

# UM UPPRUNA LÁGHITASVÆÐA Á ÍSLANDI

Stefán Arnórsson  
*Háskóla Íslands*  
101 Reykjavík

Gunnar Böðvarsson (1961) flokkaði jarðhitasvæði á Íslandi í lághitana- og háhitasvæði. Þau síðarnefndu liggja í gosbeltunum en þau fyrrnefndu í eldra bergi, kvarteru og tertíeru. Gunnar taldi að varmagjafi háhitasvæðanna væri kvikuinnskot en að lághitinn tengdist ekki neinni kvikuvirkni. Alllöngu áður en Gunnar Böðvarsson setti fram hugmynd sína um flokkun jarðhitasvæða hafði Trausti Einarsson (1942) sett fram líkan til að skýra uppruna lághitans og lengstum hefur það líkan verið viðurkennt af jarðhitamönnum, en það felur í sér að djúpt grunnvatnsstreymi verði frá hálendari til láglandari svæða og að vatnið hitni á leið sinni um heitt berg og að hinn almenni varmastraumur upp í gegnum jarðskorpuna sé varmagjafinn. Líkan Trausta felur í sér að lághitavirknin sé stöðug og að lághitasvæðin, sem einkum eru á láglandi, séu uppstreymissvæði. Gunnar Böðvarsson (1982) hefur talið að kenning Trausta um uppruna lághitans stæðist ekki orkulega séð, a.m.k. að því er varðar aflmestu lághitasvæðin eins og Reykholtisdal í Borgarfirði. Má heita furðulegt hversu margir íslenskir jarðhitamenn virðast þekkja lítið eða ekkert rök og niðurstöður Gunnars varðandi uppruna lághitans en hafa trúað í blindni á kenningu Trausta.

Bragi Árnason (1976) leiddi rök að því með umfangsmiklum tvívetnismælingum á yfirborðsvatni og jarðhitavatni að lághitavatn væri yfirleitt úrkoma ættuð innan úr landi og ályktaði að niðurstöður sínar styddu kenningu Trausta um uppruna lághitans. Gunnar Böðvarsson (1982) benti hins vegar á, að niðurstöður tvívetnismælinganna segðu ekkert til um hvernig vatnið streymi til láglandis; um grunnt streymi í berggrunni gæti verið að ræða

fremur en djúpt. Stefán Arnórsson og Gunnar Ólafsson (1986) telja að í sumum tilfellum sé um að ræða streymi á yfirborði frá hálendi áður en vatnið lendir í hringrás lághitakerfanna.

Ingvar Birgir Friðleifsson (1979) tengdi líkan Trausta við megindrættina í jarðfræði Íslands. Taldi hann að lekt berggrunns auk hæðarmunar réði mestu um hvort og hvar lághitasvæði mynduðust. Þannig átti t.d. jarðhiti á Mið-Norðurlandi rót sína að rekja til þess að vatn streymdi eftir lekum N-S sprungum frá hálendi til láglandis. Á Austurfjörðum er nær engin jarðhiti vegna þess að gangar og sprungur sem gætu skapað lekt liggja í megindráttum samsíða hæðarlínunum.

Þegar Trausti Einarsson og Gunnar Böðvarsson voru upphaflega að móta hugmyndir sínar um uppruna lághitans var lítið til af borholugögnum sem varpað gætu ljósi á eðli hans. Þó skal þess getið að Gunnar Böðvarsson gerði jafnan tilraun til að tengja sitt líkan við ákveðin jarðfræðileg ferli. Hins vegar byggði kenning Trausta eingöngu á því að grunnvatnsborð fylgdi í heildina landslagi og því hlyti grunnvatnsstreymi að vera frá hálendari stöðum til láglandari. Mér finnst hreint ótrúlegt að mönnum skuli ekki hafa verið ljóst að grunnur Trausta er ófullnægjandi til að byggja líkan á. Auðvitað verður að taka fullt tillit til áhrifa breytilegs grunnvatnsborðs á streymisstefnur, en jarðfræðileg bygging berggrunnsins og þættir eins og lekt og hitastigull hljóta alltaf að verða meginuppistaðan í líkönunum af jarðhitakerfum.

Sveinbjörn Björnsson (1980) færir að því gild rök að sum lághitasvæði, a.m.k., sem borað hefur verið í séu hræringarkerfi en ekki uppstreymis-

svæði og af því leiðir að kenning Trausta um lág-hitann fær ekki staðist að þessu leyti. Niðurstöður sínar byggir Sveinbjörn á hitamælingum í djúpum borholum sem sýna að hiti er lægri djúpt í þessum kerfum en vænta mætti miðað við vitneskju um hitastigul sem einfaldast er að skýra með kælingu vegna hræringar. Mælingar sýna ennfremur að lekt og hitastigull eru nægileg til að koma af stað hræringu.

Haukur Jóhannesson (1986) hefur sýnt fram á að mörg lágheatasvæði tengjast ungunum brotum og sprungum í tertíerum berggrunni og telur að í sumum tilfellum geti verið um að ræða kvikuinniskot í sprungurnar sem færa lágheatanum varma. Stefán Arnórsson og Gunnar Ólafsson (1986) telja að lágheatinn í Reykholtaldal og hluti lágheatna á Suðurlandsundirlendi fái varma sinn frá innskotum sem orðið hafa til við streymi á kviku undan aðliggjandi gosbelti yfir í eldri berggrunn.

