788	Lægsta	\$ 22 264
Bjóðandi	Fabricom	P. E. Erhardt	Masoneilan/ Mosser	Taylor	Taylor
Fylgiskjöl nr.	20-101	20-105	40-101	40-102	40-103
Athugasemd	Afgreiðslutími o. fl. réð vali.		Aðeins tvö tilboð voru fullkomin. Pöntun var skipt á tvo aðila til að fá lögstu heildar- upphæð.	Valið vegna samtenginga við önnur Taylor- tæki.	

Útboð nr.	40-104	40-112
Heiti	Mælitæki	Stjórnskápur mælitækja
Fjöldi tilboða	3	3
Hæsta tilboð	\$ 20 557	\$ 68 259
Lægsta tilboð	\$ 11 199	\$ 22 495
Samþ. tilboð	\$ 19 940	\$ 25 312
Bjóðandi	Taylor	Taylor
Fylgiskjöl nr.	40-104	40-112
Athugasemd	Útboð 40-102, 40-103, 40-104, 40-112 voru valin sem lægsti heildarkostnaður frá einum bjóð- anda, þar sem tækin öll vinna saman.	

3.14 Verksamningar.

Eins og áður er getið var fyrsta verk, sem framkvæmt var við Kröflu á vegum Kröflunefndar, jarðvegskönnun vegna fyrirhugaðrar stöðvarhúsbyggingar. Við athugun ráðgjafarverkfræðinga Kröflunefndar á því, hvaða verktakafyrirtæki væru hugsanlega fánleg til þess að taka að sér byggingu stöðvarhúss Kröfluvirkjunar þegar sumarið 1975, virtist sem Þórisóss h.f. væri eina stóra verktakafyrirtækið, sem hefði bolmagn og tíma til verksins. Seinna uplýstist svo, að Norðurverk h.f. á Akureyri var einnig fánlegt til verksins. Í viðræðum ráðgjafarverkfræðinganna við stjórnarformann Þórisóss h.f., Leif Hannesson, benti hann á nauðsyn þess að láta gera athugun á jarðvegi í fyrirhuguðu grunnstæði stöðvarhússins sem fyrst. Lýsti hann jafnframt yfir, að fyrirtæki hans, Miðfell h.f., sem er einn af aðaleigendum Þórisóss h.f., væri reiðubúið til þess að taka það verk að sér. Var því boði tekið feginn hendi og Miðfelli h.f. falið að vinna þetta verk eftir reikningi. Varð kostnaður um 2.5 milljónir króna. Til þessa verks voru notaðar vinnuvélar úr sýslunni, en við alla samningagerð var reynt að gera hlut heimamanna sem mestan, eftir því sem hægt var hverju sinni, í samræmi við skýlaus fyrirmæli Kröflunefndar til ráðgjafarverkfræðinga sinna.

Í viðræðum við stjórnarformann Þórisóss h.f. kom einnig fram, að nauðsynlegt væri nú þegar að hefja smíði vinnubúða eða útvega notaðar vinnubúðir. Þórisóss h.f. átti til fullbúið mótuneyti, þ. e. hús og búnað, sem væri fánlegt til kaups. Jafnframt tjáði Leifur Hannesson, að fyrirtæki hans, Miðfell h.f., væri reiðubúið til þess að taka að sér smíði vinnubúðaskála. Þar sem tíminn fram til þess, að bygging stöðvarhússins ætti að hefjast, var aðeins nokkrir mánuðir, var gengið frá verksamningi við Miðfell h.f. um smíði nauðsynlegra vinnubúða vegna fyrirhugaðra framkvæmda á Kröflusvæði næsta sumar og einnig samið um kaup á mótuneyti Þórisóss h.f. Á ný kom hér til, að Miðfell h.f. var fánlegt til verksins strax, einnig, að góð samvinna virtist komin á með Miðfelli h.f. og verktökum á Húsavík og í sýslunni. Fór svo, að smíði nær allra

vinnubúða fyrir Kröfluvirkjun fór fram á Húsavík og var unnin af ýmsum trésmíða-
verkstæðum þar. Miðfell h.f. var hins vegar ábyrgðar- og samningsaðili.

Í töfluyfirliti yfir alla gerða verksamninga vegna byggingarframkvæmdanna, sem fylgir hér á eftir, er að finna skrá yfir alla vinnubúðasamninga og samningsupphæðir. Eins og þar kemur fram er smíði 14 vinnubúðaskála falin Vegagerð ríkisins, en fyrir sumarið 1976 þurfti að stækka vinnubúðirnar verulega vegna fyrirsjáanlegrar aukningar starfslíðs það sumar. Vegagerð ríkisins óskaði eftir að fá að standa að hluta af þessari skálasmíði. Var það auðsótt mál, enda kom þar til, að Kröflunefnd átti inni fé hjá Vegagerðinni, sem nefndin hafði lánað til styrkingar á Norðurlandsvegi yfir Námaskarð árinu áður. Komu nefndir vinnubúðaskálar Vegagerðarinnar sem endurgreiðsla að hluta á þessu láni. Hinn hluti vinnubúðaaukningarinnar var falinn Miðfelli h.f., enda eðlileg viðbót við áður gerða vinnubúðasamninga, sem höfðu reynst vel.

Í grein 2.34 var gerð allitarleg grein fyrir ástæðum, er ákveðið var að lokum að gera verksamning við Miðfell h.f. um byggingu stöðvarhússins. (Fskj. II, 19). Sá samningur, sem gerður var, er í engu frábrugðinn venjulegum verksamningi að loknu útboði. Samið var um einingarverð og magn og verktíma. Heildarsamningsupphæðin var um 285 milljónir króna, og voru öll venjuleg ákvæði um biðgreiðslur og féviti (tafabætur). Miðfell h.f. gerði síðan undirsamninga við Félag byggingarverktaka á Húsavík og í Suður-Pingeyjarsýslu (F.B.H.S.H.) og verktakafyrirtækið Sníðil h.f. í Mývatnssveit. Lögðu þessi fyrirtæki fram nær alla þá starfsmenn, sem þörf var fyrir við byggingarframkvæmdirnar, og allar þær vélar, sem tiltækar voru. Svo sem eðlilegt og venja er, þar sem Miðfell h.f. var orðið aðalverktaki við virkjunina, var samið við það um ýmis aukaverk. Má þar helst nefna rekstur mótuneytis. (Samningur 01.107). Í júlí 1977 var Miðfell h.f. nær burtu af Kröflusvæðinu, þar eð verkum þess þar var að mestu lokið. Var þá Hótel Reynihlíð fengið til þess að taka að sér rekstur mótuneytisins.

Af stærri verkum, sem Miðfelli h.f. var falið að vinna á þennan hátt, má nefna álklæðningu utan á stöðvarhúsið (02.108) og múrhúðun í stöðvarhúsi (02.103) og að lokum ýmiss konar flutninga (02.109). Í öllum þessum tilvikum var eðlilegast að gera slíka beina samninga við verktakann á staðnum. Var það jafnan skv. ráðum eftirlits-
verkfræðinga ráðgjafa Kröflunefndar, að svo var gert.

Snemma árs 1976 fór fram útboð vegna vinnu við raflagnir í Kröfluvirkjun. Hönnun raflagna var þá ekki að fullu lokið, en ráðgjafarverkfræðingarnir töldu, að nauðsynlegt væri að festa rafverktaka á þessu stigi málsins vegna verk- og tímaáætlunarinnar. Gert var ráð fyrir, að heildarverkið yrði mun umfangsmeira. Kom það skýrt fram í útboðsgögnum (05.101).

Útboðsgögn fengu 5 helstu raforkufyrirtæki hérlendis. Svo sem kemur fram í ummælum ráðgjafarverkfræðinganna (05-101) var tilboð frá Rafafli langsamlega lægst eða aðeins 77% af áætlun ráðgjafa. Gerðu þeir því ítarlega könnun á réttmæti tilboðsins og þeim einingarverðum, sem lágu því til grundvallar. Reyndist tilboðið vera í alla staði í samræmi við útboðslýsingu, og mæltu ráðgjafar með því, að því yrði tekið. Var því gerður verksamningur við Rafafli svf.

Eins og raun varð á með alla verksamninga voru Rafafli svf. falin ýmis aukaverk vegna raflagnanna. Ekki kom til greina að fela þessi aukaverk öðrum rafverktökum, enda ósamrýmanlegt starfsvenjum þeirra.

Nokkru seinna fór fram útboð vegna vinnu við niðursetningu á vélum og tækjabúnaði virkjunarinnar. Voru útboðsgögn send til 5 innlendra málmíðnaðarfyrirtækja. Aðeins eitt tilboð barst, frá samsteypu fyrirtækjanna Héðins, Stálsmiðjunnar og

Hamars h.f. Var tilboði þeirra tekið og verksamningur gerður. Nam sanmingsupphæðin um 130 milljónum króna.

Af öðrum stærri samningum, sem voru boðnir út, má nefna reisingu kæliturna virkjunarinnar (05.102). Lægstbjóðandi var Miðfell h.f., tilboðsupphæð 34 680 000 kr., en 3 fyrirtæki, Aðalbraut h.f. og Ístak h.f., auk Miðfells h.f., buðu í verkið. Starfsmannahús fyrir virkjunina var einnig boðið út og var samið við Húseiningar h.f. á Siglufirði, sem átti næstlægsta tilboð, um 40 milljónir. Lægsta tilboðið var að dómi ráðgjafarverkfræðinganna (fskj. 1) ekki fullnægjandi frá tæknilegu sjónarmiði.

Þá má nefna útboð vegna byggingar 5 stöðvarvarðabústaða í Mývatnssveit. 5 tilboð bárust, og var samið við Byrgi h.f., Húsavík, sem átti næstlægsta tilboðið, um 94 milljónir króna. Lægstbjóðandi óskaði eftir að draga tilboð sitt til baka vegna reikningssekkju, og var það samþykkt. Þetta útboð er fyrir þær sakir athyglisvert, að í þetta skiptið sáu verkfræðingar Kröflunefndar að mestu um mat tilboða og samningsgerð. (Fylgir umsögn þeirra sem fylgiskjal nr. 50). Í annað skipti sáu verkfræðingar Kröflunefndar um útboð á birgðaskemmu úr stáli, sem þörf var fyrir á virkjunarsvæðinu. 9 aðilar buðu í þetta verk, og var samið við Foss h.f. á Húsavík, sem átti næstlægsta tilboð. Reyndist tilboð þeirra vera hagstæðast þegar öll atriði voru skoðuð nánar, og varð sanmingsupphæðin um 12 milljónir króna. (Fskj. 51). Í öllum öðrum tilvikum sáu ráðgjafarverkfræðingar Kröflunefndar um útboð, öflun tilboða og samningsgerð. Fór Kröflunefnd ætíð að ráðum ráðgjafa sinna utan einu sinni, sbr. samninginn við Slippstöðina h.f. á Akureyri (05.104-108. Sjá fskj. nr. 8, 9 og 43).

Síðasti stóri verksamningurinn, sem samið var um, var samningur um innréttingar í stöðvarhúsi (nr. 02.111). Var gerður verksamningur við F.B.H.S.H., þ. e. heima-verktakana, og var sanmingsupphæðin um 28 milljónir króna. Nokkurrar óánægju hafði gætt meðal heimamanna eftir að þeir höfðu orðið undir í tveimur stórum útboðum, þ. e. starfsmannahús og rafmagnsvinna (nr. 01.108 og 05.101). Var jafnvel hætta á, að vinnufriður héldist ekki á svæðinu vegna þessa. Varð því að ráði, að heimamönnum voru falin ýmis verk í sambandi við raflagnir í vinnubúðum o. s. frv. og svo innréttingaverkið. Þetta mál vakti nokkra óánægju meðal sumra nefndarmanna, sem töldu, að svo virtist að Kröflunefnd væri ekki lengur heimilt að bjóða út verk nema fyrir fram væri tryggt, að heimamenn yrðu hlutskarpastir, hver svo sem tilboðsupphæð þeirra væri. Allt leystist þó farsælega að lokum.

Fullnaðaruppgjóri vegna hinna ýmsu verksamninga er nú nánast lokið. Öllum óloknum verksamningum, sem tóku til uppsetningar á báðum aflvélunum, hefur verið sagt upp í samræmi við þau fyrirmæli, að engin ákvörðun hefur verið tekin um uppsetningu á seinni aflvélinni. Lokauppgjör vegna þessara samninga fara nú fram og er nær lokið.

Að lokum má því draga þá ályktun af framansögðu, að verkið í heild sinni (þ. e. Kröflunefndarhlutinn) hafi gengið mjög vel. Engin alvarleg deilumál milli nefndarinnar og verktaka hafa risið vegna verksins, og mun það nánast einsdæmi um svo stórt verk hér á landi. Það er enn fremur athyglisvert, að bygging Kröfluvirkjunar er fyrsta verkefni hér á landi í jafnstórri mannvirkjagerð og hér um ræðir, sem algerlega er unnið af íslenskum verktökum. Erlendir verktakar hafa þar hvergi komið nærri. Ekkert af þeim sigildu deilumálum, sem jafnan fylgja erlendum verktökum (gjald-eyrismál, innflutningsmál, vanþekking á íslenskum staðháttum og verkalyðsmálum o. fl.), hefur því risið upp. Hefur það haft mikil og góð áhrif á allt verkið í heild sinni.

Kostnaður við verkið í heild hefur ekki orðið öllu meiri en upphaflega var gert ráð fyrir. Kostnaðaráætlunin frá 15. apríl 1975, sem byggðist á frumhönnun ráðgjafarverkfræðinganna, hljóðaði upp á 25,5 milljónir bandaríkjadala eða um 5.4 mill-

jarða íslenskra króna á núverandi gengi. Byggingarkostnaður Kröflunefndarhlutans í októberlok 1977 var orðinn 5012 milljónir króna. Má áætla, að þau verk, sem enn er ólokið í Kröflunefndarhlutanum, muni kosta innan við 1000 milljónir króna, þannig að heildarkostnaður verði ekki meiri en 6000 milljónir eða 28.6 milljónir bandaríkjadala, þ. e. 12% hækkun frá áætluninni 1975. Að sjálfsögðu hefur ekki verið tekið tillit til fjármagnskostnaðar. Nánar er gerð grein fyrir kostnaði við Kröfluvirkjun í V. kafla.

Varðandi það atriði, hvort aukakostnaður hafi hlotist af vegna hins mikla flýtis eða verkhraða, má segja, að aldrei var minnst á aukagreiðslur þess vegna til efnissala eða verktaka. Við útboð og samningagerð var gengið úr skugga um, hvort fyrirtækin gætu staðið við afgreiðslu efnis og verkhluta í samræmi við verkáætlun ráðgjafarverkfræðinganna. Ef fyrirtækin treystu sér ekki til þess var ekkert frekar við þau rætt. Hugsanlegt er, að í sumum tilvikum hefðu fengist ódýrari tilboð ef tilboðsfrestur hefði verið lengri. Það er þó vafasamt, þar sem verðbólguaukning hefði getað orðið meiri. Til dæmis er talið, að verð aflvéla til Kröfluvirkjunar mundi í dag vera um 30—50% hærri í bandaríkjadöllum en það, sem samið var um. Enn fremur mun líklegt vegna aukinna verkefna framleiðenda gufuhverfla, að erfitt væri að fá jafnhagstæð tilboð í dag og fengust þegar vélar Kröfluvirkjunar voru boðnar út veturinn 1973—1974.

Umsagnir ráðgjafarverkfræðinga Kröflunefndar og ráðleggingar þeirra varðandi hin ýmsu verktilboð fylgja með sem fylgiskjöl nr. 1—9 og 50—51.

Kröfluvirkjun verksamningar.

Samn. nr. Heiti samn.	01.101 Vinnubúðir 1	01.103 Eftirlitsbúðir	01.104 Vinnubúðir 2	01.105 14 stakir skálar	01.106 Undirst. 14 skála
Verktaki	Miðfell hf.	Miðfell hf.	Miðfell hf.	Vegagerð ríkisins	Miðfell hf.
Samningsform	Samið án útb.	Samið án útb.	Samið án útb.	Samið án útb.	Samið án útb.
Samningsupp- hæð	63 183 100	12 400 000	27 064 000	Einingarverð	3 111 114
Samþ. til greiðslu					
Samningur	63 183 100	12 400 000	27 064 000	—	3 111 114
Aukaverk	5 079 629	188 490	1 070 025	—	50 000
Verðbætur	9 930 749	2 531 951	9 299 341	—	0
Fæði frádrag					
Samtals:	78 193 478	15 120 441	37 433 366	20 914 250	3 161 114
Athugasemd	Lokið	Lokið	Lokið	Lokið	Lokið

Samn. nr. Heiti samn.	01.107 Mötuneyti rekstur	01.107 B Mötuneyti rekstur	01.108 Starfsmanna- hús	01.109 Undirst. starfsmh.	01.110 Vinnubúðir
Verktaki	Miðfell hf.	Hótel Reyhnl.	Húseining hf.	Sniðill hf. og Miðfell hf.	Miðfell hf.
Samningsform	Samið án útb.	Samið án útb.	Útboð	Samið án útb.	Samið án útb.
Samningsupph.	Einingarverð	Einingarverð	40 318 474	Einingarverð	26 000 000
Samþ. til greiðslu					
Samningur	98 978 493	—	40 318 474	—	25 700 000
Aukaverk	—	—	181 487	—	1 364 544
Verðbætur	21 453 562	—	2 275 545	—	1 002 770
Fæði frádrag			– 879 500		
Samtals:	120 432 055	17 959 534	41 896 006	5 023 113	28 067 314
Athugasemd	Lokið.	Ekki lokið. Reikn. til 23. 10. '77.	Lokið 3 tilboð bárust. Lægsta tilboð ekki talið full- komið. Næst lægsta tilboði tekið.	Lokið.	Lokið.
Samn. nr. Heiti samn.	01.111 Vinnubúðir	01.112 Vinnubúðir	01.113 Rannsókn.skúr	01.114 Snjómokstur	
Verktaki	Miðfell hf.	Miðfell hf.	Miðfell hf.	Miðfell hf.	
Samningsform	Samið án útb.	Samið án útb.	Samið án útb.	Samið án útb.	
Samningsupph.	9 020 000	5 028 456	700 000	Einingarverð	
Samþ. til greiðslu					
Samningur	9 020 000	5 028 456	700 000	—	
Aukaverk	37 352	21 344	0	—	
Verðbætur	5 248 599	2 608 717	298 382	—	
Fæði frádrag					
Samtals:	14 305 951	7 658 517	998 382	14 813 951	
Athugasemd	Lokið	Lokið	Lokið	Lokið	
Samn. nr. Heiti samn.	02.101 Stöðvarhús	02.103 Múrhúðun	02.106 Gólf frágangur	02.107 Málun	02.108 Áklæðning
Verktaki	Miðfell hf.	Miðfell hf.	Vikrafell	Málarar s.f.	Miðfell hf.
Samningsform	Samið án útb.	Samið án útb.	Útboð	Útboð	Samið án útb.
Samningsupph.	284 900 000	14 819 475	4 634 070	10 643 395	26 550 000
Samþ. til greiðslu					
Samningur	295 781 340	14 171 910	0	9 043 420	26 550 000
Aukaverk	125 951 170	676 443	0	1 952 092	4 607 168
Verðbætur	55 760 830	1 403 350	0	1 518 479	1 818 664
Fæði frádrag				– 457 500	
Samtals:	477 493 340	16 251 703	0	12 056 491	32 975 832
Athugasemd	Samningi sagt upp. Uppgjöri lokið	Ekki lokið	Samningi sagt upp. Aldrei framkv. 12 tilboð bárust. Lægsta tæknilega full- komnu tilb. tekið	Samningi sagt upp. Uppgjöri lokið. 5 tilboð bárust. Lægsta tilboði tekið	Lokið

Samn. nr. Heiti samn.	02.109 Flutningur	02.111 Innréttingar	02.112 Hurð	02.113 Loftræsing	02.114 Háspennuvirki
Verktaki	Miðfell hf.	FBHSP	Normi hf.	Vogur hf.	Mól og sandur hf.
Samningsform	Samið án útb.	Samið án útb.	Útboð	Útboð	Samið án útb.
Samningsupph.	Einingarverð	28 668 150	4 000 000	18 506 000	16 777 946
Samþ. til greiðslu					
Samningur	—	27 897 384	4 000 000	17 580 701	16 777 946
Aukaverk	—	13 549 896	1 035 000	4 495 608	1 015 944
Verðbætur	—	3 318 273	0	1 328 017	2 684 631
Fæði frádrag	—	-2 787 417	-177 500	-975 000	-180 426
Samtals:	9 943 583	41 978 136	4 857 500	22 429 326	20 298 095
Athugasemd	Lokið	Ekki lokið	Lokið. 2 tilboð bárust. Lægsta tilboði tekið	Uppgjöri ekki lokið. 7 tilboð bárust. Lægsta af gildandi tilb. tekið	Lokið

Samn. nr. Heiti samn.	02.115 Pípulagnir	02.117 Skemma	02.118 Girðing	02.119 Frágangur	02.120 Vélavinna
Verktaki	Sigurvaldi o. fl.	Miðfell hf. og Sniðill hf.	Sniðill hf.	Sniðill hf.	Foss hf.
Samningsform	Samið án útb.	Samið án útb.	Útboð	Samið án útb.	Samið án útb.
Samningsupph.	Einingarverð	Einingarverð	1 750 000	Einingarverð	Tímavinna
Samþ. til greiðslu					
Samningur	—	—	1 750 000	—	—
Aukaverk	—	—	100 000	—	—
Verðbætur	—	—	0	—	—
Fæði frádrag	—	—	—	—	—
Samtals:	6 106 950	6 252 616	1 850 000	8 900 027	1 580 766
Athugasemd	Samningi sagt upp. Uppgjöri lokið	Lokið	Lokið. 2 tilboð bárust. Lægsta tilb. tekið	Ekki lokið	Ekki lokið

Heiti samn.	Ýmislegt	Stálgr.skemma*)	Stöðvarvarða- bústaðir*)	Uppsetning bráðabirgðahúsa*)	Uppsetning bráðabirgðahúsa*)
Verktaki	Miðfell hf.	Foss hf.	Byrgi hf. og Norðurvík hf.	Sniðill hf.	Ýmsir
Samningsform	Samið án útb.	Útboð	Útboð	Reikningsverk	Reikningsverk
Samningsupph.	Tímavinna	12 127 687	94 386 555	7 941 404	4 500 000
Samþ. til greiðslu					
Samningur	—	12 127 687	88 578 618	—	—
Aukaverk	—	651 457	4 280 727	—	—
Verðbætur	—	1 017 354	11 265 103	—	—
Fæði frádrag	—	0	0	0	0
Samtals:	3 864 244	13 796 498	104 124 448	7 941 404	4 500 000
Athugasemd	Lokið	Lokið	Ólokið	Lokið	Lokið

* Um þessi verk var samið fyrir tilstilli verkfræðinga Kröflunefndar, sem einnig sáu um eftirlit og uppgjör

Samn. nr. Heiti samn.	05.101 Rafmagnsvinna	05.102 Kæliturnar reising	05.103 Vélaniðursetn.	05-104 05-105 05-106 05-107 05-108	05.109 Tækjastilling
Verktaki	Rafafl s.v.f.	Miðfell hf.	H.S.H.	Slippstöðin hf.	Samraf hf.
Samningsform	Útboð	Útboð	Útboð	Útboð	Samíð án útb.
Samningsupph.	30 382 000	34 680 000	130 150 000	85 968 000	4 790 000
Samþ. til greiðslu					
Samningur	33 976 627	34 680 000	100 013 000	67 958 000	4 510 000
Aukaverk	50 113 846	488 913	71 474 551	148 838 057	—
Verðbætur	22 501 972	5 891 942	21 920 456	17 614 418	1 199 604
Fæði frádrag					
Samtals:	106 592 445	41 060 855	193 408 007	234 410 475	5 649 604
Athugasemd	Samningi sagt upp. Lokaupp- gjöri ekki lokið	Lokið	Samningi sagt upp. Lokaupp- gjöri ekki lokið	Samningi sagt upp. Lokaupp- gjöri ekki lokið	Samningi sagt upp. Uppgjöri lokið

3.2. Framkvæmdir Orkustofnunar.

3.2.1 Skipulag framkvæmda.

Til glöggvunar er rétt að vekja athygli á þeirri verkaskiptingu, sem viðhöfð er innan Orkustofnunar varðandi framkvæmdirnar við Kröfluvirkjun. Verkaskipting er með þeim hætti, að rannsóknir, sem hafa farið fram við Kröflu, eru í höndum Jarðhitadeildar OS, þar á meðal rannsóknir, sem gerðar eru á borholum meðan á borun stendur og eftir að henni lýkur. Má þar nefna sýnistöku til efnagreiningar á holuvökva og borsvarfi, hitamælingar, gasmælingar, aflmælingar og ýmsar fleiri reglubundnar mælingar á holum. Enn fremur gerir Jarðhitadeild, á grundvelli rannsókna á svæðinu, tillögur um staðsetningu borhola, dýpt þeirra og hversu djúpt þær skuli fóðra. Eftir að umbrot og eldgos hófust, hefur Jarðhitadeildin einnig rekið umfangsmiklar rannsóknir á þeim (sjá fskj. I, 31 og I, 39) í þeim tilgangi að hafa á hverjum tíma bestu fánlegar upplýsingar að styðjast við í tillögum sínum til framkvæmdaaðila og iðnaðarráðuneytisins.

Framkvæmdahliðin á þætti Orkustofnunar í byggingu jarðhitaorkuversins við Kröflu er í höndum Jarðvarmaveitna ríkisins. Þær ákveða staðsetningu og hönnun borhola að fengnum tillögum Jarðhitadeildar, láta bora holurnar og sjá um að hanna, smíða og setja upp gufuaðveitukerfi virkjunarinnar, þ. e. þau mannvirki, sem taka við borholuvökvanum við holuloka og skila gufu að inntakslokum við stöðvarhús. Í þessu kerfi eru leiðslur fyrir gufu og vatn, lokabúnaður, gufuskiljur, rakaskiljur ásamt stjórnþækjum. Jarðvarmaveiturnar sjá einnig um hönnun og smíði þeirra mannvirkja, sem ætlað er að taka við afgangsvatni virkjunarinnar og koma því fyrir á þann hátt, að skaði ekki umhverfið.

Jarðvarmaveitur ríkisins er upphaflega nafn á þeirri starfssemi, sem ríkið tókst á hendur varðandi öflun jarðgufu handa Kísiliðjunni h.f. og sölu á gufu til verksmiðjunnar. Þetta hlutverk tók ríkið að sér með lögum um Kísiliðjuna, þar sem það var falið iðnaðarráðherra, en hann fól síðan Orkustofnun að framkvæma. Síðar féll öflun heits

vatns handa Þörungavinnslunni á Reykhólum og sala á því einnig í hlut Jarðvarma-
veitnanna á sama hátt, þ. e. ríkið tekur þetta að sér með lögnum um Þörungavinnslu-
una og fær í hendur iðnaðarráðherra, sem síðan felur Orkustofnun framkvæmdina.
Enn fremur hefur ráðherra falið Jarðvarmaveitunum sölu á gufu til rafstöðvar Laxár-
virkjunar í Bjarnarflagi.

Jarðvarmaveiturnar hafa samið við ýmsa verktaka um einstaka þætti fram-
kvæmdanna. Um borun vinnsluholanna sömdu þær við Jarðboranir ríkisins, sem er
verktakafyrirtæki í eigu ríkissjóðs, er starfar að jarðborunum. Þetta fyrirtæki heyrir
undir iðnaðarráðherra, sem hefur falið Orkustofnun rekstur þess. Þetta er eini verk-
takinn á þessu sviði hérlendis. Jarðboranir ríkisins eiga alla hérlenda jarðbora, að
undanskildum gufubornum Dofra, sem er sameign ríkisins og Reykjavíkurborgar
undir sérstakri stjórn með fulltrúum beggja eigenda. Sú stjórn hefur samið við
Jarðboranir ríkisins um rekstur Dofra, þannig að þær reka alla jarðbora á landinu.

