



ORKUSTOFNUN

**Jarðhitaleit í Austur-Skaftafellssýslu.
Umsögn til Orkuráðs um skýrslu
Jarðfræðistofunnar Stapa**

Ólafur G. Flóvenz

Greinargerð ÓGF-93-02

Jarðhitaleit í Austur-Skaftafellssýslu

Umsögn til Orkuráðs um skýrslu Jarðfræðistofunnar Stapa

1. INNGANGUR

Með bréfi framkvæmdastjóra Orkuráðs, Jakobs Björnssonar, dagsettu 15.03.1993, var óskað eftir umsögn Jarðhitadeildar Orkustofnunar um nýútkomna skýrslu Jarðfræðistofunnar Stapa um jarðhitaleit í Austur Skaftafellssýslu. Í bréfinu var óskað eftir því að umsögnin greindist í þrjá hluta:

1. Almenna umsögn um skýrsluna í heild er feli í sér mat við fyrstu yfirsýn á fagmennsku þeirri sem skýrslan ber með sér.
2. Ítarlega umsögn um rannsóknir í Nesjahreppi og við Höfn
3. Ítarlega umsögn um rannsóknir í grennd við Skaftafell.

Á deildarfundi JHD 16.3.1993 var undirrituðum falið að gera umbeðna umsögn.

1.1 Almenn umsögn um skýrsluna

Skýrslan ber með sér að vel var að verki staðið við framkvæmd verksins og eðlilegar ráðleggingar gefnar um viðbótarboranir og sýnatöku til efnagreininga þegar í ljós komu vísbendingar um jarðhitakerfi.

Vel er gengið frá myndum með staðsetningum borhola og hitamælingum. Hins vegar er úrvinnslu gagna ábótavant í veigamiklum atriðum og framsetning niðurstaða og tillagna er óskýr. Það breytir hins vegar ekki þeim meginniðurstöðum að áþreifanlegar vísbendingar um nýtanleg jarðhitasvæði hafa fundist á nokkrum stöðum.

Eftirfarandi atriðum er einum ábótavant í skýrslunni:

1. **Hitamælingar í holunum hafa ekki alltaf verið gerðar á fullnægjandi hátt.** Þannig hafa nokkrar holnanna einungis verið mældar daginn eftir að borun lauk og því vafasamt að holurnar hafi náð jafnvægi eftir hitatruflanir af völdum borunarinnar. Það ætti að vera föst regla að mæla allar holur, sem bera á saman, með sama mæli nokkrum vikum eftir að borun lýkur. Þetta á sérstaklega við þegar verið er að kanna hitastigul í grunnum holum þar sem lítil skekkja getur þar haft mikil áhrif.
2. **Útreikningur hitastiguls er beinlínis gerður á röngum forsendum.** Í skýrslunni er hitastigullinn í hverri holu fundinn með því að reikna mismun í áætluðum yfirborðshita og mældum hita á botni holunnar og deila með dýpinu. Þetta gengur að sjálfsögðu aðeins þegar hitastigull er fastur (jafn) niður alla holuna en alls ekki ef hann er að breytast með dýpi. Í sumum holnanna eru áberandi breytingar í hitastigli með dýpi (ASK-16,29,33) og þar er beinlínis rangt að nota þess aðferð enda reiknast hitastigullinn þá mismunandi eftir því hve holan er djúp. Þarna gætir grundvallarmisskilnings á eðli hitastigulsmælinga.

