

Hreinsun og blástursprófun holu HB-01 í
Vestmannaeyjum, í nóvember 2001

Grímur Björnsson

Greinargerð GrB-2001-06

Hreinsun og blástursprófun holu HB-01 í Vestmannaeyjum, í nóvember 2001

Inngangur

Eftirfarandi greinargerð lýsir árangri af hreinsun og prófunum á holu HB-01 í Heimaey, hér eftir kölluð hola 1. Holan var boruð árið 1964 í 1565 m dýpi. Staðsetning hennar er sýnd á mynd 1. Hún er fódruð með 7" vinnslufóðringu í 197 m dýpi, og þaðan í frá boruð með 6 ¼" krónu í botn. Tilgangurinn með borun holunnar á sínum tíma, var að kanna hvort basalhraunlög leiddu fersk vatn frá landi inn undir Eyjar. Svo reyndist ekki vera, heldur skilaði holan vatni sem var að hálfu sjór og því óhæft til beinnar neyslu.

Prófanir á holunni í og eftir borun, og fram yfir árið 1971, sýndu að ná mátti úr henni dálitlu magni af allt að 50 °C vatni. Síðan brá svo við í Heimaeyjargosinu 1973 að holan sjálfrann um tíma og freyddi af sér talsverðu gasi. Holan stóð því miður opin og freistuðust því gestir og gangandi til að henda í hana grjóti og sandi svo úr urðu stíflur á ýmsu dýpi. Nokkrum sinnum voru minni borar settir á holuna til að hreinsa úr henni fyrirstöður, síðast borinn Ýmir árið 1991.

Holan sker vatnsæðar á 800-900 m dýpi. Virðast þær fara saman við skil sem þar eru í aldri jarðlagastaflans. Er neðsti hlutinn ævagamalt og lagskipt basalt, miðhlutinn framburður og sjávarset, og efsti hlutinn móberg myndað við gjóskugos á kvarter tíma, lík þeim sem skópu Surtsey. Hiti fylgir u.þ.b. 60 °C stigli í holunni. eru æðarnar á 800-900 m því orðnar um og yfir 60°C heitar.

Hola 1 stendur síðan flestum gleymd um langa hríð. Haustið 1996 er boruð 1250 m djúp hola í dauft hitafrávik sem er í Þykkvabæ. Þá bregður svo við að sömu aldursskil koma í jarðlagastaflann á 300 m dýpi og eru á u.þ.b. 900 m í Eyjum. Talsvert af volgu vatni fylgdi aldursmislæginu í dælingu. Þessi vatnsfundur varð til þess að áhugi á holu 1 í Vestmannaeyjum endurvaknaði, því nú þóttu líkur á að sjálfur vatnsleiðarinn á 800-900 m væri mjög víðáttumikill og þar með þolinn gagnvart langtímaþvinnslu. Þá var skriður kominn á jarðhitaleit á köldum svæðum um þetta leyti, sem einnig ýtti við mönnum (Grímur Björnsson, 1997). Hola 1 var því prófuð með djúpdælu frá september 1997 til janúar 1998. Gaf hún þá 2,5 l/s af 34°C vatni við vatnsborð á 130 m dýpi (Magnús Ólafsson, 2000). Þetta eru mun lakari afköst og hiti en höfðu sést áður og bentu eindregið til þess að holan væri stífluð ofan æðanna á 800-900 m. Því var það að holan er hreinsuð í nóvember 2001, svo endanlega megi staðfesta hve vel holan og aldursmislægið á u.þ.b. 900 m henta til varmavinnslu. Fjallar greinargerðin um prófunina og þær niðurstöður sem af henni má draga.



Mynd 1: Staðsetning holu HB-01 á Heimaey. Myndgrunnur er fenginn af vef Vestmannayja, www.vestmannaeyjar.is.

