



ORKUSTOFNUN

Hugleiðing um jarðhita á Snæfellsnesi

Guðmundur Ómar Friðleifsson

Greinargerð GÓF-92-01

Hugleiðing um jarðhita á Snæfellsnesi

1. Inngangur

Í framhaldi af könnun á náttúrulegum skilyrðum til fiskeldis í Hnappadal (Helga Tulinus o.fl. 1991) hefur mér verið tíðhugað til nokkurra mótsagnakenndra niðurstaðna er lúta að upp-
runa og þróun lághitavirkni á Snæfellsnesi. Annars vegar tengist það hverahrúðri á jarðhita-
svæðunum á Snæfellsnesi, svo sem í Hnappadal, Lýsuhól og víðar, og hins vegar ósamræmi
milli niðurstaðna efnahitamæla. Til þessa hafa líkur á hagkvæmri jarðhitanytingu á á Snæ-
fellsnesi verið taldar í slöku meðallagi, einkum vegna lágs vatnshita (50-70°C) og kalkútfell-
inga. Það álit hefur í sjálfu sér ekki breyst nema hvað vekja má athygli á þeirri skoðun að tals-
vert heitara vatn má trúlega fá með djúpbörnum. Vatnshiti skiptir miklu máli þar sem nota
þarf varmaskipta.

2. Hverahrúður á jarðhitasvæðunum

Skoðun á jarðhitastöðunum við Syðri-Rauðamel og Landbrot sýndi ótvírætt að hverahrúður-
breiður á báðum stöðum höfðu að mestu orðið til í byrjun nútíma áður en Gullborgarhraun og
Eldborgarhraun runnu (fyrir 9000-5000 árum). Útlit þeirra minnti á gígskálar umhverfis gos-
hveru og datt mér því í hug að hrúðurskildirnir væru afleiðing gjósafrá hvern frá byrjun nú-
tíma. Auðvelt er að tengja slíka virkni fargléttingu jökla, auknu grunnvatni og sprunguhreyf-
ingum samfara landlyftingu. Hins vegar er ekki hlaupið að því að sanna slíka hugmynd án
frekari athugana og sýnatöku. Til dæmis sáust engin einhlít ummerki goshvera enda erfitt að
leita slíkra vegna rofs, gróðurs eða hraunaþekju. Engin sýni höfðu verið tekin af hverahrúðr-
inu í Hnappadal til að kanna hvort það væri úr kísli, en það haft fyrir satt að hrúðurbreiðurnar
við Lýsuhól væru úr kalki. Hrúðurbreiðurnar í Hnappadal voru því líka taldar vera úr kalki, í
tilvitnaðri skýrslu, en hugmyndarinnar um goshveri aðeins getið og aðferða til frekari rann-
sóknar.

Nú í lok október skrátt ég í helgarfrí í Staðarsveitina og stóðst ekki mátið að gramsa aðeins í
hverahrúðrinu við Lýsuhól og tók þá 4 sýni af hrúðri til að sannreyna kalkið með röntgengreini-
ngu (XRD). Ekki tókst mér að ná sýni neðst úr hrúðrinu þó áhuginn beindist ekki síst þang-
að. Öll sýni reyndust hins vegar vera úr kísli, og einungis eitt innihélt kalk að auki. Goshvera-
hugmyndin fékk þar meðbyr, auk þess sem vitneskjan getur haft bein áhrif á túlkun efnahita-
mæla á sýnum teknum úr laugum í hverahrúðrinu. Við eftirgrennslan hefur svo komið í ljós
að hugmyndin um að hverahrúðrið væri að mestu úr kalki reynst vera byggð á saltsýruprófun-
um, en kalkið (CaCO_3) freyðir í sýru. Þá aðferð notaði t.d. Guðmundur Kjartansson eins og
hann lýsir í grein um kalkhrúður á Íslandi í Náttúrufræðingnum 1947. Það þýðir að sjálfsögðu
að hluti af hrúðurbreiðunum eru úr kalki. Dæmið sýnir hins vegar ljóslega nauðsyn þess að
hrúðurbreiðurnar séu skoðaðar betur og að notast verði við efna- (XRF) og röntgengreining-
ar (XRD). Ef goshverahugmyndin á við rök að styðjast er t.d. líklegast að kísil/kalk hlutfallið
(Si/Ca) sé hátt neðst í hrúðrinu en lækki er ofar dregur samfara kælingu svæðanna, og að
svipuð þróun sjáist í öðrum aðalefnum og/eða snefilefnum. Það ætti að vera sjálfsagt að jarð-

hitadeild byggji yfir nákvæmri þekkingu á samsetningu jarðhitaútfellinga á helstu hverasvæðum landsins. Svo er þó ekki.