3. **Upplýsingar um jarðlög vantar.** Í sjálfu sér væri það í lagi ef allar holurnar væru borðar í sams konar bergi. Í raun og veru er það ekki hitastigullinn sem skiptir máli við leit að jarðhitasvæðum og varmagjafa þeirra heldur varmaflæðið. Varmaflæðið er margfeldi hitastiguls og varmaleiðnistuðuls jarðlaganna sem borað er í gegnum. Varmaleiðnistuðull er aðallega háður þóruhluta bergsins og kísilsýruinnihaldi þess. Hann vex með minnkandi þóruhluta og vaxandi kísilsýruinnihaldi. Ef verið er að bera saman hitastigul í mörgum holum á tilteknu svæði er sá samiburður einungis réttur að berggerð sé nokkurn veginn sú saman í öllum holunum. Á borsvæðinu í Austur-Skaftafellssýslu er ástæða til að ætla að berggerð geti verið mismunandi frá einni holu til annarrar þannig að upplýsingar um jarðlög eru nauðsynlegar til að bera saman hitastigulinn frá einni holu til annarrar. Þannig er hugsanlegt að skýra megi að einhverju leyti háan stigul í ASK-33 í efstu 100 m með lágru varmaleiðni setlaganna en lágan stigul í ASK-17 með hárri varmaleiðni í mjög þéttu bergi.
4. **Um fjöllun um niðurstöðurnar mætti vera meiri** Ástæðan er ekki síst sú að þarna hafa komið í ljós mjög áhugaverðar niðurstöður sem staðfesta það sem hefur verið að koma í ljós á undanförunum árum, að jarðhita er að finna mun víðar en áður var talið. Eldri hitastigulsholur höfðu gefið til kynna að hitastigull væri mjög lágur á Suðausturlandi og því ekki að vænta þar jarðhita. Niðurstöður þessara borana breyta þeirri mynd. Þær sýna t.d. áberandi hækkun á hitastigli inn til landsins. Á þeirri hækkun gætu verið aðrar skýringar en jarðhiti, t.d. gæti mikið rof í ísaldarlokin valdið því að hitastigull mælist nú hærri en hann ætti að vera. Ef það er skýringin hefur hár hitastigull ekkert með jarðhita að gera. Þessi skýring á þó nær örugglega ekki við um þau áberandi hitastigulfrávik sem mælast við Skaftafell og Miðfell og ótrúlega um háa hitastigulinn við Hala.
5. **Framsetning texta er óskýr** að því leyti að niðurstöður og tillögur eru illa aðgreindar frá meginefni skýrslunnar
6. **Framsetning hitastigulsgagna mætti vera betri.** Það hefði verið til verulegra bóta við yfirlestur skýrslunnar ef hitastigullinn hefði verið dreginn inn á teikningarnar af hita sem falli af dýpi í stað þess að lesandinn þarf að draga stigulinn út úr töflu. Þá er óljóst hvernig svokallaður framreiknaður hiti ofan vatnsborðs er fenginn. Það sama á við um hita við yfirborð. Þá er óeðlilegt að teikna upp hitamælingar sem vitað er að eru 1°C of lágur, slíkt á að leiðrétta áður en hitamæling er teiknuð.

1.2 RANNSÓKNIR Í NESJAHREPPI OG VIÐ HÖFN

Niðurstöður hitamælinga í Nesjahreppi og við Höfn sýna afbrigðilega háan hitastigul í tveimur stöðum, við Krossbæ og Miðfell.

Við Krossbæ mælist afbrigðilega hár hitastigull á mjóu svæði. Líklegast er orsökina hringrás volgs eða heits vatns. Út frá breidd hitastigulfráviks má áætla dýpið á varmagjafann með því að líta á hann sem punktuppsprettu á ákveðnu dýpi. Hæst mælist stigullinn rúmlega 100°C/km. Út frá fyrirliggjandi gögnum um breidd fráviksins mætti álykta að það stafaði af rennsli 30°C vatns á um 230 m dýpi. Ekki er þó útilokað að um heitara kerfi geti verið að ræða dýpra. Til að skera úr um það þarf að bora fleiri grunnar holur til að staðsetja hitastigulshámarkið og fylgja því síðan eftir með 300-500 m djúpri holu. Að slíku verki loknu fengjust svör við því hvort nýtanlegt vatnskerfi sé að finna við Krossbæ.