Framkvæmdin á verkþætti Orkustofnunar í Kröfluvirkjun er þannig í höndum
Jarðvarmaveitna ríkisins, með Jarðhitadeild sem rannsóknaraðila og ráðgjafa í jarð-
hitafræðilegum efnum og Jarðboranir ríkisins sem borverktaka.

3.22 Boranir eftir gufu.

3.221 Boranir 1975.

Með bréfi, dags. 22. jan. 1975, sendi Orkustofnun iðnaðarráðuneytinu kostnað-
aráætlun um borun fimm vinnsluborhola í Kröflu (fskj. 52) á árinu 1975. Skv.
áætluninni var talið, að borun 5 borhola mundi kosta um 216 milljónir króna, eða 43
milljónir hver hola. Vegna gengis- og verðbreytinga var þessi kostnaðaráætlun end-
urskoðuð í mars 1975 og send ráðuneytinu með bréfi dags. 3. mars 1975 (fskj. 53) og
aftur í maí 1975 og send ráðuneytinu með bréfi dags. 14. maí 1975 (fskj. I, 20). Um
svipað leyti var Innkaupastofnun ríkisins falið að panta efni til þessara vinnsluborana,
þ. e. stálfóðringar og holuloka ásamt hjálparbúnaði. Var í því efni stuðst við reynslu
frá fyrri borunum hér á landi, m.a. í Mosfellssveit, Krýsuvík, Svartsengi, Nesjavöllum
og í Námafjalli.

Um þetta leyti varð ljóst, að fjármagn til borframkvæmda á árinu 1975 yrði
aðeins um 150 Mkr. Að beiðni iðnaðarráðuneytisins endurskoðaði Orkustofnun
kostnaðaráætlanir sínar og sendi iðnaðarráðuneytinu bréf, dags. 22. maí 1975 (fskj.
54), þar sem segir m. a.:

„Nú virðist sem tiltækt fé til borana á sumri komandi verði 150 Mkr. Eins og sjá
má á ofangreindri áætlun nægir það ekki til að ljúka einni holu, vegna þess að af
upphæðinni hafa þegar verið keypt fóðurrör o. fl. í fimm holur.

Stofnuninni virðist auðsætt, að ef skera verður niður fé til Kröfluf framkvæmda frá
því, sem ráðgert var, sé óhjákvæmilegt að endurskoða alla tímaáætlun þeirra fram-
kvæmda, bæði varðandi gufuöflunina og aðra hluta þeirra. Í þeirri endurskoðun þarf
að samræma vinnsluborunina öðrum framkvæmdaþáttum út frá þeirri staðreynd, að
gufan er það sem allt mannvirkið byggist á, og þarf því öflun hennar að njóta það
mikils forgangs að ekki sé verið að taka óeðlilega áhættu. Að mati Orkustofnunar er
það hreint neyðarúrræði að bora færri holur en fimm á næsta sumri, jafnvel þótt
upprunalegri tímaáætlun seinki eitthvað af völdum niðurskurðar, vegna þess að í

þeirri áætlun var þegar tekin áhætta varðandi gufuöflunina, meiri áhætta en tíðkast sums staðar erlendis við jarðgufuvirkjanir. Þessa áhættu má alls ekki auka.

Orkustofnun vill því leyfa sér að leggja til við hið háa ráðuneyti, að það efni til fundar með fulltrúum hennar og Kröflunefndar um samræmda endurskoðun á tíma-áætlun Kröflufuramkvæmda, hið allra fyrsta.“

Vinnsluboranir við Kröflu hófust í júnímánuði 1975 með gufubor ríkisins og Reykjavíkurborgar (Dofra). Í júlí ákvað iðnaðarráðuneytið, að alls þrjár holur skyldu boraðar í Kröflu það árið. Ekki tókst að ljúka borun þessara hola, KG-3, KG-4 og KG-5, nema einnar, þ. e. KG-3, eins og kemur fram í skýrslu Orkustofnunar. (Fskj. I, 24). Í októberlok var borun holu KG-5 hætt, en hún var þá um 1300 m djúp. Var gufuborinn þá fluttur niður í Bjarnarflag til borunar einnar vinnsluholu fyrir Kísil-iðjuna og gufuafstöð Laxárvirkjunar.

Í töflu á bls. 2823 er að finna helstu upplýsingar um allar holur, sem hafa verið boraðar í Kröflu. Er þar greint frá gerð og eiginleikum þessara borhola skv. þeim upplýsingum, sem voru tiltækar í janúarmánuði 1978.

Um árangur borananna 1975 er nánar fjallað í skýrslu Orkustofnunar, OS JHD 7558 (fskj. I, 24). Þar segir m. a.:

„Að loknum rannsóknum Orkustofnunar á jarðhitasvæðinu við Kröflu árið 1974, þegar ákveðið var að ráðast í byggingu Kröfluvirkjunar, var ráðgert, að boraðar yrðu fimm vinnsluholur á svæðinu á árinu 1975. Út af þessari áætlun var þó brugðið, þegar leið á verk tímamann, og ákveðið að hætta eftir þriðju holuna, þar sem fé fékkst ekki til frekari borana. Af þessum þremur holum er aðeins ein fullfrágengin, en tveim tókst ekki að ljúka vegna mikils þrýstings í vatnsæðum og goshættu.

Þær upplýsingar um rennsli og hita hola og aðra vinnslueiginleika svæðisins, sem nú liggja fyrir, eru mun takmarkaðri en gert var ráð fyrir, ef upphafleg áætlun um borun 5 vinnsluhola hefði staðist.

Fullnægjandi upplýsingar liggja aðeins fyrir um eina holu. Það gufumagn, sem úr henni kemur við 10 ata þrýsting, dugir til 5—6 MW raforkuframléiðslu. Nægileg gögn liggja enn ekki fyrir til þess að segja ákveðið um meðalhitastig á því vatni, sem kemur inn í vinnsluholur.

Í ljós hefur komið, að öflugar æðar eru í flestum holunum ofan 1000 metra. Hitastig þeirra er nálægt 250° C. Á meira dýpi er hitastig hærra, eða um og yfir 300° C. Niðurstöður sýna, að rennsli milli æða á sér stað í sumum holunum. Þetta millirennslí veldur tæknilegum erfiðleikum í borun og hefur áhrif á vinnslueiginleika hola.

Í áætlunum Orkustofnunar fyrir árið 1976 er gert ráð fyrir að ljúka frágangi á þeim tveim holum, sem ekki var lokið í ár, og bora 3—4 vinnsluholur. Gert er ráð fyrir, að þær geti orðið a. m. k. 2500 m djúpar og jarðborinn Jötunn verði fenginn til verksins. Samkvæmt áætluninni hefst borun um miðjan mars og lýkur í desember 1976.

Frá því að borun lýkur er æskilegt að 3—4 mánuðir líði áður en hafist er handa um að tengja holu inn á gufuveitukerfið.

Ekki er víst, að afköst þeirrar einu holu, sem nú er tilbúin, samsvari meðalafköst-um fyrstu 6—7 vinnsluholanna, og getur hún hvort sem er lent ofan við eða neðan við meðalafköst þeirra vinnsluhola, sem eru óboraðar. Þannig er engin trygging fyrir því, að það gufumagn verði tilbúið í árslok 1976, sem nauðsynlegt er fyrir 30 MW raforkuframléiðslu með öðrum rafli virkjunarinnar.

Miðað við niðurstöður rannsóknarborana 1974, ákvörðun um legu stöðvarhúss og landslag, hefur vinnslusvæði fyrir borholur verið skipt í tvö svæði, annars vegar á

stórum stelli, sem gengur inn í brekkuna ofan Leirbotna, og hins vegar uppi á brekkunni, vestur af annarri rannsóknarholunni frá 1974. Gert er ráð fyrir, að vinnsluholur fyrir fyrsta áfanga virkjunarinnar verði á neðra svæðinu.

1. Gangur borana 1975.

Í Kröflu hófust vinnsluboranir eftir gufu í byrjun júní 1975 og lauk síðustu dagana í október. Höfðu þá verið boraðar 3 holur og er þó aðeins sú fyrsta þeirra (H-3) fullgerð. Ólokið er fóðrun annarrar holunnar, sem er 2003 m djúp, og dýpkun og fóðrun þeirrar þriðju (H-5), sem er nú 1300 m djúp. Áætlað er að dýpka þá holu í 2000 metra.

Ástæðan fyrir því, að fóðrun H-4 varð ekki lokið er sú, að holan lenti í mjög heitri og kraftmikilli æð í 1940 m dýpi og tókst ekki að kæfa æðina, þar sem vatnið rann upp holuna og út í aðra æð á 700 metra dýpi. Köldu vatni var dælt á holutoppinn, en þyngd köldu vatnssúlunnar dugði ekki til að halda niðri þrýstingi, þar sem skolvatnið rann út í 700 m æðina.

Öryggisventlar borsins voru ekki nógu sterkir fyrir þann þrýsting, sem æð þessi gaf með rennsli upp í holuna. Af öryggisástæðum þótti ekki ráðlegt að bora H-5 niður á meira dýpi en 1300 metra, þar sem óttast var að sömu kringumstæður kæmu upp og í H-4, ef borað væri niður undir 2000 m. Þess vegna var ákveðið að bíða átekt með dýpkun holunnar til næsta árs, en þá er gert ráð fyrir, að öryggisbúnaður borsins hafi verið bættur.“

Miklar breytingar urðu á borholum KG-3 og KG-4 veturinn 1975—76. Skömmu fyrir eldgosíð í Leirhnjúk 20. des. 1975 tók afl KG-3, sem hafði gefið góða raun í byrjun, að rýrna, og hélt svo áfram fram eftir ári 1976. Gasmagn í holunni jókst gífurlega í mars 1976, en nokkuð dró úr því aftur á næstu mánuðum, þótt það héldist áfram mun meira en það hafði upphaflega verið.

Borholu KG-4 tókst ekki að ljúka vegna millirennslis frá 1940 m dýpi og upp í æð á 700 m dýpi. Þetta millirennslis orsakaði óvenjuháan þrýsting, 90 kg/cm², á toppbúnað holunnar. Í janúar 1976, skömmu eftir gosíð í Leirhnjúk, sprengdi holan af sér toppbúnaðinn og myndaðist þá mikill gufuhver. (Sjá fskj. 55). Um svipað leyti súrnaði vökvinn, sem frá holunni rann, mjög (ph=1.8), en komst í eðlilegt horf eftir 4—6 mánuði. Geta má þess, að vökvi með ph=1.8 er mjög súr og tærir járn (fóðurrör) á skömmum tíma.

Gufuhverinn var mjög virkur lengi vel og runnu frá honum um 150 l/sek. af vatni, en um haustið fór að draga af honum og í desember 1976 þornaði hann alveg. Hefur þá holan, sem undir honum var, væntanlega fallið saman og stíflast.

Borhola KG-5 var aðeins boruð í 1300 m dýpt af öryggisástæðum. Eftir reynsluna af KG-4 þótti rétt að bora ekki dýpra fyrr en öryggisútbúnaður hefði verið bættur.

Í heild má segja, að þrátt fyrir óhöpp hafi árangur borana árið 1975 ekki gefið tilefni til annars en bjartsýni um áframhaldandi gufuöflun í Kröflu. Jafnframt varð ljóst að borframkvæmdirnar voru tæknilega séð mun vandasamari en boranir á háhitasvæðum annars staðar höfðu reynst vera.

Auðsætt er þó, að Orkustofnun var mjög vanbúin að mæta þeim vinnsluerfiðleikum er þarna urðu.

3.222 Boranir 1976.

Í nóvember 1975 sendi Orkustofnun bréf til iðnaðarráðuneytisins (fskj. 56), þar sem gerð var grein fyrir boráætlun ársins 1976. Þar segir m. a.: „Fyrirhugað er að hefja boranir á árinu 1976 með Jöttni strax og veður leyfir og eftir að borun á Laugalandi lýkur. Miðað við, að borun geti hafist í mars, er áætlað, að samtals 6—7 borholur verði fullbúnar í nóvember 1976.“

Í desember 1975 kom út skýrsla Orkustofnunar um niðurstöður vinnsluborana 1975 og horfur á gufuöflun. (Fskj. I, 24). Um boranir 1976 segir þar m. a.: „Í áætlunum Orkustofnunar fyrir árið 1976 er gert ráð fyrir að ljúka frágangi á þeim tveim holum, sem ekki var lokið í ár, og bora 3—4 vinnsluholur. Gert er ráð fyrir, að þær geti orðið a. m. k. 2500 m djúpar og jarðborinn Jötunn verði fenginn til verksins. Samkvæmt áætluninni hefst borun um miðjan mars og lýkur í desember 1976.“

Veturinn 1975—76 var notaður til að móta öryggisreglur og nýjar vinnuáferðir við borun og frágang hola til að útvega öflugri öryggisbúnað á borinn. Ábendingar höfðu strax komið fram við hverju mætti búast við borun rannsóknarholanna 1974. M. a. var nú gert ráð fyrir mun sterkari holulokum og fódurrörum í holurnar en áður. Var þetta gert í ljósi þeirrar reynslu, sem fengist hafði af borunum í Kröflu árið 1975, en þá hafði mælst hærrí þrýstingur við holutopp á holu KG-4, um 90 kg/cm², en áður var vitað um á öðrum jarðhitasvæðum, bæði héraendis og erlendis. Í skýrslunni um rannsóknarboranirnar (fskj. I, 19), á bls. 14, segir, að búast megi við 330° C botnhita í 2000 m djúpum borholum. Nú var einnig rætt um nauðsynlegt fóðringardýpi með það fyrir augum að koma í veg fyrir millirennslu eins og átti sér stað í holu KG-4. Jarðlagaskipan í þeirri holu gaf til kynna, að fóðrun niður á allt að 1000—100 m dýpi gæti reynst nauðsynleg til þess að hindra millirennslu. Í febrúar 1976 gaf Orkustofnun út skýrslu: „Öryggisbúnaður og framkvæmdaáætlun við boranir með Jöttni í Kröflu 1976.“ (Fskj. I, 28).

Í mars 1976 fóru þeir Karl Ragnars verkfræðingur við Jarðvarmaveitur ríkisins og Einar Tjörvi Elíasson verkfræðingur Kröflunefndar í kynnisferð til m. a. Nýja-Sjálands og kynntu sér nýjustu aðgerðir og bortækni í sambandi við boranir í háhitasvæði þar. Þar fór þeirra góðan árangur, og má segja, að með henni hafi fengist staðfesting á þörf fyrir endurskoðun á gerð borhola við Kröflu með sterkari búnaði eins og greinir frá að framan.

Í apríl 1976 skipaði orkumálastjóri 3 menn í nefnd til að taka ákvarðanir um boranir í Kröflu. Í nefndinni var einn fulltrúi fyrir Jarðhitadeild, einn fyrir Jarðvarmaveitur ríkisins og einn fyrir Jarðboranir ríkisins. Í skipunarbréfinu segir m. a.: „Mikil og vandasöm verk eru nú framundan í gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun. Til að tryggja, eftir því sem hægt er, að þau verði unnin á sem bestan hátt, vil ég biðja ykkur að taka sæti í nefnd til að fjalla um og taka ákvarðanir um framkvæmdaatriði borananna. Þar á ég sérstaklega við staðsetningu borhola, holudýpi, fóðringar o. s. frv. Verksvið nefndarinnar er þó ekki bundið við þessi atriði, heldur hver sem er önnur, sem upp kunna að koma varðandi gufuöflunina til yfirborðs, en við holutopp tekur gufuveitan hins vegar við gufunni. Í ákvörðunum sínum ber nefndinni jafnan að hafa það meginmarkmið í huga að afla á sem skjótastan hátt nothæfrar gufu til að virkjunin geti farið í gang sem fyrst.“

Enn fremur segir í bréfinu: „Æskilegt er, að nefndin komist að sameiginlegri niðurstöðu um þær ákvarðanir, sem taka þarf. Verði ágreiningur, sem nefndin ekki getur leyst, er til þess ætlast, að slíkum málum verði vísað til mín.“

Hinn 7. maí 1976 sendi nefndin orkumálastjóra álitserð: „Staðarval borhola í

Kröflu 1976.“ (Fskj. 57). Þar segir m. a.: „Okkur undirrituðum þykir að vandlega yfirveguðu máli skynsamlegt og eðlilegt, að fyrsta holan verði boruð í Leirbotnum, þar sem svo mikill ávinningur er af því, ef vel tekst til.“

Boranir hófust með Jötni 27. júní 1976 í Leirbotnum (KJ-6). Var þetta mun seinna en upphaflega var áætlað. Stafaði það fyrst og fremst af því, að Jötunn var upptekinn við borun í Eyjafirði fyrir Hitaveitu Akureyrar. Einnig kom til, að afgreiðsla á efni, einkum borholulokum, varð svo sein, að erfiðleikar voru á því að hefja boranirnar við Kröflu þótt komið væri fram á sumar 1976. Þar með var ljóst, að ekki yrði með neinu móti hægt að láta boráætlunina fyrir árið 1976 standast. Hins vegar benti allt til þess, að jarðgufuaflostöðin mundi tilbúin til rafmagnsframleiðslu í janúar 1977. Var þá af hálfu iðnaðarráðuneytisins haft frumkvæði um það að fá gufuborinn Dofra að Kröflu til viðbótar Jötni, og hóf hann borun holu nr. 8 (KG-8) í ágúst 1976. Jafnframt fékk ráðuneytið Guðmund Einarsson verkfræðing sér til aðstoðar við að gera nákvæma verk- og kostnaðaráætlun yfir boranir á árinu 1976. Skv. áætluninni var gert ráð fyrir, að boraðar skyldu 5 nýjar vinnsluholur og jafnframt lokið við að dýpka holu 5 (KG-5) og fódra hana fyrir jól 1976. Var talið að allt verkið mundi kosta um 600 milljónir króna.

Miklar umræður urðu um staðsetningu á borholum þetta sumar og nokkuð skiptar skoðanir sérfræðinga. Vildu sumir, aðallega verkfræðingar virkjunarinnar, bora sem næst fyrirhugaðri skiljustöð í botni Hlíðardals (Leirbotnar), enda yrði kostnaður bæði við boranir, þar með talið borstæði með steiptum kjallara, lagning vegar að borstæði, og ennþá frekar við gufuleiðslur frá holum, þá hvað minnstur, og jafnframt tæki verkið þannig minnstan tíma. Aðrir töldu, að réttara væri að bora uppi á hæðinni fyrir ofan Hlíðardal, sem næst holu 4, sem hafði gefið vísbendingu um mikla gufu. Einnig væri réttara að dreifa borholunum sem mest um það svæði, sem þá hafði verið skilgreint sem vinnslusvæði gufu fyrir Kröfluvirkjun.

Niðurstaðan af þessari umræðu var svo sú, að uppi á hæðinni fyrir ofan Hlíðardal voru boraðar holur 8 (KG-8) með 600 m vinnslufóðringu („grunn hola fyrir efra vatnskerfi“) og hola 10 (KG-10) með 800 m vinnslufóðringu („djúp hola fyrir neðra vatnskerfi“). Í brekkunni upp af Leirbotnum voru boraðar holur 7 og 9 og 11 (KJ -7, KJ-9 og KJ-11). Voru holur 7 og 11 með 800 metra fóðringu („djúp hola“), en holu 9 varð ekki lokið. Hola 6 (KJ-6), með 600 m fóðringu, var hins vegar boruð í Leirbotnum við hliðina á stöðvarhúsinu. Í öllum þessum holum var raufaður leiðari (götuð fóðurrör) frá vinnslufóðringu og niður í botn holu. Götin á leiðaranum eru jafndreifð yfir alla lengd hans. (Fskj. 58).

Nokkru eftir að borun KJ-9 hófst varð sá atburður, hinn 12. október 1976, að upp kom leirhver nálægt borstæðinu. Var borinn þá fluttur af því, þar eð ekki var ljóst í fyrstu hvað hér var að gerast eða hvert framhald yrði á atburðum. Var þá Jötunn fluttur af holu 9 og borun holu KJ-11 hafin. Skömmu síðar kom í ljós, að fóðring í holu KG-3, sem er skammt frá borstæði KJ-9, hafði slitnað í um það bil 75 m dýpi með þeim afleiðingum, að vatn og gufa úr KG-3 ruddi sér leið út úr fóðringunni og upp á yfirborðið og myndaði leirhverinn. Hola KG-3 var fyllt af sandi, og hjaðnaði þá leirhverinn alveg. Eftir að borun KJ-11 lauk, var Jötunn fluttur aftur á KJ-9. Borun hennar stóð fram í byrjun des. 1976, en varð ekki lokið. Var aðeins borað niður á 1 100 m dýpi með 300 m hlífðarfóðringu. Gengið var þannig frá holunni, að hægt yrði að dýpka hana síðar, en einnig var komið fyrir í henni raufuðu lausu fóðurröri, þannig að hægt væri að láta hana blása.

Eftir að borun holu 10 var lokið var gufuborinn Dofri fluttur á holu 5 (KG-5), sem ekki hafði verið lokið við haustið 1975. Kom í ljós, að hlykkur var í holunni á 46

m dýpi og því ekki unnt að koma borstöngum niður í hana. Var þá hætt við frekari borun holu 5 og Dofri fluttur burt af svæðinu.

Tæknileg framkvæmd borananna 1976 tókst að ýmsu leyti vel, og verður ekki séð annað en búnaður holanna sé fullnægjandi til að mæta því álagi, sem á honum er. Nýjar upplýsingar fengust um vinnslueiginleika borsvæðisins: Tvö vatnskerfi eru til staðar, ofan við 900—1100 m og neðan við 1100—1500 m. Þessi tvö jarðhitakerfi hafa mjög mismunandi vinnslueiginleika, svo sem hita, efnasamsetningu, streymisgerð o. fl. Efra kerfið er aðeins 220° C heitt, og eiga sér stað kalkútfellingar þegar þetta vatn sýður. Neðra kerfið er hins vegar 320—340° C heitt og er í suðu. Er hiti þess hærri en fundist hefur áður á jarðhitasvæði hérlendis og með þeim hæsta, sem fundist hefur í heiminum.

Borholurnar taka vatn sitt annaðhvort úr efra kerfinu eða úr báðum kerfunum. Efrakerfisholurnar (KW-2, KG-8, KJ-9) hafa lítið afl sakir lágs innstreymishita, og í þeim hafa orðið miklar kalkútfellingar. Blönduðu holurnar (KW-1, KG-3, KJ-6, KJ-7, KG-10, KJ-11) hafa mismunandi og breytilega rennsliseiginleika. Aflmestar þeirra hafa verið KG-3 (sem nú er lokuð), KG-10 og KJ-11, en dregið hefur verulega úr afli þeirra með tíma, að því er virðist af völdum kalkútfellinga.

Þá kom einnig í ljós mikið járninnihald í frárennslisvatni frá KJ-6 og KJ-7. Var í fyrstu talið, að hér væri um að ræða tæringu á fóðurrörum holanna. Komið var á fót samvinnu Orkustofnunar og Rannsóknastofnunar iðnaðarins um rannsókn á þessu vandamáli. (Fskj. I, 53). Niðurstaða þeirra rannsókna er m. a. sú, að lítil tæringarhætta sé fyrir hendi við óbreyttar aðstæður. Hins vegar hefur síðar komið í ljós, að verulegar útfellingar af járn- og kísilsamböndum eiga sér stað í fóðurrörum, eins og áður er getið.

Árangur borananna 1976 í gufuöflun virtist í fyrstu vera góður. Þannig reyndust holur KJ-7, KG-10 og KJ-11 vera mjög aflmiklar fyrst í stað, en holur KJ-6 og þó einkum KG-8 og KJ-9 aftur á móti afllitlar. Alvarleg skemmd á fóðringu á um 100 metra dýpi í holu 7 olli því, að afl holunnar datt niður um helming eftir nokkra klukkutíma og hélt síðan áfram að minnka jafnt og þétt. Hóla 10 missti afl sitt að verulegu leyti á næstu mánuðum. Hóla 11 hélt hins vegar góðum afköstum, en nokkuð bar á því, að hún væri óstöðug. Var þar kennt um, að efra og neðra vatnskerfi Kröflu jarðhitasvæðisins blönduðust saman í holunni, sem og reyndar í öðrum holum, og sökum mismunandi þrýstings kæfði efra vatnskerfið það neðra öðru hvoru.

Er ljóst varð í byrjun árs 1977, að árangur borana við Kröflu fram til þessa var mjög slakur, óskaði iðnaðarráðuneytið eftir skýringum og túlkun Orkustofnunar á þessum vanda. Orkustofnun svaraði með bréfi, dagsettu 4. febrúar 1977, sem fer hér á eftir:

„Að beiðni hins háa ráðuneytis vill Orkustofnun skýra frá eftirfarandi atriðum þegar á þessu stigi málsins, enda þótt stofnunin hafi enn ekki að fullu metið árangur vinnsluborana við Kröflu 1976 eða mótað endanlega tillögur um með hverjum hætti þeim skuli haldið áfram.

1. Ljóst er nú þegar, að árangur vinnsluborana 1976 er lakari en vonir stóðu til, bæði varðandi magn tiltæktrar gufu og gæði hennar (gasinnihald; tæringaráhrif á gufukerfi). Heildarniðurstöður borana liggja þó enn ekki fyrir, þar eð mælingum er ekki lokið á tveimur síðustu holunum sem boraðar voru.
2. Talið er fullvíst að tæringaráhrifin og gasinnihald gufunnar orsakist af eldsumbrotum við Kröflu. Hugsanlegt er einnig að eldsumbrotin hafi haft áhrif til rýrnunar á rennsli úr borholum.
3. Það kom fyrst í ljós við boranirnar 1976 að áhrif umbrotanna urðu svo víðtæk á

fyrirhuguðu vinnslusvæði sem raun ber vitni. Þetta vinnslusvæði er hins vegar aðeins hluti af jarðhitasvæðinu við Kröflu. Ekki var unnt að segja fyrir um hversu víðtæk eða varanleg áhrifin yrðu, enda ekki við sambærilega reynslu annars staðar að styðjast.

