

**Áætlun um jarðhitarannsóknir í
Vestmannaeyjum**

**Grímur Björnsson, Kristján Sæmundsson,
Haukur Jóhannesson, Sverrir Þórhallsson**

Greinargerð GrB-KS-HJó-SP-2002-03



Áætlun um jarðhitarannsóknir í Vestmannaeyjum

Inngangur

Eftirfarandi greinargerð er unnin að beiðni Hitaveitu Suðurnesja. Henni er ætlað að reifa hugmyndir um þær rannsóknir sem þarf að gera til að staðsetja og hanna djúpa heitavatnsholu í Heimaey. Forsaga málsins er að Bæjarveitur Vestmannaeyja hafa staðið fyrir hreinsun og prófun á djúpri borholu við Skipihella. Auk þess var ný sjóhola boruð í Eiðið með ágætum árangri. Niðurstaða þessara athugana er að bæði, köld, volg og heit ($>60^{\circ}\text{C}$) vatnskerfi eru til staðar í jarðlögum undir Heimaey. Einnig virðist lekt og rýmd þessara sömu jarðmyndana það góð að ástæða sé til að íhuga alvarlega borun nýrra vinnsluholna í þau, með langtímvinnslu í huga. Þar sem um talsvert stórt verkefni er að ræða í fjármunum talið, óskuðu Bæjarveiturnar og síðan Hitaveita Suðurnesja (eftir sameiningu veitnanna), að heitavatnsleitinn hæfist með því að safnað verði saman almennri grunnþekkingu um jarðlög og vatn í Heimaey. Á grunni hennar verði svo afráðið um hvort og hvar djúp vinnsluhola til heitavatnsvinnslu verði boruð.

Greinargerðin er þannig byggð upp að fyrst er gefið almennt yfirlit um jarðfræði Heimaeyjar. Þar næst koma tillögur um frekari rannsóknir og er þeim þá skipt í eftirtalda þætti: 1) Jarðfræðikortlagningu, 2) mælingu á hita og seltu í öllum tiltækum holum og á grunni þeirra gert vatnafarskort og metin stærð ferskvatnslinsunnar í Heimaey, 3) myndun vatnsæða í Skipihellaholunni ásamt lauslegri athugun á þeirri vinnsluprófun sem nú liggur fyrir, og loks 4) hugmyndir um hönnun nýrrar heitavatnsholu. Lagt er lauslegt mat á kostnað við hvern verkþátt og er þá stuðst við gjaldskrá Rannsóknasviðs Orkustofnunar (ROS) í júní 2002.

Yfirlit um jarðfræði Vestmannaeyja

Vestmannaeyjar eru ungt eldstöðvakerfi og Heimaey virkasti hluti þess. Það er í s.k. hliðarbelti með alkalísku bergi, lítilli gliðnun og sprungumynstri sama eðlis og í jarðskjálftabeltinu á Suðurlandi. Djúp borhola upplýsir um jarðmyndanir (Jens Tómasson 1967). Þær eru móberg og ung hraun sem ná um 200 m niður fyrir sjávarmál (Vestmannaeyjamyndun), þar undir setlög sem ná frá ~200 m niður í ~800 m, og undir þeim er blágrýtismyndun.

Í djúpu borholunni (1565 m) og annarri grynri (220 m) hefur fundist volgur jarðsjór í móbergsmynduninni og heitt, ísalt vatn í setinu og þó aðallega neðst í því. Það greindi Jens Tómasson (1967) sem setvatn (*connate*). Smáæðar finnast einnig í sjálfu blágrýtinu (Grímur Björnsson 2001).

Hitastigull reiknaðist $63^{\circ}\text{C}/\text{km}$, samsvarandi rúmlega 55°C hita á 800 m dýpi. Dýpri æðar eru heitari, allt að $90\text{--}100^{\circ}\text{C}$ neðan 1400 m dýpis. Við gas-þrýstipúls frá gosinu 1973 rann um tíma úr djúpu holunni og kom mest af því vatni úr æð á ~800 m dýpi, nærri skilum á seti og blágrýti (Axel Björnsson o.fl. 1976).

