

Kröfluedar

Staða og horfur í september 1978

KRÖFLUELDAR

STAÐA OG HORFUR Í SEPTEMBER 1978

Axel Björnsson.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1. Inngangur.....	2
2. Helstu niðurstöður, staðan í september 1978.....	3
3. Framtíðarhorfur eldsumbrota og jarðhræringa.....	5
3.1. Horfur næstu ár.....	5
3.2. Horfur næstu vikur.....	6
3.3. Eldgosahætta.....	6
3.4. Áhrif á jarðhitakerfi og borholur.....	7
4. Tillögur um viðbrögð.....	8
Heimildir.....	10
Myndir.....	11

1. INNGANGUR.

Á miðju ári 1975 jókst skjálftavirkni verulega á Kröflusvæði og náði hámarki hinn 20. desember er eldgos varð skammt norður af Leirhnjúki. Óvenju miklar sprungumyndanir og landskjálftar fylgdu í kjölfar gossins og náði virknin allt norður í Kelduhverfi og Axarfjörð.

Jarðhitadeild Orkustofnunar hafði þá í nokkur ár framkvæmt ýmsar jarðvísindalegar rannsóknir, er nauðsynlegar voru í sambandi við virkjunarframkvæmdir við Kröflu og rekstur mannvirkja í Bjarnarflagi. Í janúar 1976 ákvað deildin að koma á fót auknu og reglubundnu eftirliti á óróasvæðinu, þar sem fyrirsjáanlegt var að jarðhræringar gætu haft veruleg áhrif á virkjunarframkvæmdir og rekstur mannvirkja. Einnig hafa Norræna Eldfjallastöðin, Háskóli Íslands og Veðurstofan unnið að ýmsum þáttum þessarar rannsókna í góðri samvinnu við Orkustofnun. Tilgangur rannsóknanna var frá upphafi tvíþættur:

- a) Fylgjast sem nánast með öllu því, sem sagt gæti fyrir um framvindu jarðhræringa og áhrif þeirra á mannvirki og framkvæmdir. Var þar einkum höfð í huga mannvirki Kröfluvirkjunar, Kísiliðjan og byggðin í Reykjahlíðarhverfi. Framkvæmdaaðilum og almanna-vörnum á óróasvæðinu er nauðsyn að fá nákvæmar upplýsingar um hver geti orðið þróun mála, hvenær megi búast við óróahrinum og hvenær megi búast við að látum linni.
- b) Í öðru lagi var reynt að safna sem flestum og almennustum gögnum um þennan viðburð í jarðsögunni til að öðlast meiri skilning á náttúru landsins, einkum eðli háhitasvæða og jarðhræringa almennt. Umbrot, sem þessi, hafa orðið áður á Kröflusvæði og víðar í gosbelti landsins og geta hafist nær hvenær sem er og hvar sem er innan gosbeltisins. Gætu þá fyrirhugaðir og núverandi virkjunarstaðir eins og t.d. við Jökulsá á Fjöllum, Tungnaá, Nesjavelli, Hengil, Svartsengi og Reykjanes orðið í hættu.

Báðir þessir þættir rannsóknarinnar falla innan verksviðs Orkustofnunnar sem ráðgefandi aðila við ríkistjórnina í virkjunarmálum. Í yfirstandandi hræringum gefst í fyrsta skipti tækifæri til að kanna slíkar náttúruhamfarir síðan farið var að stunda jarðvísindi hér á landi. Langtímagildi slíkra athugana er því ómetanlegt fyrir framtíðarrannsóknir á þessu sviði.

Rannsóknir á umbrotunum í Þingeyjarsýslum hafa skilað góðum árangri Niðurstöðurnar sýna skýra mynd af eðli jarðhræringanna og tengslum þeirra við jarðsögu og jarðfræðilega uppbyggingu landsins svo og auðvelda skilning manna á eðli háhitasvæðanna. Einnig hefur tekist að spá fyrir með samilegri nákvæmni um óróahrinur og hættuástand í allflestum tilvikum þannig að framkvæmdar- og rekstraraðilar fyrirtækja á svæðinu svo og almannavarnir hafa getað brugðist við yfirvofandi hættu í tæka tíð.

Allýtarlega hefur verið greint frá eðli og þróun jarðhræringanna á Norðausturlandi síðustu ár, bæði í skýrslum og tímaritsgreinum, sjá t.d. (1), (2), (3) og (4). Hér verða því aðeins dregnar saman helstu niðurstöður og tilraun gerð til þess að meta ástand og horfur um framvindu yfirstandandi jarðhræringa, er nefndar hafa verið Kröflueldar.