4. Um það verður ekki sagt að svo stöddu, hve stórt það svæði er, sem áhrif umbrotanna ná til; hvort þau ná til jarðhitasvæðisins alls eða þess hluta einungis, sem borað var í á síðasta sumri. Úr þessu verður ekki skorið nema með frekari borurum. Áhrifa þessara hefur ekki gætt við Námafjall, um það bil 7 km í burtu.
5. Ekki er heldur unnt að segja um það á þessu stigi máls, hve lengi muni gæta þeirra áhrifa eldsumbrotanna á vinnslueiginleika, sem í ljós komu á þeim hluta jarðhitasvæðisins við Kröflu þar sem borað var 1976. Allar tölur um slíkt, sem fram hafa komið í fjölmiðlum undanfarið, verða að skoðast sem persónulegt mat viðkomandi. Reynslan ein getur skorið úr um þetta atriði.
6. Við þessar aðstæður telur Orkustofnun rétt að gera eftirfarandi:
 - 6.1 Halda áfram nú á þessu ári vinnsluborunum í því skyni að afla meiri gufu handa Kröfluvirkjun. Verið er að athuga hvar ráðlegast sé að halda borunum áfram. Ýmsir kostir koma þar til álita og þarf að bera þá saman. Að því verður unnið nú á næstunni.
 - 6.2 Halda áfram framkvæmdum við stöðvarhús og gufuveitu að því marki sem nauðsynlegt er til að geta komið stöðinni í gang með þeirri gufu sem nú er tiltæk. Fyrst verði stöðin rekin í tilraunarekstri meðan ýmiss konar prófanir fara fram og byrjunarörðugleikar í sjálfum rekstrinum eru yfirunnir. Er þýðingarmikið að geta notað tímann í því skyni meðan unnið er að frekari gufuöflun, svo að ekki verði frátafir af þeim sökum þegar hún er fengin.
 - 6.3 Ætla má að áhrif eldsumbrotanna verði fremur til að tefja gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun og gera hana dýrari en að tefla henni í tvísýnu til frambúðar. Með hliðsjón af því er ástæða til að hafa áhyggjur af raforkuöflun á Norðurlandi veturinn 1977-'78 sérstaklega. Engin leið er að segja fyrir um það, hve mikið megi reiða sig á Kröflu þann vetur. Er því full ástæða til að hraða lokaáfangu Byggðalínu og Hvalfjarðarlínu, svo fremi að unnt sé að ljúka þessum verkum á annað borð næsta haust eða fyrri hluta næsta vetrar. Þyrfti sem fyrst að komast að endanlegri niðurstöðu um hvort þetta er unnt og þá hvernig.“

Það er rétt að vekja athygli á því, að haustið 1977 urðu mikil umbrot í Bjarnarflagi, þ. e. í Námafjalli. Í þeim urðu miklar skemmdir á borholum, og hefur síðan verið um mikinn gufuskort að ræða hjá Kísiliðjunni og gufuaflstöð Laxárvirkjunar í Bjarnarflagi. Enn fremur, að um það leyti er ofangreint bréf er ritað, þ. e. í byrjun febrúar 1977, var flýting Norðurlínu rædd rækilega í ríkisstjórninni. 10. febrúar 1977 var að tillögu iðnaðarráðherra samþykkt að flýta kaflanum Geitháls-Grundartangi-Vatnshamrar, þannig að full flutningsgeta til Akureyrar næðist fyrir árslok 1977. Þessum áfanga var náð fyrir mánaðamótin nóv.-des. s. á.

3.223 Boranir og endurvinnsla 1977.

Iðnaðarráðuneytið tók saman greinargerð um stöðu framkvæmda við Kröfluvirkjun og er hún dags. 7. febrúar 1977. (Fskj. 59). Stóðu fulltrúar allra þriggja framkvæmdaraðila Kröfluvirkjunar að henni. Í henni segir m. a.:

„Viðbótarfjárfesting til nýtingar á fyrri vélasamstæðu til raforkuöflunar er fyrst og fremst tengd gufuöflun á árinu 1977, og allur árangur slíkrar fjárfestingar skilar sér því í auknum afköstum fyrri vélasamstæðu til raforkusölu og þar með til nýtingar heildarfjárfestingar Kröfluvirkjunar. Á það skal bent, að hér er um brautryðjendastarf að ræða við virkjun háhitasvæða landsins til raforkuframleiðslu. Sambærilegar aðstæður með tilliti til áhrifa gosvirkni hafa ekki komið fram annars staðar í heiminum.

Miðað við stöðu verksins og þá reynslu, sem nú þegar hefur fengist við þessa virkjun, og hinn mikla orkuskort á Norðurlandi, svo og það fjármagn, sem nú þegar er búið að binda, væri óraunhæft að fresta framkvæmdum um óákveðinn tíma. Enn fremur gæti slíkt haft í för með sér ófyrirséðar afleiðingar og gæti stöðvað um langa framtíð framkvæmdir til nýtingar á jarðgufu háhitasvæða landsins til orkuöflunar.“

Í lok greinargerðarinnar er efnið dregið saman í þessar niðurstöður:

1. Haldið verði áfram nú á þessu ári vinnsluborunum til áframhaldandi gufuöflunar fyrir Kröfluvirkjun.
2. Haldið verði áfram framkvæmdum við stöðvarhús og gufuveitu að því marki sem nauðsynlegt er til þess að geta tekið fyrri vélasamstæðu stöðvarinnar í notkun.
3. Lokið verði við lagningu háspennulínu frá Kröfluvirkjun til Akureyrar.

22. mars 1977 sendi Orkustofnun greinargerð um stöðu mála til iðnaðarráðuneytisins. Var þar gerð grein fyrir tillögum um, hvernig mætti standa að borunum 1977 til þess að tryggja jákvæðan árangur gufuleitar fyrir stöðina:

„Með bréfi þessu er ætlunin að gera hinu háa ráðuneyti grein fyrir tillögum Orkustofnunar um boranir fyrir Kröfluvirkjun sumarið 1977. .

Eins og ráðuneytinu hefur áður verið skýrt frá (t. d. í bréfi 77 02 04) báru boranir 1976 ekki þann árangur sem vonast var eftir, af ástæðum sem ekki eru að öllu leyti kunnar. Niðurstöður benda til 1—2 MW borárangurs á hverja holu á því svæði, sem borað var á 1976, og verður sá árangur að teljast lélegur. Að auki virðist vinnsluþrýstingur flestra borholanna vera of lágur fyrir háþrýstiprep gufuhverflanna til raforkuframleiðslu með fullri nýtni.“

Ályktunin, sem Orkustofnun dregur af borárangrinum 1976, er sú, að borsvæðið 1976 sé ekki fullnægjandi sem vinnslusvæði fyrir Kröfluvirkjun, a. m. k. um nokkurt árabíl. Til að standa undir 60—70 MW raforkuvinnslu þarf því að leita á nýju vinnslusvæði (eða svæðum).

Sú gufa, sem fékkst 1976, yrði að sjálfsögðu nýtt, fyrst í stað á bæði þrýstiprep fyrra gufuhverfilsins, síðar meir e. t. v. einvörðungu á lágþrýstiprep hverflanna.

Í framkvæmd Kröfluvirkjunar hefur verið lögð á það höfuðáhersla að koma virkjuninni sem fyrst í rekstur til að bæta úr raforkuástandinu á Norðurlandi. Nú hillir undir að fyrri vélin fari í gang, en með miklum mun minni afköstum en vænst var, sem þar að auki leikur vafi á, hve mikið megi reiða sig á til frambúðar vegna óstöðugleika borholanna.

Þegar ljóst varð að valt var að reiða sig á afköst borhola frá 1976 og að leita þurfti að nýju vinnslusvæði, sem tekur tíma, lagði Orkustofnun til við ráðuneytið í áðurgreindu bréfi frá 77 02 04 að kannað yrði til hlítar, hvort flýta mætti lagningu Hvalfjarðarlínu og syðsta hluta Byggðalínu þannig að Byggðalína næði fullri flutningsgetu í lok þessa árs, og að ákvörðun yrði tekin um að gera það, ef slík flýting

reyndist möguleg. Nú virðast horfur á að þetta megi takast. Batnar þá mjög ástandið í rafmagnsmálum Norðurlands og ný viðhorf skapast varðandi Kröfluframkvæmdir.

Sú staðreynd að leita þarf að nýju vinnslusvæði fyrir Kröfluvirkjun gerir það nauðsynlegt að skipuleggja gufuöflunina framvegis á annan hátt en gert var meðan talið var, að vinnslusvæðið væri þegar fundið, enda gefur tilkoma fullrar flutningsgetu Byggðalínu jafnframt meira ráðrúm í því efni.

Nauðsynlegt er að gera sér grein fyrir því, hve mikið svigrúm er án þess að vandræðaástand skapist að nýju þrátt fyrir fulla flutningsgetu Byggðalínu. Ber þá að hafa í huga að á þessu ári hefst lagning línu frá Kröflu til Austurlands.

Samkvæmt nýgerðri orkuspá fyrir landið allt verður Sigölduvirkjun fullnýtt að orku 1979 og Sigalda + Krafla báðar 1982. Kröfluvirkjun þarf því að geta skilað verulegum afköstum í lok árs 1979, sem tákna, að þá þarf að vera búið að vinna samsvarandi gufu og leiða hana til orkuversins. Að reikna með meira svigrúmi í þessu efni er mjög óvarlegt að mati Orkustofnunar og býður beinlínis heim hættunni á orkuskorti.

Undanfarnar vikur hefur það verið til ítarlegrar athugunar á Orkustofnun, hvar vænlegast sé að leita nýrra vinnslusvæða. Niðurstaða þessara athugana er sú, að þar komi þrjú svæði til greina:

1. Suðurhlíðar Kröflu (austur af virkjuninni).
2. Hvíthólasvæði (jaðar Kröfluöskjunnar til suðurs).
3. Námafjall.

Öruggasti kosturinn af þessum þremur er talinn Námafjall, sem þó er engan veginn fullviss. Honum fylgir hins vegar miklu hærri flutningskostnaður gufunnar til virkjunarinnar en frá hinum svæðunum. Hvíthólasvæðið er minna jarðhitasvæði en hin tvö, eftir því sem best er vitað nú. Staðsetning þess er hins vegar heppileg, m. a. liggur það rétt við gufuleiðslu milli Námafjalls og Kröflu.

Reynt hefur verið að gera upp á milli svæðanna á grundvelli núverandi þekkingar á þeim. Hefur m. a. verið reynt að beita svonefndri EMV-ákvarðanaþekkingu til að velja á milli suðurhlíða Kröflu og Námafjalls sem vinnslusvæðis (EMV = Expected Monetary Value). Með þeirri aðgerð er tekið fullt tillit til mismunandi flutningskostnaðar. Fer þá útkoman eftir því, hver er líklegasti borárangur (MW/holu) á hvoru svæði um sig. Er niðurstaðan sú, að ekki sé fyrirfram efni til að meta líklegasta borárangur svo mismunandi á þessum tveim svæðum að þessi samanburðaraðferð geri upp á milli þeirra svo mark sé á takandi. Að sömu niðurstöðu hnígur almennt mat sérfræðinga stofnunarinnar á svæðunum. Áður en gert er upp á milli þeirra, þarf því að fást betri vitneskja um hvert um sig en nú liggur fyrir. Þeirrar vitneskju verður einungis aflað með borunum. Verður því að bora á öllum þremur svæðunum áður en valið er á milli þeirra.

Námafjall er það af þessum þremur vinnslusvæðum, sem lengstan tíma tekur að virkja, vegna flutningsleiðslunnar. Til þess að hafa vaðið fyrir neðan sig ber því að skipuleggja leit að vinnslusvæði, vinnsluborun og virkjun út frá þeirri forsendu, að Námafjall verði valið. Hin svæðin gefa rýmri tíma.

Sé nú gengið út frá því, að Námafjall verði valið og að leiðsla þaðan að Kröflu þurfi að geta byrjað gufuflutning í lok árs 1979, þarf að taka lokaákvörðun um lagningu hennar ári fyrr hið minnsta, þ. e. í lok 1978.

Af hagkvæmnisástæðum yrði slík leiðsla að vera gerð fyrir flutning á a. m. k. allri háþrýstigu á báðar vélarnar (48 MW). Vegna þess, hve leiðslan er dýr (nál. 1100

Mkr.), er ekki ráðlegt að ákveða lagningu hennar endanlega nema fenginn sé upp á yfirborðið verulegur hluti þeirrar gufu er flytja skal, og sýnist 30 MW í gufu vera hæfilegt í því tilliti. Þarf þá að vera búið að bora nægilega mikið við Námafjall fyrir árslok 1978 til þess að tryggja þetta, ef Námafjallssvæðið verður fyrir valinu. Til þess getur mætavel þurft 7—8 holur.

Á yfirstandandi ári og því næsta þarf því að bora nægilega til að:

1. Velja vinnslusvæðið.
2. Hafa allt að 7—8 holur tiltækar í lok 1978 á því svæði, sem valið verður til vinnslu.

Til að ná þessu þarf að leggja megináhersluna á eitt svæði, vinnslusvæðið, í borunum ársins 1978, sem tákna aftur, að vali vinnslusvæðis þarf að vera í megin-dráttum lokið í árslok 1977. Við þetta þurfa boranir ársins í ár að miðast.

Reynt hefur verið að meta, hve miklar boranir þurfi til að velja vinnslusvæðið. Slíkt mat er erfitt. Meiri boranir gefa að öðru jöfnu öruggari grundvöll undir valið, en sökum þess, hve dýrar þær eru, mega þær helst ekki vera langt umfram lágmarksþörf. Niðurstaðan er sú, að lágmarkið sé 4—5 holur. Hugsanlegt er að komast megi af með 4 ef árangur er mjög mismunandi eftir svæðum, annars veitir ekki af 5.

Í samræmi við þetta leyfir Orkustofnun sér að leggja til við hið háa ráðuneyti að:

1. Boraðar verði allt að 5 holur samtals í suðurhlíðum Kröflu, á Hvíthólasvæði og við Námafjall. Fimmtu holunni verði þó sleppt ef fært þykir. (Borstæði þessi sjást á meðfylgjandi korti).
2. Iðnaðarráðuneytið óski nú þegar heimildar Náttúruverndarráðs til borunar á þessum þrem svæðum.

Ráðgert er að borun hefjist í byrjun maí.

Um fjármál borframkvæmda við Kröflu 1977 mun Orkustofnun rita hinu háa ráðuneyti sérstaklega. Það þarf að útvega verulegt fjármagn til viðbótar því sem nú er tiltækt, svo sem þar verður nánar rakið. Meginniðurstöðurnar varðandi fjármálin eru þessar:

	Fjórar holur	Fimm holur
Heildarkostnaður Mkr.	528,9	619,6
Fjárförð umfram tiltækt fjármagn Mkr.	424,3	515,0“

Fleiri aðilar létu í ljós álit sitt á gufuöflunarmálum Kröfluvirkjunar. Á fundi Kröflunefndar þann 9. febrúar 1977 lá fyrir bréf frá Rogers Engineering, þar sem bandarísku ráðgjafarnir óska eftir því að fá að senda sérfræðing sinn í gufuöflunarmálum, Mr. James T. Kuwada, hingað til lands til þess að kynna sér ástandið við Kröflu. Var það samþykkt og kom Mr. Kuwada hingað til lands í byrjun mars 1977.

Mr. Kuwada dvaldist hér á landi um nokkurra daga skeið og átti viðræður við ýmsa aðila hjá Orkustofnun, iðnaðarráðuneytinu, Kröflunefnd og ráðgjöfum hennar. Skilaði hann ítarlegri skýrslu til Kröflunefndar yfir ferð sína til Íslands ásamt ýmsum ráðleggingum um á hvern hátt best yrði staðið að borunum við Kröflu. (Fskj. 60). Iðnaðarráðuneytið sendi Orkustofnun afrit af þessari skýrslu, 14. apríl 1977, til athugunar.

Svo sem fram kemur í skýrslunni greinir Mr. Kuwada um margt á við Orkustofn-

un um túlkun hennar á ástandi og horfum gufuöflunar. Í skýrslunni, sem er dagsett 3. — 8. mars 1977, segir m. a. svo:

„Ákveðnar staðreyndir komu fram í viðræðum mínum við Karl Ragnars og Valgarð Stefánsson varðandi stöðu gufuöflunarinnar og eðli jarðhitasvæðisins við Kröflu. Jarðhitasvæðið hefur tvö aðgreind vatnskerfi. Efra vatnskerfið er á 800—1000 m dýpi og með hitastigi u. þ. b. 220° C. Neðra vatnskerfið er á 1500—2000 metra dýpi með hitastigi u. þ. b. 320° C.

Á grundvelli vökvastreymis og hitastigs í holunum virðast holur 6 og 7 taka vatn eingöngu úr neðra vatnskerfi. Holur 2, 8 og 9 virðast taka vatn úr efra kerfinu eingöngu, en holur 1, 3, 4 og 10 virðast taka vatn úr báðum kerfunum. Ástæðan fyrir því er sú, að raufaði leiðarinn í holunum (fóðurrör, sem er gatað með logsuðu) nær alla leið niður holuna gegnum bæði vatnskerfin.

Grunur leikur á, að sumar holurnar séu laskaðar. Það kann að skýra rennslisminnkun í holunum, en engar upplýsingar um þetta atriði eru fáanlegar, þar sem tilraunir til þess að víddarmæla holurnar hafa ekki verið gerðar. Orkustofnun færir fram sem ástæðu fyrir því, að þetta hefur ekki verið gert, að ekki sé ráðlegt að kæla holurnar og hita upp aftur oft en algerlega er nauðsynlegt. Þetta sjónarmið er viðurkennt, en það er mjög áriðandi að fá upplýsingar um eðlisástand holanna, hvort séu fyrirstöður inni í holunum vegna skemmda á fóðurrörum eða vegna stíflu af völdum kalkútfellinga.

Verið er að gera líkan af jarðhitasvæðinu við Kröflu (OS) til þess að skýra aflminnkun borholanna. Við þurfum þá að gera okkur vel ljóst hvort ekki sé verið að eigna eðlisástandi jarðhitasvæðisins þá eiginleika (rennslisminnkun), sem stafa af þrengingum í borholunum.

Það verður að reyna að komast hjá því, að suða verði úti í berginu (utan holu), til þess að minnka hættuna á því, að kalkútfellingar í berginu minnki rennslisæfni í því.

Framleiðsla borholanna í byrjun verður að vera mjög varfærnisleg með einfasa-streymi (vatn eingöngu) inn úr berginu, þannig að laust borsvarf og „rusl“ hreinsist hægt og rólega út úr berginu, en festist ekki utan um fóðurrörið. Þessi framleiðsla á „sandi“ úr holunni í byrjun er mjög mikilvæg varðandi vinnslueiginleika holunnar til lengdar.

Þar sem tvö vatnskerfi eru samtengd eins og það er gert í borholunum við Kröflu, er vart hægt að stjórna framleiðslu úr hvoru kerfi samtímis. Skilyrði, sem eru hagstæð fyrir annað kerfið, eru ekki endilega þau sömu og fyrir hitt kerfið.

Eftirlit með því, hvort suða myndast í neðra vatnskerfinu, er erfitt vegna þess þrýstings, sem bætist við af völdum efra vatnskerfisins. Þessi viðbótarþrýstingur veldur því, að framleiðsla holunnar (rennslis) er hindruð þangað til að þrýstingurinn hefur lækkað (með suðu) nógu mikið svo efra kerfið byrjar að framleiða. Eftir því sem sú framleiðsla eykst byrjar neðra kerfið einnig að framleiða og viðkvæmt straumfræðilegt jafnvægi skapast, þannig að smáfrávik frá jafnvægisstöðunni munu annaðhvort orsaka það, að efra kerfið nær yfirhöndinni og flæðir yfir neðra svæðið eða neðra svæðið framleiðir of mikið til þess að hindra þetta ástand, og verður þá suða úti í berginu þar.

Okkur sýnist, að gerð raufaða leiðarans (götuðu fóðurrörin) í holunum við Kröflu sé mjög óvenjuleg. Það eru aðeins fjögur göt í röð, u. þ. b. 1 cm á breidd og 10 cm löng, og er hver röð með um 10 cm millibili. Þannig eru samtals minni göt á einum lengdarmetra leiðarans en nemur þverskurðarflatarmáli hans. Venjulegur raufaður

„Viðbótarfjárfesting til nýtingar á fyrri vélasamstæðu til raforkuöflunar er fyrst og fremst tengd gufuöflun á árinu 1977, og allur árangur slíkrar fjárfestingar skilar sér því í auknum afköstum fyrri vélasamstæðu til raforkusölu og þar með til nýtingar heildarfjárfestingar Kröfluvirkjunar. Á það skal bent, að hér er um brautryðjenda- starf að ræða við virkjun háhitasvæða landsins til raforkuframleiðslu. Sambærilegar aðstæður með tilliti til áhrifa gosvirkni hafa ekki komið fram annars staðar í heiminum.

Miðað við stöðu verksins og þá reynslu, sem nú þegar hefur fengist við þessa virkjun, og hinn mikla orkuskort á Norðurlandi, svo og það fjármagn, sem nú þegar er búið að binda, væri óraunhæft að fresta framkvæmdum um óákveðinn tíma. Enn fremur gæti slíkt haft í för með sér ófyrirséðar afleiðingar og gæti stöðvað um langa framtíð framkvæmdir til nýtingar á jarðgufu háhitasvæða landsins til orkuöflunar.“

Í lok greinargerðarinnar er efnið dregið saman í þessar niðurstöður:

1. Haldið verði áfram nú á þessu ári vinnsluborunum til áframhaldandi gufuöflunar fyrir Kröfluvirkjun.
2. Haldið verði áfram framkvæmdum við stöðvarhús og gufuveitu að því marki sem nauðsynlegt er til þess að geta tekið fyrri vélasamstæðu stöðvarinnar í notkun.
3. Lokið verði við lagningu háspennulínu frá Kröfluvirkjun til Akureyrar.

22. mars 1977 sendi Orkustofnun greinargerð um stöðu mála til iðnaðarráðuneytisins. Var þar gerð grein fyrir tillögum um, hvernig mætti standa að borunum 1977 til þess að tryggja jákvæðan árangur gufuleitar fyrir stöðina:

„Með bréfi þessu er ætlunin að gera hinu háa ráðuneyti grein fyrir tillögum Orkustofnunar um boranir fyrir Kröfluvirkjun sumarið 1977.

Eins og ráðuneytinu hefur áður verið skýrt frá (t. d. í bréfi 77 02 04) báru boranir 1976 ekki þann árangur sem vonast var eftir, af ástæðum sem ekki eru að öllu leyti kunnar. Niðurstöður benda til 1—2 MW borárangurs á hverja holu á því svæði, sem borað var á 1976, og verður sá árangur að teljast lélegur. Að auki virðist vinnsluþrýstingur flestra borholanna vera of lágur fyrir háþrýstiprep gufuhverflanna til raforkuframleiðslu með fullri nýtni.“

Ályktunin, sem Orkustofnun dregur af borárangrinum 1976, er sú, að borsvæðið 1976 sé ekki fullnægjandi sem vinnslusvæði fyrir Kröfluvirkjun, a. m. k. um nokkurt árabíl. Til að standa undir 60—70 MW raforkuvinnslu þarf því að leita á nýju vinnslusvæði (eða svæðum).

Sú gufa, sem fékkst 1976, yrði að sjálfsgöðu nýtt, fyrst í stað á bæði þrýstiprep fyrra gufuhverfilsins, síðar meir e. t. v. einvörðungu á lágþrýstiprep hverflanna.

Í framkvæmd Kröfluvirkjunar hefur verið lögð á það höfudáhersla að koma virkjuninni sem fyrst í rekstur til að bæta úr raforkuástandinu á Norðurlandi. Nú hillir undir að fyrri vélin fari í gang, en með miklum mun minni afköstum en vænst var, sem þar að auki leikur vafi á, hve mikið megi reiða sig á til frambúðar vegna óstöðugleika borholanna.

Þegar ljóst varð að valt var að reiða sig á afköst borhola frá 1976 og að leita þurfti að nýju vinnslusvæði, sem tekur tíma, lagði Orkustofnun til við ráðuneytið í áðurgreindu bréfi frá 77 02 04 að kannað yrði til hlítar, hvort flýta mætti lagningu Hvalfjarðarlínu og syðsta hluta Byggðalínu þannig að Byggðalína næði fullri flutningsgetu í lok þessa árs, og að ákvörðun yrði tekin um að gera það, ef slík flýting

reyndist möguleg. Nú virðast horfur á að þetta megi takast. Batnar þá mjög ástandið í rafmagnsmálum Norðurlands og ný viðhorf skapast varðandi Kröflufurframkvæmdir.

Sú staðreynd að leita þarf að nýju vinnslusvæði fyrir Kröfluvirkjun gerir það nauðsynlegt að skipuleggja gufuöflunina framvegis á annan hátt en gert var meðan talið var, að vinnslusvæðið væri þegar fundið, enda gefur tilkoma fullrar flutningsgetu Byggðalínu jafnframt meira ráðrúm í því efni.

Nauðsynlegt er að gera sér grein fyrir því, hve mikið svigrúm er án þess að vandræðaástand skapist að nýju þrátt fyrir fulla flutningsgetu Byggðalínu. Ber þá að hafa í huga að á þessu ári hefst lagning línu frá Kröflu til Austurlands.

Samkvæmt nýgerðri orkusþá fyrir landið allt verður Sigölduvirkjun fullnýtt að orku 1979 og Sigalda + Krafla báðar 1982. Kröfluvirkjun þarf því að geta skilað verulegum afköstum í lok árs 1979, sem tákna, að þá þarf að vera búð að vinna samsvarandi gufu og leiða hana til orkuversins. Að reikna með meira svigrúmi í þessu efni er mjög óvarlegt að mati Orkustofnunar og býður beinlínis heim hættunni á orkuskorti.

Undanfarnar vikur hefur það verið til ítarlegrar athugunar á Orkustofnun, hvar vænlegast sé að leita nýrra vinnslusvæða. Niðurstaða þessara athugana er sú, að þar komi þrjú svæði til greina:

1. Suðurhlíðar Kröflu (austur af virkjuninni).
2. Hvíthólasvæði (jaðar Kröfluöskjunnar til suðurs).
3. Námafjall.

Öruggasti kosturinn af þessum þremur er talinn Námafjall, sem þó er engan veginn fullviss. Honum fylgir hins vegar miklu hærri flutningskostnaður gufunnar til virkjunarinnar en frá hinum svæðunum. Hvíthólasvæðið er minna jarðhitasvæði en hin tvö, eftir því sem best er vitað nú. Staðsetning þess er hins vegar heppileg, m. a. liggur það rétt við gufuleiðslu milli Námafjalls og Kröflu.

Reynt hefur verið að gera upp á milli svæðanna á grundvelli núverandi þekkingar á þeim. Hefur m. a. verið reynt að beita svonefndri EMV-ákvæðanæðkingu til að velja á milli suðurhlíða Kröflu og Námafjalls sem vinnslusvæðis (EMV = Expected Monetary Value). Með þeirri aðgerð er tekið fullt tillit til mismunandi flutningskostnaðar. Fer þá útkoman eftir því, hver er líklegasti borárangur (MW/holu) á hvoru svæði um sig. Er niðurstaðan sú, að ekki sé fyrirfram efni til að meta líklegasta borárangur svo mismunandi á þessum tveim svæðum að þessi samanburðaraðferð geri upp á milli þeirra svo mark sé á takandi. Að sömu niðurstöðu hnígur almennt mat sérfræðinga stofnunarinnar á svæðunum. Áður en gert er upp á milli þeirra, þarf því að fást betri vitneskja um hvert um sig en nú liggur fyrir. Þeirrar vitneskju verður einungis aflað með borunum. Verður því að bora á öllum þremur svæðunum áður en valið er á milli þeirra.

Námafjall er það af þessum þremur vinnslusvæðum, sem lengstan tíma tekur að virkja, vegna flutningsleiðslunnar. Til þess að hafa vaðið fyrir neðan sig ber því að skipuleggja leit að vinnslusvæði, vinnsluborun og virkjun út frá þeirri forsendu, að Námafjall verði valið. Hin svæðin gefa rýmri tíma.

Sé nú gengið út frá því, að Námafjall verði valið og að leiðsla þaðan að Kröflu þurfi að geta byrjað gufuflytning í lok árs 1979, þarf að taka lokaákvörðun um lagningu hennar ári fyrir hið minnsta, þ. e. í lok 1978.

Af hagkvæmnisástæðum yrði slík leiðsla að vera gerð fyrir flytning á a. m. k. allri háþrýstigu á báðar vélarnar (48 MW). Vegna þess, hve leiðslan er dýr (nál. 1100

Mkr.), er ekki ráðlegt að ákveða lagningu hennar endanlega nema fenginn sé upp á yfirborðið verulegur hluti þeirrar gufu er flytja skal, og sýnist 30 MW í gufu vera hæfilegt í því tilliti. Þarf þá að vera búið að bora nægilega mikið við Námafjall fyrir árslok 1978 til þess að tryggja þetta, ef Námafjallssvæðið verður fyrir valinu. Til þess getur mætavel þurft 7—8 holur.