Hreinsun holu 1

Hreinsun holu 1 telst hefjast formlega mánudaginn 19 nóvember 2001 að glænýr bor Jarðborana (Narfi?), frá ítalska fyrirtækinu SoilMec, kemur til Heimaeyjar. Bornum stýrði Þórir Sveinbjörnsson. Unnið er í frágangi borplans þann daginn, á þriðjudegi er bornum stillt upp og á miðvikudegi hefst niðurstetning sléttra stanga af Aza með 5 7/8" borkrónu neðan í strengnum. Niðurstetning gekk vel. Þegar kom í u.þ.b. 420 m tók steinn að þvælast fyrir krónunni, stundum nægði að ýta honum áfram en stundum þurfti einnig snúning til. Var slakað í 780 m þann daginn, en þá var svo komið að of þungt var fyrir krónunni til að unnt væri að halda áfram án skolunar. Því var gengið frá vatnsveitu á fimmtudagsmorgni og síðan borað niður með snúningi og tæplega 10 l/s skolun. Þó nokkur fyrirstaða var í kringum 780 m dýpið og boraðist stöngin á e.t.v. hálfri klukkustund. Mikið kom upp af svarfi, á köflum kolsvart. Stóð svo í 3 stangir en síðan léttist leikurinn og neðan 900 m dýpis fann krónan fyrir lítilli sem engri fyrirstöðu. Komið var í 1006 m dýpi um kaffileytið, nánast á sama tíma og sá sem hér skrifar kom úr Herjólfri ásamt mælingabíl. Skolað var í 2 klukkustundir vökva sem var móleitur að lit, líkast því sem mold hefði farið í holuna. Skolmagnið var í kringum 8 l/s. Takmarkaðist það af afköstum vatnsdælu sem losaði skolið inn í frárennsliskerfi bæjarins. Hófst síðan upptekt og stóð hún allan föstudaginn þann 23 nóvember. Í upptekt fannst að steinn sat ofan á krónunni meðan fyrsta stöngin fór úr og eins á köflum meðan dregið var upp.

Blástursprófun holunnar

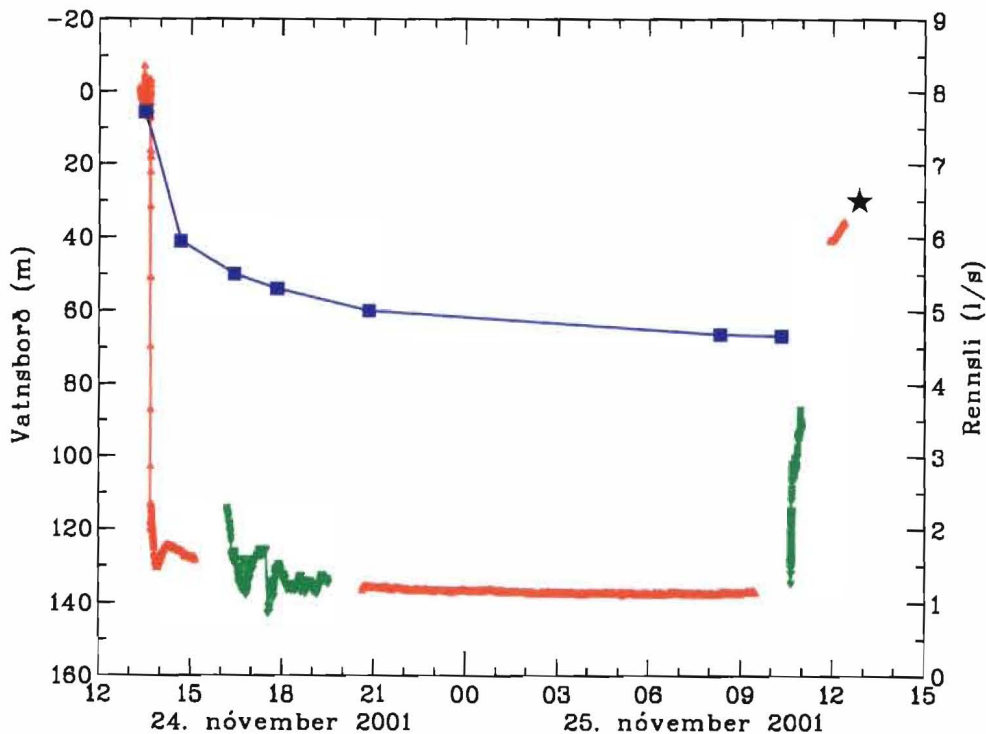
Blástursprófun holu 1 hófst kl 13:15 laugardaginn 24 nóvember. Stöngum var áður slakað í 183 m dýpi og holan hita- og þrýstimæld. Botn fannst á u.þ.b. 1430 m dýpi, 400 m neðar en krónan fór í hreinsuninni. Þótti það framúrskarandi árangur. Sambyggði hita- og þrýstimælirinn var síðan hífður í 200 m dýpi og hafður þar

