

GUFUÖFLUN FYRIR KRÖFLUVIRKJUN 1977

Valgarður Stefánsson

Karl Ragnars

Kristján Samundsson

INNGANGUR

Öflun gufu til Kröfluvirkjunar hefur ekki gengið svo sem áætlað hefur verið. Magn og gæði þeirrar gufu sem nú er fyrir hendi er slík að óljóst er hvernig rekstri stöðvarinnar verður háttað næstu árin. Af þessum sökum virðist nauðsynlegt að taka til nákvæmrar endurskoðunar stefnu í gufuöflunarmálum Kröfluvirkjunar. Æskilegt þótti að taka vandamálið fyrir á breiðum grundvelli þannig að sem flestar hliðar málsins komi fram við ákvarðanatöku í þessu máli. Sem dæmi um vinnuaðferðir, sem jarðhitadeild hefur notað til að grundvalla tillögur sínar á má nefna:

Bæði þeir sérfræðingar, sem vinna sérstaklega að málefnum Kröflu og þeir sem sinna öðrum jarðhitarannsóknum, hafa tekið þátt í umræðum og verið til ráðgjafar um þessi mál.

Vinnuhópur um tæringarhættu í Kröflu hefur hafið samvinnu við Korrosionscentralen í Kaupmannahöfn og hafa sérfræðingar þeirrar stofnunar komið til Íslands og kynnt sér aðstæður. Dönsku sérfræðingarnir hafa skilað frumáliti.

Dagana 15. og 16. febrúar boðaði Orkustofnun til fundar að Nesjavöllum þar sem voru komnir fulltrúar frá jarðhitadeild, jarðboranadeild, Kröflunefnd, ráðgjafarverkfræðingum Orkustofnunar og ráðgjafarverkfræðingum Kröflunefndar auk sérstakra ráðgjafa Orkustofnunar. Fundarmenn ræddu vandamál Kröfluvirkjunar á breiðum grundvelli og var tiltölulega góð samstaða fundarmanna um leiðir til gufuöflunar.

Í fyrirbyggjandi skýrslu er greint frá þeim leiðum til gufuöflunar, sem jarðhitadeild hefur tekið til athugunar. Reynt er að bera saman kosti og galla þessara valkosta og gerðar tillögur um aðgerðir til gufuöflunar á árinu 1977. Rétt er að geta þess að þær tillögur, sem fram koma í þessari skýrslu eru í samræmi við skoðanir alls þorra fundarmanna á Nesjavöllum.

Í þessari skýrslu er aðeins fjallað um mögulegar leiðir til gufuöflunar fyrir Kröfluvirkjun, en ekki tekið til meðferðar hvernig orkubörf á Norðurlandi verði best og haganlegast leyst.

## UMBROT Á KRÖFLUSVÆÐINU

Meira en ár er nú liðið frá því gaus á Leirhnjúkssprungunni og stórfelldar sprunguhreyfingar urðu á sprungusveimnum, sem liggur gegnum Kröfluöskjuna norður í Kelduhverfi. Með margs konar mælingum hefur síðan verið fylgst með jarðskorpuhreyfingum á Kröflusvæðinu og menn komið sér niður á sennilega skýringu fyrirbærunna.

Sú skýring er í stuttu máli þannig, að hraunkvika streymi af miklu dýpi í kvikuhólf á 3-7 km dýpi í rötum Kröfluöskjunnar. Kvikustreymið er tiltölulega jafnt og stöðugt og hefur verið áætlað um 3-5 m<sup>3</sup>/s. Kvikan veldur auknum þrýstingi í kvikuhólfinu, sem kemur fram í jöfnu landrиси. Það hefur verið mest nærri Leirhnjúk um 8 mm/sólarhring. Snögg landsig hafa orðið í þrjú skipti frá því í lok sept. '76 (sjá l. mynd). Talið er að þau séu afleiðing þess, að kvika hafi flætt úr kvikuhólfinu undir Kröflusvæðinu norður eftir sprungusveimnum, þegar ákveðnum þrýstingi í því var náð. Samtímis þessum kvikuhlaupum hafa sprungur þar norður frá (í Gjástykki) gliðnað um tugi cm. Virðist aðeins stærðarmunur en ekki eðlismunur á þessum síðustu kvikuhlaupum og stóru hrinunni 20. des. '75, þegar eldgos varð á Leirhnjúkssprungunni. Frumorsök sprunguhreyfinganna er landrekið, en eldri og yfirstandandi brotahreyfingar nyrðra benda til, að þær komi fram a.m.k. að hluta í rykkjum með 100-150 ára hléum á milli. Í hléunum hleðst upp spennan sem losnar um í brotahreyfingunum. Land hefur nú gliðnað um ca. 1 m á stórum hluta sprungusveimsins milli Leirhnjúks og Kelduhverfis, og hefur sú gliðnun átt sér stað í smárykkjum í sambandi við undanfarin kvikuhlaup. Enda þótt beinar mælingar liggi ekki fyrir á gliðnuninni má ætla, að hún sé nú tiltölulega jöfn orðin norður eftir öllum sveimnum. Óttast því margir, að gliðnunarrykkir þar norður frá séu úr sögunni í bili. Sprungusveimurinn getur þá ekki skapað rúm fyrir kviku úr þrónni undir Kröfluöskjunni, næst þegar veggir hennar bresta.

