



**ORKUSTOFNUN**

**Kverkfjöll. Rannsókn jarðhitasvæðisins 1994:  
Greinargerð um stöðu rannsókna og gildi  
þeirra**

**Helgi Torfason,  
Magnús Ólafsson,  
Hrefna Kristmannsdóttir**

**Greinargerð HeTo-MÓ-HK-93-05**

30. Nóv. 1993

## **KVERKFJÖLL**

### **Rannsókn jarðhitasvæðisins 1994:**

### **Greinargerð um stöðu rannsókna og gildi þeirra**

#### **1. INNGANGUR**

Í Kverkfjöllum hafa verið stundaðar nokkrar rannsóknir á útbreiðslu jarðhita og tekin efnasýni úr gufuaugum árin 1991-1993. Þessar rannsóknir hafa verið liður í rannsóknum á umhverfisáhrifum jarðhitanytingar og er tilgangur þeirra m.a. sá að skoða hvernig jarðhitasvæði breytast á eðlilegan hátt til samanburðar við svæði þar sem jarðhiti er virkjaður. Í Kverkfjöllum var auk þess um að ræða frumrannsókn á jarðhitasvæðinu, þ.e. könnun á jarðfræði, yfirborðsummerkjum og djúphita í tengslum við eldvirkni svæðisins.

Ástæðan fyrir því að þessar rannsóknir eru gerðar í Kverkfjöllum eru þær að það er mjög virkt jarðhitasvæði með mörgum kraftmiklum hverum og gufuaugum. Svæðið liggur fjarri alfaraleið og er minni hættu á efnamengun á því svæði en svæðum þar sem jarðvatnsstraumar annarsstaðar frá renna um. Ekki virðist líklegt að þetta svæði verði virkjað í náinni framtíð og það ætti þess vegna að vera betur til þess fallið en svæði sem eru nær byggð að geta verið samanburðarsvæði til langs tíma. Fylgst hefur verið breytingum á Þeistareykjasvæði og þar hefur breytinga orðið vart. Hins vegar liggur það svæði líklega í grunnvatnsstraumi frá Mývatnssvæðinu og að hluta til af Kröflusvæði, efnamengun þaðan getur því átt greiða leið í jarðhitakerfið. Þá liggja Þeistareykir nálægt Kröflusvæði og geta breytingar þar endurspeglast á Þeistareykjum, þótt ólíklega virðist í fyrstu. Kverkfjöll hafa þá sérstöðu að vera fjarri vegum, virkjunum og öðrum mannvirkjum. Þótt erfitt sé að fara um þetta svæði er náttúruleg friðun þess mikilvægt atriði þegar litið er til þess með langtímasjónarmið í huga.

Þegar jarðhitasvæði eru virkjuð er eðlilegt að einhverjar breytingar verði á yfirborði og ef til vill efnafræði samfara vinnslu. Sumar þeirra breytinga sem fram koma geta hins vegar verið náttúrulegar og ekki tengdar vinnslu, en erfitt getur verið að greina þar á milli. Náttúrulegar breytingar á virkni jarðhitasvæða virðast mjög mismunandi eftir svæðium, en skipulegar rannsóknir skortir á þessum þætti jarðhitavirkni. Til þess að rannsaka náttúrulegar breytingar á jarðhitasvæði hafa verið farnar stuttar rannsóknaferðir í Kverkfjöll 1991, 1992 og 1993, en það svæði er fjarri byggð og þar gætir engra áhrifa af mannavöldum á útgufun jarðhitasvæðisins, breytingar sem þar verða eru allar af náttúrunnar völdum. Önnur svæði hafa einnig verið skoðuð á sambærilegan hátt, t.d. Þeistareykir og Krísuvík. Til þessarra rannsókna var úthlutad fé á fjárlögum 1991, 1992 og 1993. Á árinu 1994 mun verða dregið úr fé til þessa liðar umhverfisrannsókna, vegna niðurskurðar á fjárframlögum til grunnrannsókna og er hættu á að þessar rannsóknir falli niður, ef ekki fæst styrkur til þeirra annars staðar frá. Slíkt yrði mikill skaði, því rannsóknir af þessu tagi er ekki hægt að gera aftur í tímann. Rannsóknir á breytingum á jarðhitasvæðum eru í eðli sínu langtímaverkefni, en hér er lagt upp með áætlun til 3ja ára, eftir það þarf að meta breytingarnar og ákveða framhald.