kyrrstæður fyrstu klukkustundir prófsins. Holan er síðan hitamæld í rennslinu um kaffileytið á laugardeginum, mælirinn hafður kyrr í þrýstimælingu í botni fram að kvöldmat, síðan kemur hann upp aftur og var kyrr á 200 m alla nóttina. Á sunnudagsmorguninn er síðan farið aftur í botn. Allan tímann var blásturinn ótruflaður. Klukkan 10:38 er síðan slökkt á blæstrinum og mæld jöfnun í botni í u.þ.b. klukkustund. Síðan er híft upp og hitamælt í leiðinni. Áfram er mæld jöfnun í hádeginu á 200 m dýpi og loks klukkan 12:45 á sunnudeginum kemur mælirinn upp úr holunni og vatnsborð mælist á 30 m dýpi í kjölfarið.

Sökum aðstæðna á borstað var holan látin blása inn á kar sem er á bordælu Aza. Úr karinu rann vatnið síðan ofan í fiskikar, og þaðan í frá sá brunndæla um að skila vatninu gegnum brunaslöngu beint ofan í niðurfall. Í fyrstu annaði dælan ekki því sem kom úr holunni, telst þá til að holuafköstin hafi verið yfir 8 l/s. Að því kom þó, og klukkan 14:40 er allt rennslið á slönguenda mælt í 220 lítra olfutunnu. Var þeim mælingum haldið áfram fram að hádegi á sunnudeginum.

Mynd 2 sýnir niðurstöðu dæluþrófsins. Er annars vegar sýnt vatnsborð í dælingu, metið út frá mældum þrýstingi, en hins vegar heildardælingin. Tvennt vekur strax athygli við skoðun myndarinnar. Annars vegar að rennsli og vatnsborð sækja tiltölulega fljótt í stöðugt ástand, hins vegar að vatnsborðið fellur/rís feikna hratt við að dæling hefst/stöðvast. Slíkt er einkenni “skemmdra æða”, þ.e. lekt í æðum allra næst holunni er miklu lægri en í sjálfu jarðhitakerfinu sem fæðir æðarnar.