Gosspár eru tvenns konar, þær má byggja annars vegar á jarðfræðilegum gögnum, hins vegar á jarðeðlisfræðilegum mælingum. Jarðeðlisfræðin notar mælitækni og er algengast að mæla skjálftavirkni og hallabreytingar lands til að segja fyrir um hvar og

hvenær gos verði. Hafa mælingar á þessu tvennu gefið góða raun á Kröflusvæðinu til að segja fyrir um yfirvofandi hættuástand. Jarðfræðin reynir hins vegar að afla þekkingar á hegðun fyrri gosa og er reynt út frá því, sem um þau er vitað að gera sér grein fyrir því, hvernig nýtt gos muni þróast. Á Kröflusvæðinu hefur aðeins orðið eitt gos á sögulegum tíma, sem heimildir eru um, og er eðlilegt að gera samanburð við það. Jafnframt hefur verið reynt með því að rannsaka menjar forsögulegra gosa að gera sér grein fyrir gossögunni þ.e. ákvarða tíðni, gerð og magn gosefna í fyrri gosum. Í almennri gossþá er þá tekið mið af þeirri reynslu, að eldgos í sama eldfjalli hegða sér oft svipað enda þótt magn gosefna og lengd gosa kunní að vera nokkuð breytileg.

Almennt séð má draga þá ályktun, að yfirstandandi umbrot líkist mjög aðdraganda hraungossins í Mývatnseldum. Til nánari skýringar vísast í mynd 2, sem sýnir helstu viðburðina í rás Mývatnselda. Skjálftahrinur þar, sem getið er um á árinu 1725 má í ljósi yfirstandandi umbrota túlka, sem kvikuhlaup suður eftir sprungusveimnum frá Leirhnjúkssvæðinu, enda er samtímis getið um sprungumyndanir á þeirri leið. Yfirstandandi umbrotum er ekki lokið svo sem áframhaldandi landris og fjölgun smáskjálfta síðustu daga sýnir gleggst, og má út frá þessu tvennu gera ráð fyrir nýjum tíðindum af Kröflusvæðinu fyrstu dagana í mars. Erfitt er að sjá fyrir hvað gerast muni. Ef sprungusveimurinn norðan Kröflu gliðnar ekki frekar en orðið er, þarf naumast að gera ráð fyrir frekari kvikuinnskötum þangað norður eftir. Þá er sá möguleiki fyrir hendi, að sprungusveimurinn opnist suður eftir eða beint upp og eldgos verði. Einnig er hugsanlegt, að kvikan geti þrengt sér út í smáinnskot innan Kröfluöskjunnar umhverfis eða ofan við kvikuhólfið.

Helstu hætturnar sem steðja að mannvirkjum vegna áframhaldandi umbrota eru einkum þrenns konar: 1) af völdum hraunrennslis, sem gati eyðilaggt mannvirki, 2) af völdum kvikuinnskota í jarðhitakerfið, sem orsakað geta frekari breytingar á því, og 3) af völdum sprungumyndunar á virkjunarsvæðinu. Minni hætta stafar af gjóskufalli svo framarlega sem einungis yrði um að ræða hraungos á Leirhnjúkssprungunni. Fólki er hinsvegar mest hætta af þeytigosí og því meiri hætta sem gosið er nær vinnu-

**ORKUSTOFNUN**

svæðinu. Rætt hefur verið um að gera varnargarð til að bægja frá hraunrennsli ofan í Leirbotna en ekki orðið úr framkvæmdum. Áhrif kvikuinnskota í jarðhitakerfið sýndu sig sl. vetur, en þá breyttust holur 3 og 4 mjög mikið.

Sprungumyndanir hafa einkum gert vart við sig vestan hins eiginlega virkjunarsvæðis, en auk þess í brekkunum upp að Leirbotnum og ofarlega í Kröflufjalli. Þar hafa myndast sprungur með NV-SA og N-S stefnum. Syðstu sýnilegu sprungurnar eru við holur 1 og 3 og eru þar sennilega orsök slitinnar fðóringar í holu 3. Jarðhitasvæðið í Kröflu er einnig langdregið í NV-SA stefnu. Ekki er ólíklegt, að lega þess sé á einhvern hátt tengd veilu innan öskjunnar sem hafi þessa stefnu. Breytingar á þyngdarsviði eftir umbrotin 20. des. '75 má túlka þannig, að land hafi sigið sunnan við þessa veilu, en risið norðan hennar, þannig að nokkurs konar veltiás liggi í stefnu NV-SA á jarðhitasvæðinu. Holurnar, sem hafa verið boraðar til þessa eru mjög nærri þessum veltiás.