Á yfirstandandi ári og því næsta þarf því að bora nægilega til að:

1. Velja vinnslusvæðið.
2. Hafa allt að 7—8 holur tiltækar í lok 1978 á því svæði, sem valið verður til vinnslu.

Til að ná þessu þarf að leggja megináhersluna á eitt svæði, vinnslusvæðið, í borunum ársins 1978, sem táknar aftur, að vali vinnslusvæðis þarf að vera í megin-dráttum lokið í árslok 1977. Við þetta þurfa boranir ársins í ár að miðast.

Reynt hefur verið að meta, hve miklar boranir þurfi til að velja vinnslusvæðið. Slíkt mat er erfitt. Meiri boranir gefa að öðru jöfnu öruggari grundvöll undir valið, en sökum þess, hve dýrar þær eru, mega þær helst ekki vera langt umfram lágmarkspörf. Niðurstaðan er sú, að lágmarkið sé 4—5 holur. Hugsanlegt er að komast megi af með 4 ef árangur er mjög mismunandi eftir svæðum, annars veitir ekki af 5.

Í samræmi við þetta leyfir Orkustofnun sér að leggja til við hið háa ráðuneyti að:

1. Boraðar verði allt að 5 holur samtals í suðurhlíðum Kröflu, á Hvíthólasvæði og við Námafjall. Fimmtu holunni verði þó sleppt ef fært þykir. (Borstæði þessi sjást á meðfylgjandi korti).
2. Iðnaðarráðuneytið óski nú þegar heimildar Náttúruverndarráðs til borunar á þessum þrem svæðum.

Ráðgert er að borun hefjist í byrjun maí.

Um fjármál borframkvæmda við Kröflu 1977 mun Orkustofnun rita hinu háa ráðuneyti sérstaklega. Það þarf að útvega verulegt fjármagn til viðbótar því sem nú er tiltækt, svo sem þar verður nánar rakið. Meginniðurstöðurnar varðandi fjármálin eru þessar:

	Fjórar holur	Fimm holur
Heildarkostnaður Mkr.	528,9	619,6
Fjárbörf umfram tiltækt		
fjármagn Mkr.	424,3	515,0“

Fleiri aðilar létu í ljós álit sitt á gufuöflunarmálum Kröfluvirkjunar. Á fundi Kröflunefndar þann 9. febrúar 1977 lá fyrir bréf frá Rogers Engineering, þar sem bandarísku ráðgjafarnir óska eftir því að fá að senda sérfræðing sinn í gufuöflunarmálum, Mr. James T. Kuwada, hingað til lands til þess að kynna sér ástandið við Kröflu. Var það samþykkt og kom Mr. Kuwada hingað til lands í byrjun mars 1977.

Mr. Kuwada dvaldist hér á landi um nokkurra daga skeið og átti viðræður við ýmsa aðila hjá Orkustofnun, iðnaðarráðuneytinu, Kröflunefnd og ráðgjöfum hennar. Skilaði hann ítarlegri skýrslu til Kröflunefndar yfir ferð sína til Íslands ásamt ýmsum ráðleggingum um á hvern hátt best yrði staðið að borunum við Kröflu. (Fskj. 60). Iðnaðarráðuneytið sendi Orkustofnun afrit af þessari skýrslu, 14. apríl 1977, til athugunar.

Svo sem fram kemur í skýrslunni greinir Mr. Kuwada um margt á við Orkustofn-

un um túlkun hennar á ástandi og horfum gufuöflunar. Í skýrslunni, sem er dagsett 3. — 8. mars 1977, segir m. a. svo:

„Ákveðnar staðreyndir komu fram í viðræðum mínum við Karl Ragnars og Valgarð Stefánsson varðandi stöðu gufuöflunarinnar og eðli jarðhitasvæðisins við Kröflu. Jarðhitasvæðið hefur tvö aðgreind vatnskerfi. Efra vatnskerfið er á 800—1000 m dýpi og með hitastigi u. þ. b. 220° C. Neðra vatnskerfið er á 1500—2000 metra dýpi með hitastigi u. þ. b. 320° C.

Á grundvelli vökvastreymis og hitastigs í holunum virðast holur 6 og 7 taka vatn eingöngu úr neðra vatnskerfi. Holur 2, 8 og 9 virðast taka vatn úr efra kerfinu eingöngu, en holur 1, 3, 4 og 10 virðast taka vatn úr báðum kerfunum. Ástæðan fyrir því er sú, að raufaði leiðarinn í holunum (fóðurrör, sem er gatað með logsuðu) nær alla leið niður holuna gegnum bæði vatnskerfin.

Grunur leikur á, að sumar holurnar séu laskaðar. Það kann að skýra rennslisminnkun í holunum, en engar upplýsingar um þetta atriði eru fáanlegar, þar sem tilraunir til þess að viddarmæla holurnar hafa ekki verið gerðar. Orkustofnun færir fram sem ástæðu fyrir því, að þetta hefur ekki verið gert, að ekki sé ráðlegt að kæla holurnar og hita upp aftur oftast er nauðsynlegt. Þetta sjónarmið er viðurkennt, en það er mjög áriðandi að fá upplýsingar um eðlisástand holanna, hvort séu fyrirstöður inni í holunum vegna skemmda á fóðurrörum eða vegna stíflu af völdum kalkútfellinga.

Verið er að gera líkan af jarðhitasvæðinu við Kröflu (OS) til þess að skýra aflminnkun borholanna. Við þurfum þá að gera okkur vel ljóst hvort ekki sé verið að eigna eðlisástandi jarðhitasvæðisins þá eiginleika (rennslisminnkun), sem stafa af þrengingum í borholunum.

Það verður að reyna að komast hjá því, að suða verði úti í berginu (utan holu), til þess að minnka hættuna á því, að kalkútfellingar í berginu minnki rennlishæfni í því.

Framleiðsla borholanna í byrjun verður að vera mjög varfærnisleg með einfasa-streymi (vatn eingöngu) inn úr berginu, þannig að laust borsvarf og „rusl“ hreinsist hægt og rólega út úr berginu, en festist ekki utan um fóðurrörið. Þessi framleiðsla á „sandi“ úr holunni í byrjun er mjög mikilvæg varðandi vinnslueiginleika holunnar til lengdar.

Þar sem tvö vatnskerfi eru samtengd eins og það er gert í borholunum við Kröflu, er vart hægt að stjórna framleiðslu úr hvoru kerfi samtímis. Skilyrði, sem eru hagstæð fyrir annað kerfið, eru ekki endilega þau sömu og fyrir hitt kerfið.

Eftirlit með því, hvort suða myndast í neðra vatnskerfinu, er erfitt vegna þess þrýstings, sem bætist við af völdum efra vatnskerfisins. Þessi viðbótarþrýstingur veldur því, að framleiðsla holunnar (rennslis) er hindruð þangað til að þrýstingurinn hefur lækkað (með suðu) nógu mikið svo efra kerfið byrjar að framleiða. Eftir því sem sú framleiðsla eykst byrjar neðra kerfið einnig að framleiða og viðkvæmt straumfræðilegt jafnvægi skapast, þannig að smáfrávik frá jafnvægisstöðunni munu annaðhvort orsaka það, að efra kerfið nær yfirhöndinni og flæðir yfir neðra svæðið eða neðra svæðið framleiðir of mikið til þess að hindra þetta ástand, og verður þá suða úti í berginu þar.

Okkur sýnist, að gerð raufaða leiðarans (götuðu fóðurrörin) í holunum við Kröflu sé mjög óvenjuleg. Það eru aðeins fjögur göt í röð, u. þ. b. 1 cm á breidd og 10 cm löng, og er hver röð með um 10 cm millibili. Þannig eru samtals minni göt á einum lengdarmetra leiðarans en nemur þverskurðarflatarmáli hans. Venjulegur raufaður

á árinu 1980. Til þess að þetta takist hlýtur minnsta markmið gufuöflunar ársins 1978 að vera að afla nægrar gufu fyrir fyrri vélasamstæðu virkjunarinnar fyrir árslok 1978.

Fram hefur komið að tillaga Orkustofnunar um gufuöflun ársins 1978 vegna Kröfluvirkjunar verði að öllum líkindum sú, að 3 holur verði boraðar í suðurhlíðum Kröflu og 1 hola annars staðar, t. d. á Hvíthólasvæðinu.

Skiljustöð sú, sem byggð var 1976/1977, á að fullnægja háþrýstigufuþörf fyrir vélasamstæðu Kröfluvirkjunar og allri lágþrýstigufuþörf hennar. Skiljustöð þessi nýtist fyrir holur staðsettar innan hringferils 800 metra í radíus frá stöðinni, sé hæð holutopps í kvóta ca. + 20 m miðað við skiljustöðina.

Merkilegustu niðurstöður athafna ársins 1977 í gufumálum má telja, að sýnt hefur verið fram á, að tæknilegur möguleiki er á virkjun neðra kerfis Leirbotnasvæðisins með steyptri fóðrun niður á ca. 1100-1200 m dýpi. Jarðvatn af þessu dýpi inniheldur minna gas (CO_2 , H_2S), minna af uppleysanlegu (Ca CO_3) og hefur mun hærri enthalpíu, þ. e. a. s. gefur hagstæðara hlutfall gufumagns og hærri þrýsting við suðu.

Takist mið af holu KJ-9 virðist líka hægt að fá kostnaðarlega og rekstrarlega hagkvæmt magn af gufu per holu á Leirbotnasvæðinu.

Í síðasta holubræfi (Holubræfi 7) er sýnt fram á, að uppstreymisæðar neðra kerfisins séu nálægt Hveragili, þ. e. a. s. ekki langt frá holu KJ-9 og innan nýtingarsvæðis núverandi skiljustöðvar.

Verði borað nær eingöngu á svæðinu í suðurhlíðum Kröflu, þarf a. m. k. að byggja háþrýstiskiljustöð í viðbót við skiljustöðina, sem fyrir hendi er. Eins þarf að leggja frá henni háþrýsti-gufulögn og lágþrýsti-vatnslögn að núverandi skiljustöð.

Þetta þýðir:

- 1) Núverandi skiljustöð verður ekki fullnýtt hvað viðvíkur háþrýstigufu um fyrirsjáanlega framtíð, þótt e. t. v. megi flytja á brott sjálfar skiljurnar.
- 2) Hreinn viðbótarkostnaður við borun í suðurhlíðum Kröflu vegna nýrrar skiljustöðvar og aðveituæða nemur u. þ. b. 250 Mkr. umfram venjulegan kostnað vegna borhola og aðveituæða.
- 3) Rekstur borhola á svæðinu í suðurhlíðum Kröflu verður miklum mun erfiðari og kostnaðarsamari vegna aukinnar fjarlægðar frá stöðvarhúsi og tvískiptingar skiljustöðvar.

Það er því tillaga undirritaðs, að boraðar verði a. m. k. 3 holur á Leirbotnasvæðinu í nánd við uppstreymisæðar neðra kerfisins og síðasta holan boruð í suðurhlíðum Kröflu gefi niðurstaða borananna á Leirbotnasvæðinu það til kynna, að hætta sé á að ekki fáiast þar nægjanleg gufa fyrir virkjunina alla innan framangreindra tímamarka.

Eins er það tillaga undirritaðs, að frekari yfirborðskannanir verði gerðar strax og mögulegt er, vegna veðra næsta vor, til nákvæmari staðsetningar á uppstreymisæðum jarðhitasvæðisins.

Með aukningu mannafla og tækja til úrvinnslu þeirra jarðfræði-, jarðeðlis- og jarðefnafræðilegu gagna, sem fást meðan á borun stendur, er hægt að nota þannig fengnar bortæknilegar upplýsingar til ákvörðunartöku í sambandi við bortilhögun holunnar sjálfar. Slíkar upplýsingar má t. d. nota til ákvörðunar um borunarhraða, fóðringardýpt, hönnun leiðara og staðsetningu næstu hola. Slík gögn á ekki að nota í sögulegum tilgangi einum eins og aðallega hefur gerst til þessa.

Framangreindar aðgerðir verða aldrei teknar upp nema til komi mun betri þjálfun borliðs og þess tæknilíðs, sem því er til ráðgjafar. Stjórnun þarf að bæta og

gera verður Jarðboranir ríkisins fjárhagslega sjálfstæðar. Til að flýta framangreindum umbótum leggur undirritaður til, að fenginn verði erlendis frá góður sérhæfður maður með praktíska sem faglega reynslu í borunum eftir jarðhita til að vera hér í allt að eitt ár. Komið verði upp námskeiðum í bortæknilegum efnum, faglegum sem praktískum, og til þeirra fengnir innlendir sem erlendir sérfræðingar. Að mati undirritaðs mundu slíkar aðgerðir valda gjörbyltingu í jarðhitaleit þjóðarinnar og virkjun hans bæði til raforkuframleiðslu og hitaveituf framkvæmda.“

Með bréfi, dags. 12. des. 1977 (fskj. 68), sendi Orkustofnun iðnaðarráðuneytinu tillögur sínar um boranir o. fl. til gufuöflunar á árinu 1978. Þar er lögð áhersla á það sjónarmið, „að gufuöflunin er meginvandinn við Kröfluvirkjun og að lausn hans verður að hennar dómi að hafa algeran forgang umfram önnur verk tilheyrandi virkjuninni.“ Lagt er til að boraðar verði fjórar nýjar holur á árinu 1978.

Að lokum er í eftirfarandi töflu yfirlit yfir borholurnar við Kröflu og árangur þeirra með tilliti til gufuöflunar (miðað við des. 1977). Í hönnun Kröfluvirkjunar er gert ráð fyrir, að heildargufuþörfin, miðað við 60 MW afl, sé 112 kg/sek af háþrýstigufu og 36 kg/sek af lágþrýstigufu. Í ofangreindu er innifalín þörf hverflanna, gufuþörf sogdæla fyrir eimsvala og áspéttingar og óþéttanleg gös sem eru minni en 1% af háþrýstigufunni.

Yfirlit yfir borholur við Kröflu.

Heiti	Bortæki	Hvener boruð	Dýpt holu m	Gufumagn við opnun		Gufumagn 31/12 1976		Gufumagn í júní 1977		Gufumagn við opnun eftir endurvinnslu		Gufumagn í des. 1977		Athugasemdir
				kg/s		kg/s		kg/s		kg/s		kg/s		
				Við 9 ata	Við 2,2 ata	Við 9 ata	Við 2,2 ata	Við 9 ata	Við 2,2 ata	Við 9 ata	Við 2,2 ata	Við 9 ata	Við 2,2 ata	
KW 1	Glaumur	ág.-okt. '74	1138	4,0	4,6									6,0 Rannsóknarhola. Notuð til upphitunar á vinnubúðum og stöðvarhúsi.
KW 2	Glaumur	okt.-des. '74	1204	3,2		1,9								3,0 Rannsóknarhola.
KG 3	Dofri	júní-júlí '75	1670	11,0	17,1	lokuð								Fóðring skemmd. Holan sandf. '76.
KG 4	Dofri	júlí-sept. '75	2004											Holan sprengdi af sér holutopp í jan. 1976 en lokaðist í des. 1976.
KG 5	Dofri	sept.-okt. '75	1300											Holan er skökk. Holan hefur aldrei blásið.
KJ 6	Jötunn	júlí '76	2000	5,3	6,3	5,4								Fóðring skemmd. Holan hreinsuð og endurfóðruð.
KJ 7	Jötunn	ág.-sept. '76	2165	7,1	8,0	7,0	7,6	4,2	sept.-okt. '77	7,2	7,9	3,7	4,1	Fóðring skemmd. Holan hreinsuð og endurfóðruð.
KG 8	Dofri	ág.-sept. '76	1658		3,0		3,0							2,5 Ekki ráðgert að nýta holuna vegna lágs hita.
KJ 9	Jötunn	okt.-des. '76	1101	3,0		ekki komin upp		3,0	ág.-sept. '77	11,8	15,2	14	18,5	Holan fóðruð í 1100 m dýpi og dýpkuð í 1258 m dýpi.
KG 10	Dofri	okt.-nóv. '76	2082	17,1	20,8	8,1	10,8	3,3	okt. '77	13,5	17,6		3,3	Holan hefur stíflast aftur.
KJ 11	Jötunn	okt.-nóv. '76	2217	12,7	16,1	ekki komin upp		11,1	14,0	okt. '77	4,7		4,6	Eftir hreinsun er holan viðkvæmari og óstöðugri en fyrir aðgerð. *)

*) í jan. 1978 náði holan fullum fyrri afköstum.

3.23 Gufuaðveita.

3.231 Samningur við ráðgjafaraðila.

Með bréfi, dags. 15. 05. '75 (fskj. nr. 69), til iðnaðarráðuneytisins leitaði Orkustofnun heimildar ráðuneytisins til að gera ráðgjafarsamning við verkfræðistofurnar Virki h.f. og Sig. Thoroddsen s.f. varðandi hönnun gufuveitu frá borholum að stöðvarhúsi.

Í bréfinu segir m. a.:

„Samningur þessi felur í sér, að ráðgjafarverkfræðingarnir taki að sér hönnun gufuveitu í Kröflu, og er ætlast til, að hönnuninni verði lokið í byrjun árs 1976, þannig að útbod fari fram þá um veturinn og framkvæmdir geti hafist um sumarið 1976.“

Með bréfi, dags. 12. 06. '75 (fskj. nr. 70), heimilaði iðnaðarráðuneytið, að Orkustofnun undirritaði samning við verkfræðistofurnar. Í bréfinu segir:

„Með vísun til bréfs Orkustofnunar, 15. 05. s. l., heimilar ráðuneytið stofnuninni að undirrita samning milli stofnunarinnar annars vegar og Virkis h.f. og Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen hins vegar, þess efnis, að ráðgjafarverkfræðingarnir taka að sér hönnun gufuveitu í Kröflu.“

Orkustofnun undirritaði 24. 06. '75 samning um hönnun Kröfluveitu við Virki h.f. og Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen s.f. (Fskj. nr. 71). Samkvæmt samningum skyldi Orkustofnun veitt eftirfarandi verkfræðiþjónusta, sbr. formála í verksamningi:

„1. Fullnaðarhönnun gufuveitu frá borholum að stöðvarhúsi við Kröflu og veitu fyrir affallsvatn. Gufuveitan felur í sér tengingu við borholuloka, gufuskiljur við borholur, holuvatns- og gufulagnir, lágþrýstiskiljur og stöðvarhússkiljur og lagnir að stöðvarhúsvegg.

Veitan fyrir affallsvatn miðast við flutning á holuvatni frá lágþrýstiskiljum í Þríhyrningadal, en jafnframt skal gerð könnun á því, hvort kællilón gæti verið staðsett annars staðar.

2. Frumáætlun um flutning á borholuvatni út af vatnasvæði Mývatns.
3. Frumáætlun um niðurdælingu affallsvatns um borholur.“

Í 2. grein samningsins er verkfræðiþjónustan nánar skilgreind og skipt í fjóra höfuðþætti, þ. e. í:

- A. Forhönnun.
- B. Hönnun og gerð útbodsgagna.
- C. Útbod, lokahönnun og eftirlit.
- D. Áætlanir um meðferð borholuvatns.

Fylgiskjal með samningnum og hluti af honum er samningur um samvinnu milli verkfræðifyrirtækjanna Virkis h.f. og Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen s.f. um hönnun Kröfluveitu fyrir Orkustofnun.

Hönnunarstörf hófust þegar eftir undirritun samnings. Skiptist starfið í verkþætti samkvæmt fyrirnefndum verksamningi. Ljóst var, að tímamörk fyrir undirbúning og framkvæmd hönnunarstarfa voru orðin þröng, og var í upphafi stefnt að því, að útbodsgögn yrðu tilbúin um áramótin 1975/1976.

á árinu 1980. Til þess að þetta takist hlýtur minnsta markmið gufuöflunar ársins 1978 að vera að afla nægrar gufu fyrir fyrri vélasamstæðu virkjunarinnar fyrir árslok 1978.

Fram hefur komið að tillaga Orkustofnunar um gufuöflun ársins 1978 vegna Kröfluvirkjunar verði að öllum líkindum sú, að 3 holur verði boraðar í suðurhlíðum Kröflu og 1 hola annars staðar, t. d. á Hvíthólasvæðinu.

Skiljustöð sú, sem byggð var 1976/1977, á að fullnægja háprýstigufuþörf fyrir vélasamstæðu Kröfluvirkjunar og allri lágprýstigufuþörf hennar. Skiljustöð þessi nýtist fyrir holur staðsettar innan hringferils 800 metra í radíus frá stöðinni, sé hæð holutopps í kvóta ca. + 20 m miðað við skiljustöðina.

Merkilegustu niðurstöður athafna ársins 1977 í gufumálum má telja, að sýnt hefur verið fram á, að tæknilegur möguleiki er á virkjun neðra kerfis Leirbotnasvæðisins með steyptri fóðrun niður á ca. 1100-1200 m dýpi. Jarðvatn af þessu dýpi inniheldur minna gas (CO_2 , H_2S), minna af uppleysanlegu (Ca CO_3) og hefur mun hærri enthalpíu, þ. e. a. s. gefur hagstæðara hlutfall gufumagns og hærri þrýsting við suðu.

Takist mið af holu KJ-9 virðist líka hægt að fá kostnaðarlega og rekstrarlega hagkvæmt magn af gufu per holu á Leirbotnasvæðinu.

Í síðasta holubrési (Holubrési 7) er sýnt fram á, að uppstreymisæðar neðra kerfisins séu nálægt Hveragili, þ. e. a. s. ekki langt frá holu KJ-9 og innan nýtingarsvæðis núverandi skiljustöðvar.

Verði borað nær eingöngu á svæðinu í suðurhlíðum Kröflu, þarf a. m. k. að byggja háprýstiskiljustöð í viðbót við skiljustöðina, sem fyrir hendi er. Eins þarf að leggja frá henni háprýsti-gufulögn og lágprýsti-vatnslögn að núverandi skiljustöð.

Þetta þýðir:

- 1) Núverandi skiljustöð verður ekki fullnýtt hvað viðvikur háprýstigufu um fyrirsjáanlega framtíð, þótt e. t. v. megi flytja á brott sjálfar skiljurnar.
- 2) Hreinn viðbótarkostnaður við borun í suðurhlíðum Kröflu vegna nýrrar skiljustöðvar og aðveituæða nemur u. þ. b. 250 Mkr. umfram venjulegan kostnað vegna borhola og aðveituæða.
- 3) Rekstur borhola á svæðinu í suðurhlíðum Kröflu verður miklum mun erfiðari og kostnaðarsamari vegna aukinnar fjarlægðar frá stöðvarhúsi og tvískiptingar skiljustöðvar.

Það er því tillaga undirritaðs, að boraðar verði a. m. k. 3 holur á Leirbotnasvæðinu í nánd við uppstreymisæðar neðra kerfisins og síðasta hola boruð í suðurhlíðum Kröflu gefi niðurstaða borananna á Leirbotnasvæðinu það til kynna, að hætta sé á að ekki fáiast þar nægjanleg gufa fyrir virkjunina alla innan framangreindra tímamarka.

Eins er það tillaga undirritaðs, að frekari yfirborðskannanir verði gerðar strax og mögulegt er, vegna veðra næsta vor, til nákvæmari staðsetningar á uppstreymisæðum jarðhitasvæðisins.

Með aukningu mannafla og tækja til úrvinnslu þeirra jarðfræði-, jarðeðlis- og jarðefnafræðilegu gagna, sem fást meðan á borun stendur, er hægt að nota þannig fengnar borttæknilegar upplýsingar til ákvörðunartöku í sambandi við bortilhögun holunnar sjálfar. Slíkar upplýsingar má t. d. nota til ákvörðunar um borunarhraða, fóðringardýpt, hönnun leiðara og staðsetningu næstu hola. Slík gögn á ekki að nota í sögulegum tilgangi einum eins og aðallega hefur gerst til þessa.

Framangreindar aðgerðir verða aldrei teknar upp nema til komi mun betri þjálfun borliðs og þess tækniðs, sem því er til ráðgjafar. Stjórnun þarf að bæta og

gera verður Jarðboranir ríkisins fjárhagslega sjálfstæðar. Til að flýta framangreindum umbótum leggur undirritaður til, að fenginn verði erlendis frá góður sérhæfður maður með praktíska sem faglega reynslu í borunum eftir jarðhita til að vera hér í allt að eitt ár. Komið verði upp námskeiðum í bortæknilegum efnum, faglegum sem praktískum, og til þeirra fengnir innlendir sem erlendir sérfræðingar. Að mati undirritaðs mundu slíkar aðgerðir valda gjörbyltingu í jarðhitaleit þjóðarinnar og virkjun hans bæði til raforkuframleiðslu og hitaveituf framkvæmda.“

Með bréfi, dags. 12. des. 1977 (fskj. 68), sendi Orkustofnun iðnaðarráðuneytinu tillögur sínar um boranir o. fl. til gufuöflunar á árinu 1978. Þar er lögð áhersla á það sjónarmið, „að gufuöflunin er meginvandinn við Kröfluvirkjun og að lausn hans verður að hennar dómi að hafa algeran forgang umfram önnur verk tilheyrandi virkjuninni.“ Lagt er til að boraðar verði fjórar nýjar holur á árinu 1978.

Að lokum er í eftirfarandi töflu yfirlit yfir borholurnar við Kröflu og árangur þeirra með tilliti til gufuöflunar (miðað við des. 1977). Í hönnun Kröfluvirkjunar er gert ráð fyrir, að heildargufuþörfin, miðað við 60 MW afl, sé 112 kg/sek af háþrýstigufu og 36 kg/sek af lágþrýstigufu. Í ofangreindu er innifalin þörf hverflanna, gufuþörf sögdæla fyrir eimsvala og áspéttingar og óþéttanleg gös sem eru minni en 1% af háþrýstigufunni.

Yfirlit yfir borholur við Kröflu.

Heiti	Bortæki	Hvenær boruð	Dýpt holu m	Gufumagn við opnun kg/s		Gufumagn 31/12 1976 kg/s		Gufumagn í júní 1977 kg/s		Endurvinnsla	Endur- vinnsla og dýpkun borholu	Gufumagn við opnun eður endurvinnslu kg/s		Gufumagn í des. 1977 kg/s		Athugasemdir
				Víð 9 ata	Víð 2,2 ata	Víð 9 ata	Víð 2,2 ata	Víð 9 ata	Víð 2,2 ata			Víð 9 ata	Víð 2,2 ata			
KW 1	Glaumur	ág.-okt. '74	1138	4,0	4,6											6,0 Rannsóknarhola. Notuð til upphitunar á vinnubúðum og stöðvarhúsi.
KW 2	Glaumur	okt.-des. '74	1204	3,2		1,9										3,0 Rannsóknarhola.
KG 3	Dofri	júní-júlí '75	1670	11,0	17,1	lokuð										Fóðring skemmd. Holan sandf. '76.
KG 4	Dofri	júlí-sept. '75	2004	-	-	-	-	-	-	-	-					Holan sprengdi af sér holutopp í jan. 1976 en lokaðist í des. 1976.
KG 5	Dofri	sept.-okt. '75	1300	-	-	-	-	-	-	-	-					Holan er skókk. Holan hefur aldrei blásið.
KJ 6	Jötunn	júlí '76	2000	5,3	6,3	5,4										Fóðring skemmd. Holan hreinsuð
KJ 7	Jötunn	ág.-sept. '76	2165	7,1	8,0	7,0	7,6	4,2	sept.-okt. '77	7,2	7,9	3,7	4,1			Fóðring skemmd. Holan hreinsuð og endurfóðruð.
KG 8	Dofri	ág.-sept. '76	1658	3,0	3,0	3,0										Ekki ráðgert að nýta holuna vegna lágs hita.
KJ 9	Jötunn	okt.-des. '76	1101	3,0	3,0	ekki komin upp	3,0	3,0	ág.-sept. '77	11,8	15,2	14	18,5			Holan fóðruð í 1100 m dýpi og dýpkuð í 1258 m dýpi.
KG 10	Dofri	okt.-nóv. '76	2082	17,1	20,8	8,1	10,8	3,3	okt. '77	13,5	17,6	3,3	4,6			Holan hefur stíflast aftur.
KJ 11	Jötunn	okt.-nóv. '76	2217	12,7	16,1	ekki komin upp	11,1	14,0	okt. '77	4,7	4,7	4,7	4,6			Eftir hreinsun er holan viðkvæmari og óstöðugri en fyrir aðgerð. *)

*) Í jan. 1978 náði holan fullum fyrri afköstum.