30 Nov 2001 GrB
tp V3.0



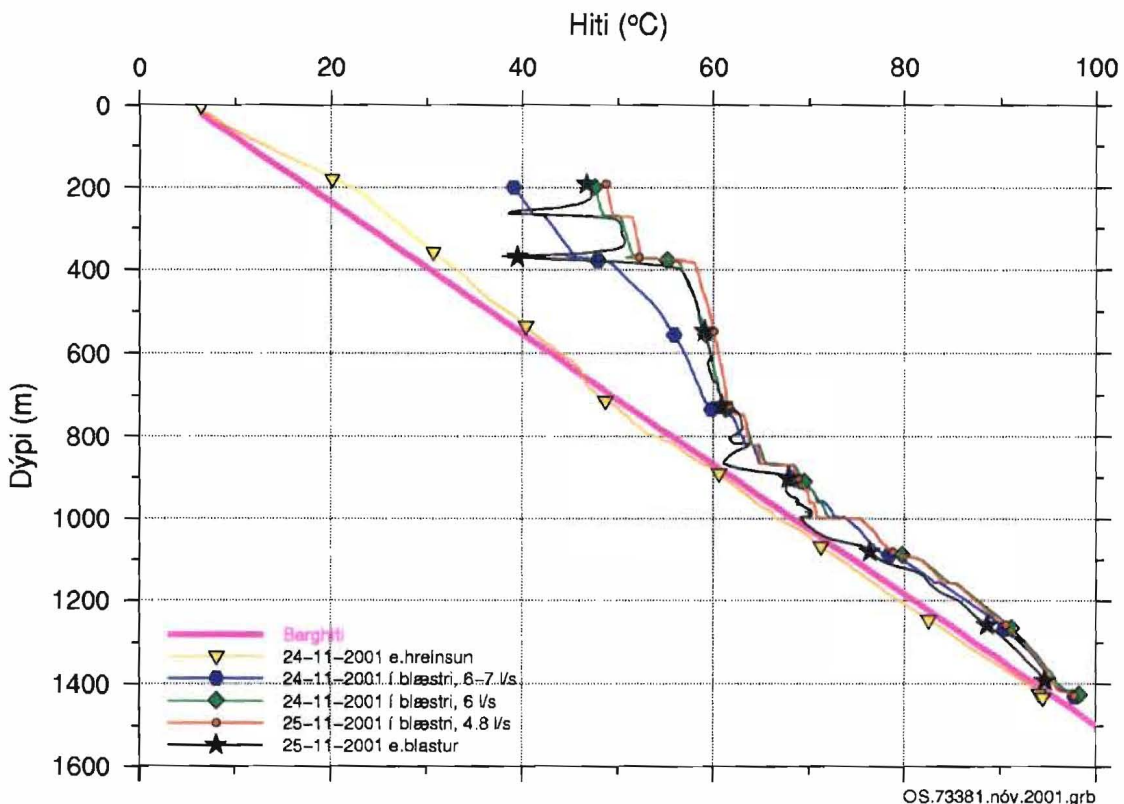
Mynd 2: Blástursþrófun holu 1 í Vestmannaeyjum. Rennslið er sýnt með bláum ferli. Vatnsborð er reiknað út frá mældum þrýstingi á 200 m (rauðir ferlar) og á 1400 m (grænir ferlar). Stjarna sýnir mælt vatnsborð eftir að hita/þrýstimælir kom úr holu.

Talsverðar líkur eru á að “skemmda” æðalektin í holu 1 sé mannanna verk. Holan var nefnilega skoluð reglulega með leðju á sínum tíma til að hreinsa úr henni svarfið. Notað var ferskvatn í boruninni og því hringdælt gegnum kar og leðjuni einnig (Ari Rögnvaldsson, munnlegar upplýsingar, nóvember 2001). Líkur eru því til að leðjukaka sitji í æðum og verði til þess að holan afkasti talsvert minnu en lekt jarðhitakerfisins leyfir. Því var afráðið á hádegi sunnudaginn 25. nóvember að freista þess að hreinsa úr æðunum með því að skjóta vatni úr holunni með látum og hvíla svo á milli. Með því móti er hægt að ná mun meiri straumhraða í æðunum en svarar til 5 l/s jafnaðardælingarinnar, og þannig hreinsa úr þeim drulluna. Var það gert nokkrum sinnum og í þetta sinn einungis fylgst með þrýstingi á loftinu sem fór niður stangirnar, sem nú náðu niður í 192 m dýpi. Ekki tókst að fá fram afgerandi merki um að holan örvaðist við þessa strokkun, og var þó reynt margsinnis, síðast á þriðjudagsmorgninum 27. nóvember.

Þess var gætt að taka reglulega vatnssýni í blæstrinum og eru þau nú til greiningar á efnafræðistofu Orkustofnunar. Eins var safnað sýnum af svarfinu sem kom upp og gulri, leirkennðri skán innan úr brunaslöngunum til smásjár- og röntngreininga.