Ljóst er af framansögðu, að umbrotin á Kröflusvæðinu geta staðið í nokkur ár ennþá, og sennilegt að þar verði eldgos innan tíðar. Nú í svip er nokkur óvissa ríkjandi um hvaða stefnu þróunin tekur, því að allt útlit er fyrir að sprungusveimurinn norðan Kröflu muni ekki gegna sama hlutverki og hingað til í sambandi við kvikuhlaup þangað norður eftir. Virkjuninni stafar líklega álíka mikil hættu af kvikuinnskotum í jarðhitakerfið og sprungumyndunum á virkjunarsvæðinu, eins og af hraunrennsli.

ÁRANGUR BORANA 1976

Meta má árangur borana út frá mismunandi sjónarmiðum. Hér skulu aðeins nefnd:

- Magn gufu úr borholum.
- Gæði gufu úr borholum.
- Þekkingaraukning á jarðhitakerfi.
- Tæknileg framkvæmd borunar.

Í stuttu máli má segja, að magn og gæði þeirrar gufu sem fengist hefur við boranir í Kröflu 1976 er minni en búist var við þá um vorið. Á hinn bóginn ber að líta á það, að

vitneskja um jarðhitakerfi við Kröflu hefur aukist verulega við þessar boranir og hafa komið fram ýmis atriði, sem ekki voru nægilega ljós áður. Auk þessa hafa borfrankvæmdir gengið vel.

Sú staðreynd að engin meiri háttar óhöpp hafa átt sér stað við frankvæmd borana í Kröflu 1976 ber eflaust að þakka, að við boranir 1976 var beitt strangari kröfum um öryggi en áður. Gildir þetta bæði um hönnun holanna og frankvæmd borana. Augljóst virðist að halda beri þessum ströngu öryggiskröfum.

Niðurstöður borana í Kröflu 1976 benda til, að þar séu tvö vatnskerfi, efra og neðra kerfi. Efra kerfið nær niður á 800-1200 m dýpi og er hitastig í þessu kerfi nálægt 220°C. Dýpst niður nær þetta vatnskerfi í holu KG-8 um 1200 m en grynnt í holu KW-1 eða aðeins um 800 m. Þrjár borholur (KW-2, KG-8 og KJ-9) taka vatn eingöngu úr þessu vatnskerfi. Í tveim holum (KJ-6 og KJ-7) kemur mjög lítið úr efra vatnskerfi inn í holurnar en í holum KW-1, KG-3, KG-4, KG-10 og KJ-11 er innrennsli yfirleitt úr báðum vatnskerfum. Vinnslueiginleikar efra vatnskerfisins eru allgóðir, ef frá er skilið hitastig vatnsins. Þetta kerfi er hreint vatnskerfi þannig að inn í holurnar streymir heitt vatn, og við blástur sýður aðeins í efstu 200-400 metrum holunnar. Massastreymi úr þessu kerfi er 20-30 kg/s úr hverri holu (holur 8 og 9). Efnasamsetning vatnsins veldur ekki erfiðleikum. Hins vegar gerir hið lága hitastig vatnsins það að verkum að hlutur gufu af heildarrennsli er lítill, og einnig það að þrýstingur gufunnar er lágur.

Neðra vatnskerfi í Kröflu er um 320°C heitt. Í þessu kerfi sýður vatnið í berginu, þannig að blanda af vatni og gufu kemur inn í holurnar. Einnig fylgir þessari blöndu mikið af koldioksiði, þannig að þungi þess er oft 3-7% af þunga gufu. Nokkuð misjafnt er hversu djúpt er á þetta kerfi. Það kemur fram á 1100 m dýpi í KW-1, á 1500 m dýpi í KJ-6 en kemur ekki fram í holu KG-8, sem er 1658 m djúp. Í grófum dráttum má segja að þetta kerfi sé neðan við 1500 m dýpi.

Vinnslueiginleikar þessa kerfis eru þannig að massastreymi inn í holur er tiltölulega lítið (8-12 kg/s í holu 6 og 7). Hins vegar er entalpía blöndunnar há, þannig að hlutfall gufu er 50-60% af heildarrennsli úr þeim holum, sem taka eingöngu úr þessu kerfi (holur 6 og 7). Í blæstri sýður í allri holunni, og þrýstingur í holunni vex ekki mikið niður holuna. Mikið þrýstifall er þannig milli holu og jarðhitakerfis þegar holan blæs. Hversu mikið þetta þrýstifall er hefur ekki verið ákvarðað til hlítar, en fullyrða má að það er a.m.k. 60-80 bar, en það mundi svara til 700-1000 m niðurdráttar í holunni þegar hún blæs. Afleiðing af þessum aðstæðum er m.a. sú, að rennsli úr holu breytist lítið þó þrýstingi á holutoppi sé breytt.