2. HELSTU NIÐURSTÖÐUR, STADAN Í SEPTEMBER 1978.

Frumorsakir jarðhræringanna á Kröflusvæðinu liggja í landrekinum Gosbeltið, sem liggur í gegnum Ísland frá norðaustri til suðvesturs er mót tveggja jarðskorpuplatna, sem fljóta í seigfljótandi möttli jarðarinnar. Plöturnar rekur frá hvor annarri til austurs og vesturs. Við það verður landsig á mótum þeirra og hraunkvika leitar úr iðrum jarðar upp í jarðskorpuna á plötumótum. Getur kvikan bæði safnast saman á fárra kílómetra dýpi í skorpunni í svokölluðum kvikuhólfum og rutt sér leið upp til yfirborðs.

Á Kröflusvæðinu er askja eða sigdæld 8-10 km í þvermál með miðju nálægt Leirhnjúki. Í gegn um öskjuna liggur meiriháttar sprungukerfi (gjástykki), sem nær frá sunnanverðri Mývatnssveit um Bjarnarflag og Leirhnjúk og liggur þaðan um Gjástykki norður í Kelduhverfi. Á mynd 1. er lega Kröfluöskjunnar og sprungubeltisins sýnd.

Undir Kröfluöskjunnni er kvikuhólf sem safnað hefur í sig hraunkviku undanfarin tvö til þrjú ár. Kemur það fram í því að land lyftist og er miðja landlyftingarinnar nálægt Leirhnjúki. Ein afleiðing þess er að á stöðvarhúsinu í Kröflu verða mælanlegar hallabreytingar og eru þær notaðar til þess að fylgjast með hraða kvikustreymisins inn í hólfið, sem virðist hafa verið nokkuð jafnt eða um $5-6\text{m}^3/\text{s}$ síðan í byrjun árs 1976. Meðalrishraði lands í grennd við Leirhnjúk hefur verið um 8 mm á sólarhring á meðan landlyfting á sér stað.

Þegar ákveðnum þrýstingi er náð í kvikuhólfinu brotnar land út frá Leirhnjúkssvæðinu eftir sprungubeltinu til norðurs og suðurs og landreksrykkur á sér stað. Við þetta eykst rúmmál það, sem kvikan getur leitað út í. Hluti kvikunnar í hólfinu rennur út í sprungukerfið og skyndilegt landsig verður innan öskjunnar. Samfara kvikuhlaupinu verður vart landskjálfta, stöðugur órói kemur fram á skjálftamælum og sprungur myndast í sprungubeltinu á því svæði, sem kvikan leitar til. Einnig hefur orðið vart nýrra jarðhitasvæða og verulegra breytinga á eldri svæðum við þessi neðanjarðar kvikuhlaup. Þrisvar hefur eldur verið uppi á Kröflusvæðinu síðan jarðhræringar hófust, 20. desember 1975, 27. apríl og 8. september 1977.

Með ofanskráða lýsingu í huga má segja að landrek, sprunguhreyfingar, landsig, skjálftar og kvikurennslí komi í hrinum á Kröflusvæðinu. Níu hrinur hafa orðið síðan hræringarnar hófust í desember 1975. Fjögur fyrstu kvikuhlaupin urðu einkum til norðurs. Hinn 27. apríl og 8. september 1977 hljóp kvikan til suðurs í Bjarnarflag. Í síðustu tveimur óróahrinum er hófust 6. janúar og 10. júlí 1978 hljóp kvikan til norðurs.

Efri hluti myndar 2 sýnir hæðarbreytingar lands í Leirbotnum um 500 m norður af Kröfluvirkjun. Greinilega má sjá hvernig skiptast á tímabil hægrar landlyftingar og skyndileg landsig.

Um miðjan júlí s.l. að loknu síðasta sigi tók land að rísa á ný og hefur risið nokkuð jafnt síðan eða um 1 cm á sólarhring á miðju rissvæðinu nálægt Leirhnjúki. Þetta er nokkru meiri rishraði en mælst hefur áður

á milli hrina að meðaltali. En þess ber að geta að rishraðinn hefur ávallt verið einna mestur í upphafi hvers ristímabils en síðan dregið úr honum er land hækkaði. Verði meðalrishraði lands á Kröflusvæði á næstu vikum svipaður og undanfarin tvö ár verður land komið í sömu stöðu og fyrir síðustu hrinu um miðjan október þetta ár.