3.23 Gufuaðveita.

3.231 Samningur við ráðgjafaraðila.

Með bréfi, dags. 15. 05. '75 (fskj. nr. 69), til iðnaðarráðuneytisins leitaði Orkustofnun heimildar ráðuneytisins til að gera ráðgjafarsamning við verkfræðistofurnar Virki h.f. og Sig. Thoroddsen s.f. varðandi hönnun gufuveitu frá borholum að stöðvarhúsi.

Í bréfinu segir m. a.:

„Samningur þessi felur í sér, að ráðgjafarverkfræðingarnir taki að sér hönnun gufuveitu í Kröflu, og er ætlast til, að hönnuninni verði lokið í byrjun árs 1976, þannig að útbod fari fram þá um veturinn og framkvæmdir geti hafist um sumarið 1976.“

Með bréfi, dags. 12. 06. '75 (fskj. nr. 70), heimilaði iðnaðarráðuneytið, að Orkustofnun undirritaði samning við verkfræðistofurnar. Í bréfinu segir:

„Með vísun til bréfs Orkustofnunar, 15. 05. s. l., heimilar ráðuneytið stofnuninni að undirrita samning milli stofnunarinnar annars vegar og Virkis h.f. og Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen hins vegar, þess efnis, að ráðgjafarverkfræðingarnir taka að sér hönnun gufuveitu í Kröflu.“

Orkustofnun undirritaði 24. 06. '75 samning um hönnun Kröfluveitu við Virki h.f. og Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen s.f. (Fskj. nr. 71). Samkvæmt samningum skyldi Orkustofnun veitt eftirfarandi verkfræðipjónusta, sbr. formála í verksamningi:

- „1. Fullnaðarhönnun gufuveitu frá borholum að stöðvarhúsi við Kröflu og veitu fyrir affallsvatn. Gufuveitan felur í sér tengingu við borholuloka, gufuskiljur við borholur, holuvatns- og gufulagnir, lágþrýstiskiljur og stöðvarhússkiljur og lagnir að stöðvarhúsvegg.
Veitan fyrir affallsvatn miðast við flutning á holuvatni frá lágþrýstiskiljum í Þríhyrningadal, en jafnframt skal gerð könnun á því, hvort kælilón gæti verið staðsett annars staðar.
2. Frumáætlun um flutning á borholuvatni út af vatnasvæði Mývatns.
3. Frumáætlun um niðurdælingu affallsvatns um borholur.“

Í 2. grein samningsins er verkfræðipjónustan nánar skilgreind og skipt í fjóra höfuðþætti, þ. e. í:

- A. Forhönnun.
- B. Hönnun og gerð útbodsgagna.
- C. Útbod, lokahönnun og eftirlit.
- D. Áætlanir um meðferð borholuvatns.

Fylgiskjal með samningnum og hluti af honum er samningur um samvinnu milli verkfræðifyrirtækjanna Virkis h.f. og Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen s.f. um hönnun Kröfluveitu fyrir Orkustofnun.

Hönnunarstörf hófust þegar eftir undirritun samnings. Skiptist starfið í verkþætti samkvæmt fyrrnefndum verksamningi. Ljóst var, að tímamörk fyrir undirbúning og framkvæmd hönnunarstarfa voru orðin þröng, og var í upphafi stefnt að því, að útbodsgögn yrðu tilbúin um áramótin 1975/1976.

Forhönnun.

Fyrsti verkþáttur hönnunarinnar var fólgin í gerð frumáætlunar, sem nefnd var forhönnun. Forhönnunarskýrsla var afhent Orkustofnun með bréfi ráðgjafaraðila 21. 11. '75. (Fskj. nr. 72).

Í formála þessarar skýrslu segir orðrétt:

„Þessi skýrsla er frumáætlun til Orkustofnunar um Kröfluveitu, sem felur í sér gufu- og vatnsveitu að stöðvarhúsi Kröfluvirkjunar og veitu fyrir frárennslisvatn. Greint er frá gerð veitunnar og helstu hlutum hennar, hönnunarforsendum, greiningu í verkhluta, og sett er fram tímaáætlun um lok hönnunar, útvegum efnis og framkvæmd verkhluta. Skýrslunni fylgja frumteikningar, er sýna á hvaða stigi hönnun veitunnar er við lok fyrsta þáttar hönnunarstarfsins.“

Enn fremur segir:

„Þegar að fengnu bréfi Orkustofnunar 26. júní 1975 var undirbúningur hafinn að hönnun Kröfluveitu. Á þeim tíma lá þó ekki fyrir, hvar borholum veitunnar yrði valinn staður, að undanskilinni fyrstu vinnsluholunni, sem þá var langt komið að bora, en auk þess hafði borstæði næstu vinnsluholu verið valið. Hafist var strax handa um að kanna verð og afgreiðslutíma á aðalefni til veitunnar, svo sem stálplötum, stálpípum, lokum og dælum. Fyrir lá skýrsla Orkustofnunar um tilraunaboranir frá febr. 1975, og einnig fengu ráðgjafarverkfræðingar í hendur áætlun Orkustofnunar um val borstæða fyrir 15 borholur í lok júlí 1975. Fyrstu niðurstöður mælinga á heildarstreymi, hitastigi og efnasamsetningu gufu og vatns fengust úr fyrstu vinnsluholunni (holu 3) í ágúst-sept. 1975.“

Enn fremur segir:

„Við undirskrift samnings um hönnun Kröfluveitu var gert ráð fyrir því, að öllu frárennslisvatni veitunnar yrði veitt í Þríhyrningadal vestan stöðvarhúss Kröfluvirkjunar. Einnig var þá gert ráð fyrir því, að kanna þyrfti aðra möguleika um meðferð þessa frárennslisvatns. Við forhönnun veitunnar hefur komið í ljós, að óhjákvæmilegt er að dæla um helmingi alls borholuvatns að lágþrýstiskiljum veitunnar, ef veita skal öllu borholuvatni í Þríhyrningadal.“

Með tilliti til rekstraröryggis, rekstrarkostnaðar og aukinnar hættu á útfellingum við dælingu borholuvatnsins hafa ráðgjafarverkfræðingar lagt til, að öllu borholuvatni verði veitt í tilbúin lón í Hlíðardal, austan og sunnan stöðvarhúss virkjunarinnar, en fjarlægð þeirra frá stöðvarhúsi er um 500 m. Borholuvatnið yrði sjálfrennandi þangað og dæling óþörf að lónum þessum.

Hvorki liggur fyrir leyfi fyrir þessari tilhögun né hefur endanleg ákvörðun verið tekin. Hefur óvissa um þetta atriði valdið töfum í hönnunarstarfinu, en í skýrslu þessari eru settir fram báðir valkostirnir um staðarval fyrir frárennslis- og kælilón, Þríhyrningadalur og Hlíðardalur. Má ákvörðun um þetta atriði alls ekki dragast öllu lengur. Gert er ráð fyrir því, að ljúka mætti byggingu Kröfluveitu fyrir áramót 1976/1977. Unnt er þó að fresta byggingu um helmingis veitunnar, og sýnir tímaáætlun byggingu hennar í tveimur áföngum.

Fyrri áfangi verður bygging veitu frá neðra borsvæði, sem fullnægja mundi aflþörf annarrar aflvélar Kröfluvirkjunar. Þessum áfanga gæti lokið í október 1976. Síðari áfangi felur í sér byggingu veitu frá efra borsvæði, og er gerð grein fyrir því, hvernig unnt væri að ljúka henni í október 1977.

Gert hefur verið ráð fyrir því, að gerðar verði tilraunir og mælingar á háþrýsti- og lágþrýstiskiljum og framkvæmdar útfellingatilaunir í þeim og í tilheyrandi lögnum. Markmið tilraunanna er að treysta hönnunarforsendur veitunnar svo sem kostur er.“

Í ágripi forhönnunarskýrslu er gerð grein fyrir helstu forsendum og niðurstöðum, og segir þar enn fremur:

„Forhönnun aðveitukerfis Kröflustöðvar gerir ráð fyrir 12 borholum samtals. Áætlað er, að meðalafköst hvernar borholu verði 40—50 kg/s og innstreymishiti verði að meðaltali 270° C. Þessi borholuafköst verða fullnægjandi fyrir aflvélar Kröfluvirkjunar við 2×30 MW álag, en forhönnun veitunnar gerir einnig ráð fyrir, að stofnæðar anni þörf vélanna við hámarksálag, sem er 2×35 MW.

Fyrirhugað borsvæði greinist af landslagi og hæðarlegu í tvo hluta, efra og neðra borsvæði. Frá hvoru svæði fyrir sig er sjálfstætt aðveitukerfi að stöð, og nægir hvort um sig annarri aflvél virkjunarinnar.“

Á sama tíma og unnið var að gerð forhönnunarskýrslu var tekin saman stutt skýrsla um meðferð affallsvatns frá Kröfluvirkjun og afhent Orkustofnun með bréfi, dags. 20. 10. '75. (Fskj. nr. 73). Einnig var Orkustofnun rituð stutt greinargerð um meðferð affallsvatns frá Kröfluvirkjun, dags. 27.11. '75. (Fskj. nr. 74).

Hönnunarstörf við Kröfluveitu mótuðust mjög af þeirri óvissu, sem frá ársbyrjun 1976 hefur verið um framkvæmdir við Kröfluvirkjun.

Vegna endurskoðunar á staðarvali borhola var fyrirkomulag gufuveitu tekið til endurskoðunar. Fyrirkomulagi hennar var síðan breytt mjög verulega til þess að frjálsari hendur fengjust um staðarval borhola, og stækkaði mögulegt vinnslusvæði Kröfluvirkjunar verulega við þessar breytingar. Endurhönnun veitunnar olli að sjálfsögðu aukinni vinnu og verulegum tögum við hönnunarstörfin. Boranir töfðust enn fremur verulega, en borun fyrstu holunnar sumarið 1976 hófst í lok júní. Hinn 16. ágúst 1976 lágu fyrir fyrstu gögnin um endurskoðað staðarval borhola. Var þá hafinn undirbúningur að vali pípuleiða og hönnun pípa á milli borhola og skiljustöðvar.

3.232 Efniskaup.

Fyrstu útboð efnispáttu til veitunnar fóru fram í árslok 1975, en hin síðustu í marsmánuði 1976. Eru þá reyndar ekki talin minni háttar efniskaup vegna breytinga, sem síðar voru ákveðnar, en slík efniskaup fóru nær undantekningalaust fram á grundvelli tilboða, sem aflað var áður en kaup voru gerð, og ætíð gerð samkvæmt tillögum ráðgjafarverkfræðinga, að undangenginni verðkönnun. Fyrirkomulag efnisútboða og kaupa var á þann hátt, að efnisútboð fóru öll fram á vegum Innkaupastofnunar ríkisins. Ráðgjafarverkfræðingar Orkustofnunar önnuðust gerð útboðsgagna. Öll aðalútboð voru opin og auglýst af Innkaupastofnun ríkisins. Er ráðgjafarverkfræðingar Orkustofnunar höfðu rannsakað tilboðin skiluðu þeir skriflegri umsögn til Orkustofnunar, þar sem gerð var tillaga um, hvaða tilboði skyldi tekið. Jafnframt fylgdu drög að kauploforðsbréfi (Letter of Intent). Í öllum tilfellum samþykkti Orkustofnun tillögu ráðgjafarverkfræðinga sinna.

Orkustofnun afgreiddi ákvörðun sína um kaup til Innkaupastofnunar ríkisins, sem síðan aflaði í flestum tilfellum greiðsluloforðs fjármálaráðuneytisins (Promissory Note) og gekk því næst frá formlegri pöntun. Jafnframt var seljanda efnis eða

umboðsaðila hans hér á landi afhent í tvíriti kauploforðsbréf Orkustofnunar til undirritunar og samþykktar af hálfu seljanda. Með fullundirrituðu kauploforðsbréfi af hálfu Orkustofnunar og seljanda ásamt greiðsluloforði fjármálaráðuneytis svo og formlegri og endanlegri pöntun Innkaupastofnunar ríkisins var talið, að fullnægjandi kaupsamningur væri kominn á.

Þess skal getið hér, að í þeim tilfellum, sem á það reyndi, að afgreiðslutöf yrði á efni af hálfu seljanda, var afgreiðslutími reiknaður frá útgáfudegi endanlegrar pöntunar.

Oft urðu tafir á því, að gengið væri frá pöntunum ásamt samsvarandi greiðsluloforðum. Nægir að nefna eftirfarandi bréf til Orkustofnunar, ritað af ráðgjafarverkfræðingum hennar, dags. 15.03. '76.

Þar segir m. a.:

„Sem dæmi um þessar tafir skulu teknar fyrstu efnispantanir samkvæmt eftirfarandi yfirliti.

Nr. pönt.	Umsögn verkfr.	Lett. of Int.	Prom. Note	Formleg pöntun	Töf dagar
29000	27/2'76	27/2'76	26/3'76	29/3'76	30
29001	27/2'76	27/2'76	26/3'76	6/4'76	38
29002	27/2'76	3/3'76	6/4'76	6/4'76	38
29003	10/3'76	10/3'76	21/4'76	23/4'76	10
29004	23/2'76	10/3'76	L/C	21/4'76	57
29005	22/3'76	22/3'76	21/4'76	21/4'76	58
29006	9/3'76	22/3'76	CAD ¹⁾	21/4'76	43
29007	9/3'76	22/3'76	CAD	21/4'76	43
29008	26/3'76	14/4'76	21/4'76	21/4'76	26
29009	29/4'76	29/4'76	30/4'76	30/4'76	1
29010	4/6'76	4/6'76	CAD	14/6'76	10
29011	19/5'76	24/5'76	L/C ²⁾	6/7'76	48
29012	3/6'76	10/6'76	L/C	6/7'76	33
29013	10/6'76	10/6'76	CAD	6/7'76	26
29014	18/6'76	18/6'76	6/7'76	6/7'76	18
29015	2/7'76	7/7'76	22/7'76	22/7'76	20 ³⁾
29016	16/7'76	16/7'76	22/7'76	22/7'76	6

1) CAD: greitt við móttöku skjala.

2) L/C: opnuð bankaábyrgð við pöntun.

3) Þessi töf lengdist í 42 daga vegna samninga I. R. um greiðsluskilmála.

Í töflunni eru talin innkaup alls aðalefnis. Önnur efniskaup samkvæmt hærri pöntunarnúmerum voru allt minni háttar innkaup vegna breytinga, sem gerðar voru á hönnun og viðbætur við fyrri kaup. Voru upphæðir þeirra yfirlétt lágar.

Taflan að ofan gefur yfirlit yfir, hvernig upphaf efniskaupa varð. Frá dagsetningu umsagnar ráðgjafarverkfræðinga og fram að dagsetningu endanlegrar pöntunar liðu frá 1 degi og allt upp í 58 daga.“

Í yfirlitstöflu, sem hér fer á eftir, er skrá yfir öll kaup aðalefnis svo og viðbótar-efnis. Er þar greint frá útboðs- og opunardegi tilboða, fjölda þeirra, lægsta tilboði og mismun á næsta tilboði fyrir ofan, hvaða tilboði var tekið og hvers vegna, tilgreindur seljandi, dagsetning á umsögn ráðgjafarverkfræðinga, kostnaðarverð og athugasemdum, ef einhverjar eru.

Umsagnir ráðgjafarverkfræðinga fylgja allar, fylgiskjöl nr. 75—106.

Gufuveita efnisútboð.

Pöntun nr.	29000	29000	29001	29002	29003	29004
Útboð nr.	N-011	N-011	N-011	N-011	N-011	N-011
Útboð IR-nr.	2117/76	2117/76	2117/76	2117/76	2117/76	2117/76
Heiti	Pipur	Botnar	Beygjur flansar	Plötur	Minnkanir Té	Lokar
Opnun tilboða	27/1 '76	27/1 '76	27/1 '76	27/1 '76	27/1 '76	27/1 '76
Fjöldi tilboða	23	10	14	16	10	7
Lægsta tilboð	DM 450 348.69	DM 18 540	Dkr. 299 217.37	DM 66 585	Hfl 37 783.71	Dkr 1 209 782
Næsta tilboð	9% herra	9.9% herra	5.4% herra í b 11.4% herra í fl.	3.9% herra	um 10 %	22% herra
Samþ. tilb. Seljandi	Lægsta Ferrostaal AG	Lægsta Ferrostaal AG	Lægsta S.C. Sören- sen A/S	Lægsta Ferrostaal AG	Lægsta Tubus Buizen- handel A/S	Lægsta P.E. Ehrhardt A/S
Umsögn verkfr. dags.	27/2 '76	27/2 '76	27/2 '76	27/2 '76 og 2/3 '76	10/3 '76	23/2 '76
Kostn.verð kr.	37 264 332.-	Innfalið í pipuverði	10 165 854.-	7 183 539.-	2 835 222.-	38 105 385.-
Athugasemd						Lægri tilboð bærust, en þau fullnægðu ekki kröfum.

Pöntun nr.	29005	29006	29007	29008	29008 viðbót
Útboð nr.	N-031	N-032	N-032	N-032	N-Tilboð
Útboð IR-nr.	2118/76	2118/76	2118/76	2118/76	
Heiti	Mælíbúnaður	Aflstrengir	Ljósabúnaður	Stýristrengir	Stýristrengir
Opnun tilboða	28/1 '76	28/1 '76	28/1 '76	28/1 '76	okt. '76
Fjöldi tilboða	1 og 2 eftir atriðum	12	7	10	1
Lægsta tilboð	Bfr. 902 170.-	DM 20 588.67	Skr. 13 605.-	DM 67 038.91	DM 47 408.23
Næsta tilboð	48%-1100%	2.6% herra	12.4% herra		-
Samþ. tilb. Seljandi	Lægsta Fabricom	Lægsta F.W. Hempel & Co.	Lægsta Järnkunst AB	Kabelwerke Friedr. Ehlers C.	Kabelwerke Friedr. Ehlers C.
Umsögn verkfr. Kostn.verð kr.	2/3 '76 4 701 741.-	9/3 '76 3 060 941.-	9/3 '76 637 853.-	26/3 '76 5 643 298.-	okt. '76 4 030 748.-
Athugasemd		Viðbótarkaup gerð v/ breyt. að undangengnu til- boði.	Breyting varð á magni skv. endanlegum efnislista.	Ekkert tilboð fullnægði kröfum að öllu leyti. Ein- ungis einn aðili gat við nánari könnun fullnægt kröfum. Verð er tilgr. skv. endanl. efnisl.	Viðbótarpöntun vegna breytinga. Kaup gerð að undangengnu til- boði.

Pöntun nr.	29009	29010	29011	29011	29012
Útboð nr.	N-012	N-011	N-021	N-021	N-033
Útboð IR-nr.		2117/76			
Heiti	Álkápa	Boltar pakkn.	Stjórnloka	Öryggisloka	Stjórntafla
Opnun tilboða	22/3'76	27/1'76	15/2'76	15/2'76	17/3'76
Fjöldi tilboða	6	15 og 10	4	3	5
Lægsta tilboð	Bfr 1 321 758	Hfl 15 883.80	DM 134 130 –	Dkr. 94 360.–	Dkr. 500 100 + 10 540–
Næsta tilboð	1.21% herra	5.1% herra	34% herra	38% herra	11–12% herra
Samþ. tilb.	Lægsta	Lægsta	Lægsta	Lægsta	Lægsta
Seljandi	S.A. Sidal	P. Van Leeuwen	P.E. Ehrhardt A/S	P.E. Ehrhardt A/S	P.E. Ehrhardt A/S
Umsögn verkfr.	6/5 '76	4/6 '76	19/5 '76	19/5 '76	3/6 '76
Kostn.verð kr.	9 085 427–	1 745 172–	9 021 359–	3 150 640–	19 400 822–
Athugasemd		Breytingar urðu á röð bjóðenda v/ biðtíma og pakkingar keyptar hjá sama aðila v/ hagræðis og lágrar upphæðar, sjá umsögn.			Með viðbót v/ breytinga.

Pöntun nr.	29013	29014	29014	29015 (27452)	29016
Útboð nr.	N-012	N-013	N-013	N-021	N-013
Útboð IR-nr.					
Heiti	Einangrun	Söðlar	Rúllur	Sprengi- diskur	Panar
Opnun tilboða	22/3 '76	8/4 '76	8/4 '76	15/2 '76	8/4 '76
Fjöldi tilboða	7	4	4	4	6
Lægsta tilboð	Nkr. 170 572.–	DM 66 652.76	DM 111 806.54	\$ 20 910.41	£ 37 417–
Næsta tilboð	19% herra	um 20 % herra	um 93 % herra	64% herra	26% herra
Samþ. tilb.	Lægsta	Lægsta	Lægsta	Lægsta	DM 114 098.–
Seljandi	Elkem-Rock- wool Noregi	HYDRA, V- Pýskalandi	HYDRA, V- Pýskalandi	HYDRA, V- Pýskalandi	HYDRA, V- Pýskalandi
Umsögn verkfr.	10/6 '76	18/6 '76	18/6 '76	2/7 '76	16/7 '76
Kostn.verð kr.	11 335 902–	5 549 890–	9 353 817–	4 201 859– + 300 000–	9 736 115–
Athugasemd				Viðbót samkv. umsögn 14/9 '77 eftir tilboði \$1 130.80. Áætl. kostnaðarverð kr. 300 000–	Lægsta tilboð fullnægði ekki kröfu um afgr.-tíma. Endanlegt magn minna en í útboði.

Viðbótarkaup.

Pöntun nr.	29017	29018	29019	29020	29021
Verðkönnun/ Tilboð	Tilboð 9/6 16/7 '76	Tilboð 14/7 '76	Tilboð	Tilboð	Tilboð
Heiti	Minnkanir	Beygjur	Prýstirofar	Nálarlokar	Prýstireglar
Lægsta tilboð	Hfl. 11 382.44	DM 14 853.80	\$ 354.59	\$ 452.94	£ 31.-
Seljandi	Innkaup h.f./ Tubus Buizenh.	Ísól h.f./ Ferrostaal AG	Custom Comp. Switches Inc.	Fischer & Porter	Moore Prod. Co.
Umsögn verkfr. Kostn.verð kr.	20/7 '76 926 011-	20/7 '76 1 239 149-	28/6 '76 87 608-	28/6 '76 115 203-	28/6 '76 11 807-
Athugasemd	Viðbót v/ breyt- inga. Leitað til- boða lægstbjóð- enda í fyrra út- boði.	Viðbót v/ breyt- inga. Leitað til- boða lægstbjóð- enda í fyrra út- boði.			
Pöntun nr.	29022	29022	29023	29026	29030
Verðkönnun/ Tilboð	Tilboð	Tilboð	Tilboð	Tilboð	Tilboð
Heiti	Plaströr	Plaströr	Merkja- strengir	Tengi f. merkjaloft	Tengi og pípur fyrir loftkerfi
Lægsta tilboð	Kr. 161 820.-	Kr. 177 545.-	Bfr. 25 220.-	Dkr. 4 190.50-	Dkr. 79 585.25
Seljandi	Reykjalundur	Reykjalundur	Fabricom	P.E. Ehrhardt A/S	P.E. Ehrhardt A/S
Umsögn	28/6 '76	1/11 '76	14/9 '76	9/11 '76	18/3 '77
Kostn.verð kr.	161 820.-	177 545.-	159 702.-	149 001-	Áætl. 3 255 000.-
Pöntun nr.	29030	29027	29038	29039	29044
Verðkönnun/ Tilboð	Verðkönnun	Verðkönnun	Verðkönnun	Tilboð	Tilboð
Heiti	Prýstiminnk.	Raflíðar	Stýribún.	Markrofar	Loftlokar
Lægsta tilboð	Kr. 24 393.-				Dkr. 1 920.-
Seljandi	Byggingavöruv. Ísl. Jónss.	Siemens A/G./ Smith & Norl.	P.E. Ehrhardt A/S	R.S. Compon- ents.	Mastonair/ Iselco h.f.
Umsögn		18/7 '77	28/7 '77	29/7 '77	6/10 '77
Kostn.verð kr.	Áætl. 24 393.-	Áætl. 95 140.-	Áætl. 500 000.-	Áætl. 70 000.-	Áætl. 85 000.-
Athugasemd				Keypt vegna galla á mótt. markrofum.	

Pöntun nr.	29045	–	–	–	
Verðkönnun/ Tilboð	Tilboð	Tilboð	Verðkönnun	Verðkönnun	
Heiti	Mælivír	Áklæðning	8 Flansar ø 600	Fjölmaerir	
Verð Seljandi	DM 1 025– Degussa Hanau	Skr. 26 934– Kröflunefnd	Hfl. 3 168– Innkaup h.f.	Pantað Goerz Electro Gmb H	
Umsögn Kostn.verð kr.	31/10 '77 Áætl. 125 000.–	758 782.–	766 000.–	22/11 '77 Áætl. 50 000.–	
Athugasemd		Efni pantað frá Kröflunefnd af sömu gerð og efni í hús byggð á vegum Kröflu- nefndar	Viðbót vegna breytinga.		
Pöntun nr.	–	–	–	–	–
Verðkönnun/ Tilboð	Verðkönnun	Verðkönnun	Verðkönnun	Tilboð	Tilboð
Heiti	Einangrun í skiljustöð	Strigi	Málning	Rafreglar	Áriðill
Lægsta tilboð Seljandi	Pantað Steinull h.f.	Pantað Ellingsen h.f.	Pantað Málning h.f.	DM. 11 575.– Hartman & Brown	Kr. 640 000.– Rafeindaiðjan s.f.
Umsögn Kostn.verð kr.	16/11 '77 289 600.–	16/11 '77 48 400.–	16/11 '77 117 400.–	6/12 '77 Áætl. 1 300 000.–	6/12 '77 640 000.–

3.233 Verksamningar

Útboð vegna verkframkvæmda hófust snemma árs 1976, og voru tilboð fyrst opnuð 22. 03. '76. Voru það tilboð í skiljumsíði. Helstu verk, sem boðin voru út, voru þessi: Skiljumsíði, uppsetning pípa og gufuskilja, raflagnir, steypuefnisvinna og smíði og uppsetning lokahúss.

Byggingarvinna var ekki boðin út. Orkustofnun þótti rétt að hafa þann hátt á, enda væri vinnufríður þar með tryggður, og auk þess var ekki tími til útboðs.

Orkustofnun hafði átt mikil viðskipti við byggingarfyrtækið Sniðil h.f. í Mývatnssveit, og fordæmi um einingarverð lágu fyrir í samningum Kröflunefndar við Miðfell h.f. Var því samið við Sniðil h.f. um alla byggingarvinnu, að mestu á grundvelli einingarverðs, en um sum verk var samið sem reikningsvinna.