Við rannsóknir í Kverkfjöllum er yfirborðshiti og ummyndun kortlögð, auk þess sem hugað er að jarðfræði svæðisins og sýni eru tekin úr gufuaugum. Við allar rannsóknir á þessu svæði ber að hafa í huga að þetta er eitt erfiðasta jarðhitasvæði á landinu að fara um. Svæðið liggur að hluta til undir jökli og er öll aðkoma erfið. Frá Sigurðarskála (900 m) að jökulrönd er um 1/2 tíma akstur og þaðan (975 m), yfir Kverkjökul er um 2 tíma góður gangur í neðstu hverina (1670 m). Frá neðstu hverum má reikna með a.m.k. rúmum hálf tíma til að komast á brúnir ofan við syðri hluta svæðisins og annað eins að komast niður í syðri Hveradalinn. Þannig má gera ráð fyrir að taki 3 1/2 tíma að komast aðra leiðina í Kverkfjöll og aðeins styttri tíma til baka, 2 1/2-3 tíma, en þá er mest niðurímóti. Árið 1993 var ekið að Skálafellsjökli og farið með Jöklaferðum h/f yfir jökulinn í Kverkfjöll og rannsóknir gerðar frá skála Jöklafræðingafélags Íslands þar. Ferðin yfir jökulinn tekur um 2 tíma, en frá skálanum er um 1/2-1 tíma gangur í Hveradalinn. Um 1 tíma sleðaferð er þaðan í austurhluta fjallanna og gerir það rannsóknir kostnaðarsamari. Slæmt og rysjótt veðurfar gerir það að verkum að mjög erfitt er að rannsaka þetta svæði og því þarf að hafa sveigjanlegan tíma til rannsókna. en

## 2. GILDI RANNSÓKNA Í KVERKFJÖLLUM

Kverkfjöll eru öflugt jarðhitasvæði og liggur hæst allra háhitasvæða á Íslandi. Tengsl eldvirkni og jarðhita eru þarna augljós, en sprungurein liggur norðurundan Kverkjökli og er það mjög eldbrunnið svæði. Engin mannvirki eru á svæðinu og því er það kjörið til þess að fylgjast með náttúrulegum breytingum á óvirkjuðu svæði. Samkvæmt efnarannsóknnum er hiti í jarðhitakerfinu um 300°C en á yfirborði eru víða öflugir gufuhverir. Mannaferðir hafa ekki verið miklar á þessu svæði fyrr en á sl. 10 árum, en nú er talsvert um ferðahópa sem fara þarna um, þó ekki í syðri hluta Hveradalsins. Miðað við lýsingar frá stuttum heimsóknum jöklafræðinga og jarðfræðinga hafa talsverðar breytingar átt sér stað í Kverkfjöllum, hverir horfið, nýir myndast, svæði kulnað og gufusprengingar markað upphaf nýrra hverasvæða. Talið er að gosið hafi þarna á sögulegum tíma, en eldstöðvar hafa ekki fundist ennþá. Kverkfjöll liggja nálægt miðju svonefnds "heits reits" (hot spot) sem talið er að liggja undir Íslandi og sé ástæða fyrir tilvist þess. Þekking á jarðhita þarna eru hluti af þeirri heildarmynd sem jarðvísindamenn hafa í fjölda ára unnið við að gera af slíkum svæðum, bæði á Íslandi og ekki síður í sambandi við skilning okkar á jarðfræði úthafshryggja, reki meginlanda og þeim auðlindum sem þar má nýta.

Orkustofnun hefur unnið að rannsókn háhita til orkuframleiðslu um árabíl og eru þar engin svæði undanskilin. Þekking á einu svæði opnar alltaf skilning að öðru. Aðeins með því að fylgjast með þessum svæðum, nýtingu þeirra og náttúrulegum breytingum getum við vænst þess að auka við skilning okkar á jarðfræði þeirra og um leið leitt rök til þess að velja rétt svæði til nýtingar. Litlir möguleikar eru á því í dag að nýta Kverkfjöll til orkuframleiðslu á hagkvæman hátt. Því er þetta svæði, sem er þó mikilvægt frá vísindalegu sjónarmiði, ekki hátt á lista Orkustofnunar yfir háhitasvæði sem rannsaka á með tilliti til orkuframleiðslu. Það er ástæðan fyrir því að leitað er til Vísindasjóðs eftir fjárstuðningi til verkefnisins, en það er skoðun umsækjenda að verkefnið sé mikilvægt með tilliti til umhverfispátta, jarðfræði, jarðhita og ekki síst hluti af vísindalegri menningu okkar sem þjóðar.