3. FRAMTÍÐARHORFUR ELDSUMBROTA OG JARÐHRÆRINGA.

Ekki er hægt að segja neitt með vissu um það hvað gerast muni næst á óróasvæðunum í Þingeyjarsýslum né hver þróun mála í framtíðinni verður. Þó má benda á nokkur atriði, sem styðjast má við, þegar reynt er að meta líkur á ákveðinni framtíðarþróun.

3.1. Horfur næstu ár.

Atburðarás yfirstandandi Kröfluelda er mjög svipuð Mývatnseldum á átjándu öld. Þá hófst virknin í maí 1724 með sprengigosi í Víti og stóð fram í september 1729, með eftirhreytum jafnvel til ársins 1746. Framan af Mývatnseldum komu umbrotin í hrinum með landskjálftum og sprungumyndunum en hraunrennsli var lítið eða ekkert. Þá tekur við hlé, þar sem ekki er greint frá umbrotum, á annað ár. Hraunrennsli hefst ekki að ráði fyrr en um þremur árum eftir fyrstu umbrotin og virðast hraungos hafa komið í lotum framan af en verið nokkuð stöðug síðustu mánuðina. Reynsla manna af hegðan megineldstöðva annars staðar í heiminum sýnir að hvert eldfjall hagar sér svipað í hvert sinn er virknitímabil gengur yfir. Engin merki sjást um það að kvikustreymi að neðan inn í kvikuhólfið sé að hætta og má því búast við hræringum á svæðinu einhver árenn ef mið má taka af Mývatnseldum. Á mynd 2 eru bornir saman viðburðir í Mývatnseldum á 18. öld og í yfirstandandi Kröflueldum, eða Mývatnseldum hinum síðari, eins og þeir hafa verið kallaðir vegna skyldleika atburðarásarinnar.

Athyglisvert er að túlka má rólega tímabilið á árunum 1726 og fyrri hluta árs 1727, sem kvikuhlaup til norðurs í Gjástykki, þar sem þeirra varð lítt vart. Skyldleiki Mývatnselda og Kröfluelda bendir til þess að búast megi við að meira hraun renni upp á yfirborðið á næstu árum

heldur en undanfarin 2-3 ár.

3.2. Horfur næstu mánuði.

Samkvæmt nýjustu mælingum á hæð og hallabreytingum lands rís land innan Kröfluöskjunnar með svipuðum hraða og áður. Ef hegðan hræringanna verður svipuð næstu mánuði og undanfarin 2 ár má búast við því að land rísi um 6-7 mm/sólarhring á virkjunarsvæðinu við Kröflu. Ef svo fer, verður land komið um miðjan október í svipaða hæð og það var í fyrir síðasta sig (sjá mynd 2). Má þá fastlega búast við að hættuástand skapist á ný, einkum ef land heldur áfram að rísa upp yfir þá stöðu. Hver þróunin verður þaðan í frá er óljóst en benda má á nokkra möguleika.

- 1) Landsig verður skyndilega innan Kröfluöskjunnar, skjálftahrina og sprungumyndanir eiga sér stað á sprungubeltinu utan (norðan eða sunnan) Kröfluöskjunnar. Beinist athyglin í þessu sambandi einkum að svæðinu um og sunnan við Hverfjall og allt suður í Sellandafjall. Þessir hlutar sprungubeltisins eru þeir einu, sem enn hafa ekki gliðnað og brotnað í yfirstandandi hræringum. Samfara slíku kvikuhlaupi gæti orðið minni háttar eldgos innan eða utan öskjunnar.
- 2) Eldgos nálægt Leirhnjúkián verulegrar gliðunar. Mætti þá búast við mun meira hraunrennsli en hingað til hefur orðið, vegna þess að kvikan nær ekki að renna til suðurs eða norðurs út í nýjar sprungur og verður því að leita upp á yfirborð.
- 3) Landris hættir og kyrrð kemst á um lengri eða skemmri tíma.

