

UPPRUNI HVERA OG LAUGA Á ÍSLANDI

Axel Björnsson,
Guðni Axelsson og
Ólafur G. Flóvenz
Orkustofnun
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

INNGANGUR

Frá því rannsóknir hófust á hverum og laugum á Íslandi hafa hugmyndir um uppruna jarðhitavats og eðli jarðhitasvæða verið margar og mismunandi. Skoðanir eru enn skiptar um rennislísiðir jarðhitavatsins og á hvern hátt það fær varma sinn úr berginu. Við rekjum hér stuttlega helstu hugmyndir um lághitasvæðin og ræðum ýmis gögn er varpa ljósi á eðli þeirra. Síðan fjöllum við nánar um það líkan, er við teljum vera í bestu samræmi við fyrirbyggjandi gögn.

ÞRÓUN HUGMYNDA

Flestir vísindamenn, sem rannsakað hafa jarðhita á þessari öld komast að þeirri niðurstöðu að jarðhitavatið sé að uppruna úrkomuvatn, sem nær að seytla djúpt niður í jarðskorpuna. Þar hitnar það og leitar síðan upp til yfirborðs í hverum og laugum. Eldri hugmyndir um að jarðhitavatn sé ættað úr kviku eiga vart við rök að styðjast. Vegna augljósra tengsla eldvirkni og jarðhita á háhitasvæðum voru þó flestir þeirrar skoðunar að hraunkvika eða kólnandi innskot í jarðskorpunni væru einnig meginhitagjafi lághitasvæða. Trausti Einarsson (1942) hrakti þessa skoðun með ítarlegum rannsóknum lauga á Norðurlandi. Hann taldi að hinn stöðugi varmastraumur úr iðrum jarðar væri hitagjafi lághitasvæðanna og að jafnvægi ríkti á milli hins almenna varmastraums og upphitunar djúps grunnvatnsstraums (steady state model). Gunnar Böðvarsson (1950) telur hins vegar að þetta æstæða (stationary) líkan geti engan veginn

skýrt afl stærstu lághitasvæðanna. Hann leiddi líkur að því að jarðhitasvæðin væru tímabundin fyrirbæri (transient phenomena) sem tækju upp varma úr nærliggjandi berglögum. Bragi Árnason (1976) mældi tvívetnisísótópa í íslensku vatni og komst að þeirri niðurstöðu að jarðhitavatið væri að uppruna úrkoma sem félli á hálendinu og rynni neðanjarðar á nokkurra kílómetra dýpi. Hann taldi að upphitun þess væri í samræmi við líkan Trausta.

GÖGN UM LÁGHITASVÆÐI

Miklar nýjar upplýsingar hafa fengist um eðli lághitakerfanna á undanförunum árum. Mælingar í borholum sýna að lektargildi, sem notuð hafa verið í æstæðu líkani Trausta og Braga um uppruna lághitans, eru a.m.k. einni stærðargráðu of há. Það leiðir til þess að grunnvatnsstraumur af hálendinu, djúpt í jörðu, er of hægur til að skýra það magn af heitu vatni sem flæðir til yfirborðs á lághitasvæðunum. Hitamælingar í djúpum borholum á lághitasvæðum sýna að bergið er mun heitara ofan tiltekens dýpis en ætla mætti út frá svæðisbundnum hitastigli, en mun kaldara þar fyrir neðan. Þetta verður ekki skýrt á annan veg en að staðbundin hringrás nemi varma neðan ákveðins dýpis og flytji hann upp í efri jarðlög og til yfirborðs. Einnig sýnir tilraun þar sem sett var niður kenniefni í niðurstreymi jarðhitakerfis í Ölfusi að þar á sér stað mjög virkt varmanám úr bergi og að hringrásin er mjög hröð og staðbundin. Þessi gögn eru í mótsögn við æstæða líkanið, einkum hvað upphitun jarðhitavatsins varðar. Hvort jarðhitavatið er að

uppruna úrkoma, sem fallið hefur á hálendinu eða ekki, skiptir því ekki máli fyrir eðli jarðhitasvæðanna. Þar ráða staðbundnar aðstæður mestu. Greiningar á stöðugum samsætum eins og tvívetni geta engu að síður verið gagnlegar við að greina sundur mismunandi vatnskerfi. Hins vegar teljum við að ályktanir sem dregnar hafa verið um rennslisleiðir heita vatnsins út frá samanburði við tvívetni í úrkomu séu mikilli óvissu undirorpnar. Má í því sambandi benda á að á nokkrum stöðum finnast lægri tvívetnisgildi en í úrkomu héraendis. Einnig svara hlutföll súrefnis- og tvívetnissamsæta í heitu vatni í Eyjafirði ekki til sömu hlutfalla og finnast í úrkomu nú á dögum.

HRÆRING OG VARMANÁM

Tiltæk gögn sýna að flest lághitasvæðin einkennast af staðbundinni hræringu (convection) og að rennslirásir vatnsins eru sprungur, oft lóðréttar, sem í mörgum tilfellum fylgja göngum. Í ljósi þessa hefur Gunnar Böðvarsson (1982, 1983) sett fram kenningu um eðli varmanáms á lághitasvæðunum, sem er verulega frábrugðin eldri hugmyndum um eðli lághitans. Hugmyndin er sú að varmanámið gerist með staðbundinni hræringu vatns í lóðréttum sprungum, sem eru lokaðar neðan ákveðins dýpis. Hringrásin flytur varma úr bergi við neðri mörk opna hluta sprungunnar upp í efsta hluta kerfisins. Kólnun samfara varmanáminu veldur því að bergið dregst saman og sprungan opnast áfram niður. Þannig fær hringrásin varma stöðugt dýpra úr kerfinu. Varmanám með þessum hætti getur verið mjög öflugt, en afl jarðhitakerfisins ræðst af því hve hratt hræringin opnar sprunguna. Frekari reikningar sýna að opnunarhraði sprungunnar og þar með varmanámið stjórnast af hita- og spennuástandi í jarðskorpunni. Sem dæmi má nefna að ef lárétt spenna er um helmingur af lóðréttri spennu þá væri hraði slíkrar kælingar á 3 km dýpi utan gosbeltisins á bilinu 0,2 - 2 m/ári og varmaafli svæðis um 2 - 8 MW fyrir hvern lengdarkílómetra sprungu. Þetta líkan virðist því geta skýrt afl stærstu lághitasvæðanna.

NIÐURSTÖÐUR

Athuganir okkar sýna að ekki virðist vera gott samræmi milli líkans Trausta og Braga um eðli lághitans og ýmissa gagna frá lághitasvæðum. Við teljum að líkan Gunnars Böðvarssonar, sem byggir á hræringu vatns og staðbundnu varmanámi, sé í mun betra samræmi við þessi gögn. Við hitaástand líkt og í jarðskorpu Íslands virðist spennuástand ráða mestu um það hvort lághitasvæði þróast eða ekki.