



**Jarðhiti og víðnám umhverfis Selfoss.
Erindi flutt á fundi um stöðu orkuöflunar Hitaveitu Selfoss,
Selfossi 6. júlí 1988**

Lúðvík S. Georgsson

Greinargerð LSG-1988/-

Erindi flutt á fundi um stöðu
orkuöflunar Hitaveitu Selfoss,
Selfossi 6. júlí 1988.

JARÐHITI OG VIÐNÁM UMHVERFIS SELFOSS

Lúðvík S. Georgsson, verkfræðingur

Jarðhitadeild Orkustofnunar.

I EÐLISVIÐNÁM, JARÐLÖG OG JARÐHITI

Viðnámsmælingar hafa um langt árabil verið gerðar hér á landi til að fá upplýsingar um eðlisviðnám bergs á mismunandi dýpi. Einkum hefur þeim verið beitt í jarðhitarannsóknunum. Það er því eðlilegt að spyrja fyrst hvaða samband sé milli jarðhita og eðlisviðnáms. Á Orkustofnun hafa verið gerðar tölverðar rannsóknir á tengslum eðlisviðnáms við aðra eðlisþætti bergsins (Ólafur G. Flóvenz og fl. 1985). Meðal þess sem þar kemur fram er að viðnám vökvans í berginu skiptir litlu málí, nema að það sé óvenjulágt, t.d. vegna verulegrar sjávaríblöndunar. Sýnt er fram á að yfirborðsleiðni í sprunguneti bergsins sé ríkjandi þáttur í rafleiðni bergs sem er mettað vökva og að breytingar á eðlisviðnámi megi fyrst og fremst rekja til mismunandi sprunguleiðni og hita.

Hér er ekki ætlunin að fara djúpt í þessi atriði. Meginatriðin eru þó þessi. Sprunguleiðni ræðst fyrst og fremst af fjölda og flatarmáli sprungnanna og ummyndun bergsins. Lægst eðlisviðnám mælist þegar bergið hefur ummyndast að því marki að veggir sprungnanna eru klæddir þunnu lagi af lághitasteindum. Þegar sprungur fára að lókaðt vegna aukinnar ummyndunar fer eðlisviðnámið jafnt og þétt hækkandi. Lágt eðlisviðnám bendir því til að bergið sé heitt og/eða óvenju sprungið, þ.e. með góða vatnsleiðni. Það er hins vegar ekki auðveld að leysa þessa þætti í sundur, þar sem þeir eru gjarnan samverkandi. Við mat á niðurstöðum vegur reynslan frá öðrum svæðum því oft þungt. Sömuleiðis þarf gjarnan að mæla stærra svæði en áhuginn beinist að til að fá samanburð.

II HELSTU VIÐNÁMSMÆLIAÐFERÐIR

Við jarðhitarannsóknir hér á landi hefur einkum verið beitt tvennis konar viðnámsmæli-
aðferðum, Schlumbergermælingum og viðnámssniðsmælingum. Munurinn er fólginn í
mismunandi uppsetningu straum- og spennuskauta. Reiknað er út svonefnt sýndarviðnám út
frá hlutfalli útsends straums og mældrar spennu, og innbyrðis afstöðu straum- og spennu-
skauta. Með hjálp tölvuforrita er sýndarviðnámið síðan túlkað yfir í raunverulegt eðlisviðnám
jarðar, en það er yfirleitt breytilegt, bæði með dýpi og milli mælistaða.

- SCHLUMBERGERMÆLINGAR. Þær hafa verið gerðar hér á landi með góðum árangri
um langt árabil. Schlumbergermælingar veita upplýsingar um eðlisviðnám jarðar á mis-
munandi dýpi undir mælistað og næsta nágrenni hans. Straum- og spennuskautum er
raðað á línu, spennuskaut innst og straumskaut yst. Með því að auka fjarlægð milli
straumskauta eykst dýptarskynjunin. Þær eru einkum notaðar til að afmarka svæði með
afbrigðilega lágu viðnámi, sem tengist jarðhita. Niðurstöðurnar má nýta til að spá fyrir um
stærð hitasvæðanna. Með hefðbundnum útbúnaði fást upplýsingar um eðlisviðnám niður
á 500-1000 m dýpi.

- VIÐNÁMSSNIÐSMÆLINGAR. Mæliaðferðin var þróuð í byrjun þessa áratugar. Hún hefur reynst öflugt tæki til að leita að vatnsleiðandi sprungum, en þær koma fram sem lóðréttar lágvíðnámssprungur. Hún dugar best þar sem eðlisviðnám í jörðu er almennt fremur hátt. Í mælingunum eru notuð 3 straumskaut og tvö spennuskaut. Tveimur straumskautum og spennuskautum er raðað á línu en þriðja straumskautinu er komið fyrir mjög langt í burtu, hornrétt á línuna. Með tölvutúlkun á þeim þremur sýndarvíðnámsferlum, sem mældir eru, hefur tekist að rekja og kortleggja jarðhitasprungukerfi, sem ekki sjást á yfirborði. Mælingarnar eru nokkuð dýrar og er þeim einkum beitt til undirbúnings staðsetningar á borholum, til að auka líkur á að þær hitti sprungurnar. Með venjulegum útbúnaði skynja þær niður á 200-400 m dýpi.

