

## Rannsóknaráætlun fyrir Brennisteinsfjöll

**Sverrir Þórhallsson, Kristján Sæmundsson, Ragna Karlsdóttir**

**Greinargerð SP-KS-RK-2000-xx**



## **RANNSÓKNARÁÆTLUN FYRIR BRENNISTEINSFJÖLL**

### **INNGANGUR**

Greinargerðin er tekin saman að beiðni Hitaveitu Suðurnesja til að gefa yfirlit yfir fyrirhugaðar rannsóknir sem unnar verða á háhitasvæðinu í Brennisteinsfjöllum á næstu árum, að fengnu rannsóknarleyfi. Staða rannsókna með tilliti til háhitasvæðisins er allgöð og er næsta stóra skrefið rannsóknarboranir og rannsóknir í tengslum við þær. Markmiðið með rannsóknunum er að staðfesta með borunum að á þessu svæði sé einn eða fleiri álitlegir virkjunarstaðir. Kostnaður við umræddar rannsóknir eru um 543 millj. kr. að meðtöldum borkostnaði við þrjár rannsóknarholur.

### **AFMÖRKUN RANNSÓKNARSVÆÐIS**

Afmörkun rannsóknarsvæðisins í Brennisteinsfjöllum er byggð á niðurstöðum rannsókna á jarðhitasvæðinu og nágrenni þess. Markalínur svæðisins ákvarðast af umfangi jarðhitasvæðisins á 1 km dýpi (samkv. viðnámsmælingum), og eru þær sýndar á meðfylgjandi korti í mælikvarðanum 1:125000. Hnit punkta fyrir svæði A er UTM (63,0 99,19), (68,3 96,6), (58,0 88,5).og (63,3 86,0). Framlenging á svæði A til suð vesturs allt til sjávar er merkt sem B UTM (53,5 79,0) og (61,5 82,0) . Eldri mælingar frá Brennisteinsfjöllum gefa til kynna afrennsli frá háhitasvæðinu í þá átt. Skjálftamælingar sýna einnig virkni allt frá Brennisteinsfjöllum og suður í Herdísarvík. Hér um að ræða landsspildu með NA-læga stefnu sem er 5,8 km að breidd og 18,7 km löng. Á kortinu er skyggt svæði sem sýnir ennfremur væntanlegt borsvæði fyrstu rannsóknarholu. Þetta svæði er að stærstum hluta innan stjórnsýslumarka Grindavíkur,og Ölfushrepps en teygir sig aðeins inn á land Kópavogskaupstaðar samkv. skipulagskortu Landmælinga Íslands.

### **FYRRI RANNSÓKNIR**

Jarðhitarannsóknir í Brennisteinsfjöllum hafa til þessa verið kostaðar af ríkinu og hefur Orkustofnun annast þær. Jarðfræðikort af Reykjanesi var unnið af Jóni Jónssyni á árunum 1960-1978. Kortið nær einnig yfir Brennisteinsfjöll og var gefið út í skýrslu Orkustofnunar OS JHD 7831. Það sýnir jarðmyndanir í berggrunni, grágrýti, móberg og hraun, sem og gosstöðvar og misgengi. Síðan þá hefur gossaga síðustu árpúsunda verið könnuð (Helgi Torfason óbirt gögn). Hún er lík því sem gerst hefur annars staðar á Reykjaneskaga. Síðast hefur gosið þar á 13. öld. Jarðhiti og ummyndunarskellur eftir jarðhita eru einnig á korti Jóns. Jarðhitaummerkin fylgja sömu rein og gossprungur og misgengi. Einu ummerki um virkan jarðhita á yfirborði er norð-austan í Kistufelli. Ummyndunarskellur eru syðst í Draugahlíðum og í Grindaskörðum.

Viðnámskort sem byggir á TEM mælingum sem unnar voru í tveimur áföngum 1992 og 1993 var gert af Rögnu Karlsdóttur og birt í skýrslu Orkustofnunar (OS-95044/JHD-06). Viðnámsmælingarnar endurspeglu þá ummyndun sem bergið hefur orðið fyrir af áhrifum jarðhitans og sýna þannig umfang jarðhitakerfisins. Þær gefa einnig vísbendingar um

hitaástand jarðhitakerfisins niður á skynjunardýpi mælinganna (1-1,5 km) að því gefnu að jafnvægi sé milli ummyndunar bergsins og núverandi hitaástands jarðhitakerfisins. Ekki tókst að ná gassýnum úr gufuaugum, enda gufustreymi lítið.

Á heildina lítið er talið að í Brennisteinsfjöllum sé að finna álitlegt háhitasvæði, sem henti vel til nýtingar, þrátt fyrir að yfirborðsummerki séu lítil. Staða rannsókna nú er metin svo að næsta skrefið sé borun rannsóknarholna, samkvæmt áfangaskiptingu sem tíðkast við rannsókn háhitasvæða.