Miðað við þá þekkingu sem til staðar er í dag er ólíklegt að unnt sé að lýsa eðli alls lágheatna á Íslandi í einu líkani. Talið er, að lágheatakerfi eigi uppruna sinn í einum eða fleirum af eftirtöldum fjórum þáttum eða ferlum:

- (1) Djúpt streymi grunnvatns frá hálendi til láglandis um sprungur eða aðrar lekar jarðmyndanir.
- (2) Hræring í ungunum sprungum sem myndast í gömlum berggrunni vegna breytts spennuástands í jarðskorpunni.
- (3) Við rek háhitakerfa út úr gosbeltinu samhliða þróun yfir í lágheatakerfi eftir að innskotavarmagjafinn lognast út af.
- (4) Innskotamyndun í lekan berggrunn sem liggur að gosbeltunum.

Einstök lágheatakerfi geta tilheyrt einum eða fleirum af flokkunum fjórum hér að ofan.

Talið er að lágheatinn á Mið-Norðurlandi sé fyrst og fremst afleiðing þátta (1) og (2). Breytt spennuástand í jarðskorpunni vegna hliðrunar gosbeltisins úr Húnavatnssýslum til núverandi legu gæti hafa leitt til gliðunar í eldra berggrunni á Mið-Norðurlandi í framhaldi af Kolbeinseyjarhryggnum. Gliðnunin hefði tilhneygingu til að verða um göm-

ul misgengi og ganga í berggrunninum vegna þess að þau hafa N-S stefnu. Lágheatinn er því fyrst og fremst hræring í þessum gömlu sprungum og göngum sem nýleg gliðnun hefur orðið um. Vatnið sem lendir í hræringunni gæti a.m.k. verið komið að hluta innan frá hálendi við streymi á litlu dýpi eftir sprungunum. Þessi lágheatakerfi lifa svo lengi sem varmanám getur átt sér stað í rótum kerfanna með hræringu. Ekki má útiloka þann möguleika að kvika undan Kolbeinseyjarhrygg geti leitað til suðurs eftir sprungunum og gefið varma til þessara lágheatakerfa.

Allmörg lágheatakerfi liggja í gömlum háhitakerfum sem ætla má að hafi rekið út úr gosbeltunum. Til þessa bendir jarðfræðileg bygging svæðanna og forn háhitammyndun í borholum. Dæmi um lágheatna af þessum flokki (3) eru lágheatasvæðin í Reykjavík og í Mosfellsveit, við Hvalstöð og Ferstiklu í Hvalfirði, við Klausturhóla í Grímsnesi og Leirá í Mosfellsveit. Talið er að Geysissvæðið og jarðhitinn í Hveragerði séu háheatasvæði sem hafi rétt náð að reka út úr gosbeltinu og séu á fyrsta stigi í þróun sinni yfir í lágheatna. Ferli (2) hér að ofan hefur haft áhrif á lágheatasvæðið í Mosfellsveit. Þar hefur gamla háhitakerfið rekið yfir í enda Krísvíkursprungusveimsins með þeim afleiðingum að gamli háhitaberggrunninn hefur brotnað upp og lekt hans aukist við það. Að því er varðar þetta svæði er sá möguleiki fyrir hendi að kvika hafi leitað út eftir Krísvíkursprungusveimnum og skerpt á varmagjafanum. Raunar má telja Mosfell til vitnis um slíkt kvikustreymi.

Uppruni aflmestu lágheatasvæðanna á landinu, í Reykholtaldal og ofanverðri Árnassýslu er rakinn til ferla (2) og (4) hér að ofan. Talið er að kvika sem myndast undir gosbeltinu norðan Þingvallavatns hafi tilhneygingu til að leita út í berggrunninn til beggja handa vegna þess að gliðnun í þessum hluta gosbeltisins er hætt. Lágheatakerfi myndast við hræringu vatns yfir innskotum sem þannig verða til. Níels Óskarsson (munnl. uppl.) hefur sett fram þá hugmynd að vestan gosbeltisins geti verið um að ræða ungar sprungumyndanir í framhaldi af sprungusveimnum á Reykjanesskaga sem skapa skilyrði fyrir myndun jarðhitakerfa í gömlum

berggrunni; jafnvel að kvika hafi leitað til NA út eftir þessum sprungum.

#### TILVITNANIR

Bragi Árnason, 1976: Groundwater systems in Iceland traced by deuterium. *Soc. Sci. Islandica*, Rit 42, 236 bls.

Gunnar Böðvarsson, 1961: Physical characteristics of natural heat resources in Iceland. *Jökull* 11, 29-38.

Gunnar Böðvarsson, 1982: Glaciation and geothermal processes in Iceland. *Jökull*, 32, 21-28.

Haukur Jóhannesson, 1986: Erindi um lághita á Íslandi flutt á ráðstefnu Jarðfræðafélags Íslands í október, 1986.

Ingvar Birgir Friðleifsson, 1979: Geothermal activity in Iceland. *Jökull*, 29, 47-56.

Stefán Arnórsson og Gunnar Ólafsson, 1986: A model for the Reykholtisdalur and the Upper-Árnessýsla geothermal systems with a discussion on some geological and geothermal processes in SW-Iceland. *Jökull*, 38, 1-10.

Sveinbjörn Björnsson, 1980: Jarðhiti, grunnvatn og varmi. *Náttúrufræðingurinn*, 50, 271-293.

Trausti Einarsson, 1942: Über das Wesen der heißen Quellen Islands mit einer Übersicht über die Tektonik des mittleren Nord-Islands. *Soc. Sci. Islandica*, Rit 26, 91 bls.