III JARÐHITI

Jarðhiti finnst allvíða nærri Selfossi, og gjarnan í tengslum við opnar jarðskjálftasprungur. Þar ber fyrst að nefna hitasvæðið í Laugardælum og Þorleifskoti, sem Hitaveita Selfoss hefur nýtt til heitavatnsvinnslu, frá því að hún tók til starfa árið 1948. Áður en boranir hófust voru þarna laugar á yfirborði. Hiti þeirra var 47-48°C en rennslið lítið, enda réðst vatnsborð lauganna af grunnvatnsstöðu í Þjórsárhrauninu. Þegar farið var að dæla úr holum, hurfu laugarnar.

Sitt hvoru megin við Ölfusá rétt neðan við brúna eru laugar. Laugarnar austan ár eru nú horfnar í urð enda fer áin þar yfir. Áður mun hafa verið þveginn þvottur þarna. Í jarðskjálftunum 1896 hækkaði hiti mjög í laugunum og mun hafa náð suðumarki í two daga en farið svo kólnandi. Vestan ár kemur hitinn upp í sandeyri og fer jarðhitinn á kaf, þegar mikið er í ánni. Þarna mælist nú 52°C hiti. Hola var boruð í árbakkann árið 1964. Hún stíflaðist fljótt og hafði þá lítið verið skoðuð.

Af öðrum hitasvæðum í grenndinni verður að nefna Árbæ og Laugarbakka vestan Ölfusár en Hitaveita Selfoss mun hafa tryggt sér vatnsréttindi á síðarnefnda staðnum. Austan ár má nefna Sölvholt, Oddgeirshóla og Laugar, og hefur verið borað þar með þokkalegum árangri.

IV VIÐNÁMSMÆLINGAR Á JARÐHITASVÆÐUM NÆRRI SELFOSSI

Viðnámsmælingar hafa frá fyrstu tíð gegnt mikilvægu hlutverki í rannsóknum á jarðhita nærri Selfossi. Fyrst var viðnámsmælt við Laugardæli og Þorleifskot sumarið 1949, þegar gert var nákvæmt viðnámskort af hitasvæðinu. Ekki var dýptarskynjunin mikil, eða 15-20 m, en árangur var engu að síður góður. Fram til þess tíma hafði verið borað á Laugardælum, en holurnar kólnuðu fljótt vegna niðurstreymis kalds vatns. Viðnámskortið benti til að Þorleifskot væri ekki síður fýsilegt vinnslusvæði og í framhaldi af því var ákyeðið að hefja rannsóknarboranir þar. Í Þorleifskoti hefur síðan verið vinnslusvæði hitaveitunnar.

Ekki fer miklum sögum af yfirborðsrannsóknum á jarðhita við Þorleifskot næstu two áratugina. Hitaveitan boraði holar eftir þörfum og reksturinn gekk vel. Um 1970 urðu miklar framfarir í mælitækni. Dýptarskynjun viðnámsmælinga jókst verulega, svo að hægt var að skoða viðnámið niður á um 500 m dýpi. Um svipað leyti hófst umfangsmikil könnun á jarðhita í Flóa og Ölfusi. Á næstu árum var mikið mælt á þessu svæði, og m.a. við Þorleifskot og flest stærri hitasvæði í grennd við Selfoss. Niðurstöðurnar, sem komu út í nokkrum skýrslum á árunum 1971-1973, voru nokkuð óvæntar hvað varðaði hitasvæðið í Þorleifskoti. Stórt lágvíðnámssvæði kom fram í Hraungerðishreppi austan hitasvæðisins og var viðnámið þar mun lægra en inni á hitasvæðinu. Út frá því voru dregnar ályktanir um að vinnslusvæðið væri í vesturjaðri stærra hitasvæðis og álitid fýsilegt að leita til austurs ef auka ætti vatnsvinnslu hitaveitunnar. Þessar niðurstöður stóðu þó ekki lengi.