Úr því má hins vegar bæta án mikils tilkostnaðar. Notagildi slíkrar vitneskju er ótvírætt þar sem það varðar bæði skilning okkar á eðli og þróun lághitasvæðanna á nútíma, og kemur að beinum notum við túlkun á niðurstöðum efnagreininga. Þar við bætist svo aukin krafa samborgaranna um umhverfisvernd í tengslum við jarðhitanýtingu. Það blasir því við að jarðhita-deild verður að búa yfir ítarlegri þekkingu um náttúrlegar breytingar á lauga og hverasvæðum á nútíma - hvort heldur sem er á lághita- eða háhitasvæðum, ella skortir viðunandi gögn í umræðunni um umhverfismál. Því hlýt ég að leggja til að slíku verkefni verði hrundið af stað hið fyrsta.

Svo vikið sé lauslega að framkvæmd slíks verkefnis á Snæfellsnesi til dæmis, þá má sjá fyrir sér að nota þyrfti litla skurðgröfu eða kjarnabor til að ná jarðvegsniðum niður úr hrúður-skjöldunum á nokkrum stöðum. Ætla má að viðunandi gagnasöfnun næðist með 1-2 vikna vinnu. Sýnin yrðu síðan greind með XRD og XRF ásamt með öskulögum úr jarðvegi þar sem það á við. Svipuðum aðferðum þyrfti að beita á hverahrúðurssvæði á Suðurlandi og víðar, en aðferð við gagnasöfnun ræðst annars af aðstæðum á hverjum stað. Ekki er nauðsynlegt að leggja allt landið undir og trúlega skynsamlegast að byrja á 1-3 stöðum. Snæfellsnesið er kjör- ið í slíka athugun vegna þess hve þróunin virist vera einföld, falin í einum mikilvirkum atburði í lok ísaldar eða á byrjun nútíma og síðan hægfare kólnun. Til samanburðar má ætla að jarð- hitasagan sé flóknari á Suðurlandi vegna áhrifa Suðurlandskjálfta á hverasvæðin svo sem þekkt er.

3. Efnahitamælar

Í lághitakerfunum á Snæfellsnesi er mikill munur á mældum hita við yfirborð (50-70°C) og reiknaðs kísilhita (120-160°C). Margir hafa þó ekki treyst því að kísilhitinn gefi rétta vísbend- ingu um djúpvatnshita vegna þess hve lítið er vitað um áhrif hins háa kolsýruinnihalds á kísil- jafnvægin. Að auki kemur sumsstaðar fram misræmi milli kísilhitamælis og alkalíhitahita- mælis, en sá síðarnefndi bendir til litlu hærra hitastigs en er við yfirborð (t.d. í Hnappadal). Kísilhiti í lághitavatni (> 40°C) er yfirleitt reiknaður út miðað við kalsedónjafnvægi. Við hita yfir 170°C er hins vegar reiknað með jafnvægi við kvars (sem er stöðugasta formið af kísli), en sjaldan er miðað við ópaljafnvægi nema þá helst í sjóðandi borholum. Ópall er ókristallaður kísill og getur myndast við hvaða hitastig sem er ef jarðhitavatn nær að yfirmettast, svo sem við hvellsuðu í borholu eða gjósandi hver, þ.e. við snögga kólnun. Ópall myndast jafnframt við mjög lág hitastig (ca. < 40°C) en við hærra hitastig leitast kísilútfellingin við að mynda kal- sedón. Að sögn efnafræðinga er fyrir því löng reynsla að reikna ekki með ópaljafnvægi í lág- hitavatni nema við einhver sérstök skilyrði eins og að ofan greindi. Hins vegar er vitað að tals- vert meiri kísill getur haldist í upplausn við ópaljafnvægi en við kalsedónjafnvægi.

