



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

BAKKI OG LITLALAND Í ÖLFUSI
TEM-mælingar sumarið 1989

Lúðvík S. Georgsson

Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar

OS-89054/JHD-26 B

Nóvember 1989

BAKKI OG LITLALAND Í ÖLFUSI
TEM-mælingar sumarið 1989

Lúðvík S. Georgsson

Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar

OS-89054/JHD-26 B

Nóvember 1989

EFNISYFIRLIT

1.	INNGANGUR.....	3
2.	FRAMKVÆMD TEM-MÆLINGANNA.....	3
3.	NIÐURSTÖÐUR.....	4
	VIÐAUKI: TEM-mæliferlar og túlkun þeirra	8

MYNDASKRÁ

1.	Staðsetning viðnámsmælinga í vestanverðum Ölfushreppi.....	4
2.	Eólisviðnám í vestanverðum Ölfushreppi á 300 m dýpi undir sjávarmáli.....	5
3.	Viðnámssemi A-A' í gegnum TEM-mælingar frá Litlalandi að Bakka	7

1. INNGANGUR

Viðnámsmælingar hafa lengi verið einn af mikilvægustu þáttum í jarðhitarannsóknnum á Íslandi. Mismun í eðlisviðnámi bergs má fyrst og fremst rekja til mismunandi vatnsinnihalds bergsins og hitamismunar. Selta getur og skipt verulegu máli nærri sjávarströnd, einkum þar sem sjór gengur inn undir land eins og á Reykjanesskaga, eða þar sem gömul sjávarsetlög eru í jörðu. Jarðhiti veldur yfirleitt lægra eðlisviðnámi bergsins.

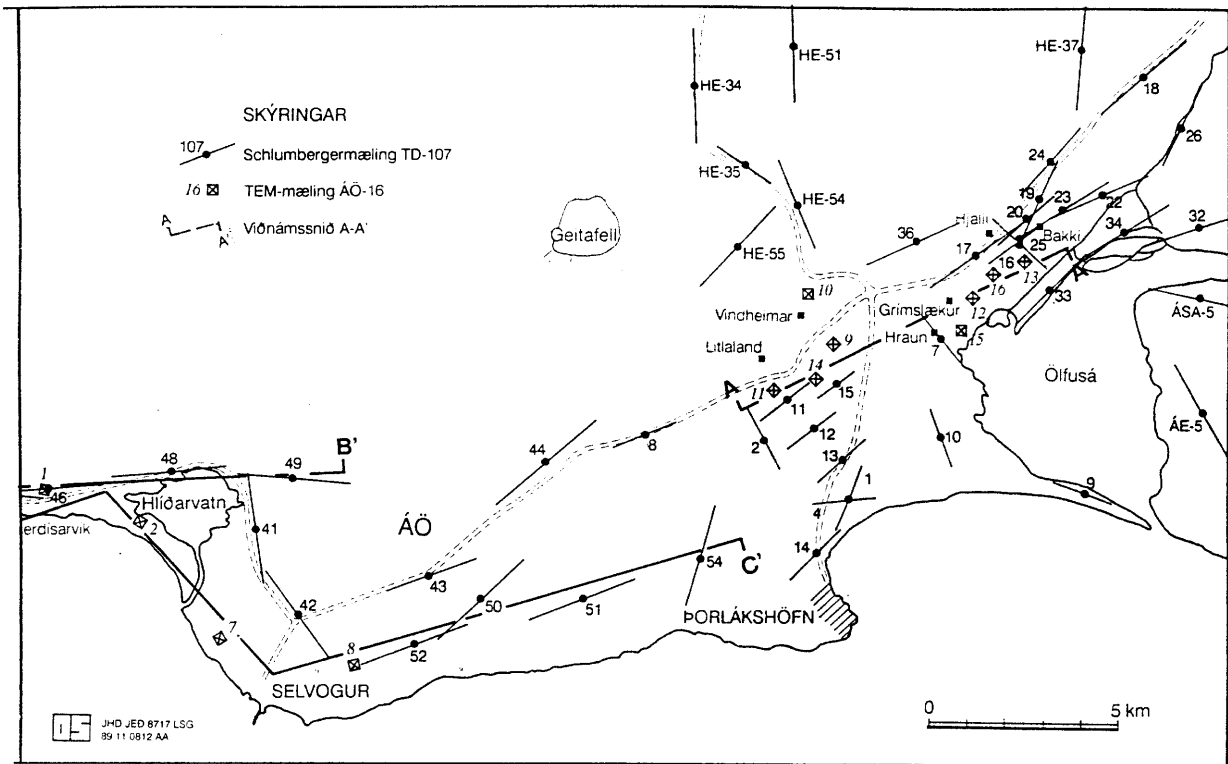
Fjölmargar viðnámsmælingar hafa verið gerðar í Ölfusi, flestar á árunum 1970-1979. Þessar mælingar voru jafnstraumsmælingar með svokallaðri Schlumbergeruppsetningu mæli-skauta, sem hefur mest verið beitt í jarðhitaleit á Íslandi á síðustu áratugum. Aðferðin hefur reynst vel til að afmarka svæði með afbrigðilega lágu viðnámi, og út frá því hefur t.a.m. mátt meta stærð hitasvæða eða finna ný. Í stuttu máli eru mælingarnar gerðar með því að senda straum niður í jörðina milli tveggja skauta og mæla spennunum milli annara skauta í miðjunni. Út frá því er hægt að reikna út eðlisviðnámið í jörðinni undir. Með því að auka bilið milli sendiskautanna leitar straumurinn dýpra. Með þessari aðferð má venjulega fá upplýsingar um eðlisviðnámið í efstu 500-1000 m, en hægt hefur verið að sjá dýpra með mikilli fyrirhöfn.