Eftir stutt hlé var mælt enn meira í Flóanum á árunum 1976-1978. Tölvuvinnsla var nú komin til sögunnar svo að hægt var að túlka mælingar mun nákvæmar en áður og mæla dýpra. Meðal annars voru gerðar allmargar mælingar við Þorleifskot sumarið 1977. Niðurstöðurnar sáu aðeins dagsins ljós í lítilli bráðabirgðaskýrslu, en þær breyttu aftur hugmyndum um jarðhitann við Þorleifskot. Nákvæm kortlagning á lágvíðnámssvæðinu austan við Þorleifskot leiddi í ljós að þarna var aðeins um þunnt lágvíðnámsslag að ræða sem rekja mátti til saltra setлага undir Þjórsárhrauninu en ekki jarðhita. Þessi setlög eru frá ísaldarlokum og hafa myndast í grunnsævi við haerri sjávarstöðu en nú er. Þykkt þeirra er líklega vel á annað hundrað metra þar sem hún er mest. Þegar komið er niður í berglagastaflann er viðnámið í Flóanum viðast nokkuð hátt, eða á bilinu 40-100 ohmm. Umhverfis Selfoss er djúpviðnám nokkru lægra, einkum inni á jarðhitasvæðunum. Við Árbæ, Ölfusárbró og Laugarbakka er það um 20 ohmm og sömuleiðis við Sólvholt, en nokkru hærra við Þorleifskot og Laugardæli, eða 30-35 ohmm. Þetta er nokkuð á skjón við þá staðreynd að síðastnefnda svæðið er tvímælalaust öflugast. Það má þó skýra með því að ummyndunarstig bergsins er þar mun hærra en á hinum svæðunum og hiti lægri en t.a.m. í Árbæ. Mynd 1 sýnir eðlisviðnám bergs á Suðurlandsundirlendi á 500 m dýpi undir sjávarmáli. Lægsta djúpviðnámið (<10 ohmm) mælist inni á háhitasvæðunum, eins og í Hengli, Hveragerði og á Geysissvæðinu. Viðáttumikil lágvíðnámssvæði (10-25 ohmm) fara saman við virkstu lághitasvæðin eins og í Biskups-tungum, Hrunamannahreppi og í Ölfusi. Geysilega hátt djúpviðnám (>500 ohmm) í vestan-verðum Gnúpverjahreppi stafar af því að þar eru rústir gamallar megineldstöðvar og er bergið því mjög þétt og ummyndað.

Sumarið 1982 voru gerðar svokallaðar viðnámssniðsmælingar við Laugardæli og Þorleifskot. Tilgangurinn var að kortleggja sprungur í efstu 200-300 m hitasvæðisins, en þá stóð fyrir dyrum borun vinnsluholu við Laugardæli. Mælingarnar tókust nokkuð vel, en æskilegt hefði verið að taka fleiri mælilínur. Í mælingunum koma fram nokkuð áberandi lágvíðnámssprungur. Túlkunin á þeim er þó ekki einhlít, sérstaklega hvað varðar stefnuna. Til að fá úr því skorið væri æskilegt að bæta við 1-2 mælilínum og jafnframt tölvutúlka allar mælilínurnar að nýju, en mun öflugra forrit en áður er nú notað til að túlka viðnámssniðsmælingar.

V NÝ VINNSLUSVÆÐI

Um allmarga kosti er að ræða fyrir Hitaveitu Selfoss, ef leita á nýrra miða, hvað varðar vatnsvinnslu. Hér á eftir verður tæpt á þeim sem virðast koma helst til greina og getið helstu kosta og galla. Þá er getið lauslega hvaða rannsókna er þörf.