Sprungumynstrið á Heimaey, sem fram kemur fyrst og fremst í eldvirkninni, einkennist af tveim stefnum (Brander og Wadge 1973). Aðalstefnan er NNA-SSV. Henni fylgja gígar og sprungur austanvert á eyinni sem raða sér á ~500 m breitt belti. Greinilegast kom þessi stefna fram í gosinu 1973. Hin stefnan er ANA-VSV og kemur fram í móbergsfjöllunum nyrst á eyinni (Sveinn Jakobsson 1968), þar einnig á ~500 m breiðu belti. Einstakir

sprungukaflar hafa austlægari stefnu í báðum tilfellum eins og títt er um skersprungur. Mesti bergþrýstingur er hér láréttur, N45°A. Allar gosminjar á NNA-SSV sprungunum eru yngri en ísöld og þó af mismunandi aldri. Þar hefur hreyfing á sprungunum endurtekið sig nokkrum sinnum. Gosminjar á ANA-VSV-sprungunum eru allar frá ísöld, en ekki vitað hvort þær eru samtíma eða misaldra. Búast má við að gangar séu í sprungunum, og þar myndi bergið helst gefa eftir við brotahreyfingar.

Í Vestmannaeyjamynduninni er efalaust drjúgur forði af volgu vatni neðan ~100 m og nokkuð sama hvar í hana yrði borað. Jarðlagagreining bendir til að Vestmannaeyjamyndunin sé ekki bundin við næsta nágrenni móbergsfjallanna heldur samanstandi af mörgum einingum og nái þá yfir miklu stærra svæði. Djúpa holan er við Skiphella, um 1 km vestan við NNA-SSV sprungunna og 100-200 sunnan við þær ANA-VSV-lægu. Hún er þannig utan við það svæði þar sem líklegast er að finna megi lekar sprungur. Frekari leit að heitu vatni þyrfti að beinast að sprungusvæðunum. Prímara lektin er vís, en til mikils að vinna ef sprungunna reynast lekar og þá ekki síður þegar kemur niður í blágrýtið.

Tillaga um frekari jarðfræðirannsóknir og kortlagningu

Rannsaka þarf sprungukerfin tvö sem að ofan var lýst. Annars vegar er svæðið austan á Heimaey milli Eldfells og Stórhöfða. Brander og Wadge (1973) kortlögðu sprungunna frá 1973, en suðurhlutinn er eftir, þ.e. Sæfjall og Stórhöfði. Hins vegar eru móbergsfjöllin frá Ystakletti vestur í Dalfjall. Þar vantar allar rannsóknir. Sveinn Jakobsson og Brander og Wadge greindu megindrættina. Eftir er að leita að og mæla út sprungur. Þar þarf einnig að greina goseiningarnar sundur og finna hvort nokkuð það aðskilji þær sem benti til mismunandi aldurs, enda má ætla að lekt í sprungum sé nokkuð háð því hvort hreyfingar á þeim hafi endurtekið sig. Kallaðir yrðu til verksins jarðfræðingar með verulega reynslu af jarðfræðikortlagningu í gosbeltinu og tengslum hennar við vatnslekt á miklu dýpi.

Hér kæmi til viðbótar greining á svarfi úr nýju sjóholunni á Eiðinu og samanburður við Vestmannaeyjamyndunina í þeirri djúpu.

Greining á jarðskjálftum hefði sennilega lítinn tilgang því þeir eru djúpir. Gætu þó etv. upplýst um halla.

Gerð verði vönduð jarðfræðikort af Heimaey á grunni kortlagningarinnar í ArcInfo kerfi Orkustofnunar, með áherslu á móberg og sprungur. Er þá miðað við að til séu nú þegar góðir stafrænir grunnar af Heimaey sem flytja má inn á jarðfræðikortið með litlum tilkostnaði (hæðarlínur, hús og götur o.s.frv.).