3.3. Eldgosahætta.

Verði eldur uppi á Kröflu-Námafjallssvæði næstu árin er hætta á eldgosí álitin vera mest á Leirhnjúkssprungunni sjálfri innan Kröfluöskjunnar. Þessi hætta vex í komandi hrinum, einkum ef sprungubeltið tekur ekki eins greiðlega við hraunrennsli og í upphafi órótímabilsins. Í Mývatnseldum voru aðalhraungosin í Leirhnjúkssprungunni nálægt Leirhnjúki en tvö smágos komu upp í einni af fyrstu goshrinunum í Bjarnarflagi og Hrossadal. Samkvæmt þessu stafar bæði Kröfluvirkjun og Bjarnarflagi

enn hætta af hraunrennsli bæði frá Leirhnjúkssvæðinu og eins af gosum er orðið geta í grennd við Kísiliðjuna. Ef gos verður á Bjarnarflags-
svæðinu er líklegast að það komi upp á gömlu Mývatnseldasprungunni
sem nær frá Jarðbaðshólum og þaðan til NNV vestan við rafstöðina.
Þessi gossprunga er um 200 m austan við skrifstofubýggingu Kísil-
iðjunnar. Hraun gæti hugsanlega einnig komið upp á öðrum sprungum
sem hreyfst hafa á svæðinu, eða jafnvel úr borholum eins og best
sést á borholugjallgosinu (holu 4 í Bjarnarflagi) er varð hinn
8. september 1977. Kröfluvirkjun mundi einkum stafa hætta frá hrauni
úr sunnanverðum Leirhnjúki, sem rynni til suðausturs niður í Leir-
botna norðan stöðvarhússins.

Hraun þau sem runnið hafa á Kröflusvæðinu undanfarin ár svo og
verulegur hluti Mývatnseldahraunsins eru þunngljótandi og renna
eins og seigur vökvi eftir halla landslagsins á hverjum stað.
Rennslishraði getur verið mikill í upphafi goss (tugir metra á
mínútu) en úr honum dregur væntanlega á fyrsta klukkutímanum. Hinn
8. september mældist rennslishraði hraunsins á hallalítlu landi
vera milli 0,5 og 3 m á mínútu, mestur næst gígnum en minni fjær.

3.4. Áhrif á jarðhitakerfi og borholur.

Erfitt er að meta hvort jarðhræringarnar hafa breytt varanlega eðli
jarðhitakerfanna við Kröflu og Námafjall, eða hvort þau eru í stórum
dráttum svipuð og áður en óróinn hófst. Ástæðan er sú að frekar
lítið var vitað um dýpri hluta jarðhitakerfanna, nema það sem þekkt
var úr borholum í Námafjalli. Yfirborðsrænsóknir geta ekki gefið
nægjanlega góðar upplýsingar á þessu sviði. Þó má fullyrða að engin
breyting hefur orðið á hitastigi djúpt í jörðu, sem rekja megi til
umbrota. Einnig virðist ljóst að umbrotin hafa ekki haft áhrif á
suðu í bergi á Kröflusvæðinu. Í stórum dráttum verður því að telja
líklegt, að jarðhræringarnar hafi ekki breytt varanlega jarðhitakerf-
unum við Kröflu og Námafjall. Aftur á móti hafa orðið varanlegar
skemmdir á borholum bæði við Kröflu og Námafjall vegna hreyfinga
lands, tæringar og hraungosa. Má í því sambandi benda á að margar
holur í Bjarnarflagi skemmdust eða eyðilögðust alveg í hrinunum
27. apríl og 8. september 1977 er kvikan hljóp til suðurs.

Margvíslegar skemmdir hafa orðið á borhlum við Kröflu, sem að hluta má rekja til jarðhræringanna.

Þó ekki hafi sannanlega orðið vart varanlegra breytinga á jarðhitakerfunum, þá hafa orðið verulegar tímabundnar breytingar. Koma þær fram í breyttu efnainnihaldi borholuvökvans. Einkum er um að ræða aukningu á gasi og breytingum á sýrustigi. Einnig hefur þrýstingur aukist í jarðhitakerfunum samfara kvikuhlaupum og eldgosum. Koma þessar breytingar bæði fram í borholum og náttúrulegum hverum.

4. TILLÖGUR UM VIÐBRÖGD.

Með framanskráðar athuganir í huga má telja nokkuð víst að jarðhræringar haldi áfram um einhver ár enn í Þingeyjarsýslum. Búast má við hraunrennsli sem ógnað getur mannvirkjum. Einnig má búast við tímabundum breytingum á jarðhitakerfum og skemmdum á borholum, sem torveldað geta vinnslu gufu úr jarðhitasvæðunum til orkuveranna í Bjarnarflagi og við Kröflu.