Aðalsamningur um byggingarvinnu var undirritaður 27. 07. '76, og var verk samkvæmt honum tekið út 09. 01. '77.

Orkustofnun sá sjálf um jarðvinnu og vörubílaakstur og fékk til þess heimamenn á tímavinnugrundvelli. Eftirlit með þeim framkvæmdum var á hendi ráðgjafarverkfræðinga Orkustofnunar.

Eins og áður sagði voru opnuð tilboð í skiljusmíði 22. 03. '76. (Fskj. 107). Var samið 27. 07. '76 og verk tekið út 18. 01. '77, en var í raun lokið nokkru fyrr.

Tilboð í raflagnir voru opnuð 31. 08. '76 (fskj. 108) og pöntunarbréf undirritað 10. 09. '76.

Tilboð í smíði og uppsetningu lokahúss voru opnuð í október 1976. Samið var sérstaklega um smíði á stálgrind á föstu verði, en um uppsetningu hennar á tímavinnu-grundvelli. (Fskj. 109).

Tilboð í uppsetningu á pípum og skiljum voru opnuð 26. 07. '76. (Fskj. 110). Samningur var undirritaður 10. 09. '77, og hófst verkið umsvifalítið.

Vegna vetraraðstæðna og gosóróa tafðist verktaki, og var verkið ekki tekið út fyrr en 5.—7. júlí 1977. Verulegur kostnaðarauki hefur orðið af því að vinna verkið á þessum árstíma, og nema þær hækkanir, sem um hefur samist til verktaka vegna sérstakra aðstæðna, um 49,4 Mkr. Þess er þó að gæta, að innifalið í þessari upphæð er kostnaður og vinnutap verktaka vegna gosóróa, en verktaki þurfti margsinnis að flytja allan mannskap af svæðinu um lengri eða skemmri tíma af þeim ástæðum.

Í september '77 var ákveðið að leggja safnæð að holu 9, og var ákveðið að leita eftir tilboði frá fyrrverandi uppsetningarverktaka, sem hafði reyndustum mönnum á að skipa. Tilboðið, dags. 30. 09. '77 (fskj. 111), var metið hagstætt af ráðgjöfum, og var samningur undirritaður 21. 10. '77. Verkið var tekið út 06. 12. '77.

Einnig var ákveðið að einangra skiljur í skiljustöð, og gerði sami verktaki tilboð í það verk. Tilboðið var metið af ráðgjöfum og talið óaðgengilegt. Samið var við aðra aðila á tímavinnu-grundvelli og er því verki lokið.

Yfirlit yfir saminga eru í eftirfarandi töflu, og er þar að finna samningsupphæðir, greiðslur fyrir aukaverk, verðbætur o. fl.

6. 12. '77.

Kröfluveita.

Heiti samn.	Steypuefnis- vinnsla	Byggingar- og jarðvinna	Forsteyptir stöplar	Byggingarvinna við safnæðar o. fl.
Verktaki	Sniðill h.f.	Sniðill h.f.	Sniðill h.f.	Sniðill h.f.
Samningsform	Útboð	Samið án útb.	Samið án útb.	Tímav. grundv.
Dagsetn. samn.	júní 1976	júlí 1976	nóv. 1976	nóv. 1976
Samningsupphæð	3 850 000	41 867 000	18 485 450	
Samþ. til greiðslu				
Samningur	3 688 850	50 413 743	18 395 800	41 628 753
Aukaverk		2 978 290		
Verðbætur		3 309 835	2 210 569	
Fæði frádrag		-2 790 913		-1 367 136
Samtals	3 688 850	53 910 955	20 606 369	40 261 617
Athugasemd	Lokið	Lokið	Lokið	Lokið

Heiti samn.	Uppsetning pípna og skilja	Skiljusmíði	Stálgrindarsmíð	Raflagnir
Verktaki	Stjörnu-stál	Stálsmiðjan	Héðinn	Samraf
Samningsform	Útboð	Útboð	Útboð	Útboð
Dagsetn. samn.	9. ágúst 1976	júlí 1976	okt. 1976	sept. 1976
Samningsupphæð	74 450 929	22 928 000	2 177 600	12 485 242
Samþ. til greiðslu				
Samningur	71 276 495	22 928 000	2 109 752	8 716 088
Söluskattur		5 008 709		843 404
Aukaverk	24 947 776			11 239 864
Verðbætur	8 409 235	2 115 541		2 545 206
Verðhækkunar v. vetrar	49 802 805			1 188 689
Fæði frádrag	-8 224 000			-1 058 750
Samtals	146 212 311	30 052 250	2 109 752	23 474 501
Athugasemd	Lokið	Lokið Ath. Tveir lægst- bjóðendur drógu til- boð sín til baka. Þriðji lægstbjóðandi fullnægði ekki kröf- um um aðstöðu og mannafla. Samið var við fjórða lægstbjóð- anda.	Lokið	Frestað að hluta

Heiti samn.	Suðueftirl.	Hönnun og eftirlit	Lögn safn- æðar að KJ-9	Einangrun í skiljustöð
Verktaki	Ranns.st. iðn.	VIRKIR, VST	Stjörnu-Stál h.f.	Stjörnu-Stál h.f.
Samningsform	Tímavinna	Tímavinna	Samið á grundv. tilboðs	Tímavinna
Dagsetn. samn.			25 000-	
Samningsupphæð	6 394 073.-	136 306 588	16 700 000	Óuppgert
Samþ. til greiðslu				
Athugasemd			Lokið 6/12 '77	Lokið

3.234 Framkvæmdalýsing.

Fyrri hluta árs 1976 var, eins og fyrr hefur verið sagt, mikil óvissa um framhald framkvæmda við gufuveitu fyrir Kröfluvirkjun. Á þessu tímabili lék vafi á, hvort eina vinnsluborholan (hola nr. 3), sem fullgerð hafði verið 1975, yrði virkjunarhæf.

Staðarval borhola var endurskoðað fyrri hluta árs 1976. Eins og fyrr er getið var hönnun gufuveitunnar breytt á þann veg, að frjalsari hendur fengjust um staðarval borholanna, og mögulegt vinnslusvæði stækkaði verulega frá fyrri áformum.

Vegna hinnar breyttu hönnunar gátu framkvæmdir við skiljustöð og aðveituæðar frá þeirri skiljustöð að stöðvarhúsi Kröfluvirkjunar hafist í júlí 1976. Tókst að ljúka þeim verkþáttum að mestu um áramótin 1976/1977, en upphaflegar verkáætlanir miðuðu við þau verklok svo og að lagðir yrðu allt að 1800 m af safnæðum frá skiljustöð að borholum.

Í apríl 1976 var áætlað, að boranir hæfust í júní 1976 og yrði fyrstu holunni lokið um 1. ágúst. Í reynd varð þetta svo, að borun hófst í júlí (KJ-6) og lauk borun þeirrar holu í ágúst 1976. Gögn um staðarval fyrstu borhola lágu að öðru leyti fyrst fyrir 16. ágúst 1976. Var þá ákveðið að bora holur KJ-7 og KG-8, en KJ-6 var þá í borun. Auk þess var þá ákveðið að höggbora á borstað, þar sem síðar var boruð holan KG-10. Litið var þá á virkjun KG-8 sem varamöguleika vegna mikillar fjarlægðar frá skiljustöð, ef aðrar holur boraðar 1976 mistækjust.

Á þessu stigi var ákveðið, að ráðgjafarverkfræðingar hönnuðu safnæð 6, tvær til fjórar safnæðar frá neðra borsvæði (hugsanlega hola KG-5, sem ekki var fullboruð frá 1975, KJ-7 og hugsanlega ein til tvær holur aðrar á því svæði) og eina til tvær safnæðar frá efra borsvæði (holur KG-8 og KG-10). Ákvarðanir um að leggja þessar lagnir yrði hins vegar ekki hægt að taka fyrr en umræddar holur hefðu sýnt, að þær væru virkjunarhæfar.

Í sept. 1976 var lokið mælingum á landi á pípuleiðum safnæða að KJ-6, KJ-7 og holu á neðra borsvæði, sem síðar hlaut heitið KJ-9.

Í lok september var áformað að tengja holurnar KJ-6, KJ-9 og KG-5 á neðra borsvæði, KG-8 og KG-10 á efra borsvæði og í tilgreindri röð, svo fremi að þær reyndust vera virkjunarhæfar. Jafnframt var gerð verkáætlun, sem miðaði við verklok í lok janúar 1977. Um miðjan sept. '76 hófust uppsetningarverk pípuverktakans, en þá hafði verkbyrjun hans dregist um einn mánuð.

Veðurfar á virkjunarstað reyndist vera hagstætt til framkvæmda til loka októbermánaðar, en þá breyttist það mjög til hins verra. Er talið, að frá nóvemberbyrjun hafi ríkt vetrarveðrátta með frostum og talsverðum snjóum.

Framkvæmdir við jarðvinnu og undirstöður fyrir safnæðar hófust í nóvember 1976. Voru þá engar breytingar fyrirhugaðar á áformum um tengingar hola, en borholan KJ-6 hafði þá blásið frá því í byrjun septembermánaðar. Var hún talin virkjunarhæf.

Þar sem ljóst var fyrr um haustið 1976, að framkvæmdir við safnæðar hlytu að færast fram á veturinn 1976 að minnsta kosti, var hönnun safnæðaundirstaða hagað á þann veg, að hægt yrði að steypa stöpla innanhúss í fjöldaframleiðslu. Yrði steyping þeirra þar með óháð veðurfari og verk magn utanhúss verulega minnkað. Öll jarðvinna ásamt útsetningu stöpla og steypingu festla hlaut hins vegar að verða útvinna.

Í nóvember var orðið ljóst, að hola KG-8 yrði ekki virkjunarhæf, sökum lítils afls. Voru þar með frekari áform um gerð safnæðar frá henni felld niður.

Í síðari hluta nóv. 1976 kom enn í ljós, að ekki var unnt að fullgera holu KG-5, þar sem hlykkur reyndist vera í holunni í 46 m dýpi, og komst borinn þar með ekki niður í holuna. Féll þessi hola þar með úr skaftinu. Eftir stóðu þá sem hugsanlegar vinnsluholur holurnar KJ-7, KJ-9, KG-10 og KJ-11 auk holu KJ-6. Var á þessu stigi áformað að haga framkvæmdum við safnæðarnar skv. eftirfarandi framkvæmdaröð: KJ-6, KJ-7, KJ-9, KG-10 og KJ-11, en ákvarðanir teknar eftir því sem virkjunarhæfni kæmi í ljós.

Vinnsluholan KG-10 fór í blástur í byrjun desember 1976. Reyndist hún vera mjög öflug fyrst í stað. Um miðjan desember 1976 voru uppi hugmyndir um bráðabirgðalögn að holunni KG-10, en vegna vetrarríkis á staðnum og einkum uppi á efra

borsvæðinu voru á þessum tíma talin mjög mikil vandkvæði á að framkvæma jarð- og steypuvinnu á þeirri leið svo að forsvaranlegt væri.

Í árslok 1976 var áætlað, að aflstöðin þyrfti að fá gufu til hreinsunar 22. febrúar 1977 og til aflprófunar 20. mars 1977. Voru framkvæmdaáætlanir fyrir gufuveituna á sama tíma miðaðar við, að safnæð 6 yrði gufuheld um 15. janúar 1977 og safnæð 7 yrði gufuheld upp úr miðjum mars, ef hafist yrði handa um lögn safnæðar frá henni.

Upp úr miðjum janúar var komið ljós, að afköst holunnar KG-10 voru orðin mjög lítil. Voru skömmu síðar öll áform um tengingu hennar að svo stöddu lögð til hliðar, enda ekki hafnar framkvæmdir sérstaklega fyrir hana.

Í byrjun febrúar 1977 var borholu KJ-11 hleypt í blástur. Reyndist hún vera talsvert öflug og fljótlega talin virkjunarhæf, enda þótt hún sýndi óvenjuleg merki um óstöðugleika. Var fljótlega ákveðið að hefja framkvæmdir við safnæð að henni.

Á tímabilinu frá ársbyrjun til aprílloka 1977 voru oft miklir erfiðleikar við framkvæmdir utanhúss vegna vetrarveðra og snjóalaga. Við það bættust enn fremur miklar truflanir af völdum gosóróa, og kom fyrir, að öllum mannafla á virkjunarstað væri fyrirskipað að fara burt af staðnum svo og að þeim væri meinaður aðgangur að honum aftur.

Um mánaðamótin apríl—maí var staðan sú, að tengdar voru borholurnar KJ-6, KJ-7 og KJ—11. Var áætlað að byrja að veita gufu niður að aflstöðinni 30. apríl 1977, en því var frestað til 15. maí 1977, þar sem frágangi í stöðinni var ekki lokið og stöðin ekki tilbúin að taka við fyrstu gufunni.

Hinn 1. maí 1977 hófst svo yfirvinnubann hjá öllum verktökum við framkvæmdir í Kröflu. Varð það til þess, að nær allar framkvæmdir lögðust niður þangað til nýir kjarasamningar náðust í lok júní 1977. Voru þá gerðar samræmdar áætlanir á vegum Kröflunefndar og Orkustofnunar, þannig að frá lokum yfirvinnubanns eða verkfalls, ef til þess kæmi, gæti raforkuframleiðsla hafist eftir 32—33 daga. Breyttist þessi tímaáætlun mjög lítið, enda þótt nokkrum framkvæmdum hafi verið haldið uppi á meðan yfirvinnubann og verkföll stóðu yfir.

Prófun á gufuveitu og á aflstöðinni var hætt um miðjan ágúst 1977. Reyndist unnt að láta aðra aflvél virkjunarinnar snúast, og komst hún á tilætlaðan yfirhræða, sem er eitt af prófunaratriðum við vélina. Ekki reyndist unnt að framkvæma aflprófanir á vélinni, því gufu skorti. Á þessum tíma var til ráðstöfunar gufa frá holu KJ-11, en afköst holanna KJ-6 og KJ-7 höfðu dvínað mjög og megnuðu ekki að halda uppi sama gufuþrýstingi og hola KJ-11.

Að loknum fyrrnefndum prófunum var frestað öllum frekari framkvæmdum við gufuveituna. Fyrir lá, að gufumagn var ekki nægilegt til þess að framleiða raforku í aflstöðinni. Unnið var þó að ýmsum frágangsverkum við gufuveituna svo og að tilteknum lagfæringum. Í ljós kom við prófanir á gufuveitunni, að æskilegt eða nauðsynlegt væri að framkvæma þær til þess að tryggja rekstur veitunnar.

Í júlílok hófust aðgerðir við að endurbæta vinnsluholurnar KJ-9, KJ-7, KG-10 og KJ-11. Árangur þessara aðgerða er rakinn annars staðar, en í stuttu máli náðist að auka mjög afl holu KJ-9 og gera við holu KJ-7 þannig að upphaflegt afl náðist aftur. Enn fremur náðist upphaflegt afl aftur í holu KG-10. Varðandi holu KJ-11 hefur afl hennar reynst mjög óstöðugt.

Þessi árangur leiddi til þeirrar ákvörðunar að tengja holu KJ-9, og er þeirri framkvæmd nú lokið. Hins vegar var ákveðið að bíða átekta fyrst um sinn með að tengja holu KG-10. Upp úr miðjum nóvember 1977 var svo komið í ljós, að afl holunnar var fallið og hola því ekki virkjunarhæf sem stendur.

Enn heldur hola KJ-7 virkjanlegum afköstum, og er gufuveitan nú rekin með

gufu frá holunum KJ-7, KJ-6, KJ-9 og KJ-11. Afl KJ-11 hefur sveiflast mjög, eða milli 0-6 MW.

Staða gufuveituf framkvæmda er nú sú, að lokið er að mestu nauðsynlegum prófunum veitunnar, og er hún því tilbúin til rekstrar með fárra daga fyrirvara, sbr. greinargerð um prófanir á gufuveitu Kröfluvirkjunar, des. 1977. (Fskj. 112 og 113).

3.3 Framkvæmdir Rafmagnsveitna ríkisins.

Í byrjun febrúar 1975 fól iðnaðarráðuneytið Rafmagnsveitum ríkisins að sjá um hönnun á 132 KV háspennulínu milli Akureyrar og Kröflu eins og áður er komið fram. Verkið var aðallega fólgið í vali á línustæði, mælingu þess og styrkleikahönnun línunnar svo og gerð kostnaðaráætlunar. Þessu verki var lokið í október 1975 og var talið að línan mundi kosta um 500 milljónir króna.

Rétt er að vekja enn athygli á því, að hluti hringlínunnar frá Akureyri til Kröflu er aðeins óbeint tengdur Kröfluvirkjun sem framkvæmd. Því er mjög vafasamt að taka tillit til kostnaðar svo og framkvæmdar þess verks, þegar verið er að ræða Kröfluvirkjun. Línan frá Akureyri um Kröflu allt til Egilsstaða og síðar meir Hornafjarðar, ásamt Norðurlínunni frá Akureyri til Grundartanga í Hvalfirði, þjónar fyrst og fremst þeim tilgangi að tengja orkuveitukerfi landsins saman. Ef flytja á rafmagn frá Sigölduvirkjun til Egilsstaða þarf Kröflulína að vera til hvort sem Kröfluvirkjun er byggð eða ekki. Þetta virðist hafa misskilist af mörgum, og því er vakin athygli á þessu hér. Að sjálfsögðu nýtist Kröflulína fyrst og fremst til flutnings á rafmagn frá Kröfluvirkjun til Akureyrar og norður og vestur um land, eins Austurlína fyrir flutning á rafmagn frá Kröfluvirkjun austur á land og jafnvel seinna til Hornafjarðar.

Með bréfi iðnaðarráðuneytisins 1. nóv. 1975 var Rafmagnsveitunum svo falið að byggja línuna og annast innkaup á efni til hennar. Skyldi miðað að því, að lagningu línunnar yrði lokið fyrir hátíðar 1976 í samræmi við fyrirhugaða gangsetningu Kröfluvirkjunar.

Sendar voru fyrirspurnir til þeirra efnissala, sem höfðu afgreitt efni til Norðurlínunnar skömmu áður, samkvæmt útboði, um að fá efniskaupasamninga stækkaða sem næmi efni til Kröflulínu í sumum tilvikum. Var einkum um að ræða tréstauro, þverslár, einangrarakeðjur, vír og tengi. Voru þessar fyrirspurnir sendar bréflega á tímabilinu 15.—20. des. 1975.

Við eldgosíð í Leirhnjúk 20. des. 1975 kom til greina að stöðva þessar fyrirspurnir m. t. t. þess, að hætt yrði við línubygginguna. Til þess kom þó ekki, þar sem línan er ekki endilega tengd Kröfluvirkjun og efni til hennar gat notast hvar sem væri í hringlínunni (sjá kafla 4).

Uppsetning staura hófst í byrjun júní 1976. Miðað við allar aðstæður gekk línubyggingin vel, og var aðeins eftir að reisa 80 staura af 610 í lok ágúst 1976.

Þverslár og einangrarar voru settir upp að nokkru leyti samhliða reisingu staura, en nokkuð tafðist að útvega zinkhúðaðar þverslár og setja þær upp, þar sem þörf var slíkra.

Strenging leiðara hófst í lok ágúst 1976. Til þess að flýta verkinu voru tveir flokkar settir í þetta verk, enda nauðsynlegt að ljúka við alla þá línukafla fyrir veturinn, þar sem erfitt yrði um athafnir á þeim tíma. Í október 1976 var þó annar strengingaflokkurinn fluttur í Norðurlínuna, því áhersla var lögð á að tengja hana við Akureyri fyrir jólin 1976. Kom þetta ekki að sök, að því er talið var, því fyrirsjáanlegar tafir voru á verklokum við Kröfluvirkjun.

Eftir áramót var svo hafist handa við að ljúka línubyggingunni, og var henni nær

lokið í mars 1977. Nokkur frágangsvinna var þá eftir, en henni varð lokið þá um vorið og línán tilbúin að svo miklu leyti sem endatengingar hennar voru tilbúnar. Á Akureyri var um að ræða bráðabirgðatengingu, en við Kröflu var um lokafrágang að ræða. Þess skal getið hér, að háspennutengivirkið við Kröflu og þar með línustrenging í því er hluti af verkefni Kröflunefndar. Rafmagnsveiturnar sáu hins vegar um allar strengingar í spennuvirkinu fyrir nefndina.

Kröflulína er nú fullbúin og hefur kostnaður við byggingu línunnar orðið 558 milljónir króna. Vinna hófst við byggingu Austurlínu á árinu 1977 frá Kröflu til Egilsstaða og er áætlað að því verki ljúki á árinu 1978.

Fylgiskjöl:

- 1–49 Umsagnir og ráðleggingar ráðgjafarverkfræðinga Kröflunefndar.
- 50 Umsögn verkfræðinga Kröflunefndar vegna útboðs á stöðvarvarðabústöðum.
- 51 Umsögn verkfræðings Kröflunefndar vegna útboðs á stálgrindahúsi.
- 52–54 Bréf Orkustofnunar til iðnaðarráðuneytisins 22. jan. 1975, 3. mars 1975 og 22. maí 1975.
- 55 Greinargerð um gos í holu 4, Kröflu, meðan á borun stóð. OS (KR/sg) 14. 09. '75.
- 56 Bréf Orkustofnunar til iðnaðarráðuneytisins, 25. nóvember 1975.
- 57 Staðarval borhola í Kröflu 1976. Álitsgerð 7. maí 1976. OS JHD.
- 58 Bréf um staðsetningu borhola í Kröflu 1976. 9. júlí 1976. OS (VS/es).
- 59 Greinargerð iðnaðarráðuneytisins 7. febrúar 1977.
- 60 Trip Report, March 3 – 8, 1977, James T. Kuwada.
- 61 Minnisblað, 16. maí 1977, Karl Ragnars, Valgarður Stefánsson og Guðmundur Einarsson.
- 62–63 Bréf iðnaðarráðuneytisins til OS 6. maí og 23. júní 1977.
- 64 Bréf OS til iðnaðarráðuneytisins 18. júlí 1977.
- 65 Bréf iðnaðarráðuneytisins til OS 20. júlí 1977.
Bréf iðnaðarráðuneytisins til Kröflunefndar 21. júlí 1977.
Bréf OS til iðnaðarráðuneytisins 2. ágúst 1977.
Orðsending til Karls Ragnars frá orkumálastjóra 2. ágúst 1977.
Bréf iðnaðarráðuneytisins til OS, 21. júní 1974.
- 66 Trip Report, August 4 – 9, 1977, James T. Kuwada.
- 67 Bréf til Kröflunefndar, ETE, frá R. S. Bolton 14. sept. 1977.
- 68 Bréf OS til iðnaðarráðuneytisins 12. des. 1977.
- 69. Bréf OS til iðnaðarráðuneytisins 15. maí 1975.
- 70. Bréf iðnaðarráðuneytisins til OS 12. júní 1975.
- 71. Samningur um hönnun Kröfluveitu. OS og ráðgjafarverkfræðingar, Virkir h.f. og Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen s.f., 24. júní 1975.
- 72. Bréf ráðgjafarverkfræðinga til OS 21. nóv 1975. Kröfluveita, skýrsla um forhönnun aðveitu Kröfluvirkjunar, VST og Virkir h.f. nóv. 1975. (Sjá I, 23).
- 73. Bréf ráðgjafarverkfræðinga til OS 20. okt. 1975. Kröfluveita, skýrsla um meðferð affallsvatns frá Kröfluvirkjun, VST og Virkir h.f. okt. 1975. (Sjá I, 22).
- 74. Bréf ráðgjafarverkfræðinga til OS 27. nóv. 1975. Greinargerð til OS um meðferð affallsvatns frá Kröfluvirkjun. VST og Virkir h.f.
- 75–106 Umsagnir ráðgjafarverkfræðinga OS vegna efniskaupa til Kröfluveitu.
- 107 Umsögn ráðgjafa OS vegna tilboða í skiljumsíði, 22. mars 1976.
- 108 Umsögn ráðgjafa OS vegna tilboða í raflagnir, 31. ágúst 1976.
- 109 Umsögn ráðgjafa OS vegna tilboða í síði lokahúss, 19. okt. 1976.

- 110 Umsógn ráðgjafa OS vegna tilboða í uppsetningu á pípum og skiljum.
 111 Umsógn ráðgjafa OS vegna lagningar safnæðar að holu 9, 4. okt. 1977.
 112og113 Greinargerðir um prófanir á gufuveitu Kröfluvirkjunar. 6.– 19. des. 1977.

IV. KAFLI

ÁHRIF ELDSUMBROTA OG ANNARRA NÁTTÚRUHAMFARA Á FRAM- KVÆMDIR VIÐ KRÖFLU.

4.1 Umbrot á Kröflusvæði.

Haustið 1973 og vorið 1974 voru settir upp 3 smáskjálftamælar á Norðausturlandi. Mælarnir eru á Skinnastað í Axarfirði, á Grímsstöðum á Hólsfjöllum og á Húsavík. Í júlí 1975 var bætt við mæli í Reynihlíð, vegna þess að menn höfðu grun um að óvenjulegur órói væri á Kröflusvæðinu. Þegar leið á árið 1975 kom í ljós, að skjálftavirkni var í reynd óvenjumikil á þessu svæði, og var þá bætt við tveimur smáskjálftamælum í viðbót, öðrum við vinnubúðirnar í Kröflu og hinum í Gæsadal. Þessir mælar voru settir í gang í október og nóvember 1975.

Sá órói eða skjálftavirkni, sem hér um ræðir, eru tíðir litlir jarðskjálftar að stærð 0-2 stig á kvarða Richters og finnast því nær eingöngu á mælitækjum. Urðu því menn á vinnusvæðum við Kröflu þeirra lítt varir. Þó fundust allsnarpir kippir í vinnubúðunum við Kröflu þann 27. október 1975, en þar fyrir utan komu engir kippir, sem höfðu truflandi áhrif á mannlífið. (Fskj. 1).

Óróinn á Kröflusvæðinu náði hámarki 20. desember 1975, en þá um morguninn braust út eldgos við Leirhnjúk. Hraungosið var lítið og stóð skamma stund, en breyttist síðan í gufu- og leirgos, sem hélt fram til áramóta.

Samfara þessu gosi hófst mikil skjálftahrina. Byrjaði hún í Kröfluöskjunni, en færðist síðan eftir sprungusveimnum til norðurs. Stærstu skjálftarnir urðu í Kelduhverfi og Axarfirði. Stórir skjálftar urðu á þessum slóðum bæði 25. og 26. des. Hrinan náði hámarki sínu með Kópaskersjarðskjálftanum 13. janúar 1977, sem mældist 6.3 stig á Richterskvarða. Olli skjálftinn miklu tjóni á Kópaskeri og víðar.

Á Kröflusvæðinu náði þessi skjálftahrina hámarki um miðjan janúar 1976, en minnkaði síðan jafnt og þétt í febrúar og mars. Var fjöldi skjálfta á tímabilinu mars-júní um 20 skjálftar á dag á mæli í Reynihlíð. Í júlí byrjaði skjálftavirknin að aukast og hélt svo fram í september. Jafnframt var ört landris á svæðinu, er nam um 7 mm/dag, þar sem það var mest nálægt Leirhnjúki. Um mánaðamótin sept.—okt. varð svo skyndilegt landsig á Kröflusvæði, og minnkaði þá skjálftavirknin. Hófst nú tímabil endurtekinn landrisa og skyndilegra landsiga, og fylgdu þessum atburðum breytingar í skjálftavirkni á nokkuð reglubundinn hátt. Þessi skyndilegu landsig hafa nú orðið átta sinnum. Þrisvar sinnum hefur kvika borist upp á yfirborðið, en það var auk gossins 20. des. 1975, 27. apríl 1977 og 8. sept. 1977.