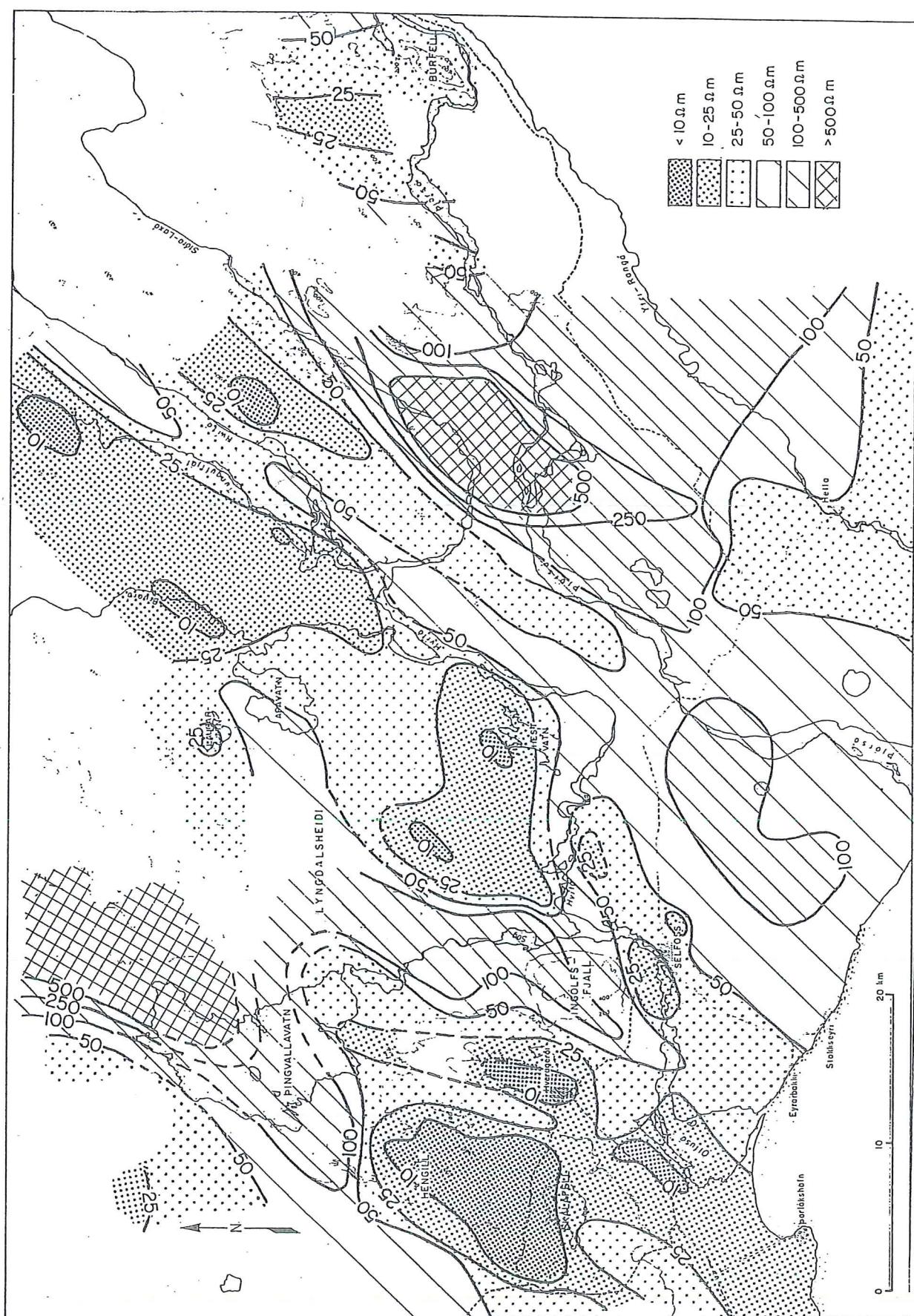
- **PORLEIFSKOT OG LAUGARDÆLIR.** Enn er óljóst hvort þar er meira vatn að hafa. Gera þarf úttekt á hitasvæðinu þar sem reynt er að fella öll fyrilliggjandi gögn að einu samstæðu líkani og út frá því meta möguleika á frekari vatnsvinnslu.
- **ÖLFUSÁRBÚ.** Lítt þekkt svæði, en efnilegt. Staðsetning í hjarta bæjarins hlýtur að gefa því forgang ef leitað verður út fyrir Þorleifskot. Æskilegt er að bora þar grunnar hitastigulsholar og gera viðnámssniðsmælingar ef mögulegt er að koma þeim við, sem kann að reynast erfitt vegna byggðarinnar. Í framhaldi af því þyrfti að bora djúpa rannsóknarholu.
- **LAUGARBAKKAR.** Heldur slakur árangur hefur verið af borunum til þessa, en svæðið ætti að geta gefið töluvert af vatni. Rétt er að gera viðnámssniðsmælingar og bora grunnar hitastigulsholar áður en ný vinnsluhola verður staðsett.
- **ÁRBÆR.** Miklar rannsóknir og boranir hafa ekki skilað tilætluðum árangri í Árbæ. Það er því skynsamlegra að leita fyrst á önnur mið.

- **SÖLVHOLT.** Mikil selta er í jarðhitavatninu sem gæti skapað vandamál, en þó er ekki ólíklegt að ná megi betra vatni með dýpri borunum. Svæðið er aftur á móti vart nógu öflugt fyrir Hitaveitu Selfoss.
- **ODDGEIRSHÓLAR.** Góður árangur varð af borunum þarna fyrir örfáum árum. Úr holunni má töluvert magn af yfir 80°C heitu vatni. Fjarlægðin frá Selfossi (8 km) er þó í það mesta.
- **LAUGAR.** Hitasvæðið er að flestu leyti sambærilegt við Oddgeirshóla að öðru leyti en því að hiti er mun lægri í jarðhitakerfinu, sem gerir það ekki eins álitlegt.

VI HEIMILDIR

Ólafur G. Flóvenz, Lúðvík S. Georgsson og Knútur Árnason 1985: Resistivity structure of the upper crust in Iceland. *Journal of Geophysical Research 90*, 10136-10150.

Skýrslur Orkustofnunar.



Mynd 1. Viðnámskort af Suðurlandsundirlendi á 500 m dýpi undir sjávarmáli.