Hitamælingar í holu 1

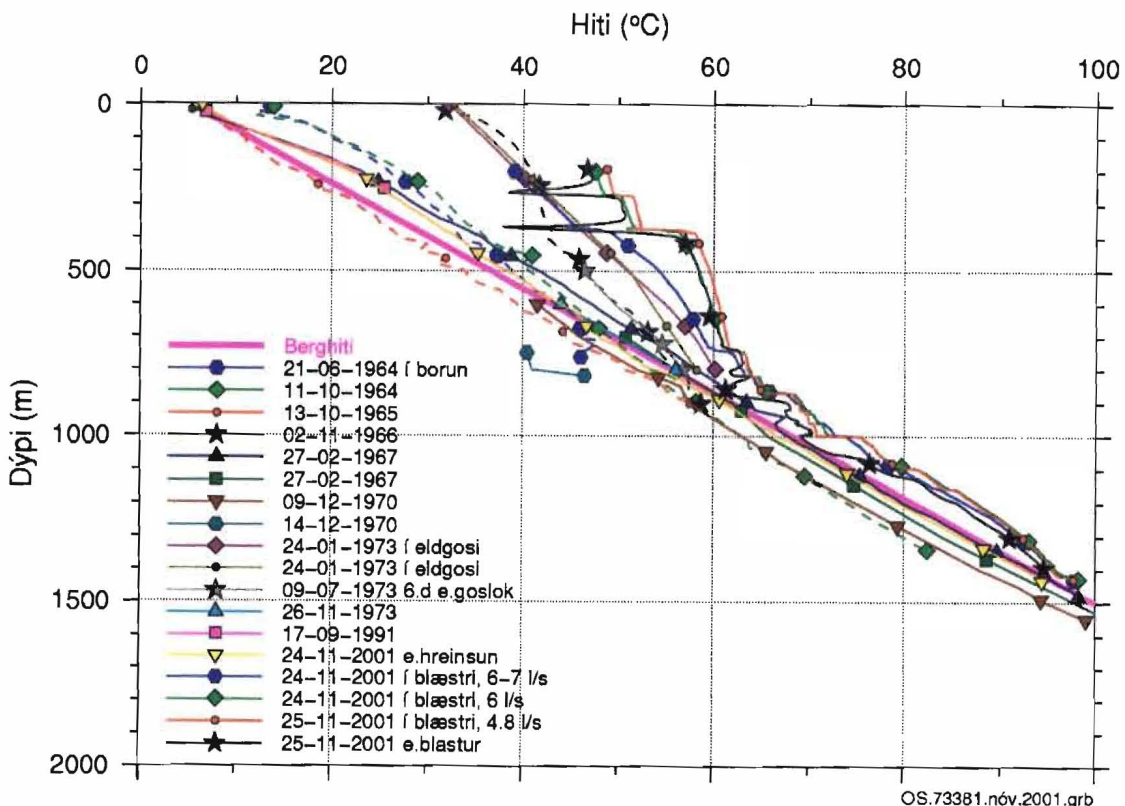
Alls var hola 1 hitamæld 5 sinnum í blástursprófuninni. eru þær mælingar sýndar á mynd 3 ásamt áætluðum berghita holunnar. Í upphafi er holuhitinn mjög líkur berghitanum, en við að vatnið rennur í holunni víkur hitinn frá honum. Neðsta æð er að vonum heitust og þegar ný æð bætist við fellur holuhitinn snögg og kemur þá eins konar trappa í hitaferilinn. Síðasta mælingin, sem var gerð eftir að blæstri lauk, sýnir vel að efstu tvær æðarnar skila inn í holuna einungis 20-30°C heitu vatni.



Mynd 3: Hitamælingar gerðar í tengslum við hreinsun holu 1 í nóvember 2001.