## RANNSÓKNARÁÆTLUN

Rannsóknaráætlunin sem hér er kynnt nær til undirbúnings rannsóknarborana sem gætu hafist eftir tvö ár og mats á árangri þeirra og einnig til atriða sem snúa að langtíma umhverfissvöktun. Ennfremur verður unnið að rannsóknum sem skilgreindar verða þegar þar að kemur í svonefndri “matsáætlun” vegna mats á umhverfisáhrifum (MÁU), í samræmi við ákvæði í nýsamþykktum lögum nr. 106/2000. Þótt hér sé lýst helstu þáttum rannsókna næstu 7 árin, má búast við breytingum eftir því sem ný þekking gefur tilefni til og þörf verður fyrir upplýsingar á hverjum tíma. Með rannsóknunum verður skorið úr um hvort svæðið sé hagkvæmt til nýtingar og hvernig nýtingu verði best fyrir komið t.d. með tilliti til staðsentningar á vinnsluholum og á niðurdælingaholum fyrir affallsvatn. Ennfremur verður aflað gagna sem krafist er vegna mats á umhverfisáhrifum, og veitingu leyfa svo sem nýtingarleyfis, virkjunarheimildar og starfsleyfis. Loks verður komið upp vöktunarkerfi á áhrifum vinnslu úr jarðhitakerfinu, grunnvatni og á öðrum umhverfisþáttum þar sem langtíma mælingar eru nauðsynlegar auk ákvörðunar á svonefndum núllpunkts grunni.

Í eftirfarandi töflu er helstu rannsóknarþáttum lýst stuttlega og einnig áætlaður kostnaður við hvern þeirra (í millj. kr) sem gefur til kynna umfang rannsókna að hluta.

Tafla 1. Yfirlit fyrirhugaðra rannsókna í Brennisteinsfjöllum 2001-2008

Nr	Lýsing	Áætl. Kostn.
1.	JARÐFRÆÐIKORTLAGNING Lokið verður við að gera jarðfræði- og jarðhitakort af svæðinu. Áhersla verður lögð á gíga og sprungukortlagningu ásamt því að kortleggja jarðhitaummerki. Jarðfræðikort af Brennisteinsfjöllum í mælikvarða 1:25.000 verður gert á GIS formi.	4,0
2.	TEM VIÐNÁMSMÆLING Bætt verður við nokkrum TEM mælingum til að kanna betur afrennsli frá Brennisteinsfjöllum til suð-vesturs.	4,0
3.	ÚRVINNSLA SKJÁLFTAMÆLINGA Nokkuð mikil jarðskjálftavirkni er í Brennisteinsfjöllum. Með úrvinnslu fyrirliggjandi skjálftamælinga (SÍL-net) má fá mynd af legu brota sem hreyfst hafa nýlega og vísa þar með á vænlega borstaði þar sem slík brot eru innan jarðhitageymanna. Bætt verður við einni SÍL mælistöð til að bæta gagnasöfnunina.	6,0

4.	<p><b>LAND- OG ÞYNGDARMÆLINGAR</b>  Sett verður upp GPS mælinet til eftirlits með landbreytingum og þyngdarmælt verður á sömu stöðum. Endurmæling mun sýna hvaða náttúrulegar breytingar hafa orðið og gerir kleift að fylgjast framvegis með breytingum af völdum vinnslu.</p>	7,0
5.	<p><b>GRUNNVATNSRANNSÓKNIR</b>  Grunnvatns- og rennslislíkan, sem nýlokið er við að gera af höfðuborgarsvæðinu og nær vestur að Kleifarvatni verður nýtt við kaldavatnsleit og til að segja fyrir um afdrif affallsvatns.  Ferskvatnsholur og rannsóknarholur verða boraðar til voatnsöflunar fyrir djúpbörun og til nánari ákvörðunar á vatnaskilum. Þær verða mældar með síríta til að afla nýrra gagna því skortur er á mæliholum á þessum slóðum. Rannsóknir vegna vatnsöflunar fyrir rannsóknarboranir eru hluti þessa verks. Unnið verður úr upplýsingum um árangur af borun ferskvatnsholna.  Borkostnaður á þremur grönnum rannsóknarholum og fjórum vatnsholum niður á 200 m dýpi.</p>	3,5 8,0
6.	<p><b>RANNSÓKNIR TENGDAR MATI Á UMHVERFISÁHRIFUM</b>  Samkvæmt nýjum lögum um MÁU skal gerð matsáætlun þar sem fram kemur til hvað þátta matið skuli ná. Unnið verður að þeim rannsóknum og samantekt upplýsinga sem nauðsynlegar eru. Á þessu stigi er listinn yfir viðbótarrannsóknir sem tengjast beint MÁU ekki tæmandi, enda ræðst hann af samkomulagi við Skipulagsstofnun. Hann innifelur þó:  Gróðurlífsskoðun. Yfirlit yfir tegundir gróðurs og mat á verndargildi.  Fuglalífsskoðun. Skráning á varpfuglum og þéttleika varps.  Örveruskoðun. Athugun á hitakærum örverum í gufuaugum.  Þjóðminjar. Ummerki brennisteinsvinnslu verða kortlögð svo og aðrar þjóðminjar.  Gasmæling. Mælingar verða gerðar á gasi í andrúmslofti (H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>) til ákvörðunar á 0-grunni.</p>	10,0
7.	<p><b>RANNSÓKNARBORUN</b>  Tillaga verður gerð að staðsetningum á allt að þremur rannsóknarholum og holurnar hannaðar. Reiknað er með, miðað við jákvæðan árangur, að boraðar verði a.m.k. þrjár rannsóknarholur á svæðinu á leyfistímanum. Tvær þeirra verði frágengnar eins og vinnsluholur en ein til niðurdælingar á affallsvatni. Öll þessi framkvæmd verður unnin í samræmi við nýsett lög nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum.   Rannsóknir og mælingar samhliða borframkvæmdunum kosta um 11 millj. kr við hverja holu og úrvinnsla gagna og lokaskýrsla 4,0 millj. kr.   Borkostnaður þriggja (3) rannsóknarholna 1500-2000 m djúpra, vegalagning og prófunarbúnaður. Heildarkostnaður.</p>	42,0 450,0