Aflmestu holur á Kröflusvæðinu eru þær holur sem hafa tekið blöndu úr báðum vatnskerfum (KG-3, KG-4, KG-10 og KJ-11). Rennsli úr holum KG-3, KG-4 og KG-10 hefur minnkað verulega eftir vissan tíma. Þessi tími er mislangur, og var um tæpt ár í holu 4, tæplega hálf tæpt ár í holu 3 en aðeins 3 vikur í holu 10. Hóla KJ-11 hefur nú verið í blæstri í 4 vikur, en aflminnkunar hefur ekki orðið vart ennþá.

Ekki liggja fyrir einhlítar skýringar á rennslisminnkun í þessum þrem holum, og sennilegt er að sama skýring gildi ekki um allar holurnar. Það gefur þó auga leið, að lítil breyting á þrýstingi milli vatnskerfa getur haft í för með sér miklar breytingar á rennsli úr holu, sem tekur inn blöndu úr efra og neðra kerfi. Það virðist því ástæða til að gera ráð fyrir því að "blandaðar" holur geti orðið óstöðugar í rekstri.

Auk hins mikla magns af  $\text{CO}_2$  í neðra kerfinu hefur orðið vart við allmikið magn að járnsúlfiði í vatni úr holum KJ-6 og KJ-7 og KG-10. Talið er að þetta járn komi úr fódurrörum þannig að borholuvökvinn tæri rörin. Ekki liggja enn fyrir niðurstöður um hversu mikil þessi tæringarhætta er, en fyrstu frumathuganir benda til að vandamálið sé líklega yfirstíganlegt.

Tilvera tveggja vatnskerfa í Kröflu hefur í för með sér eftirfarandi:

- a) Nýting efra vatnskerfis eingöngu er óhagstæð vegna lágs hitastigs. Suðubrýstingur  $220^{\circ}\text{C}$  heits vatns er aðeins 23 bar, svo vinnslubrýstingur borhola verður lágur.
- b) Nýting neðra vatnskerfis eingöngu hefur í för með sér lífið massastreymi úr borholum. Mikið prýstifall er milli holu og jarðhitakerfis svo vinnslubrýstingur borholu reynist lágur. Samfara gufu er mikið magn af  $\text{CO}_2$ .
- c) Nýting á báðum vatnskerfum í sömu holu getur gefið aflmiklar holur um visst skeið. Í blæstri getur orðið lítill prýstimunur milli innrennslis frá efra og neðra kerfi. Holan getur því orðið mjög óstöðug í rekstri. Mikið magn af  $\text{CO}_2$  fylgir einnig þessum nýtingarmöguleika.
- d) Ef umbrotum linnir á Kröflusvæði má búast við að magn  $\text{CO}_2$  og tæringarhætta minnki á nokkrum árum. Hins vegar er talið ósennilegt að varmafræðilegir eiginleikar svæðisins breytist til batnaðar í fyrirsjáanlegri framtíð.

### 3. VALKOSTIR

#### 3.1. Aðferðir við mat valkosta.

Þegar reynt er að taka á eins margslungnu vandamáli og því sem nú blasir við í Kröflu, er rétt að gera sér grein fyrir hvaða aðferðum hægt er að beita til að finna bestu leiðina að settu marki. Þegar vandamál eru flókin og bera þarf saman óskylda hluti til þess að skilgreina bestu leiðina, getur þessi leið verið fallvölt þ.e.a.s. nákvæmnin í skilgreiningunni á bestu leiðinni er ekki nógu mikil til þess að hægt sé með nægilegu öryggi að greina þessa leið frá öðrum leiðum. Í þannig aðstæðum er hægt að nota þá aðferð að velja leið, sem er eins langt frá hinu óæskilega eins og hægt er. Þessi aðferð er oft notuð í framtíðarrannsóknnum (futurologi), og þykir gefa öruggari leið að settu markmiði en bein bestun (optimbering). Við staðsetningar á borholum í Kröflu 1976 voru báðar þessar aðferðir athugaðar, og kom þá m.a. í ljós að bein bestun mælti ekki eindregið með því að borað skyldi á efra-borsvæði, meðan hin



aðferðin, að forðast hið óaskilega, mælti eindregið með að það þyrfti að bora á þessu svæði á árinu 1976. Ef ekkert hefði verið borað á efra svæðinu 1976 má fullyrða að öllum borðfrankvæmdum á árinu 1977 hefði núna verið beint að efra borðsvæðinu með árangri, sem vitað er núna hver mundi verða. Notkun þessarar aðferðar, að forðast hið óaskilega, hefur sýnt sig að vera til gagns við ákvarðanatöku í Kröflu og e.t.v. er hægt að segja að aðferðin hafi stýtt tímunn til gufuöflunar um eitt ár.

Það er því margt, sem mælin með að aðferðin að forðast hið óaskilega sé vænlegri til ákvarðanatöku um vandamálin í Kröflu en bein bestun.