Við hættu á hraunrennsli má bregðast með því að byggja varnargarða og koma upp kæliútbúnaði og reyna þannig að beina hrauninu á þá staði þar sem það ekki verður til tjóns. Þetta var gert í Vestmannaeyjagösinu með þokkalegum árangri. Mun auðveldara er að verjast hraunrennsli á Mývatnssvæðinu með slíkum aðgerðum vegna þess hve þunnfljótandi kvikan er á þessum slóðum. Við Kísiliðjuna hefur þegar verið komið upp varnargarði og kæliútbúnaði. Einnig hefur verið gerður einn garður til varnar byggðinni í Mývatnssveit. Auka þessar aðgerðir verulega öryggi mannvirkja á þessu svæði. Aftur á móti hafa engir varnargarðar verið gerðir í grennd við Kröfluvirkjun þrátt fyrir mikil verðmæti, sem þar eru í húfi. Væri æskilegt að nú þegar yrðu allar eldri áætlanir um þetta teknar til endurmats og stefnt að því að gera þá varnargarða, er mest myndu draga úr hættu á hraunrennsli í átt að virkjuninni. Þyrfti að hefja þetta verk á næstu vikum áður en haustveður og frost í jörð hamlar framkvæmdum.

Þó verjast megi hraunrennsli er fátt til varnar gegn áhrifum jarðhræringa á jarðhitasvæði og borholur. Svo lengi sem óróinn varir má búast við skemmdum á borholum og óstöðugleika bæði á aflí og efnainnihaldi þeirra. Frá jarðfræðilegu sjónarmiði er því eina örugga ráðið til þess að forðast erfiðleika af völdum jarðhræringa að fresta öllum frekari borframkvæmdum uns jarðhræringum linnir og jafnvægi er komið aftur á. Ógerlegt er að segja fyrir um hversu langan tíma það tekur en þetta gæti þýtt frestun borana og framkvæmda á svæðinu um nokkur ár.

Auk jarðvísindalegra sjónarmiða eru einnig fjárhagsleg atriði sem ráða ákvarðanatöku í þessu máli. Það hlýtur ávalt að fara eftir mikilvægi þess reksturs og stöðu framkvæmda á hverjum stað og tíma hvort og hversu mikla áhættu er talið rétt að taka til þess að halda rekstri gangandi eða framhalda framkvæmdum. Ljóst er að stöðvist gufuvinnsla í Bjarnarflagi mun mikilvægur útflutningsiðnaður Kísiliðjunnar stöðvast svo og hitaveita heils byggðarlags. Það er því brýnt mál að tryggja gufuöflun fyrir þessi fyrirtæki og jafnvel réttlæt看legt að bora fleiri holur ef gufa þverr í eldri holum þrátt fyrir hættu á skemmdum á þeim í framtíðinni.