## 3. RANNSÓKNIR 1991

Árið 1991 var farið í könnunarleiðangur á hverasvæðið í Kverkfjöllum til þess að undirbúa rannsóknarvinnu 1992. Valin voru álitleg svæði til sýnatöku úr gufuaugum og gert lauslegt riss af hluta svæðisins. Í þessa ferð fóru Hrefna Kristmannsdóttir og Magnús Ólafsson.

**4. RANNSÓKNIR 1992**

Við rannsóknir 1992 voru Helgi Torfason, Kristján Hrafn Sigurðsson og Magnús Ólafsson. Vinnu var hagað á eftirfarandi hátt:

21.07	Reykjavík-Mývatn	
22.07	Mývatn-Sigurðarskáli	skýjað
23.07	Sigurðarskáli-Kverkfjöll	skýjað, 0.5°C
24.07	Sigurðarskáli-nágrenni	alskýjað
25.07	Sigurðarskáli-Kverkfjöll	skýjað, snjómugga
26.07	Sigurðarskáli-til byggða	

Tekin voru 3 sýni í neðra hverasvæðinu (KV-A, B og C) og settir álhælar við gufuaugun sem tekið var úr. Veður var ekki gott til jarðfræðiathugana, en þó var hafin kortlagning á jarðfræði svæðisins og útbreiðslu jarðhita. Nyrðri hluti Kverkfjalla er úr gjallríku móbergi og er að því er virðist ein myndun. Hverirnir eru í þröngum dal sem myndaður er við misgengi og sprungur. Engar opnar gjár eru á yfirborði, enda sígur móbergið fljótt saman.

Fremra jarðhitasvæðið liggur í 1670-1700 m hæð, en hæst nær jarðhiti í 1929 m í "Skarphéð-instindi" í "austurfjöllunum".

**5. RANNSÓKNIR 1993**

Þetta ár fóru Helgi Torfason og Magnús Ólafsson til rannsókna í Kverkfjöll, en nú var ekið að Skálafellsjökli og farið með Jöklaferðum h/f yfir jökulinn í Kverkfjöll og rannsóknir gerðar frá skála Jöklafræðisafnunar Íslands þar.

Farið var til rannsókna í ágúst til að reyna að fá sem best veður og sem minnstan snjó. Sumarið 1993 reyndist kalt og var mjög mikill snjór í Kverkfjöllum, sem var jarðfræðirannsóknum til trafala. Auk þess snjóaði um 1 m á öðrum dægi rannsókna og það illviðri gerði seinni hluta ferðarinnar að engu. Sem betur fer var unnt að nýta fyrsta dag ferðarinnar og sá næsti reyndist prýðilegur.

Vinnu var hagað á eftirfarandi hátt:

09.08	Reykjavík-Jöklasel	hvas sviðri
10.08	Jöklasel (828 m)	hvas sviðri -2°C
11.08	Jöklasel-Kverkfjöll	hvasst, skýjað, -2.4°C
12.08	Kverkfjöll (1700 m)	bjartviðri, gola, +1--3°C
13.08	Kverkfjöll	snjókoma, hvasst, +0.5--1°C
14.07	Kverkfjöll-Jöklasel	snjókoma, +0.5°C
15.07	Jöklasel-Reykjavík	skýjað m. köflum, skúrir

**6. SÝNATAKA**

Gas- og gufusýni voru tekin úr gufuaugum og eru nú til sýni af völdum stöðum eftir endilöngu vestur-svæðinu:

Sýni tekin í Kverkfjöllum					
ÁR	Nr	Staður	hæð ca.	gerð	athugasemdir
23.08, 1992	KV-A	fremra svæði	1680	gufa	við jökulrönd, stika horfin 1993
23.08, 1992	KV-B	fremra svæði	1690	gufa	við jökulrönd, stika í lagi 1993
25.08, 1992	KV-C	fremra svæði	1690	gufa	við jökulrönd, stika í lagi 1993
11.08, 1993	KV-E	"Lónfell"	1680	gufa	við jökulrönd, stiku plantað
12.08, 1993	KV-F	"Hveraskál"	1620	gufa	við jökulrönd, stiku plantað
12.08, 1993	KV-G	"Hveraskál"	1640	gufa	við jökulrönd, stiku plantað

Hæðir eru ekki nákvæmar vegna þess að kort Landmælinga Íslands 2114-III (1990) er ónákvæmt á þessu svæði og hæðarmælingar voru erfiðar vegna veðurs er sýni voru tekin.

Fyrstu niðurstöður efnagreininga á gasi og gufu í sýnum frá 1992 benda til þess að hiti í jarðhitakerfinu geti verið um og yfir 300°C.

Við framhald sýnatöku þarf að taka sýni af ofangreindum stöðum til samanburðar og einnig að fá sýni af austurhluta svæðisins og úr sigkatli sem er austan við skála Jökларannsóknafélagsins. Einnig þarf að fara í Hveragil og safna vatnssýnum og athuga hvort afrennsli er annarsstaðar á þessu svæði.

## 7. JARÐFRÆÐIRANNSÓKNIR

Kverkfjöll vestri eru gerð úr samlímdu gjalli, sem hefur veðrast og ummyndast að nokkrum hluta yfir í brúnt til ljósbrúnt móberg vegna hitans í hverasvæðinu. Þessi myndun er talsvert þykk og er ekki langt til þeirra gosstöðva sem það mynduðu, en ekki er unnt að sjá aldur þessa gjalls. Þar sem hitans gætir ekki er gjallið svart og fersklegt, tæplega mikið eldra en frá lokum síðasta jökulskeiðs. Á norðurhlutanum eru kaflar úr hrauni, en ekki var unnt að rekja þær einingar saman eða gera sér grein fyrir legu hrauna eða hraunbleðla.

Nyrðri hluti svæðisins er skilinn frá syðri hlutanum af skál í fjallið, "Hveraskál", en fjöllin eru mótuð af norðlægum misgengjum og sprungum. Gígleifar eru norðan við "Hveraskál" og einnig um miðbik hennar, efst í hömrum ofan við hverasvæðið. Þar hefur gosið í lok ísaldar eða jafnvel síðar.

Hveravirkni er mest um miðbik svæðisins og sunnar, en nokkur hluti yfirborðshita liggur undir jökli. Austan við skála Jökларannsóknafélagsins er sig í jöklinum og þar er nú vatn sem jökull gengur fram í. Jarðhiti er á norður- og norðvesturströnd vatnsins, en ekki var hættandi á að fara niður að því vegna mikilla snjóá þetta árið. Bjarni Skarphéðinn Bjarnason (Jöklaferðum) sagði að venjulega væri fært niður að vatninu á landi og mun meira stæði af bergi upp úr jöklinum en nú í ár; einnig virtist honum að stæði lægra í vatninu en venjulega. Bjarni fór á "Skarphéðinstind" 11. ágúst og varð var við hitavott, en hafði ekki hitamæli til að mæla hitastig. Ekki var fært á tindinn seinni hluta þessarar ferðar vegna illviðris og snjóá.

Misgengi og sprungur leiða gufu til yfirborðs og má sjá móta fyrir þeim þar sem jarðhiti raðar sér á langar hveralínur. Hitinn hefur soðið saman bergið og lokað sprungum á yfirborði, en ekki eru hraunlög sjáanleg í dalverpum í Kverkfjöllum vestri. Gangar hafa skotist inn í móbergið og hafa líka stefnu og hveralínur. Tilvist ganganna bendir til þó nokkurs rofs ofan af gjallinu, það bendir fremur til "elli en æsku" bergsins.

## 8. FRAMHALD RANNSÓKNA

Nauðsynlegt er að halda áfram þeim rannsóknum sem nú eru byrjaðar í Kverkfjöllum og hér hefur verið stuttlega sagt frá. Þær munu væntanlega gefa til kynna hver er "eðlileg" hegðun háhitasvæða sem hafa ekki verið virkjuð, hvernig þau breytast á yfirborði og hvernig efnasamsetning gass breytist með tíma. Einnig mun aldur jarðlaga og gosvirkni væntanlega skýrast er ummyndun og fyrri jarðhitavirkni verður kortlögð.