Á óvart kemur hve margar æðar koma fram í holunni. Efstar eru æðarnar í 270 og 370 m dýpi. Virðast þær skila e.t.v. 20-30% af því sem holan veitir í heild sinni. Þessar æðar eru gagnlausar hitaveitunni í Eyjum sökum þess að hiti þeirra er undir 30-35°C bakrásarhita. Síðan eru tvær smáæðar í 740 og 820 m og tvær meðalæðar í 870 og 1000 m dýpi. Hér er berghitinn kominn yfir 60°C hita og því rétt að tala um jarðhitakerfi og húshitunargæði á vatninu, orkulega séð. Auk þessa er hrafl af smáæðum nærri 920, 930 og 960 m dýpi, en þær gefa sáralítið. Þessi kafli holunnar fylgir tímaskilum í upphleðslu jarðlaga og virðist lekur hér, líkt og í Þykkvabæ. Áfram koma tvær smáæðar í 1090 og 1155 m dýpi, yfir 70 °C heitar. Loks kom verulega á óvart að u.þ.b. 90 °C heit smáæð er í 1420 m dýpi og önnur neðan fyrirstöðunnar í 1430 m. Hún er líklega rétt um 100 °C heit. Teljast það góðar fréttir, því nú er komin mikil varmaorka í vatnið og ástæða til að seilast eftir henni ef boraðar verða nýjar heitavatnsholur í Eyjum í framtíðinni. Á móti vegur að magnið er lítið og eins virtist sem hraðar drægi úr rennslinu úr þeim en í efri æðunum.

Mynd 4 sýnir hitamælingarnar frá 2001 teiknaðar ásamt öllum eldri mælingum úr holu 1. Þær bæta ekki miklu við þá þekkingu sem aflaðist í nóvember 2001, utan að e.t.v. fylgir berghitinn ekki línulegum stigli á 0-500 m dýpi, heldur hvelfist lítillega upp líkt því sem varmi berist með hræringu volgs vatns lárétt þarna inn. Breytileg varmaleiðni jarðlaga getur einnig valdið þessu. Hvað sem því líður virðist nokkuð öruggt að berghiti er kominn yfir 10°C á 100 m dýpi og er 16-20°C á 200 m dýpi. Þessi niðurstaða hefur þegar borist Eyjamönnum og getur leitt til þess að boruð verði sjóhola á Eiðinu í allt að 200-300 m dýpi, og hún þá nýtt til fiskeldis ef lekt er góð.



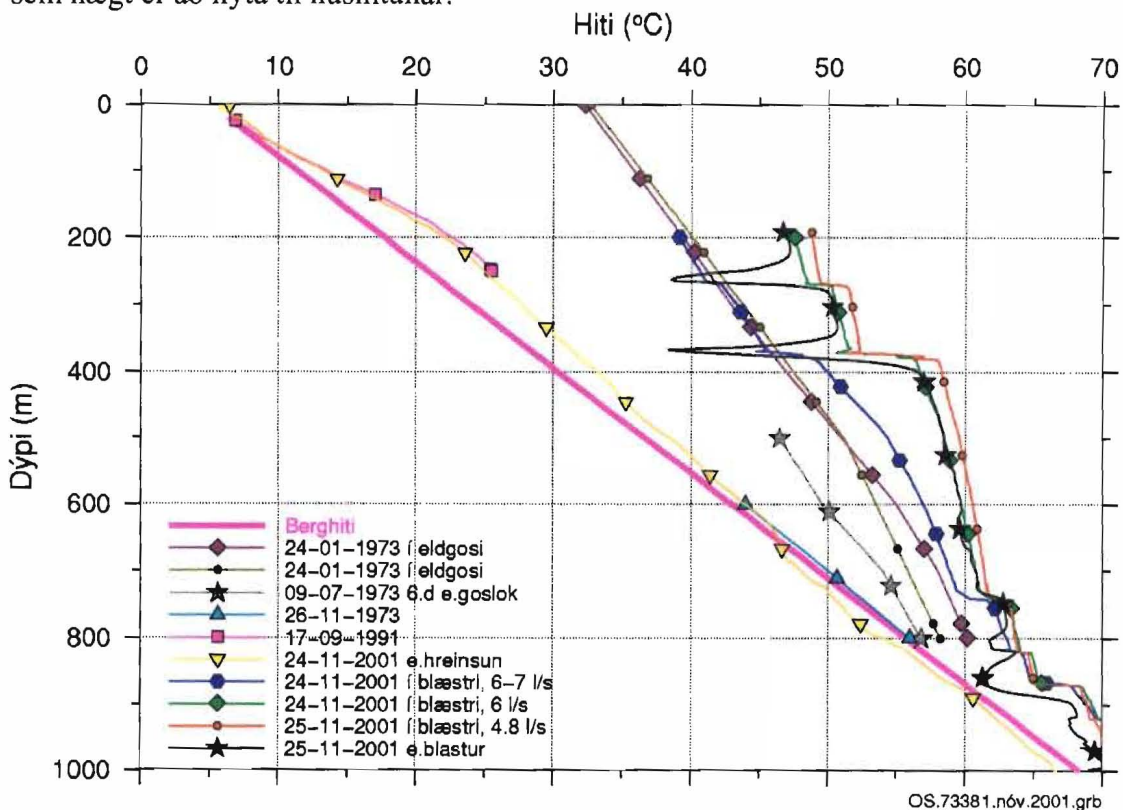
Mynd 4: Allar tiltækar hitamælingar gerðar í holu 1 frá því í borun árið 1964.