Eldgosið 20. desember kom að sjálfsögðu miklu umróti á hugi manna. Kröflunefnd kom saman til fundar þann 21. desember til þess að ræða ástandið, en formaður nefndarinnar, Jón G. Sólnes, og Ragnar Arnalds höfðu flogið yfir eldstöðvarnar í Leirhnjúk deginum áður. Kom fram, að eldgosið væri í rénun og mannvirkjunum við Kröflu væri ekki bein hættu búin í bili. Nefndarmenn höfðu áhyggjur af framvindu mála, þar sem gengist hefur verið undir miklar skuldbindingar í sambandi við efniskaup til virkjunarinnar og byggingarframkvæmdarinnar við Kröflu eru á því stigi, að stöðvarhúsið hefur ekki náð endanlegum styrkleika. M. a. hefur enn ekki tekist að steypa ásteypulag ofan á þakplöturnar, sem tryggir burðarþol þaksins. Má varlega

áætla, að verðmæti fjárskuldbindinga vegna Kröfluvirkjunar hafi þannig numið u. þ. b. 2 milljörðum króna um áramótin 1975/76.

Rafmagnsveitur ríkisins, þ. e. rafmagnsveitustjóri, létu í ljós áhyggjur sínar vegna þess, að verið var að ganga frá pöntunum á efni til Kröflulínu (Akureyri — Krafla), og var um það rætt, hvort þeim skyldi frestað. Segja má, að þessi vandi hafi ekki verið svo mikill, vegna þess, að Kröflulína sem slík er hluti 132 kV hringlínunnar umhverfis landið og því meira eða minna óháð því, hvort Kröfluvirkjun er byggð eða ekki. Efni í línuna gat einnig notast til hvaða hluta hringlínunnar sem vera skyldi.

Hvað varðar Orkustofnun voru framkvæmdir á vegum hennar við Kröflu um þessar mundir í algeru lágmarki og búið að flytja borinn Dofra af svæðinu. Framkvæmdaáætlun Orkustofnunar fyrir árið 1976 lá ekki fyrir, svo af ofanrituðu má ráða, að eldgosíð kom á þeim tíma, sem það hafði minnst truflandi áhrif á alla ákvarðanatöku vegna framkvæmdanna.

Um júlín 1975 var því ekki annað að gera en biða eftir frekari framvindu mála og taka framkvæmdaáætlanir til endurskoðunar áður en framkvæmdir ársins 1976 hæfst upp úr miðjum janúar.

Þann 19. janúar 1976 rituðu 4 jarðvísindamenn við Raunvísindastofnun háskólans iðnaðarráðherra bréf, þar sem þeir gera grein fyrir hættuástandi því, sem skapast hefur á Kröflusvæðinu vegna þeirra umbrota, sem þar eiga sér stað. (Fskj. 2). Í niðurlagi bréfsins segir m. a. svo:

„Jarðskjálftahrinan, sem hófst 20. desember 1975 samtímis smágosi við Leirhnjúk, stendur enn og er mjög sambærileg jarðskjálftahrinunum, sem fóru á undan gosinu í Sveinagjá 1875 og fylgdu Mývatnseldum 1724—1729. Í Mývatnseldum liðu rúm tvö ár frá fyrstu byrjun gossins í Leirhnjúk þar til mikið hraunrennsli hófst.

Langvarandi jarðskjálftahrinur eða snarpir jarðskjálftakippir hafa ekki orðið á Mývatnssvæðinu, svo vítað sé, nema sem undanfari eldgosa og samtímis þeim. Hins vegar er vítað um mikla jarðskjálfta í Axarfirði og Kelduhverfi á liðnum áratugum og öldum, þótt ekki hafi gosið þar á sögulegum tíma.

Í ljósi þessara staðreynda verður að telja verulegar líkur á því, að gos taki sig upp aftur á Mývatnssvæðinu. Líklegast er að slíkt framhald eldsumbrota yrði á gossprungunni, sem liggur um Leirhnjúk suður í Bjarnarflag.

Við teljum því óráðlegt að halda áfram framkvæmdum við Kröfluvirkjun öðrum en þeim, sem stuðla að verndun þeirra mannvirkja, sem þegar hefur verið fjárfest í, meðan jarðskjálftahrinan, sem hófst 20. desember 1975, stendur yfir.“*)

Iðnaðarráðuneytið lagði fyrir, að í einu og öllu skyldi farið eftir þessum ábendingum.

Jarðvísindamenn eru nokkurn veginn sammála um eftirfarandi skýringu á þessum atburðum:

Kvika leitar neðan úr möttli jarðar og safnast saman í hólfi á 3 — 7 km dýpi undir Kröfluöskjunni. Við það eykst þrýstingur í skorpunni og landið lyftist. Skyndilegt sig á sér stað þegar kvikan berst út í sprungubeltið, sem nær að sunnan frá Sellandafjalli um Námafjall og Leirhnjúk norður í Axarfjörð. Frumorsök þessara jarðhræringa er landrekið, en við það myndast sprungurnar, sem kvikan leitar eftir.

Rétt er að geta þess, að þó eiginleg eldgos hafi einungis orðið þrisvar sinnum eru allir atburðirnir mjög svipaðir.

*) Undirstrikun ráðuneytisins.

4.2 Áhrif umbrota á framkvæmdir Kröflunefndar.

Strax eftir áramótin 1975/76 var ákveðið að fresta því, að vinna hæfist á ný við Kröflu af hálfu Kröflunefndar. Upp úr miðjum janúar hófst vinna við byggingu stöðvarhússins á ný.

Þann 22. janúar 1976 kom Kröflunefnd saman til fundar á Akureyri til þess að ræða framkvæmdirnar. Formaður nefndarinnar skýrði frá því, að iðnaðarráðherra hefði verið gerð grein fyrir því, að framkvæmdir væru hafnar á ný við byggingu stöðvarhúss virkjunarinnar. Þessar framkvæmdir væru í eðli sínu þannig, að þær hefðu einungis styrkingu stöðvarhússins í för með sér, en húsið, eins og áður er komið fram, væri aðeins hálfbyggt og skorti mikið á, að það hefði náð fullu burðarþoli sínu. Hins vegar væru 4—5 mánuðir þar til vélbúnaður virkjunarinnar tæki að berast til landsins og gæfist þannig umhugsunartími áður en niðursetning véla þyrfti að hefjast.

Á fundinum var lögð fram tillaga að greinargerð Kröflunefndar til iðnaðarráðuneytisins með tilliti til áframhalds virkjunarframkvæmdanna. Greinargerðin var samþykkt samhljóða og undirrituð af öllum nefndarmönnum. (Fskj. 3). Var hún send iðnaðarráðuneytinu 26. janúar.

Í greinargerðinni segir svo í lokaályktun:

„Ganga verður út frá eftirfarandi grundvallarforsendum:

1. Sú höfuðforsenda, er réð því, að hafist var handa um Kröfluvirkjun, gildir enn í dag, þ. e. a. s. rafmagnssveldi Norðurlands.
2. Eðli háhitasvæða landsins og hætta á jarðumbrotum þar voru kunn þegar í upphafi framkvæmdanna. Hönnun virkjunarinnar og staðarvali var hagað samkvæmt því.
3. Framanskráðir atburðir hafa sannað hæfni stöðvarhússins til þess að standast jarðskjálfta, og er þak hússins þó ófrágengið. Engin ástæða er til þess að efast um, að það standist einnig áætlað öskufall.
4. Líkindi á eldsumbrotum eru að mati vísindamanna talsverð, þótt flestum komi saman um, að helst sé þeirra að vænta úr sprungusveimnum, er liggur frá Bjarnarflagi og norður um Leirhnjúk.
5. Margir jarðvísindamenn telja, að Kísiliðjan og Bjarnarflagsfyrirtækin séu í bráðari hættu vegna eldsumbrota en Kröfluvirkjun, sbr. grein Sveinbjörns Björnssonar jarðeðlisfræðings í Þjóðviljanum sunnudaginn 18. janúar 1976.
6. Guðmundur Sigvaldason jarðfræðingur telur hættu vegna jarðskjálfta meiri en hættu af völdum jarðelda á Kröflusvæðinu. Skoðun hans er mikilvæg, þar eð hann er eldfjallafræðingur með reynslu í hagnýtingu svipaðra jarðhitasvæða í Suður-Ameríku á vegum Sameinuðu þjóðanna.
7. Að dómi flestra, er til þekkja, eru íbúðaskálar Kröfluvirkjunar mjög hæfir til að standast áhrif jarðskjálfta án þess að valda skaða á fólki.

Með hliðsjón af framanskráðu teljum við óhjákvæmilegt að halda áfram framkvæmdum til að tryggja öryggi þeirra mannvirkja á svæðinu, sem þegar hefur verið fjárfest í svo skiptir hundruðum milljóna.

Teljum við eðlilegt, að framkvæmdunum verði skipt í tvo meginþætti:

- a) Styrking stöðvarhússins með ásteypu þaks, byggingu gólfa og undirstöðu véla, klæðningu þaks og veggja, svo sem gert er ráð fyrir í byggingaráætlun. Til þess að auðvelda þetta verk þarf að setja upp stöðvarhúskranann.

- b) Ef aðstæður leyfa yrðu vélar settar niður að vori. Mætti breyta því í hvaða röð slíkt yrði framkvæmt með hliðsjón af ástandinu hverju sinni. Talsverðar varúðarráðstafanir yrði að gera til tryggingar öryggi starfsfólks og vélbúnaðar gegn jarðskjálftavirkni.

Hið allra fyrst þyrfti að setja upp sérstaka hallamæla og koma upp aðstöðu til stöðugrar efnagreiningar jarðgufu á Kröflusvæðinu. Að áliti jarðvísindamanna mundi slíkt fyrirkomulag reynast þýðingarmikið viðvörunarkerfi, er sýndi skjótt allar breytingar, sem yrðu á jarðumbrotunum.

Náið samstarf er nauðsynlegt milli framkvæmdaaðila Kröfluvirkjunar, þ. e. a. s. Orkustofnunar, Rafmagnsveitna ríkisins og Kröflunefndar, um varúðarráðstafanir og starfstilhögun í ljósi þessara erfiðu aðstæðna.

Akureyri, 22. janúar 1976.“

Kröflunefnd lét gera athugun á þeirri áhættu, sem stafaði af jarðhræringum á svæðinu, og hvaða áhrif slíkar jarðhræringar gætu haft á byggingu stöðvarhússins og niðursetningu vélbúnaðar. Í greinargerð um jarðskjálftaáhættuna, dagsettri 26. mars 1976 (fskj. 4), kemur fram, að jarðskjálftaáhættan er talin minni en menn höfðu ætlað. Einkum virðist ekki vera teljandi vandamál því samfara að halda áfram byggingarvinnu, þ. e. steypuvinnu, þótt jarðskjálftavirkni haldi áfram.

Í stórum dráttum urðu engar stórvægilegar breytingar á framkvæmdaáætlunum Kröflunefndar vegna eldgossins. Eins og áður er komið fram, var það lán í óláni, að eldgosíð kom á þeim tíma, sem það hafði minnst truflandi áhrif á framkvæmdirnar. Þegar fór að líða fram á vorið 1976 var ekki annað að sjá en skjálftavirknin færi minnkandi og mjög drægi úr eldgosahættunni. Hófst því niðursetning aðalavflvéla í júní 1976, eins og ráð var fyrir gert, með eðlilegum hætti.

Umbrotin hafa haft geysiviðtækar afleiðingar og truflandi áhrif á framkvæmdirnar við Kröflu. Lögð hefur verið sérstök áhersla á það að tryggja öryggi manna og verðmæti á svæðinu sem best. Fullkomnu viðvörunarkerfi hefur verið komið fyrir í virkjuninni og í vinnubúðunum og fjarskiptabúnaður fenginn til þess að öruggt samband væri ætíð við byggð. Á meðan vinna stendur yfir við Kröflu hefur verið 24 tíma vakt á síma virkjunarinnar.

4.3 Áhrif umbrota á framkvæmdir Orkustofnunar.

Orkustofnun sendi frá sér greinargerð í janúar 1976 um „framkvæmdir við Kröfluvirkjun í ljósi jarðskjálfta, sprunguhreyfinga og eldgoshættu“. (Fskj. I, 25). Í greinargerðinni segir m. a.:

Þar sem fyrri tíma eldgos á Námafjalls- og Kröflusvæðinu hafa nokkrum sinnum a. m. k. fylgst að, er hættu á, að gos geti brotist út á Námafjallssvæðinu og þá líklegast á sömu slóðum og gaus í Mývatnseldum. Það mundi hafa alvarlegar afleiðingar fyrir Kísiliðjuna og mannvirkin í Bjarnarflagi, en byggðinni í Reykjahlíð og Vogum væri minni hættu búin, nema mikið hraunmagn kæmi upp.

Lauslega má áætla, að á s.l. 10000 árum hafi komið upp 2—2.5 km³ af hrauni á Kröflusvæðinu. Meira en helmingur þess magns hefur komið í 3 stórum gosum, fyrir á að giska 9000 og 2000 árum og síðast Mývatnseldum. Vegna þess, hve stutt er liðið frá Mývatnseldum, og vegna þess, hve hraunmagn þá var mikið, verður að telja frekar ólíklegt að jafnstórt hraun komi upp þar nú.

Erfitt er að meta áhrif jarðskjálfta á borholur. Hugsanlegt er, að breytingar á holum 2, 3 og 4 við Kröflu megi rekja til jarðskjálfta, en líklegra er þó talið að gosið í Leirhnjúk hafi ráðið þar mestu um. Allar holur við Kröflu og Námafjall eru austan við þann hluta brotabeltisins, sem nú er virkur, en eins og áður er getið er ekki útilokað, að sprunguhreyfingar færast austur á virkjunarsvæðið og skapi þar hættuástand.

Ólíklegt er, að lögn gufuleiðsla frá borholum að stöðvarhúsi þurfi að tefjast þótt einhver skjálftavirkni verði á svæðinu. Álíta verður, að leiðslunum sjálfum sé lítil hættu búin í jarðskjálftunum vegna þess sveigjanleika, sem er í slíku mannvirki.

Kröflunefnd hefur fengið sérfræðilegt álit um áhrif skjálfta á stöðvarhúsið. Kemur þar fram, að húsinu er lítil hættu búin í skjálftum, sem ná allt að styrkleika 7 á Richterkvarða, þegar húsið hefur verið styrkt að fullu. Má telja mjög ólíklegt, að svo sterkir skjálftar verði á þessum stað í gosbeltinu og ætti því hættu fyrir starfsfólk þar að vera hverfandi, þegar styrkingu hússins er lokið. Einnig er nauðsynlegt að Kröflunefnd láti meta áhrif skjálfta og smávægilegra hallabreytinga á nákvæmisvinnu eins og t. d. niðurstöðu véla í stöðvarhúsi.

Ástand og horfur með gufuvinnslu í ljósi nýlegra umbrota á Kröflusvæði.

Forsendur fyrir öflun jarðgufu til Kröfluvirkjunar eru nokkuð breyttar nú, frá því sem var, þegar skýrsla Orkustofnunar: „Krafla — niðurstaða vinnsluborana 1975, horfur um gufuöflun“, kom út í desember s. l.

Þegar eldgosið varð 20. des. s.l. kom fljótt í ljós minnkun á rennsli úr holu 3 og einnig féll þrýstingur í holu 2, en hún hafði staðið lokið undir þrýstingi. Þessi rennslisminnkun í holu 3, sem um áramótin var orðin um 40%, var talin stafa af leir- og gufugosinu, sem varð í Leirhnjúk í lok hraungossins. Rennsli úr holu 3 er enn um 40% minna en upphaflegt rennsli, sem hafði verið óbreytt í 3 mánuði áður en gos hófst. Gufugosinu í Leirhnjúk er hins vegar nú að mestu lokið.

Hola 4 braut af sér holuloka í byrjun janúar og blés eftir það óbeisluð. Magnið úr holunni var mun meira en áður hefur komið úr borholu hér á landi. Þótt erfitt sé að gera sér grein fyrir, hve mikið magnið var, má giska á, að það hafi verið 200 kg/sek, en það svarar til u. þ. b. 15 MW raforkuframleiðslu. Þetta er í rauninni fyrsta vísbending um það, hve holur á þessu jarðhitasvæði geta verið aflmiklar, og er það mjög þýðingarmikil vitneskja. Hins vegar varð fljótlega ljóst, eftir að hola braut af sér holulokana, að hún yrði ekki notuð sem vinnsluhola.

Í ljósi þeirrar reynslu, sem fengist hefur af borun á jarðhitasvæðinu við Kröflu, og viðbragða holanna við þeim umbrotum, sem verið hafa á svæðinu, er nú ljóst, að tæknilegir erfiðleikar við að bora þarna eru meiri en ætlað var. Þess vegna er nú gert ráð fyrir, að fyrstu holurnar, sem boraðar verða á þessu ári, verði grynri en áður var ætlað. Hins vegar verður haldið opnum þeim möguleika að dýpka þær síðar, ef nauðsyn krefur. Með þessu móti verður fengin betri mynd af vinnslueiginleikum svæðisins, áður en dýpri boranir eru framkvæmdar, ef þær reynast nauðsynlegar. Þessi ráðstöfun leiðir af sér, að boranir geta tekið eitthvað lengri tíma en ella, en gerir væntanlega gufuöflunina tryggari.

Hvernig á að standa að áframhaldandi framkvæmdum við Kröfluvirkjun?

Það er ljóst af því, sem að framan er sagt, að hættu á eldgosi á Kröflu- og Námafjallssvæðunum verður að teljast meiri um þessar mundir en hún var talin fyrir

nokkrum mánuðum. Ástæðan fyrir þessu á Kröflusvæðinu er fyrst og fremst skjálftavirknin síðustu vikur, hraungosið 20. des. s.l. og sú staðreynd, að hér er um megineldstöð að ræða. Erfitt er hins vegar að meta hversu líklegt megi telja, að eldgos brjótist út á næstunni, og ef það skeður, hvar það komi og hverju tjóni það muni valda. Leirhnjúkssprungan verður þó að teljast einna líklegastur gosstaður. Fylgst er vandlega með skjálftavirkni á Kröflu- og Námafjallssvæðunum, en af jarðskjálftunum er helst að vænta vísbendingar um gos í aðsigi. Þó verður að varast að draga mjög ákveðnar ályktanir af jarðskjálftunum einum, því að jarðskjálftar hér á landi eru algengir án þess að þeim fylgi gos.

Framkvæmdum við Kröfluvirkjun má skipta í tvo aðalþætti, ef frá er skilin lögn rafliðu. Þeir eru annars vegar gufuöflun (boranir) og bygging gufuveitu, hins vegar stöðvarhús og vélar. Er rétt að ræða þessa þætti hvorn fyrir sig.

Gufuöflunin er forsenda þess, að vélar geti byrjað að framleiða raforku. Frá upphafi hefur framkvæmdum við Kröflu verið hagað þannig, að þessir tveir aðalverkþættir, gufuöflunin og bygging stöðvarhúss með vélum, færu fram samtímis. Með þessu er tekin talsverð áhætta, því að gufuöflunin er óviss þar til boranir hafa farið fram. Á þetta hefur Orkustofnun oft bent, nú síðast í skýrslu um niðurstöður vinnsluborana 1975, sem kom út í desember s.l., nokkru áður en gosið varð. Nú sem stendur verður að telja gufuöflunina í enn meiri óvissu.

Sjálfsgætt virðist að reyna, eftir því sem aðstæður leyfa, að halda fyrri áætlunum um boranir. Það verður þó að gera með fullri aðgát. Kanna þarf hvaða frekari varúðarráðstöfunum verði við komið til að tryggja áhöfn og tækjabúnað borsins gegn hugsanlegum jarðskjálftum. Þetta mál er nú í athugun hjá Orkustofnun og verður nánari greinargerð um það samin síðar. Ekki var fyrirhugað að boranir hæfust á ný fyrr en í mars, þannig að hér er enn nokkur tími til stefnu.

Framkvæmdir við stöðvarhúsið og vélar eru á vegum Kröflunefndar. Telja má sjálfsgæðan hlut að halda áfram með stöðvarhúsið að því marki að gera það eins hæft og verða má til að þola þá jarðskjálfta, sem kunna að koma. Meira álitamál er, hversu hratt sé skynsamlegt að vinna að smíði á vélaundirstöðum og þar á eftir niðurstetningu véla. Koma þar mörg atriði til álita. Fyrst ber að sjálfsgæða að nefna, hvort unnt sé að tryggja öryggi þeirra, er að framkvæmdum vinna. Þar næst þarf að hyggja að því, hvort hætta geti verið á að jarðskjálftar geti eyðilagt mannvirki eins og vélaundirstöður meðan þær eru í smíðum og hafa ekki náð endanlegum styrkleika (sem vafalaust er nægur til að standast jarðskjálfta). Ef slík hætta er umtalsverð gætu orðið meiri tafir við að fjarlægja skemmda mannvirkjahluta en af því að bíða eftir að úr skjálftunum dragi, og kostnaður að sjálfsgæðu verulega meiri. Sams konar mat þarf að fara fram varðandi vélasamstæðurnar sjálfar meðan á niðurstetningu stendur og eftir að þær eru frágengnar svo og varðandi kæliturna, útvirki og annan stöðvarbúnað. Mat á þessu liggur á verksviði Kröflunefndar. Áður er að því vikið, að Orkustofnun telur gufuleiðslunum litla hættu búna af jarðskjálftum.

Við ákvörðun á því, hvort rétt sé að breyta upprunalegri framkvæmdaáætlun við byggingu stöðvarhúss vegna náttúruumbrotanna eða ekki, þarf einnig að taka sfstöðu til þess, hvaða áhrif aukin óvissa um gufuöflun skuli hafa á þá ákvörðun, ef nokkur. Líkurnar á því, að stöðin kunni að standa gufulaus eða gufulítill, ef upprunalegri áætlun er haldið, verða nú að teljast meiri en áður, svo sem fyrr segir. Jafnframt er ljóst af framansögðu, að mannvirki öll eru lögð í vissa hættu meðan jarðskjálftar standa yfir og goshætta þeim samfara. Það er ekki alveg hið sama að leggja stöðvarmannvirki í hættu til að geta sem fyrst farið að framleiða raforku og svo hitt að leggja þau í þessa hættu meðan beðið er eftir gufu. Á móti kemur, að verði stöðvarhúsfram-

kvæmdum seinkað getur svo farið að gufan verði tiltæk áður en þeim lýkur. Þetta tvennt verður að meta og veða áður en ákvörðun er endanlega tekin um tilhögun stöðvarhúsframkvæmda við þær aðstæður, sem nú ríkja á Kröflusvæðinu. Er nauðsynlegt að framkvæmdaáætlun sé sveigjanleg svo hægt verði að mæta sérhverjum óvæntum aðstæðum á skynsamlegan hátt.

Að lokum skal þess getið, að á vegum Orkustofnunar fara fram allumfangsmiklar rannsóknir til að fylgjast sem best með goshættu á Kröflu- og Námafjallssvæðunum. Fylgst verður með sprunguhreyfingum og breytingum á jarðhitasvæðunum. Þá hafa verið gerðar ráðstafanir til að fá vikulegar skýrslur um jarðskjálfta, í stað mánaðarlegra áður. Ætti þetta að auðvelda raunhæft mat á goshættu á hverjum tíma.

Í framhaldi af þessu hóf Orkustofnun rannsóknarstarfsemi og eftirlit með Kröflumegineldstöðinni. (Sjá fskj. I, 39). Verk þetta var unnið í náinni samvinnu við Raunvísindastofnun háskólans, Norrænu eldfjallastöðina og Veðurstofu Íslands.

Pau umbrot, sem verið hafa í gangi á Kröflusvæðinu síðan í desember 1975, hafa einkum haft þau áhrif á aðgerðir Orkustofnunar að skerpa öryggiskröfur við boranir og aðrar framkvæmdir á svæðinu. **Varðandi boranir við Kröflu til gufuöflunar hefur Orkustofnun jafnan verið þeirrar skoðunar, að halda beri áfram borunum, þótt hægt yrði á öðrum framkvæmdum.*)** Þetta kemur m. a. fram í tillögum stofnunarinnar fyrir einstök ár, eins og nánar er rakið í kafla 3.22. Gufuöflun er forsenda allrar virkjunarinnar. Þó viss hætta væri á, að holar skemmdust vegna umbrotanna, var gufuöflunin talin það mikilvægur þáttur virkjunarframkvæmdanna, að rétt væri að taka þessa áhættu. Eftir að fyrstu umbrotahrinunni lauk í febr.-mars 1976 er ekki vitað til, að borholur á Kröflusvæðinu hafi skemmt vegna umbrota.

4.4 Áhrif umbrota á vinnslueiginleika jarðhitasvæðisins í Kröflu.

Hugtakið vinnslueiginleikar jarðhitasvæðis er notað til þess að lýsa þeim eiginleikum, sem taldir eru skipta máli við nýtingu jarðhitasvæðis. Gufuöflun og möguleikar á virkjun eru beint háðir þessum eiginleikum. Nauðsynlegt er að þekkja þessa eiginleika til þess að hægt sé að taka skynsamlega ákvörðun um nýtingu

Vinnslueiginleikar jarðhitasvæðis fela í sér marga þætti og samspil þeirra innbyrðis. Þau atriði, sem einkum eru höfð til viðmiðunar, þegar reynt er að ákvarða vinnslueiginleika, eru t. d.:

- Hitastig í jarðhitakerfi.
- Þrýstingur í jarðhitakerfi.
- Varmainnihald jarðhitavökva.
- Efni uppleyst í jarðhitavökva.
- Gas samfara jarðhitavökva.
- Streymisgerð í jarðhitageymi.
- Streymisviðnám í jarðhitakerfi.

Þá skiptir það einnig miklu fyrir vinnslueiginleika svæðisins, hvernig samspil ofangreindra þátta er. Má þar til nefna hvernig uppleyst efni bregðast við breyttum þrýstingi eða hita — hvort t. d. myndast útfellingar í bergi eða holum. Einnig má nefna það atriði, hvort breyttur þrýstingur skapi suðu í berginu eða streymiseiginleikar breytist á annan hátt.

*) Undirstrikun ráðuneytisins.

Á síðastliðnu ári hefur komið í ljós, að jarðhitasvæðið við Kröflu er allflókið að uppbyggingu. Í Holubrési nr. 7 hefur stuttlega verið lýst helstu einkennum svæðisins.

4.41 Efnafraðilegar breytingar.

Áhrifamestu afleiðingar umbrota og kvikurennslis á Kröflusvæðinu eru breytingar á efnasamsetningu jarðhitavökvans, sem kemur úr borholunum. Þessar breytingar eru svo skyndilegar í tíma og svo stórkostlegar að magni, að þær eru ekki skýranlegar jarðefnafræðilega, nema sem áhrif kvikurennslis í jarðhitakerfunum eða innan áhrifasvæðis þeirra. Sjá skýrslu OS JHD 7640. (Fskj. I, 32).

Þær breytingar, sem fram hafa komið, eru breytingar á gasmagni úr borholum, breytingar á sýrustigi affallsvatns og breytingar á sulfati og kvikasilfri í borholuvökva. Allar þessar breytingar eru á einn eða annan hátt tengdar umbrotum og kvikuhlaupum.

4.42 Þrýstingsbreytingar.

Það sem af er árinu 1977 hefur kvika tvisvar brotist upp á yfirborð. Var það 27. apríl og 8. september. Í bæði skiptin varð þrýstingsaukning í efra jarðhitakerfinu við Kröflu.

Telja má fullvíst, að þrýstingsbreytingar hafi orðið í efra kerfinu í Kröflu við eldgosid í desember 1975. Aðeins óbeinar athuganir eru því til staðfestingar.