Við Miðfell hefur komið í ljós svæði þar sem sterkar vísbendingar eru um jarðhitakerfi sem er heitara en 60°C. Vegna þess að hitastigull í a.m.k. þremur af sjö holum sem afmarka svæðið er breytilegur með dýpi er vart unnt að nota hitastigul í mjög grunnum holum (<100m) til að leita meginuppstreymisrásar jarðhitans. Holur ASK-33 og ASK-29 sýna mjög háan stigul

(235°C/km og 170°C/km) en neðan 70-90 m dýpis er stigullinn mjög lágur (47°C/km og 55°C/km). Aðrar holur á Miðfellssvæðinu ná ekki niður á það dýpi sem vænta má að hitastigull lækki, þannig að þær sýna eingögnu hitastigullinn efstu 40-50 metrunum. Hegðun hitastiguls í holum ASK-29 og ASK-33 má skýra með þrennu móti, mismunandi varmaleiðnistuðli jarðlaga, uppstreymi 20-30°C heits vatns í grennd borholnanna eða láréttu afrennsli frá heitara jarðhitakerfi í nokkurri fjarlægð. Fyrstu tvær tilgátarnar fela í sér litla sem enga möguleika á að nýtanlegur jarðhiti sé við Miðfell en sá þriðji vekur vissulega vonir. Það sem fyrst og fremst styrkir síðasttalda möguleikann er hár styrkur kísils í vatnssýnunum úr ASK-29. Út frá því er fyllsta ástæða til að halda rannsóknum áfram.

Að mínum dómi gæti eðlilegt framhald á jarðhitarannsóknum við Miðfell verið eftirfarandi:

1. Dýpkun holna ASK-16, 25 og 27 í 140 m og borun nokkurra 140 m holna til viðbótar. Fjöldi þeirra ræðst af niðurstöðum undanfarandi holna, en óvarlegt er að reikna með minnu en 5 holum. Gróflega metið gæti heildakostnaður við boranirnar og úrvinnslu þeirra numið 2-3 Mkr. Verði árangur neikvæður er málið úr sögunni en haldið áfram ella.
2. Ítarlegar viðnáms- og segulmælingar ásamt sprungukortlagningu. Kostnaður gróflega áætlaður 3 Mkr.
3. Borun djúpri holu eða holna. Til greina kæmi að bora nokkrar 400 m djúpar holur eða færri og djúpri holur. Gróflega metið gæti kostnaður við slíkar boranir, eftirlit, mælingar og úrvinnslu numið 10 Mkr. Að loknum þessum áfanga yrði tekin ákvörðun um hvort boraðar yrðu vinnsluholur. Þá er rétt að reikna með minnst tveimur 1000 m djúpum holum sem gætu kostað samtals um 30 Mkr.

Þannig má gróflega áætla að heildarkostnaður við leit og vinnsluboranir gæti numið um 46 Mkr. Tekið skal fram að um mjög grófar tölur er að ræða þótt þær gefi vissulega nokkra viðmiðun. Til viðbótar kemur svo virkjunarkostnaður holnanna og aðveita til Hafnar.

Á Höfn er þegar til staðar dreifikerfi fjarvarmaveitu þannig að ekki þarf að taka tillit til kostnaðar við lagningu dreifikerfis ef nýtanlegur jarðhiti fyndist nærri Höfn. Til að meta hvort hagkvæmt sé að halda jarðhitaleit áfram við Miðfell þarf því að áætla kostnað við leit og virkjun þar, kostnað við aðveitu til Hafnar og loks árlegan rekstrarkostnað jarðhitasvæðisins.

Þar sem þegar er til staðar kyndistöð á Höfn er ástæðulaust að leggja víðari leiðslu frá Miðfelli en svo að hún anní grunnafspörf hitaveitunnar, en nota kyndistöðina til að ráða við afltoppa. Með því móti má koma kostnaði við aðveituna verulega niður í verði. Ef við t.d. gefum okkur að jarðhitasvæðið gefi af sér 30 l/s að ársmeðaltali sem er hógvært forsenda og nóg sé að geta flutt 30 l/s af vatni frá Miðfelli til Hafnar nægir niðurgráfin 200 mm einangruð stál-pípa. Ef tekið er mið af áætlunum sem Hitaveita Akureyrar hefur unnið fyrir þess háttar lögna má áætla að 17 km lögna frá Miðfelli til Hafnar kosti um 85 Mkr og virkjunarkostnaður borhola við Miðfell um 10 Mkr. Miðað við að dæla þurfi vatninu af 240 m dýpi má með hliðsjón af raforkukostnaði við borholudælur á Akureyri áætla árlegan raforkukostnað 4,7 Mkr og annan rekstrarkostnað um 3 Mkr. Ef við reiknum með að svæðið gefi 80°C heitt vatn og 12°C hitafalli á leiðinni til Hafnar, nýtingu niður í 30°C, 6% árlegum vaxtakostnaði og 25 ára afskriftatíma verður orkuverðið 0.45 kr/kWst komið að dreifikerfinu á Höfn. Það er vel samkeppnisfært við niðurgreitt rafmagn og gefur því tilefni til að halda áfram jarðhitarannsóknum við Miðfell. Þess verður þó að gæta að vega og meta niðurstöður rannsókna eftir hvert skref og taka ákvörðun um framhald í ljósi þess.