Áhrif Heimaeyjargossins árið 1973

Gosið í Heimaey árið 1973 hafði samtundis áhrif á holu 1, sem lýsti sér í því að hún sjálfrann volgu vatni (28-41°C) allt gosið. Sjálfrennslisins varð vart nokkrum klukkustundum eftir að gosið hófst og stöðvaðist nánast á sama degi og gosinu lauk í byrjun september 1973 (Axel Björnsson o.fl., 1976). Rennsli úr holunni þennan tíma skilar mikilsverðum upplýsingum um vatnslektina undir Heimaey og kann að gagnast við ákvarðanir um frekari boranir í eyinni.

Fyrst ber að telja að sjálfrennsli holunnar er talið stafa af flæði gass frá gígnum í Eldfelli að holu 1, ríflega 1,5 km leið. Bæði mældist aukinn gasstyrkur í holunni, sumir segja að vatnið hafi jafnvel freytt, og eins er ólíklegt að þjöppunaráhrif fyrstu gossþýjunnar á jarðlög hafi dugað til að láta holuna sjálfrenna í rúma 7 mánuði. Því telst ljóst að lárétt lekt er góð alla þessa vegalengd, sem aftur bendir til þess að heitavatskerfið í eyinni sé víðáttumikið og þoli því langtímaþvinnslu.

Mynd 5 sýnir hitamælingar í holu 1, gerðar í Heimaeyjargosinu 1973 fram til nóvember 2001. Af myndinni má ráða að eldfjallagasið, sem fékk holuna til að sjálfrenna, kemur allt úr æðum neðan 800 m dýpis. Ef efri æðar hefðu tekið þátt í rennslinu, kæmu nefnilega tröppulaga brot í hitaferilinn, líkt og sést í blæstrinum nú í nóvember 2001. Þetta er merk niðurstaða, því ætla má að gasið sæki aðallega eftir “besta” vatnsleiðaranum. Er hann þá neðan 800 m dýpis og þar með yfir 60°C heitur. Rennir það stöðum undir að í Heimaey finnist raunverulega víðáttumikið jarðhitakerfi sem hægt er að nýta til húshitunar.



Mynd 5: Hitamælingar gerðar í og eftir Heimaeyjagosið 1973. Vatnið sem sjálfrann virðist allt koma úr æðum á 900-1000 m dýpi, og þar með gasið sem setti holuna í sjálfrennsli.