Auðveldast er að kanna "Hveradalina" og eystri fjöllin með því að halda til í skála Jöklarannsóknafélags Íslands og fara um gangandi og á vélsleða. Það má heita óvinnandi vegur að fara um efri hveradalinn frá Sigurðarskála nema til að skoða svæðið, leiðin er of löng til að raunhæft sé að ganga upp og niður jökul og fannir og gera nákvæmar rannsóknir að auki.

Einnig þarf að taka sýni af jarðhita í Hveragili, þar eru laugar (51°C) og volgrur. Auk þess þarf að fara vestur fyrir fjöllin og athuga jarðfræði og hvort jarðhiti er þar á yfirborði. Þá þarf að halda áfram að rekja jarðhita á yfirborði og æskilegt væri að gera nákvæm hitasnið á nokkrum stöðum til að sjá langtíma breytingar. Við túlkun niðurstaðna er nauðsynlegt að til sé nákvæmt jarðfræðikort af Kverkfjöllum í heild, þ.m.t. hryggjastykkinu norðuraf, til þess að hjálpa til við að geta í jarðfræðilegan strúktúr þessarar megineldstöðvar og jarðhitakerfis hennar.

Áætlað er að semja við Merkjafræðistofu Háskólans um að mynda Kverkfjallasvæðið úr lofti með innrauðum hitaskanna. Þessar mælingar yrðu gerðar í tengslum við annað rannsóknarverkefni, en leggja þyrfti fram um 200.000 kr. aukalega vegna þess hluta sem yrði vegna flugs yfir Kverkfjöll.

Rannsóknir á svæðinu þarf helst að gera í seinni hluta júlí eða í ágústmánuði, til að fá sem minnsta snjóþekju. Í Kverkfjöllum koma oft válynd veður, en jarðhitasvæðið er í 1600-1900 m hæð, og því þarf að gera ráð fyrir a.m.k. 10-12 daga leiðangri svo nokkuð öruggt sé að fá sæmilegt veður. Best er að í leiðangri séu að minnsta kosti 3-4 menn, en 2 eru lágmark (falli maður t.d. í jökulsprungu getur einn maður ekki náð honum upp). Miklu skiptir að slíkur leiðangur sé vel út búinn og hafi sveigjanlegan tíma.

## Rannsóknaráætlun: Útvinna:

Dagur	verk	ath
1	farið austur	miðað við að fara akandi í Skálafell
2	upp á jökul	á snjósleðum
3-8	rannsóknir	Hveradalur, Skarphéðinstindur o.nágr.
9	niður af jökli, ekið í Kverkfjallaskála	
10	rannsóknir	vestan Kverkfjalla
11	rannsóknir	í Hveragili
12	ekið til Reykjavíkur	

## Rannsóknaráætlun: Úrvinnsla í Reykjavík:

Tímar	atriði	ath
250	jarðfræði	rannsókn loftmynda rannsókn fjarkönnunargagna (ný og gömul gögn) rannsókn fyrri athugana teiknun jarðfræðikorts skýrslugerð
200	efnafræði	frágangur sýna efnagreiningar samanburður við önnur svæði skýrslugerð
100	samvinna	erindi
200	samvinna	skrif greinar um niðurstöður t.d. í Jökul
50	samvinna	undirbúningur framhaldsrannsókna
800		Áætlaður heildartími

## HEIMILDIR

Friedman, Jules D., Williams Richard S., Sigurður Þórarinsson and Gudmundur Pálamason: 1972: Infrared emission from Kverkfjöll subglacial volcanic and geothermal area, Iceland. Jökull 22, 27-43.

Sigurður Þórarinsson 1953: The Grímsvötn Expedition June-July 1953. Jökull 3, 19-22.

Sigurður Þórarinsson 1956: Vatnajökulsleiðangur 1956. Jökull 6, 38-46.

*Helgi Torfason, Magnús Ólafsson og Hrefna Kristmannsdóttir*  
30. nóvember 1993