Annað atriði, sem nauðsynlegt er að gera sér grein fyrir, þegar tekið er á flóknum vandamálum er að útiloka enga möguleika í upphafi af því að þeir virðast vera ómögulegir við fyrstu sýn. Ein aðferð við að fyrirbyggja þetta er að safna saman fólki með mismunandi skoðanir og leyfa mönnum að tala frjállega um allar hliðar málsins. Fundurinn á Nesjavöllum var m.a. hugsaður til þess að fá fram alhliða umræðu um þessi mál.

Það atriði, sem hefur einna mest áhrif á val leiða við Kröflu er hvaða tímalengd á að nota við að meta arðsemi valkosta. Ef þessi tímalengd er t.d. valin eitt ár er um fáa valkosti að ræða, og áhættan á því að ástandið verði verra en það er nú eru allmiklar. Ef lengra tímabil er valið t.d. 5 ár verða valkostir fleiri, og mun meiri líkur á að ástandið batni. Dráttur á fullnægjandi gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun hefur marga ókosti, svo sem engar tekjur á raforkusölu og aukinn kostnað við aðra raforkuöflun á raforkumarkaði Kröfluvirkjunar. Þess vegna verður að gata þess sérstaklega að kostnaður við gufuöflun sé ekki meiri en gróðinn sem gufuöflunin hefur í för með sér.

Frekari gufu til Kröfluvirkjunar verði ekki aflag á annan hátt en með borunum, en boranir eru í eðli sínu fjárfrek og áhættusöm frankvæmd. Miðað við stöðuna nú og líkur á árangri virðist ekki skynsamlegt að bora nema 4 holur á árinu 1977.

Við val á borstaði þarf að taka tillit til vantanlegs árangurs, og þess kostnaðar, sem aukin vegalengd frá stöðvarhúsi hefur á val borstaðis. Þannig getur borsvæði, sem er langt frá stöðvarhúsi verið ákjósanlegt bæði hvað varðar tíma og fjárfestingakostnað, ef líkur á árangri þar eru taldar meiri en á stöðum nær stöðvarhúsi.

Kerfisbundin borun í þekkt jarðhitakerfi er talin vænlegri til árangurs en boranir í óþekkt svæði.

Með tilliti til þeirrar vitneskju, sem nú liggur fyrir, hefur verið reynt að skoða allar hugsanlegar leiðir til gufuöflunar fyrir Kröfluvirkjun, og gera samanburð á þessum leiðum. Þessar leiðir eru raktar hér á eftir og helstu kosti og galla hverrar leiðar getið.

### 3.2. Leirbotnar, efra svæði og neðra svæði.

Á þessu svæði hafa nú verið boraðar 11 holur og er árangri þeirra lýst í kafla 2 um árangur borana 1976. Ekki er talið ráðlegt að halda borunum áfram á þessu svæði, og eru ástæðurnar þykkt efra vatnskerfisins, sem er tiltölulega kalt, hátt gasinnihald í neðra kerfinu og hreyfingar á jarðlögum, sem hafa valdið skaða á fóðringum borhola, en slíkt getur orsakað hættuástand. Auk þess eru afköst borhola lítil sé á heildina litið. Enn hefur þó ekki fengist nægileg reynsla af holu KJ-11, en hún er nú besta holan á svæðinu. Viðhorf til þessa borsvæðis kunna því að breytast með lengri reynslu af þessari holu. Hinsvegar er þetta eina svæðið, sem hægt er með góðu móti að tengja gufuveitunni á þessu ári.

### 3.3. Þríhyrningadalur og svæði þar norður af.

Samkvæmt viðnámsmælingum má ætla, að jarðvarmi sé þarna svipaður og í Leirbotnum. Þetta svæði liggur hinsvegar innan aðal-sprungusveimsins og nær Leirhnjúkssprungunni en önnur borsvæði. Ætla má útfrá hitamælingum á borholum að enn dýpra sé á neðra kerfið á þessu svæði en í Leirbotnum. Með tilliti til tengingar við gufuveitu og rafstöð liggur þetta svæði allvel, en þó yrði að leggja þangað seinni áfanga gufuveitunnar, þótt e.t.v. matti

gera ráð fyrir bráðabirgðatengingu við skiljustöð fyrri áfanga. Ekki er varlegt aðætla, að tenging frá þessu svæði geti orðið fyrr en á árinu 1978.

### 3.4. Vítismór.

Nyrstu holurnar á efra svæði eru rétt sunnan við Vítismó og má því búast við svipuðum aðstæðum þar þ.e. hátt gasmagn í gufunni og þykkt efra kerfi. Þetta svæði er hinsvegar í beinu framhaldi af núverandi gufuveitu, þ.e. fyrri áfanga og var raunar annar áfangi gufuveitunnar ráðgeður að þessu svæði. Ekki var í upphaflegri áætlun gert ráð fyrir að annar áfangi gufuveitunnar yrði byggður fyrr en á árinu 1978, en með lagningu safnæða frá skiljustöð fyrri áfanga er talið mögulegt að tengja þetta svæði gufuveitunni.