Niðurstöður og umræða

Helstu niðurstöður af hreinsun og blæstri holu 1 í nóvember 2001, ásamt endurskoðun eldri gagna um holunna, eru þessar:

- Holan var illa stífluð á 780 m dýpi, en hreinsun tókst vel. Er holan opin fyrir mæla niður í 1430 m dýpi. Þar er fyrirstaða sem vatn rennur þó fram hjá.
- Holan virðist geta skilað kringum 4-5 l/s af 50°C heitu vatni í langtíma-dælingu, miðað við að vatnsborð fari niður fyrir 140-150 m dýpi.
- Þriðjungur vatnsmagnsins kemur úr æðum ofan 400 m dýpis, en 2/3 úr dýpri æðum, sem eru yfir 60°C heitar.
- Mjög snör lökkun (hækkun) vatnsborðs verður þegar dæling hefst (lýkur). Það ber að túlka sem mikla rennslitregðu í æðum allra næst holunni, og að hún stafi að leðju og svarfi sem varð eftir í æðunum í borun árið 1964.
- Á óvart kom hversu margar æðar eru í holunni. Flestar virðast tengjast aldursmislægi í jarðlögum kringum 800-1000 m dýpi, en einnig sjást mun dýpri smáæðar sem eru orðnar 90-100°C heitar.
- Hitastigull í holu 1 er um 60°C/km allt til yfirborðs. Þessi stigull bendir til þess að dæla megi 10-17°C heitum sjó úr 200-300 m djúpum holum til nota í fiskeldi í Eyjum, að því gefnu að lekt jarðlaga sé nægjanleg. Hugsanlega er örlítil truflun í stiglinum á 0-500 m dýpi. Hún gæti stafað af lárétu flæði vatns og varma eða breytilegri varmaleiðni jarðlaga.
- Gosið í Heimaey árið 1973 dældi gasi um lárétt jarðlög neðan 800 m dýpis, yfir 1,5 km leið að holu 1. Heitu æðarnar í holu 1, neðan þessa dýpis, virðast því tengjast víðáttumiklum vatnsleiðara.
- Því virðist nú sannað að fundið sé um og yfir 60°C heitt jarðhitakerfi í Vestmannaeyjum, en með óþekktu vinnlueiginleika.

Fram undan er að prófa holu 1 í langtímadælingu með djúpdælu. Dælan er til staðar og fer í holuna snemma í desember 2001. Gefst þá kostur á tvennu, 1) að skilgreina lekt, vinnsluþol og skynsamlegan holuþéttleika í Eyjum og 2) fá úr því skorið hvort og þá um hvers kyns málma nauðsynlegt er að leiða tærandi holuvatnið til að nýting sé möguleg. Reynist báðir þættir í lagi og leysanlegir, má fullvíst telja að hola 1 nálgist að skila 0,5 MW í nýtanlegum hita, árið um kring. Þá má í framhaldinu hyggja að borun nýrrar holu, sem yrði bæði víðari og með mun síðari fóringu en hola 1. Hugsanlega skilar slík hola allt að 10 l/s af 60°C vatni við 150-300 metra niðurdrátt. Það jafngildir um 1 MW í varma ef kælt er í 35°C. Nýja holu mætti t.d. staðsetja nærri kyndistöð Bæjarveitnanna. Þá er líka freistandi að fara nær Eldfellinu, sérstaklega ef gasið sem streymdi frá því í gosinu hefur, ásamt kvikuinnskotum, náð að skerpa eilítið á hitanum í vatnsleiðurunum á 800-1000 m. Síðast en ekki síðst ber svo að kanna áfram lektina á 1000-2000 m dýpi, sökum þess að vatn af þessu dýpi er helmingi orkumeira á sekúndulítrann en ofar.

Orkustofnun, 30. nóvember, 2001

Grimur Björnsson

Heimildir

Axel Björnsson, Leó Kristjánsson og Hlöðver Johnsen, 1976: *Some observations of the Heimaey deep drill hole during the eruption of 1973* (Nokkrar athuganir á djúpu borholunni í Eyjum meðan gos stóð yfir 1973). Jökull 26, 1976. s. 52-58

Magnús Ólafsson, 2000: *Yfirlit um efnasamsetningu vatns úr holu HB-01 í Vestmannaeyjum*. Orkustofnun, greinargerð, MÓ-2000/05, 15 s.

Grímur Björnsson, 1997: *Um líkur á vinnslu heits vatns úr Heimaey*. Orkustofnun, greinargerð, GrB-97/03, 3 s.