Ein leið til að skýra háan kísilhita í jarðhitavatninu í Hnappadal (Syðri-Rauðamel (130°C) og Landbrotslaugar (120°C)) miðað við t.d. alkalíhita (80°C og 60°C) sömu sýna, er einfaldlega sú að kísill hafi bætst í laugavatnið við yfirborð og sé þar í jafnvægi við ópal. Sé kísilríkt efni á yfirborði (svo sem hverahrúður úr kísli) er auðvelt að sjá þetta fyrir sér þar sem rennsli úr laugunum er sáralítið. Hugsanlegt er að súrt ummyndað berg og jafnvel kísilþörungaset í vatnaseti gætu haft sömu áhrif. Á ofangreindum lághitastöðum skiptir hins vegar máli að vita hvort hverahrúðrið sé að umtalsverðum hluta úr gömlum kísli. Greiningin á hrúðrinu frá

Lýsuhól gefur vísbendingu í þá veru.

Jarðhitinn við Laugagerðisskóla í landi Kolviðarness kemur að hluta til upp í gömlum vatnsbotni í Kolviðarnesvötnum (framræst). Hróðurbreiðurnar þar eru ílangar í A-V stefnu og mun umfangsminni en hróðurbreiðurnar við Syðri Rauðamel og Landbrot. Fróðlegt væri að kanna hróðrið og kísilþörungna í botnsetinu nánar og efnagreina laugavatnið með tilliti til efnahita.

Á Lýsuhól háttar svo til að kísil/kalk hróðurbreiðurnar liggja nánast beint yfir súrum keilugangi (granöfyr). Þar má því sjá fyrir sér tvo kísilgjafa við yfirborð þó mestar líkur séu á því að djúpbjergsinnskotíð sé fastheldið á kísilinn vegna kristöllumunar. Í lýsingu á hróðrinu við Laugarholt (Ragna Karlsdóttir o.fl.1981) kemur fram að 1-2 m þykkt mólagn, tiltölulega ferskt, sé undir "kalkhrúðurshellunni", og bendi það til að jarðhitavirkni hafi verið mun minni framan af nútíma en aukist verulega seinna og þá líklega samfara umbrotum á svæðinu t.a.m. jarðskjálftum (tilv. lýkur). Sé þetta rétt túlkun þá er saga jarðhitavirkni við Lýsuhól hugsanlega önnur en í Hnappadal þar sem mest virknin virðist hafa verið í byrjun nútíma eins og að ofan greindi.

Í sömu skýrslu (Ragna Karlsdóttir o.fl. 1981) er kísilhiti og jafnvægi við mismunandi steindir rætt á svipuðum nótum og að ofan, að undanskilinni viðbót kísils við yfirborð. Hins vegar háttar svo til við Lýsuhól, öfugt við Hnappadal, að kísilhita og alkálhita ber ágætlega saman (147-170 °C) og skiptir þar ekki máli hvort sýnið var tekið úr laug (47°C) eða borholu (57°C). Að þessu leyti svipar niðurstöðunum til sambærilegra greininga frá Leirá og Klausturhólum. Þar bar efnahitamælum vel saman og bentu til háskjúphita. Á báðum stöðum fékkst síðan vatn með svipuðu hitastigi í djúpum borholum. Erfitt er því að sjá hvers vegna ætti ekki að taka vísbendinguna um háan djúpvatnshita undir Lýsuhól trúarlega. Hins vegar blasir við einföld leið til að komast að því hvort trú skuli kísilhita eða alkálhita í Hnappadal, en hún felst í því að bora grunna hola í uppstreymisrás niður fyrir yfirborðshróðrið og mæla efnainnihald í vatninu.

4. Borholur á Snæfellsnesi

Að lokum má renna lauslega yfir borholur á Snæfellsnesi. Djúpar holur (> 500 m) eru einungis þrjár. Ein er við Laugagerðisskóla (594,3 m djúp). Hún tekur um 70°C heitt vatn úr sprungu ofan við 100 m dýpi og gefur því ekki upplýsingar um djúphita vatnsins, en hitaferillinn er viðsnúinn um nokkrar gráður. Efnagreining er ekki til á vatni úr holunni. Um það bil 1000 m djúp hola er við Hellnaholt við Grundarfjörð. Botnhiti er um 100°C. Önnur álíka djúp er við Stykkishólm og er hún um 70°C heit í botni.