### 3.5. Suðurhlíðar Kröflufjalls.

Virkasti jarðhiti á yfirborði jarðhitasvæðisins við Kröflu er á þessu svæði, þ.e. í Hveragilinu og suð-vestan undir Kröflufjalli og er þetta svæði jafnframt innan þeirrar viðnáms- og segullægðar, sem fram kemur á Kröflusvæðinu. Hitamælingar í þeim borholum, sem hingað til hafa verið boraðar benda til, að þarna sé grynna í dýpra kerfið heldur en í Leirbotnum og þar norður af. Vegna fjarlægðar frá gosstöðvum og minna dýpis á neðra vatnskerfi máætla að minna gas sé þarna fyrir hendi. Eins og áður greinir liggur þetta svæði, eins og neðra bor-svæðið á beltinu með NV-SA stefnu, þar sem landhækkun hefur orðið norðan við en landsig sunnan við. Svæðið er því líkt staðsett og núverandi borsvæði með tilliti til jarðskorpuhreyfinga. Aðstæður til lagningar gufuveitu á þetta svæði eru svipaðar og í Vítismó. Ef árangur af borunum yrði þarna góður mætti leggja annan áfanga gufuveitu að þessu svæði, en af ástæðum, sem áður er getið, yrði það ekki fyrr en í fyrsta lagi 1978. Ef hinsvegar árangur af borunum þarna kemur í ljós tiltölulega snemma sumars '77 mætti tengja þetta svæði til bráðabirgða við gufuveituna með safnæðum.

### 3.6. Hvíthólar á suðurjaðri öskjunnar.

Á þessu svæði kemur fram afmörkuð viðnámslægð, sem fellur saman við jarðhitaummyndun á yfirborði.

Svæðið liggur sunnan við mesta óróasvæðið og lítil hatta á beinu tjóni af völdum eldgoss. Ekkert verður sagt um hitastig og gasmagn á þessu svæði nema að undangengnum borunum. Þetta svæði liggur um 1,5-2 km sunnan stöðvarhússins og væri ekki hægt að nota nema háprýstigufu frá þessu svæði vegna fjarlægðarinnar. Háprýstigufulögn frá stöðvarhúsi að þessu svæði gæti verið þannig búin, að henni væri atlað að halda áfram til Námafjalls. Ef þessi valkostur er tekinn má gera ráð fyrir að lágprýstigufa komi frá núverandi borholum og háprýstiskiljur veru staðsettar á þessu svæði og affallsvatn væri kastað þar. Ef árangur af borunum á þessum stað kemur í ljós á áramótum '77/'78 þannig að hann gæti talist ábyggilegur og ákvörðun væri þá tekin, væri hægt að tengja gufuveitu við þetta svæði haustið '78. Þetta er hinsvegar stytsti möguleigi tími og er varlegra að reikna með tengingu á þetta svæði árið '79. Þar sem ekki er að vanta, að nægilega ábyggilegur árangur til ákvarðanna um gufuveitu á þetta svæði fáiast nema af fleiri en einni holu, sem hafa blásið í nokkurn tíma.

### 3.7. Námafjall.

Jarðhitasvæðið í Námafjalli nær frá Bjarnarflagi að vestan austur að Hverarönd. Svæðið í Bjarnarflagi hefur verið í vinnslu frá 1968 og er góð reynsla af gufuvinnslu þar. Á þessu stigi málsins verður því að líta svo á, að gufuöflun sé öruggust í Námafjalli af þeim svæðum, sem talin hafa verið upp. Gufluveita af þessu svæði er dýrt fyrirtæki, en reiknað hefur verið út, að gufluögn, sem tengir saman jarðhitasvæðin í Kröflu og Námafjalli kosti um 1100 Mkr. Ekki er talið ráðlegt að taka ákvörðun um svo dýra framkvæmd fyrr en ábyggileg víska um árangur í Námafjalli liggur fyrir, en sú víska fengist, að talið er, nægilega góð, þegar þrjár til fjórar holur hafa blásið með góðum árangri í eitt ár. Framkvæmdartími við byggingu leiðslunnar, sem er einn meter í þvermál og 6,5 km löng, er talinn vera 12-18 mán., sem fer eftir því hvenær árs ákvörðun væri tekin.

Einnig hefur verið athugaður sá möguleiki að flytja aðra vélasamstæðu Kröfluvirkjunar niður að Námafjalli. Kostnaðurinn er talinn vera um 1200 Mkr. og framkvæmdartími svipaður og við lagningu leiðslu. Þessi leið mundi ekki koma að gagni nema fyrir annan helming virkjunarinnar og er því talin óhagstæðari en lagning leiðslu.

#### 4. Samanburður valkosta.

Þegar bornir eru saman kostir og lestir þeirra svæða, sem taldir eru upp í kaflanum hér fyrir framan, eru það einkum þrjú sjónarmið sem ráða ferðinni. Í fyrsta lagi það að afla rafstöðinni gufu fyrir veturinn '77/'78 í ótilteknu magni. Til að þetta geti tekist, gufuveitunnar vegna, þyrfti að framkvæma allar boranir sumarsins á núverandi borstæði. Jafnframt þyrfti að taka ákvörðun strax um gufulagnir og hefja byggingu þeirra samtímis borunum og alveg óháð þeim árangri sem fengist. Er óhætt að segja að með þessari framkvæmdarröð væri tekin mikil fjárhagsleg áhætta.