Á síðustu árum hefur rutt sér rúms ný mæliaðferð, sem hefur flesta kosti Schlumbergermælinga. Þetta eru svokallaðar TEM-mælingar. Þær hafa það fram yfir að þeim fylgir mikill vinnusparnaður bæði í framkvæmd mælinganna og túlkun mæliferlanna. Þannig þarf aðeins tvo menn til að gera þessar mælingar en fjóra í Schlumbergermælingar, og afköst á dag eru heldur meiri. Sömuleiðis er túlkunin oft mun fljótunnari. Á móti kemur að tækin eru dýr. Fyrr á þessu ári eignaðist Orkustofnun TEM-tæki og er reiknað með að TEM-mælingar muni í næstu framtíð að mestu koma í stað Schlumbergermælinga í jarðhitaleit hér á landi.

TEM-mælingar byggja á myndun spanstrauma í jörðu. Stór sendilykkja er lögð á jörðuna og minni móttökulykkja í miðju hennar. Öflugur straumur er sendur um stóru lykkjuna sem byggir upp þekkt fast segulsvið. Ef slökkt er á straumnum hjaðnar segulsviðið. Við það spanast upp rafstraumar í jörðunni. Þessir straumar spana sjálfir upp segulsvið sem hjaðnar með tímanum. Jarðstraumarnir og segulsviðið, sem þeir spana, eru háðir viðnámsdreifingu jarðarinnar. Með því að fylgjast með þeirri spennu, sem spanast í litlu móttökulykkjunni, er hægt að mæla jarðstraumana. Hjöðnun þeirra sem fall af tíma er síðan hægt að að túlka þannig að upplýsingar fáiast um eðlisviðnám jarðlaganna undir. Dýptarskynjunin er komin undir því hve lengi er hægt að fylgjast með hjöðnuninni. TEM-mælingar gefa nákvæmari upplýsingar um lágviðnámslög en lakari um háviðnám heldur en Schlumbergermælingar. Í þeim útbúnaði, sem Orkustofnun ræður yfir, er þessi tími um 100 ms, sem samsvarar dýptarskynjun uppá 500-1000 m eftir aðstæðum, sem er svipað og í Schlumbergermælingum.

2. FRAMKVÆMD TEM-MÆLINGANNA

Í bréfi dagsettu 31. mars 1989 fór sveitarstjórinn í Ölfushreppi fram á áætlun um viðnámsmælingar annars vegar við Bakka og hins vegar við Hlíðardalsskóla og Litlaland í Ölfusi vegna framtíðarvatnsöflunar fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar. Orkustofnun lagði til að gerðar yrðu TEM-mælingar á þessum svæðum. Í bréfi dags. 16. júní 1989 lagði Orkustofnun fram kostnaðaráætlun um verkið. Þar var talið nauðsynlegt að mæla í 8-10 mælistöðvum í fyrsta áfanga. Talið var að verkið tæki um 3 daga og kostnaður áætlaður tæpar 500 þúsund krónur. Ef árangur lofaði góðu var talið rétt að gera ráð fyrir einhverjum viðbótarmælingum til frekari könnunar. Hitaveita Þorlákshafnar samþykkti þessa kostnaðaráætlun, en fór fram á að viðbótarmælingar yrðu ekki gerðar fyrr en að ári ef þörf yrði á þeim. Samningur um verkið var undirritaður þann 23. ágúst.