Áætluð rannsóknarvinna í þessum áfanga er svohljóðandi, og er þá miðað við 10 stunda vinnudag í felti og 8 stunda vinnudag á Orkustofnun þar sem tíminn í hvorutveggja er á 6000 kr án VSK:

Verkskýring	Magn	Verð
Útvinna	5 dagar (eftir lundavarpið)	300.000
Veðurtafir	1 dagur	60.000
Innivinna við úrvinnslu og skýrslugerð	8 dagar	400.000
Vinna tækniteiknara við kort og myndir	5 dagar	250.000
Flug	2 ferðir	30.000
Fæði og gisting	5 dagar	50.000
Bátsleiga	½ - 1 dagur	100.000
Leigubíll	nokkrar skotferðir suður á eyna	20.000

Svarfgræining nýjustu holu og samanburður		
við djúpu Skiphellaholuna	2 dagar	100.000
Greinargerð um niðurstöður ásamt kortum	20 stk.	100.000
Ófyrirséð		90.000
Alls:		1.500.000

Tillaga um rannsókn á vatnafari og ferskvatnslinsu

Hér er tilgangurinn að safna saman upplýsingum um boranir í Heimaey, finna og staðsetja tiltækar holur og reyna að hita- og seltumæla þær holur sem komast má ofan í. Eftir nokkru kann að vera að slægjast, því nú eru skráðar alls 75 borholur í gagnasafni Orkustofnunar undir leitarorðinu “Vestmannaeyjar”. Þessi verkþáttur er hugsaður sem rannsókn á eiginleikum efsta hluta jarðlagastaflans í Heimaey, og þá sér í lagi að meta stærð ferskvatnslinsu sem telja má öruggt að fljóti ofan á söltu vatni við sjávarmál. Fengur væri í vita hvort þarna leynist viðbótarferskvatnslind fyrir byggðina. Einnig myndi svona rannsókn sýna hvort breytilegur hitastigull er í Heimaey, og má þá í framhaldinu nýta stigulinn til að staðsetja hugsanlegar lóðréttar uppstreymisrásir heits vatns í eyinni með borun grunnra leitarholna

Vinna í þessu verkþætti er áætluð eins og að neðan greinir. Er þá gert ráð fyrir að Bæjarveiturnar leggi til aðstoðarmann í útvinnumni sem hjálpi til við að finna holurnar, opna þær og mæla:

Verkskýring	Magn	Verð
Útvinna	5 dagar	300.000
Veðurtafir	1 dagur	60.000
Innivinna við úrvinnslu og skýrslugerð	8 dagar	400.000
Flug	2 ferðir	30.000
Fæði og gisting	5 dagar	50.000
Bíllaleigubíll	5 dagar	30.000
Greinargerð um niðurstöður ásamt kortum	20 stk.	10.000
Leiga á hita- og seltumæli		50.000
Ófyrirséð		70.000
Alls:		1.000.000

Tillaga um rannsóknir á Skiphellaholunni

Hér er hugsað til þess að miklar upplýsingar um djúpu jarðmyndanirnar í Eyjum liggja í holunni, bæði hvað varðar gerð vatnsæða og þeirra vatnskerfa sem vinnsla úr holunni byggir á. Síðast en ekki síst er þegar hafin prófun á vinnslueiginleikum vatns úr holunni sem að hluta til byggir á lauslegum tillögum ROS. Lagt er til að farið verði yfir þau gögn sem safnast hafa í dæluþrófuninni og þau birt í greinargerð ásamt túlkun vinnslugagnanna og gerð geymislíkans sem nota má til að spá fyrir um framtíðarafköst. Í öðru lagi að veggir holunnar verði myndaðir með hljóðbylgjumyndavél, og þannig skorið úr um hvort vatnsæðar tengjast sprungum eða láréttum lagmótum. Í þriðja lagi yrði tekið fullkomið vatnssýni úr holunni. Loks myndi sérfræðingur ROS koma út í Eyjar og skoða varmaskipta og tæringarplötur þær sem nú eru notaðar í prófun á gæðum vatns úr holunni. Taflan að neðan áætlað kostnað við þessa þætti alla:

Verkskýring	Magn	Verð
Úrvinnsla vinnsuprófunar, gerð geymislíkans og vinnsluspáa	10 dagar	480.000
Myndun holuveggja með hljóðbylgjuvél	3 dagar	750.000
Fæði og gisting	3 nætur	60.000
Úrvinnsla borholumynda og æðalíkan	4 dagar	200.000
Taka vatnssýnis, úrvinnsla og greinargerð	1 stk	300.000
Skoðun á vinnslubúnaði og tæringarplötum	2 dagar	120.000
Flug og gisting	1 nótt	30.000
Alls		2.000.000

Frumhönnun og staðsetning nýrrar vinnsluholu

Þessi verkþáttur yrði unnin þegar þeir ofangreindu eru afstaðnir. Ætti þá að vera hægt að gera sér hugmyndir um hve miklum árangri megi búast við af borun djúpt í eyna og þá á hvaða stöðum. Fjölmargir þættir geta haft áhrif á þessa hönnun eins og holuvídd, lokadýpi, fóðringar, mælingar og prófanir í borun o.s.frv. Sem dæmi er mjög mikilvægt atriði kostnaðarlega séð hvort bora eigi granna eða víða holu, beina holu eða á ská. Einnig ættu fyrri rannsóknir ásamt áætluðum borkostnaði að gefa hugmyndir um orkuverð upp úr nýrri holu og hvernig best verður staðið að því að hirða varmann úr vatninu. Eins þarf að athuga gang borunar með tilliti til hrinhættu í setstabanum eftir fóðrun niður fyrir Vestmannaeyjamyndunina, en það gæti hafa verið vandamál í borun Skiphellaholunnar, samanber mikla gelnotkun í borun hennar (Grímur Björnsson 2001).

Vinna í þessu verkþætti er fyrst og fremst innvinna á ROS og gæti tekið 5-10 daga eftir því hvað fara þarf út í viðamikla holuhönnun. Kostnaður þá á bilinu 250 til 500 þúsund án VSK.

Samandregnar niðurstöður

Í töflunni hér að neðan eru dregnar saman áætlaðar kostnaðartölur við 5 verkþætti sem hafa það að markmiði að skera úr um fýsileika þess að bora nýja heitavatnsholu í Heimaey og hvers árangurs megi vænta af borun hennar og nýtingu. Um er að ræða metnaðarfulla áætlun og nokkuð í hana lagt sökum þess hve horfur eru nú góðar á að heitavatnsvinnslan sé möguleg. Mestur hluti kostnaðar er launakostnaður og ber því að líta á þessar upphæðir sem án VSK. Velkomið er að hafa fund um þessa tillögu til frekari skýringa og rökstuðnings ef óskað er eftir.

Verkþáttur	Kostnaður
Jarðfræðikortlagning	1.500.000
Kortlagning ferskvatnslínu og hitastigull	1.000.000
Ítarrannsóknir á Skiphellaholunni	2.000.000
Frumhönnun nýrrar vinnsluholu	500.000
Alls	5.000.000

Fyrstu þrjá verkþættina má vinna tiltölulega óháð hverjum öðrum, en sá síðasti, holuhönnun, verður helst að sækja forsendur til þeirra allra.

Tilvitnanir:

Axel Björnsson o.fl. 1976. Some observations of the Heimaey deep drill hole during the eruption 1973. Jökull 26, 52-58

Grímur Björnsson 2001. Hreinsun og blástursprófun holu HB-01 í Vestmannaeyjum í nóvember 2001. Orkustofnun, greinargerð grb-2001/06.

J. Brander & G. Wadge 1973. Distance measurements across the Heimaey eruptive fissure. Nature 244, 496-498

Jens Tómasson 1967. The origin of sedimentary water beneath Vestmann Islands. Jökull 17, 300-311

Sveinn Jakobsson 1968. The geology and petrography of the Vestmann Islands. Surtsey Progr. Report 4, 113-130

*Grímur Björnsson
Kristján Sæmundsson
Haukur Jóhannesson
Sverrir Þórhallsson*