Í öðru lagi er það sjónarmið að taka upp hreina jarðhitaleit og vinna að því að finna það borsvæði, sem tiltækilegast þykir til gufuvinnslu fyrir Kröfluvirkjun, án þess, að sérstök áform gildi um tímasetningu gangsetningar. Þetta sjónarmið felur reyndar einnig í sér það að bíða átekta, þannig að betri tími gefist til prófana borhola, ef aðstæður skyldu breytast og til frekari mælinga á jarðhitasvæðinu.

Í þriðja lagi, að leita eftir öruggasta valkosti á gufuöflun, sem talin er vera borun í Námafjalli, og beina öllum borunum þangað, þannig að hægt væri að stilla upp tímaplani fyrir gangsetningu Kröfluvirkjunar eftir að þrjár til fjórar holur hafa blásið í hálf til eitt ár. Þessi valkostur er talinn sá markvissasti til gufuöflunar fyrir virkjunina á ákveðnum tíma. Þessari leið fylgir um 1100 Mkr. aukakostnaður, sem bera verður saman við áhættu, kostnað og tímalengd, sem er samfara jarðhitaleit með borunum nær stöðvarhúsi. Ef þrjár til fjórar holur yrðu boraðar í Námafjalli sumarið 1977 og í ljós kæmi á vetrinum '77/'78 að árangur væri svo góður, að hægt væri að taka ákvörðun um byggingu safnaða, gufuskilja og leiðslu frá

Námafjalli til Kröflu, má atla að gufa geti verið tiltak fyrir rafstöðina um 18 mán. eftir að ákvörðun er tekin eða á árinu 1979. Eins og reifað er í kaflanum hér fyrir framan um aðferðir við mat valkosta er hægt að blanda þessum þrem megin sjónarmiðum saman og meta út frá því, hvenær gufa í fyrsta lagi geti verið tiltak fyrir rafstöðina með mesta mögulega öryggi.

### 5. Niðurstöður.

Árangur gufuöflunar í Kröflu á árinu 1976 og sú vitneskja sem fengist hefur um svæðið með þessum borunum bendir til að óbreytt stefna í gufuöflun sé mjög óhagkvæm. Vantanlegur árangur af borunum er ca. 1-2 MW af raforku úr hverri borholu. Vinnsluþrýstingur borhola á þessu svæði er vantanlega allt of lágur. Fjöldi borhola til að ná nægilegu afli fyrir virkjunina geti skipt tugum, svo fjárfestingarkostnaður við slíkar boranir yrði vantanlega of mikill.

Þó umbrotum á Kröflusvæði linni er ekki búist við að varmafræðilegir eiginleikar svæðisins breytist neitt verulega. Sú vitneskja sem nú liggur fyrir um það svæði, sem þegar hefur verið borað í við Kröflu bendir til að svæðið sé illnýtanlegt til raforkuframléiðslu. Sú leið að bíða með gufuöflun á Kröflusvæðinu í von um að ástandið batni er því ekki talin hagkvæm.

Hegðun holu KG-4 og KG-10 bendir til að ólíklegt sé, að boranir í Vítismó gefi holur sem séu nægilega öruggar í rekstri fyrir gufuframleiðslu.

Borsvæði í suðurhlíðum Kröflu er könnun á nýju borsvæði en jarðhitalegar og staðfræðilegar aðstæður eru taldar réttlata könnun þessa svæðis með borun. Jarðhitalegar líkur á góðum árangri af borun í Þríhyrningadal eru ekki taldar svo miklar, að réttlátanlegt sé að leggja út í jarðhitaleit þar á þessu stigi málsins. Við suðurjaðar öskjurimans í Hlíðardal eru vissar líkur á, að fyrir hendi sé lítið jarðhitakerfi. Staðfræðilegir eiginleikar svæðisins eru taldir í meðallagi hagstaðir, svo réttlátanlegt er talið að reyna borun á þessu svæði. Örugasta leiðin til gufuföflunar er talin vera á Námafjallssvæðinu, og þó staðfræðilega legga svæðisins sé mjög óhagstæð