1.3 RANNSÓKNIR VIÐ SKAFTAFELL

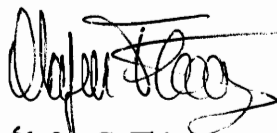
Við Skaftafell hefur komið í ljós hár hitastigull, 150-170°C/km. Ófullkomnar efnagreiningar á vatnssýni úr ASK-2 gefa vonir um að þarna megi finna allt að 60°C vatnskerfi. Til þess að ná því vatni er eðlilegt að fylgja ráðum skýrsluhöfundar um kortlagningu ganga og sprungna og borun fleiri hitastigulshola. Að því loknu mætti staðsetja 400-500 m djúpa könnunarholu sem gæti nýst sem vinnsluholna ef hún hitti á nægjanlega heitt vatn.

Um hagkvæmni jarðhitaleitar í Skaftafelli verður ekki fjölýrt hér. Ljóst er að kostnaður gæti numið 5-10 Mkr eftir árangri og því hversu djúpt þarf að bora. Á móti kæmi sparnaður í raforkunotkun og það sem ef til vill er erfiðara að meta til fjár, hinn óbeini hagur sem ferðaþjónustan hefði af nógu rennandi heitu vatni í Skaftafelli og nýtingu þess til baða og annarra þarfa.

2. SAMANTEKT

Helstu atriði umbeðinnar umsagnar um skýrsluna eru:

- Af skýrslunni verður ekki ráðið annað en vel hafi verið að verki staðið við framkvæmd rannsóknanna. Frágangur gagna er góður.
- Í úrvinnslunni gæti misskilnings á eðli hitastigulsmælinga sem leiðir til beinnar faglegrar villu við úrvinnslu. Sú villa hefur þó ekki áhrif á meginniðurstöður skýrslunnar.
- Ljóst er að vísbendingar um nýtanlegan jarðhita hafa fundist á nokkrum stöðum á rannsóknarsvæðinu. Þar ber hæst hugsanlegt jarðhitasvæði við Miðfell í Hornafirði sem nýst gæti til húshitunar á Höfn. Til að kanna hvort þarna er í raun um nægjanlegt heitt vatn að ræða þarf ítarlegar rannsóknir, sem m.a. innifela dýpkun og fjölgun hitastigulsholna, viðnámsmælingar, jarðfræðikortlagningu, segulmælingar og borun dýpri rannsóknarholna. Verði niðurstöður af slíku rannsóknarverkefni jákvæðar er borun vinnsluholna næsta skref.
- Ráðleggingar í skýrslunni um næstu skref rannsókna eru í eðlilegu samræmi við niðurstöður sem fengist hafa, þótt framsetning þeirra sé óskýr.
- Lauslegt mat á orkuverði á Höfn frá jarðhitavirkjun við Miðfell gefur til kynna að það sé fyllilega samkeppnisfært við niðurgreidda raforku, eða um 0.45 kr/kWst. Í ljosi þess er eðlilegt að halda áfram jarðhitarannsóknum við Miðfell..
- Ljóst er að við Skaftafell hafa komið fram vísbendingar um nýtanlegan jarðhita sem gæti aukið gildi Skaftafells sem ferðamannastaðar. Reikna má með að bora þurfi 400-500 m holu til að ná í nægjanlega heitt vatn. Áður þarf þó að leita að líklegum vatnsleiðandi sprungum með borun fleiri grunnra hitastigulsholna og jarðfræðikortlagningu,



Ólafur G. Flóvenz