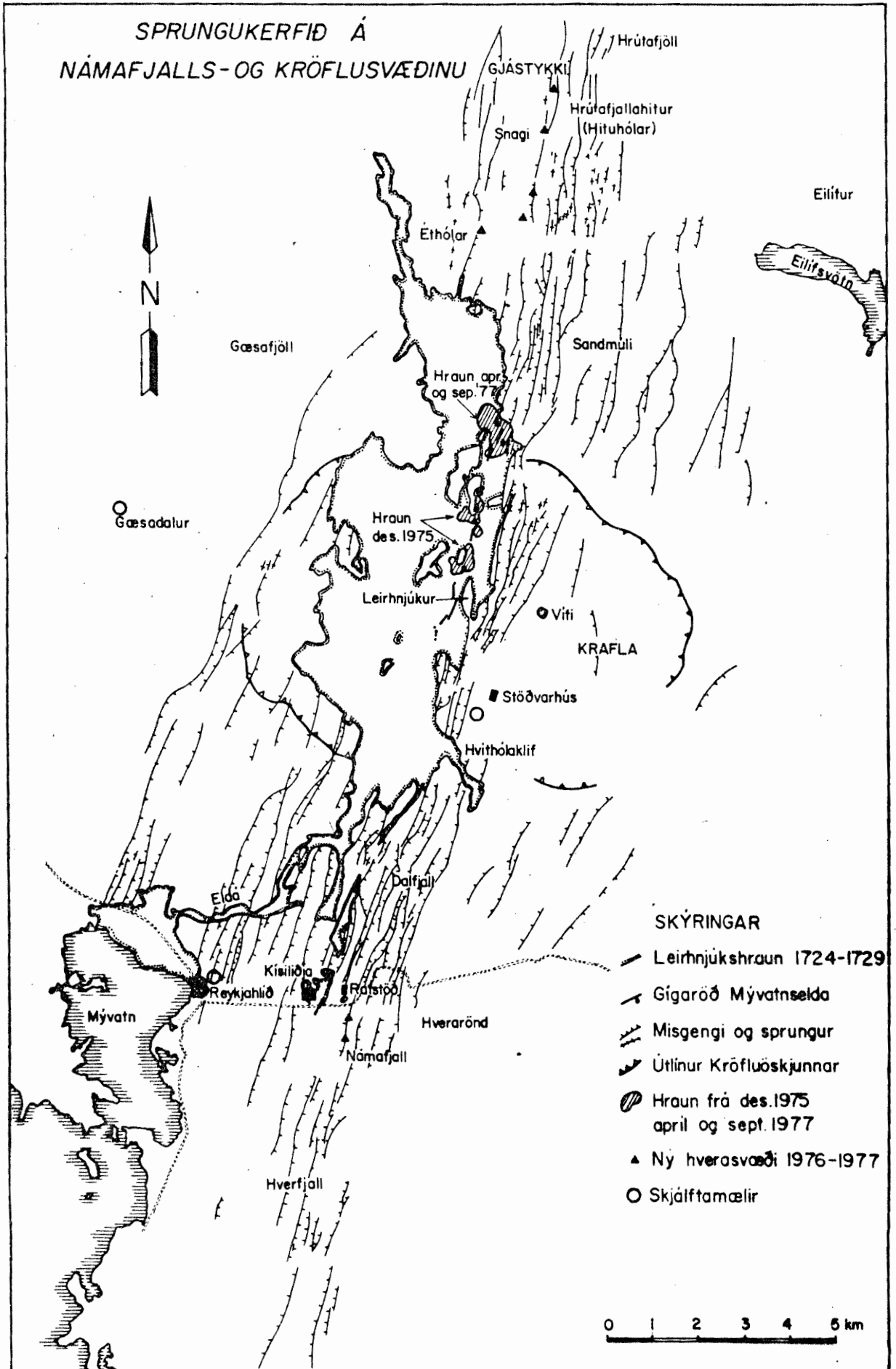
Nokkru öðru máli gegnir um Kröfluvirkjun, sem enn hefur ekki hafið raforkuframleiðslu. Gífurlegur fjármagnskostnaður er bundinn virkjuninni næstu árin og þess vegna væri æskilegt að hún kæmist í fullt gagn sem fyrst. Það fer einnig eftir því hversu fljótt og hversu mikil þörf verður fyrir rafmagn frá virkjuninni hvenær halda beri þar framkvæmdum áfram. Hvernig svo sem niðurstaða þessa mats verður er æskilegt að árangur borana liggi ljós fyrir nokkrum árum áður en orkuframleiðsla á að hefjast. Gæti því verið réttlæt看legt að bora 2-3 holur á ári næstu árin til þess að afla frekari upplýsinga um jarðhitasvæðið og leita að hentugu gufuvinnslusvæði fyrir virkjunina, en það er enn ófundið, þrátt fyrir áhættu á að holur skemmist vegna umbrota.

Auk jarðvísindalegra og fjárhagslegra raka geta pólitískar ástæður eins og t.d. atvinnu- og byggðajafnvægis sjónarmið ráðið úrslitum í ákvarðanatöku um framhald framkvæmda. Engin tilraun verður gerð til að meta þessi atriði hér.

HEIMILDIR:

- (1) Axel Björnsson: Jarðhræringar við Kröflu. Náttúrufræðingurinn, 46, 177-198, 1976.
- (2) Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Páll Einarsson, Eysteinn Tryggvason og Karl Grönvold: Current rifting episode in north Iceland. Nature, 266, 318-323, 1977.
- (3) Axel Björnsson: Rannsóknir og eftirlit á Kröflusvæði vegna jarðhræringa og eldgosahættu. Staða og horfur í febrúar 1978. Skýrsla OS: OS JHD 7811, febrúar 1978.
- (4) Oddur Sigurðsson: Náttúruhamfarir í Þingeyjarþingi veturinn 1975-1976. Týli 6, 3-20, 1976.

SPRUNGUKERFIÐ Á
NÁMAFJALLS- OG KRÖFLUSVÆÐINU



SKÝRINGAR

- Leirhnjúkshraun 1724-1729
- Gígaröð Mývatnselda
- Misgengi og sprungur
- Útlinur Kröfluöskjunnar
- Hraun frá des.1975
april og sept.1977
- ▲ Ny hverasvæði 1976-1977
- Skjálftamælir