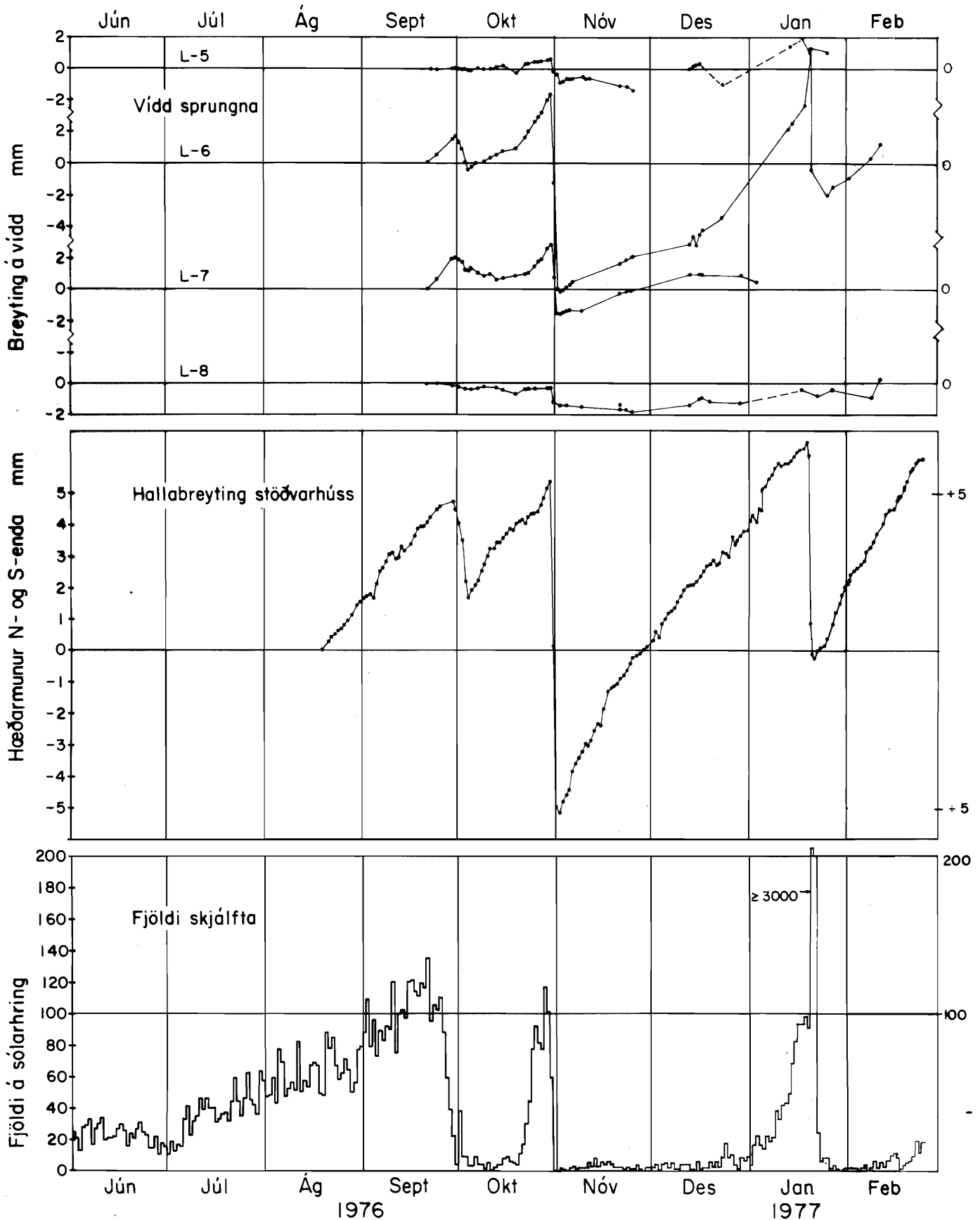
er talið rétt að hefja strax á árinu 1977 borun á Námafjallssvæðinu. Þessar borframkvæmdir ber að líta á, sem nauðsynlegan undirbúning til að vinna tíma til könnunar vinnslueiginleika Námafjallssvæðisins austan við og uppi á Námafjalli, þar sem miklar líkur eru á að aðrar leiðir til gufuöflunar séu annað hvort tímafrekari eða dýrari í framkvæmd. Rétt er þó að undirstrika það, að nauðsynlegt er að afla mikillar gufu (a.m.k. sem samsvarar 20-30 MW af raforku) áður en ákvörðun, er tekin um gufuleiðslu frá Námafjalli að Kröflu.

#### 6. Tillögur um borframkvæmdir 1977.

Í ljósi þess, sem að framan hefur verið sagt er lagt til, að boraðar verði 4 holur á árinu 1977. Fyrsta holan verði staðsett í suðurhlíðum Kröflufjalls. Önnur holan verði staðsett nálægt Hvíthólaklifi við jaðar öskjurimans. Þriðja holan verði staðsett á Námafjallssvæðinu. Staðsetning fjórðu holunnar verði ákveðin síðar og gerð m.a. út frá þeim niðurstöðum, sem fyrsta og önnur holan geta gefið.

Í þessum tillögum er bæði tekið tillit til skammtímasjónarmiða með mikilli áhættu en einnig tekin upp markviss stefna í gufuöflun, sem talin er öruggasta leið til nægrar gufuöflunar fyrir Kröfluvirkjun innan nokkurra ára.

KRÖFLUSVÆÐI  
Skjálftar-landbreytingar





Rás viðburða í Mývatnseldum

Yfirstandandi umbrot