8.	AFKASTAMÆLINGAR OG LÍKANGERÐ Holurnar verða afkastamældar, efnasýni tekin og fylgst með viðbröðgum jarðhitageymisins. Þessar upplýsingar, ásamt öðrum sem fengust við borunina, verða notaðar til að gera straumfræðilíkan af jarðhitakerfinu. Ummræddar upplýsingar verða notaðar við að meta vinnslueiginleika svæðisins og við frekari ákvarðanatöku.	8,0
Samtals áætlaður kostnaður (millj. kr.)		542,5

### STAÐSETNING FYRSTU RANNSÓKNARHOLU

Einu sýnilegu ummerki um virkan jarðhita á yfirborði er norð-austan í Kistufelli, við brekkufót í rúmlega 400 metra hæð. Þar undir er grynnt á jarðhitaummyndun og ummyndun dýpra bendir til þess að 240°C hita sé náð á um 900 metra dýpi (500 m.u.s.). Um 2 km norðar er áætlað að ná 240°C heldur ofar eða á 350 (m.u.s.), en sá staður er í 500 metra hæð og aðkoman öll erfiðari. Lagt er til að rannsóknarholu verði valinn staður nálægt yfirborðshitanum; þá frekar norðan við og sem næst brekkunni, en þó þar sem sprungur gefa fyrirheit um góða lekt. Sjá umfjöllun um hæð á jarðhitakerfinu í skýrslu Orkustofnunar (Ragna Karlsdóttir, 1995). Holunni yrði valinn staður innan skyggða svæðisins merkt "borsvæði" á meðfylgjandi korti. Aðkoman að svæðinu hefur ekki verið ákveðin, en um hana verður haft samráð við hagsmunaaðila.

Við borun rannsóknarholu þarf kælivatn. Grunnvatnsleit færi fram innan svæðis A. Leita þarf utan þess svæðis þar sem vænta má mikillar ummyndunar á bergi, en þó yrði reynt að bera niður sem næst borsvæði. Til hliðsjónar er grunnvatnskort verkfræðistofunnar Vatnaskila (1989), en nýtt kort er í útgáfu (2000).

### TÍMAÁÆTLUN UM RANNSÓKNINA

Rannsóknir munu hefjast árið 2001 og undirbúningur að fyrstu rannsóknarholu sem reiknað er með að boruð verði annaðhvort árið 2002 eða 2003. Síðan er reiknað með borun a.m.k. tveggja holna í viðbót árin 2004-2006. Þá tekur við mat á árangri og ákvöðun um hvort stefnt skuli að virkjun ásamt nánari útfærslu á tilhögun hennar. Rannsóknartíminn nær yfir árin 2001-2008.

### Heimildir:

Jón Jónsson, 1978: *Jarðfræðikort af Reykjanesi*. Orkustofnun OS-JHD 7831

Ragna Karlsdóttir, 1992: *Brennisteinsfjöll; TEM-mælingar 1992*. Orkustofnun OS-92051/JHD-27 B 20s.

Ragna Karlsdóttir, 1995: *Brennisteinsfjöll; TEM-Viðnámsmælingar 1992*. Orkustofnun OS-95044/JHD-06 41s.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1989: *Höfuðborgarsvæði. Reiknuð grunnvatnshæð og grunnvatnsstreymi*.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2000 (í útgáfu): *Höfuðborgarsvæði. Grunnvatns- og rennslislíkan*.

Sverrir Þórhallsson

Kristján Sæmundsson

Ragna Karlsdóttir