Flestar aðrar holur á Nesinu eru < 100m djúpar. Á norðanverðu Nesinu gefur hola við Torfaholt (150 m) í Neshrepp rétt um 100°C/km stigul. Við Kirkjufell (54 m) í Eyrarsveit fæst 120°C/km stigull, og við Hamra (74 m) í sömu sveit fæst um 100°C/km stigull. Þessar holur eru sitt hvoru megin við Hellnaholuna djúpu, og þar má því segja að samræmi sé gott milli hitastigulsholna og hita á 1 km dýpi. Frá Grundarfirði í Álftafjörð er svo engin hitastigulshola fyrir en við Svelgsá (96 m) í Helgafellssveit og gefur hún líka um 100°C/km stigul. Á þessum 25 km langa kafla er farið þvert yfir gamla megineldstöð og síðan virka gosrein.

Á sunnanverðu Nesinu eru einungis tvær marktækar hitastigulsholur. Önnur er að Tröðum við Langavatn (100 m) og gefur hún 65°C/km stigul, en hin við Hólakot (140 m) suðvestan við

Lýsuhól og gefur hún rúmlega 90°C/km stigul. Hitastigulsholu vantar hins vegar nær kjarna Setbergseldstöðvarinnar, því holurnar við Lýsuhól eru allar í heitu vatnskerfi og gefa því ekki marktækan hitastigul frekar en holurnar við Brautarholt sem eru í volgu vatnskerfi.

Á undanförnum árum höfum við þrífaldlega rekist á það að heit vatnskerfi finnast í kjörnum gamalla megineldstöðva, jafnvel þó lítar sem engar vísbendingar þar að lútandi finnist á yfirborði. Í slíkum tilfellum hafa hitastigulsholur sýnt hærri hitastigul innan eldstöðvanna en umhverfis. Djúpboranir hafa síðan komið upp um nýtanleg jarðhitakerfi. Full ástæða er því til að kanna kjarna megineldstöðva með hitastigulsholum.

Hvað Stykkishólm varðar mætti t.d. kanna svæðið í nágrenni Hraunsfjarðar með þessum hætti en þar skerst virk eldgosarein sem nær frá Norðurárdal í Kolgrafafjörð, inn í Setbergseldstöðina.

Á sunnanverðu nesinu er borholuskorturinn það tilfinnanlegur að erfitt er að fjölyrða um djúphita. Út frá ofangreindu hitastigulsmati sitt hvoru megin við Lýsuhól er þó ekki ólíklegt að reikna megi með um 100°C hita á 1 km dýpi þar. Jafnframt mætti reikna með að sækja þurfi 140-160°C heitt vatn allt niður á 1500-2000 m dýpi. Það væri í sjálfu sér í ágætu samræmi við Leirá í Leirársveit, en þar fékkst 119 °C heitt vatn á 600 m dýpi og 174°C heitt vatn á 1800 m dýpi. Hitinn í neðri æðinni þar (174°C/1.8 km) samsvarar hitastigli upp á 96°C/km. Ef ástandið við Lýsuhól er svipað og við Leirá þá er hugsanlegt að yfir 100°C heitt vatn finnist á 500-1000 m dýpi við Lýsuhól.

Niðurlagsorðin verða því sú að ástæða er til að mæla með frekari jarðhitaleit á Snæfellsnesi, með hitastiguls-, könnunar- og djúpbörunum, eftir því sem við á.

Reykjavík 11. nóvember 1992

Guðmundur Ómar Friðleifsson

Tilvitnanir :

Guðmundur Kjartansson, 1947. Kalkhrúður á Íslandi. Náttúrufræðingurinn, h 2, bls 88-92.

Helga Tulinus, Árni Hjartarson, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991. Hnappadalur - Kalt Vatn og Jarðhiti - Sérverkefni í fiskeldi 1989-1990. Orkustofnun, OS-91039/JHD-05, 55 bls.

Ragna Karlsdóttir, Haukur Jóhannesson og Jón Benjamínsson, 1981. Jarðhitaathugun við Lýsuhól í Staðarsveit, Snæfellsnesi. OS81004/JHD01, 25 bls.