Þrýstingur á jarðhitasvæðinu í Námafjalli er nú mun hærri en fyrir umbrotin 1975.

4.43 Sprungumyndanir.

Samfara öllum umbrotum á Kröflusvæðinu hefur verið viss hreyfing á gömlum sprungum og nýjar sprungur myndast. Jarðhitalega séð eru sprungumyndanirnar til góðs, vegna þess að þá brotnar bergið og jarðhitavökvinn á greiðari leið um bergið. Glöggst má sjá þetta núna í Bjarnarflagi. Vegna sprungumyndana þar hefur gufustreymi til yfirborðs aukist svo stórlega, að til verulegra vandræða horfir.

Á Kröflusvæðinu hefur ekki orðið vart við áhrif sprungumyndunar á rennslis-eiginleika jarðhitasvæðisins, en í Námafjalli hefur sprungumyndun og umbrot bæði aukið rennsli úr borholu, en einnig dregið úr rennsli.

4.44 Áhrif umbrota á borholur.

Umbrotin á Kröflusvæðinu hafa skemmt fóðurrör í nokkrum holum. Hafa fóðurrör bæði bognað (KG-5), en einnig farið sundur (KG-3). Í Námafjalli hafa umbrotin haft þau áhrif, að rennsli hefur hætt úr sumum holum (hola 6 og 7), en einnig hefur þar komið fram rennslisaukning samfara umbrotum. Áhrif umbrota geta þannig bæði haft örvandi áhrif á rennsli, en einnig valdið miklum skaða.

4.45 Óbein áhrif umbrota.

Vitneskja um suðu í bergi í neðra kerfi í Kröflu fékkst með vissu seinni hluta árs 1976. Sú spurning hefur því oft komið til umræðu, hvort umbrotin á svæðinu hafa

hleypt jarðhitakerfinu í suðu. Þar sem mælingum á árinu 1974 og 1975 var ekki beinlínis beint að því að athuga gufurensli í jarðhitageymi, liggja ekki fyrir nógu marktæk gögn til að skera úr um þetta atriði. Hins vegar má með athugunum á mæligögnum frá þessum tíma álykta um líkur fyrir því, að þetta hafi gerst. Niðurstaða þeirra athugana er sú, að mjög sennilegt er, að tveggja fasa streymi hafi einnig verið í berginu á árunum 1974 og 1975, með öðrum orðum að umbrotin hafi ekki hleypt jarðhitakerfinu í suðu. Hins vegar hefur suða að öllum líkindum aukist við gasaukninguna.

Marktækustu breytingarnar á vinnslueiginleikum Kröflusvæðis eru breytingar á efnasamsetningu jarðhitavökvans. Þar sem mest á auknu magni af CO₂. Þar sem CO₂ þéttist ekki í vélbúnaði virkjunarinnar er það mikill ókostur, að magn þessarar lofttegundar sé hátt. Hvort aukið magn af CO₂ hefur áhrif á útfellingar kalks í neðra kerfinu er ekki ljóst enn þá. Breytingar á efnainnihaldi jarðhitavökvans eru neikvæðar fyrir nýtingu til raforkuframleiðslu.

Að lokum skal bent á, að umbrotin á Kröflusvæðinu hafa haft áhrif í þá átt að tefja fyrir rannsóknum á vinnslueiginleikum svæðisins. Liggja til þess tvær ástæður. Önnur er sú, að þar sem miklar breytingar hafa verið fyrir hendi hefur þurft lengri tíma en ella að fá fram hve mikill hluti mældra stærða er af völdum umbrota og hve mikill hluti er ótruflaður eiginleiki jarðhitakerfisins. Hin ástæðan er sú, að jafnframt rannsóknum á jarðhitasvæðinu við Kröflu hafa breytingar í borholum verið notaðar til að fylgjast með eldvirkni á Kröflusvæðinu. Viss tími fer því óhjákvæmilega til þessarar starfsemi.

4.46 Samandregnar niðurstöður.

Umbrotin á Kröflusvæðinu hafa haft áhrif á vinnslueiginleika jarðhitasvæðisins við Kröflu. Sakir hins flókna samspils einstakra þátta er ekki einfalt mál að draga ályktun um heildaráhrif umbrotanna á vinnslueiginleika svæðisins. **Að svo miklu leyti sem hægt er að meta þessar breytingar á vinnslueiginleikum svæðisins eru breytingarnar til ills.** Önnur neikvæð áhrif umbrota á Kröflusvæði eru þau, **að borholurnar hafa skemmst vegna hreyfinga lands.**

Ef litið er á hvaða breytinga sé sennilegt að vænta í framtíðinni má nefna eftirfarandi:

- Meðan umbrot standa yfir á Kröflusvæði má alltaf vænta þess, að borholur skemmist á einn eða annan hátt.
- Þó magn CO₂ aukist enn meira á svæðinu, verða jarðefnafræðilegir vinnslueiginleikar varla verri en nú er. Aukið magn af CO₂ mun draga úr nýtni Kröfluvirkjunar.
- Ef breyting verður á sýrustigi eitthvað í líkindum við það, sem gerðist í holu KG-4 í febrúar-mars 1976, má búast við, að fóðurrör skemmist vegna tæringar.
- **Rennsli kviku neðanjarðar í eða mjög nálægt jarðhitakerfinu í Kröflu er að öllum líkindum hættulegra fyrir jarðhitakerfið og vinnslueiginleika þess en eldgos og rennsli kviku á yfirborði jarðar.**

Nánar er fjallað um áhrif umbrotanna í greinargerð dags. 1977-11-28. (Fskj. I, 55).

Fylgiskjöl:

1. Skjálftabréf nr. 4, Nóvember 1975.
2. Bréf 4 jarðvísindamanna R. H. til iðnaðarráðherra, 19. janúar 1975.
3. Greinargerð Kröflunefndar til iðnaðarráðuneytisins, 22. janúar 1976
4. „Jarðskjálftaáhætta á Kröflusvæði“ 22. janúar 1976, Júlíus Sólmes.
„Greinargerð um jarðskjálftaáhöttu á Kröflusvæðinu“, 26. mars 1976, Júlíus Sólmes.

V. KAFLI

BYGGINGARKOSTNAÐUR KRÖFLUVIRKJUNAR.

5.1 Inngangur.

Í þessum kafla verður gerð grein fyrir kostnaði vegna framkvæmda Kröflunefndar og Orkustofnunar við Kröfluvirkjun frá því að undirbúningur hófst 1974. Kostnaður vegna framkvæmda Rafmagnsveitna ríkisins er hins vegar ekki talinn með til framkvæmdakostnaðar virkjunarinnar í samræmi við það, sem kom fram í kafla 3.3. Kom þar fram, að kostnaður við byggingu háspennulínu frá Akureyri til Kröflu á vegum Rafmagnsveitna ríkisins nam 558 milljónum króna.

Í þeim töfluyfirlitum, sem fara hér á eftir, er því aðeins að finna sundurliðaðan byggingarkostnað beggja fyrrgreindra aðila fram til ársloka 1977. Reynt hefur verið að áætla kostnað vegna lúkningar framkvæmdanna, þannig að Kröfluvirkjun sé fullbúin og skili 60 MW afköstum. Er þannig talið, að Kröfluvirkjun fullgerð muni kosta um 11 milljarða króna miðað við verðlag í árslok 1977. Þessi upphæð svo og aðrar kostnaðartölur, sem hér verða sýndar, eru án vaxta- og fjármagnskostnaðar. Er það í samræmi við venjur um uppgjör byggingarkostnaðar stórvirkjana hér á landi. Til dæmis mun byggingarkostnaður Þjórsárvirkjananna talinn á þennan veg af hálfu Landsvirkjunar.

Hvað varðar vaxtagjöld og endurmat lána vegna gengishreyfinga má vísa til ríkisreikninga fyrir árin 1976 og 1977. Þar kemur fram, að vextir á byggingartíma og endurmat lána vegna framkvæmda Kröflunefndar, miðað við árslok 1977, nemur samtals um 2.5 milljörðum króna, þar af vextir um 700 milljónum króna. Vextir og endurmat lána vegna framkvæmda Orkustofnunar hefur hins vegar ekki verið gert upp.

Þess skal getið, að framkvæmdir beggja framkvæmdaaðila hafa að nokkru leyti verið fjármagnaðar með innlendum spariskírteinalánum, sem bera fullar vísitölubætur. Slíkt mun nær einsdæmi um byggingu stórvirkjana á Íslandi, sem hafa hingað til verið fjármagnaðar með hagstæðustu faanlegum erlendum lánum hverju sinni.

Svo sem áður hefur verið vikið að, teljast framkvæmdir og kostnaður vegna Kröfluvirkjunar hefjast á árinu 1974. Það er álitamál, hve mikill hluti rannsóknarkostnaðar, þ. e. kostnaður vegna jarðeðlisfræðilegra frumrannsókna á Kröflu- og Námafjallssvæðinu, skuli tekinn með í eiginlegum virkjunarkostnaði Kröfluvirkjunar. Frumrannsóknir á árunum 1970—1973 voru að miklu leyti almenns eðlis og tengdust upplýsinga- og þekkingaröflun varðandi nýtingu háhitasvæða landsins í heild. Svipað má segja um fyrstu boranir, þ. e. rannsóknarboranirnar 1974, en kostnaður vegna þeirra nam 36.2 milljónum króna.

Boranir ársins 1975 tókust illa, að einhverju leyti, að því er virðist, vegna reynslu- og þekkingarskorts og ónógs tækjabúnaðar. Því hefur verið bent á af ýmsum aðilum, að kostnaður vegna borana 1975, sem nam 213,4 milljónum króna, sé í raun kostnaður vegna kaupa á reynslu og þekkingu, sem á eftir að koma til góða við virkjun allra háhitasvæða landsins, eins og raunar Kröfluvirkjun öll.

Í yfirlitum yfir heildarkostnað vegna virkjunar Kröflu eru þó báðar ofangreindar tölur reiknaðar með, en kostnaði vegna frumrannsóknanna 1970—'73 sleppt, svo sem áður kom fram.

Sennilega er ekki hægt að meta verðmæti þeirrar þekkingar, sem hefur fengist við virkjun Kröflu, til peninga, einkum ef tekið er tillit til þess, að langmestur hluti orkuforða Íslands liggur í háhitasvæðum landsins. Það er hins vegar víst, að við stöndum öðruvísi og betur að vígi en áður við frekari virkjun háhitasvæða Íslands. Erfiðleikar og tæknileg vandamál við virkjun háhitasvæða landsins til raforkuframleiðslu eru nú ljósari en áður og þar með lausn þeirra.

5.2 Yfirlit yfir byggingarkostnað Kröfluvirkjunar.

Heildarbyggingarkostnaður Kröfluvirkjunar og sundurliðun hans er sýnd í nokkrum yfirlitstöflum, sem fara hér á eftir.

Í töflu 1 er yfirlit yfir heildarkostnað framkvæmda Kröflunefndar og Orkustofnunar á árunum 1974—1977 á verðlagi hvers árs. Þá hefur verið áætlað hversu mikið það muni kosta að ljúka öllum framkvæmdum við virkjunina, þ. e. að hún sé fullbúin og skili fullum afköstum (60 MW). Verð þessara framkvæmda er áætlað miðað við verðlag í lok árs 1977.

Kostnaður vegna lúkningar framkvæmda Kröflunefndar hefði orðið mun minni en ella, ef framkvæmdum hefði verið haldið óslitið áfram þar til þeim var að fullu lokið. Verkpættirnir, sem eftir eru, þ. e. uppsetning og frágangur á vélasamstæðu nr. 2, eru hrein endurteking á sams konar verkþáttum vegna fyrri vélasamstæðunnar. Allir verksamningar, en þeir náðu yfir verkið í heild sinni, gerðu ráð fyrir, að seinni verkpættirnir ynnust á miklu skemmri tíma en þeir fyrri vegna þessa. Var viðbótar-kostnaður vegna seinni vélasamstæðunnar því hlutfallslega lítill. Þessi hagnaður kemur nú til með að tapast að mestu leyti, þar sem langur tími mun sennilega líða þar til niðursetning seinni vélasamstæðunnar hefst. Verður að semja um þessa verkpætti á nýjan leik, og er jafnvel við að búast, að nýir og óreyndir verktakar komi þá til. (Sbr. viðbótarkostnað í töflu 2).

Kostnaður vegna lúkningar framkvæmda Orkustofnunar, þ. e. gufuöflun fyrir virkjunina, er hins vegar mjög óljós vegna óvissu um þann fjölda borhola, sem þarf að bora til þess að tryggja aflstöðinni næga gufu (fyrir 60 MW framleiðslu). Í töflu nr. 1 hefur verið reiknað með því, að það þurfi að bora 11 nýjar vinnsluholur og hægt sé að hreinsa og endurvinna að minnsta kosti tvær gamlar borholur (sennilega holur 3 og 10). Þá er gert ráð fyrir, að byggð verði gufuskiljustöð fyrir seinni áfanga virkjunarinnar hliðstæð þeirri, sem þegar hefur verið reist í Leirbotnum, og gengið frá tengingum allra nýtilegra borhola. Engin ákvörðun hefur verið tekin um ofangreindar viðbótarframkvæmdir.

Í frumhönnunarskýrslu ráðgjafarverkfræðinga Kröflunefndar, frá apríl 1975 (fskj. II, 16), var gerð sundurliðuð kostnaðaráætlun yfir framkvæmdir Kröflunefndar miðað við bandaríkjadali. Kemur þar fram, að heildarkostnaður Kröflunefndarhlutans er talinn 25 510 þúsund bandaríkjadalir. Þessi kostnaðaráætlun hefur

Tafla 1: Heildarbyggingarkostnaður í milljónum króna, án fjármagnskostnaðar.

	1974	1975	1976	1977	Samtals til ársloka 1977	Áætlaður viðbótarkostn. (verðlag 1977)	Áætlaður heildarkostn. (verðlag 1977)
Króflunefnd	1,6	603,2	3 414,0	1 362,5	5 381,3	780,0	6 161,3
Orkustofnun	36,2	227,3	1 138,0	869,9	2 271,4	2 791,0	5 062,4
Samtals:	37,8	830,5	4 552,0	2 232,4	7 652,7	3 571,0	11 223,7

Tafla 2: Samanburður byggingarkostnaðar og kostnaðaráætlunar vegna framkvæmda Kröflunefndar í þúsundum bandaríkjadala.

	1974	1975	1976	1977	Samtals til ársloka 1977	Áætlaður viðbótar- kostnaður	Áætlaður heildar- kostnaður
Upphafl. kostn.áætlun		4 693	20 817		25 510		25 510
Endurskoðuð kostn.áætlun		6 705	19 505	1 290	27 500*		28 450**)
Rauverul. byggingarkostn. (tafla 1)	16	3 916	17 245	6 837	28 014	3 120	31 134

*) 2. ágúst 1975.

***) nóvember 1976.

að sjálfsgöðu verið endurskoðuð reglulega, og hefur hún hækkað um það bil um 12%. Stafar það fyrst og fremst af viðbótum, þ. e. auknum tækjabúnaði, sem ekki var tekinn með í upphaflegri áætlun, svo og framkvæmdatöfum þeim, sem lýst var í III. kafla. Þar fyrir utan kemur svo kostnaðaraukinn, sem stafar af seinkun á lúkningu framkvæmdanna um ófyrirséðan tíma eins og áður var getið.

Í töfluyfirliti 2 er gerður samanburður á raunverulegum byggingarkostnaði í bandaríkjadölum og upphaflegri og endurskoðaðri kostnaðaráætlun. Byggingarkostnaður hvers árs (tafla 1) er umreiknaður á meðalgengi bandaríkjadals fyrir það ár. Viðbótarkostnaðurinn hins vegar er umreiknaður á gengi bandaríkjadals í árslok 1977. Ekki er hægt að gera slíkan kostnaðarsamanburð á framkvæmdum Orkustofnunar, enda eru kostnaðaráætlanir hennar allar gerðar í íslenskum krónum.

Í töflum 3A og B er byggingarkostnaður beggja framkvæmdaðila sundurliðaður eftir tegundum útgjalda. Er þar stuðst við þá tegundaskiptingu, sem er notuð í ríkisreikningunum.

Hvað varðar Kröflunefnd (tafla 3A) er fyrst að telja greidd laun til starfsmanna nefndarinnar, þ.e. framkvæmdastjóra, verkfræðinga, skrifstofufólks og vélgæslumanna, einnig lausráðinna starfsmanna við Kröflu. Þóknun til nefndarmanna, en hún er höfð hin sama og þóknun, sem er greidd stjórnarmönnum í stjórn Laxárvirkjunar, er einnig talin með í þessum lið. Samtals nema þessar greiðslur um 150 millj. kr. Akstur og flutningskostnaður, einkum skipafarmgjöld og flutningur á tækjum og búnaði frá Húsavík til Kröflu, svo og bílaleigubílar, nemur orðið 145 millj. króna. Greiðslur til ráðgjafarverkfræðinga nefndarinnar nema orðið um 650 millj. kr., en greiðslur til innlendra verktaka um 1850 millj. kr. Vélar og tæki, hús og ýmis búnaður, sem endanlega hefur verið komið fyrir, telst til eignakaupa. Þau nema orðið röskegla 2 milljörðum kr. Kröflunefnd hefur haft nokkrar tekjur vegna fæðissölu til annarra aðila, fyrst og fremst Orkustofnunar og verktaka hennar, enn fremur tekjur af leigu á byggingarkrana og vörulyfturum, sem nefndin á og rekur. Eru þessar tekjur láttnar koma til frádráttar byggingarkostnaði.

Hjá Orkustofnun (tafla 3B) er fyrst og fremst um að ræða efniskaup, fóðurrör í borholur, rör og efni í gufulagnir o. fl., sem samtals nemur um 650 millj. kr. Akstur og flutningar, þar með bílaleigubílar, nema samtals um 270 millj. kr. Greiðslur til ráðgjafarverkfræðinga nema um 160 millj. kr., en til verktaka um 570 millj. kr. Greiðslur til Jarðhitadeildar Orkustofnunar vegna sérfræðinga deildarinnar, sem hafa starfað við Kröflu að rannsóknarstörfum vegna gufuöflunarinnar, nema orðið 54 millj. kr. Þar í er enn fremur reiknað kaup stjórnunaraðila Orkustofnunar vegna framkvæmdanna við Kröflu. Jarðhitadeild, svo sem aðrar deildir Orkustofnunar, hefur ákveðnar fjárveitingar til starfsemi sinnar. Þar sem deildin selur ekki þjónustu sína í venjulegum skilningi mun ofangreind fjárhæð vera komin til vegna þess, að fjárveitingar hafa ekki nægt. Þá eru greiðslur til Jarðborana ríkisins, sem hafa framkvæmt allar boranirnar við Kröflu sem verktaki á samningi við framkvæmdaraðila, þ. e. Orkustofnun. Er hér fyrst og fremst um að ræða beinan borkostnað, sem samtals er orðinn um 490 millj. kr.

Að lokum er byggingar- og framkvæmdakostnaður beggja framkvæmdaðila sundurliðaður eftir viðfangsefnum í töflum 4A og B. Kemur þar m. a. fram kostnaður vegna borananna og gufuveitunnar, svo og stöðvarhúss, starfsmannahúsa, kæliturna, véla- og rafbúnaðar virkjunarinnar m. m.

Tafla 3A: Sundurliðaður framkvæmdakostnaður Kröflunefndar. Stöðvarhús og véla- og rafbúnaður. Háspennutengivirki, aðstaða og skrifstofu- og stjórnunarkostnaður.

Tegundaskipting	1974	1975	1976	1977	Samtals til ársloka 1977
Laun og launatengd gjöld	1,0	5,0	40,8	100,9	147,7
Efniskaup og ýmsar vörur	–	17,4	273,8	177,8	569,0
Ýmis þjónusta, akstur og flutningar	0,3	10,7	75,7	58,3	145,0
Sérfræðiþjónusta, einkum verkfr.	0,3	247,9	249,1	150,8	648,1
Verkkaup, verktakar og verkstæði	–	322,8	742,3	794,0	1 859,1
Tryggingar og skattar	–	1,4	21,9	7,8	31,1
Eignakaup (vélar og tæki)	–	–	2 037,7	81,0	2 118,7
Styrkur, björgunarsveit	–	–	0	0,3	0,3
Samtals	1,6	605,2	3 441,3	1 370,9	5 419,0
Tekjur, vextir af bankainnstæðum	0	1,9	9,8	3,1	14,8
Tekjur, vélaleiga, fæðissala o. fl.	–	–	17,6	5,2	22,8
Samtals kostnaður	1,6	603,3	3 413,9	1 362,6	5 381,4

Tafla 3B: Sundurliðaður framkvæmdakostnaður Orkustofnunar. Jarðboranir, gufuaðveita og rannsóknar- og stjórnunarkostnaður.

Tegundaskipting	1974	1975	1976	1977	Samtals til ársloka 1977
Laun og launatengd gjöld		–	7,0	15,6	22,6
Efniskaup og ýmsar vörur		99,3	336,5	212,1	647,9
Ýmis þjónusta, akstur og flutningar		29,0	122,1	114,5	265,6
Sérfræðiþjónusta, einkum verkfr.		11,6	74,3	76,6	162,5
Verkkaup, verktakar og verkstæði		12,7	285,1	267,7	565,5
Vextir, tryggingar o. þ. h.		0,0	0,1	0,6	0,7
Eignakaup (vélar og tæki)		0,4	3,4	20,0	23,8
Þjónusta OS (aðallega JHD)			22,0	32,4	54,4
Þjónusta, Jarðboranir ríkisins		74,3	287,5	120,4	492,2
Rannsóknarboranir 1974	36,2				
Samtals kostnaður	36,2	227,3	1 138,0	869,9	2 271,4

Tafla 4A: Framkvæmdakostnaður Orkustofnunar sundurliðaður eftir viðfangsefnum. Jarðboranir, gufuaðveita o. fl.

Viðfangsefni	1974	1975	1976	1977	Samtals til ársloka 1977
Jarðboranir	36,2	213,4	704,0	451,3	1 404,9
Gufuaðveita		–	314,8	315,5	630,3
Verkfræðipjónusta		10,8	71,9	68,6	151,3
Pjónusta OS (aðallega Jarðhitad.)		–	22,0	32,4	54,4
Tilraunagufuskilja		3,0	9,9	0,5	13,4
Stálgrindahús		–	10,9	0,1	11,0
Rannsóknahús		–	4,5	0,2	4,7
Tæringarprófanir		–	0,1	1,3	1,4
Samtals kostnaður	36,2	227,2	1 138,1	869,9	2 271,4

Tafla 4B: Framkvæmdakostnaður Kröflunefndar sundurliðaður eftir viðfangsefnum.

Viðfangsefni	1974	1975	1976	1977	Samtals til ársloka 1977
Hús og byggingar virkjunarinnar	0	236,3	264,0	96,0	596,3
Kæliturnar	0	10,0	215,0	35,0	260,0
Véla- og rafbúnaður	0	0	2 152,0	556,0	2 708,0
Háspennutengivirki	0	1,0	111,0	18,0	130,0
Sérfræðipjónusta, einkum verkfr.	0,3	247,9	249,1	150,8	648,1
Ýmis þjónusta og kostnaður	1,3	14,1	171,8	291,8	479,0
Starfsmannabústaðir	0	0	54,0	124,0	178,0
Vöruskemma	0	0	4,0	26,0	30,0
Vinnubúðir	0	94,0	193,0	65,0	352,0
Samtals kostnaður	1,6	603,3	3 413,9	1 362,6	5 381,4

5.3 Aukakostnaður vegna framkvæmdahraða?

Um það hefur oft verið spurt, hvort hinn mikli framkvæmdahraði, einkum á hluta Kröflunefndar, hafi orsakað kostnaðarauka, t. d. í formi samningsbundinna áлага til verktaka og efnissala, eða á annan hátt orðið til þess að gera allt verkið dýrara en ella. Í stórum dráttum verður að svara þessari spurningu neitandi, þ. e. enginn beinn kostnaðarauki hefur orðið vegna hins mikla framkvæmdahraða. Þvert á móti má ætla, að verulegur sparnaður hafi orðið vegna framkvæmdahraðans, t. d. vegna mikillar verðbólgu og fjármagnskostnaðar. Alla vega er ljóst, að hagnaður vegna mikils framkvæmdahraða er mun meiri heldur en kostnaður vegna hans.

Ef efniskaupasamningar Kröflunefndar eru skoðaðir kemur í ljós, að hvergi er samið um aukaálag vegna skamms afgreiðslutíma. Tímaáætlun verksins fylgdi öllum

efnisútboðum nema við kaupin á aðalaflvélum. Framleiðendum var því í sjálfsveld sett hvort þeir treystu sér til þess að bjóða efni og búnað til afgreiðslu innan þess tíma, er áætlunin gerði ráð fyrir.

Hugsanlegt er, að fleiri tilboð og jafnvel ódýrari hefðu fengist, ef útboðs- og afhendingartími hefði verið lengri. Um það er ekkert hægt að segja annað en ólíklegt er, að nokkur sparnaður hefði áunnist vegna verðbótaákvæða, sem fylgdu nær öllum efniskaupasamningum. Svipaða sögu má segja um efniskaup Orkustofnunar.

Hvað varðar kaupin á aðalaflvélunum var í útboðsbréfinu (fskj. II, 10) talað um, að fyrri vélin skyldi smíðuð og komin á virkjunarstað innan 24 mánaða frá dagsetningu tilboðs og seinni vélin 3 mánuðum síðar (þ. e. 15. janúar 1977 og 15. apríl 1977). Þegar svo tilboð hinna erlendu vélaframleiðenda bárust var ljóst, að miklu styttri afgreiðslufrestur var boðinn. Slíkt var að sjálfsgöðu á valdi framleiðenda. Var að lokum gengið frá samningum um kaup á aðalaflvélum, sem gerðu ráð fyrir 14 og 16 mánaða afgreiðslutíma á tveim aflvélasamstæðum virkjunarinnar. Kom þessi afgreiðslutími til með að stjórna öllu verkinu eftir það, þ. e. tímaáætlun virkjunarinnar hlaut að miðast við hann.

Það hefur áður komið fram, að kaupskilmálar og verð aðalaflvéla voru óvenjuhagstæð. Töldu hinir bandarísku ráðgjafar, að þetta væru einhverjir bestu samningar, sem þeir hefðu stuðlað að um 10 ára skeið. (Sjá 2.33 og 3.14).

Þá má benda á, að við undirritun kauploforðsbréfsins (fskj. II, 12) kom upp sá misskilningur, að framleiðandi (Mitsubishi) taldi sig hafa gefið upp verð miðað við afgreiðslu FOB höfn í Japan. Formaður Kröflunefndar taldi hins vegar, að það kæmi fram í skjölum, að um væri að ræða verð miðað við afgreiðslu CIF Húsavík. Eftir erfiðar samningaviðræður féllust japönsku fulltrúarnir að lokum á það sjónarmið, og þannig voru samningarnir gerðir. Mun þetta hafa sparað um 21 milljón króna í flutningsgjöld.

Seinna tókst formanni nefndarinnar að fá japanska framleiðandann til þess að falla frá þeirri kröfu, að erlend bankatrygging yrði keypt vegna aflvéla kaupalánsins í Bank of Tokyo. Í ferð formanns Kröflunefndar til Tokyo í október 1975 náðust samningar um, að íslensk bankatrygging skyldi látin nægja. Spöruðust þannig milljónir króna.

Hvað varðar vinnu verktaka við Kröfluvirkjun má segja, að í stórum dráttum hafi ekki verið um nein aukaálög að ræða vegna mikils framkvæmdahraða. Á slíkt er hvergi minnst í verksamningum Kröflunefndar og Orkustofnunar.