1. MYND: Staðsetning viðnámsmælinga í vestanverðu Ölfusi

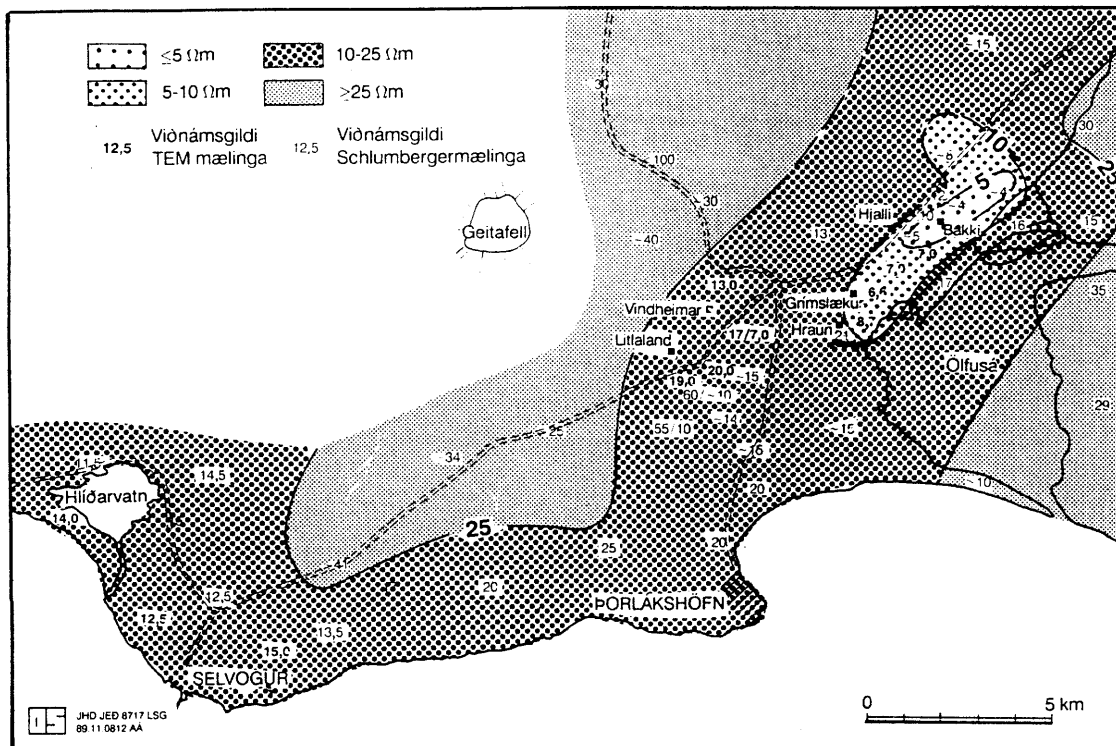
TEM-mælingarnar voru gerðar dagana 4.-8. september 1989. Afköst mælingamanna voru heldur minni en áætlað hafði verið, m.a. vegna þess hve tíðarfar var erfitt. Alls voru gerðar 8 mælingar (ÁÖ9 - ÁÖ16). Af þeim voru 4 suðvestur af Bakka en afgangurinn við Litlaland og Hlíðardalsskóla. Staðsetning mælinganna er sýnd á 1. mynd. Þar er einnig sýnd staðsetning eldri Schlumberger-mælinga í vestanverðum Ölfushreppi. Túlkun mæliferlanna var ekki erfið og í viðauka eru þeir birtir ásamt túlkuninni.

3. NIÐURSTÖÐUR

Niðurstöður mælinganna eru sýndar á 2. og 3. mynd. Önnur myndin sýnir viðnámskort með eðlisviðnámi bergs í vestanverðu Ölfusi á 300 m dýpi undir sjávarmáli. Hin er viðnáms-snið eftir línu frá Litlalandi, austur undir Bakka, sem 7 af 8 TEM-mælingum sumarsins hafa verið felldar inn á, en það sýnir breytingar á eðlisviðnáminu með dýpi (2. mynd). Sniðlínan er sýnd á 1. mynd.

Viðnámskortið er á 2. mynd. Myndin er byggð á niðurstöðum rúmlega 40 Schlumberger-mælinga auk TEM-mælinganna, sem gerðar voru í sumar bæði fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar og einnig til að kanna náttúrleg skilyrði til fiskeldis á suðurströnd Reykjanesskaga. Á myndinni má sjá að djúpvíðnám er almennt nokkuð lágt á svæðinu. Lægstu viðnámsgildin eru um eða rétt innan við 5 Ω m, en þau hæstu á bilinu 30-50 Ω m.

Djúpvíðnám er lægst á lágheitsvæðinu á Bakka, 4-8 Ω m. Lágviðnámsfrávikið er ílangt í norðaustlæga stefnu, sem bendir til að uppstreymi heita vatnsins sé tengt norðaustlægu broti eða brotakerfi. Hítasvæðið er allstórt, eða 6-8 km², ef tekið er mið af 10 Ω m jafnvíðnámslín-



2. MYND: Eðlisviðnám bergs í vestanverðum Ölfushreppi á 300 m dýpi undir sjávarmáli

unni á 300 m dýpi undir sjávarmáli. Hitasvæðið er vel afmarkað til norðurs og austurs og ekkert samband virðist vera milli hitasvæðanna á Bakka og í Hveragerði. Til suðvesturs teygir það sig út undir Hraun. Heldur dýpkar á lágviðnám til suðurs. Um suðurströndina er heldur fátt að segja. Lítil sem engin merki sjást um jarðyl í mælingum á strandlengjunni milli Þorlákshafnar og Selvogs.

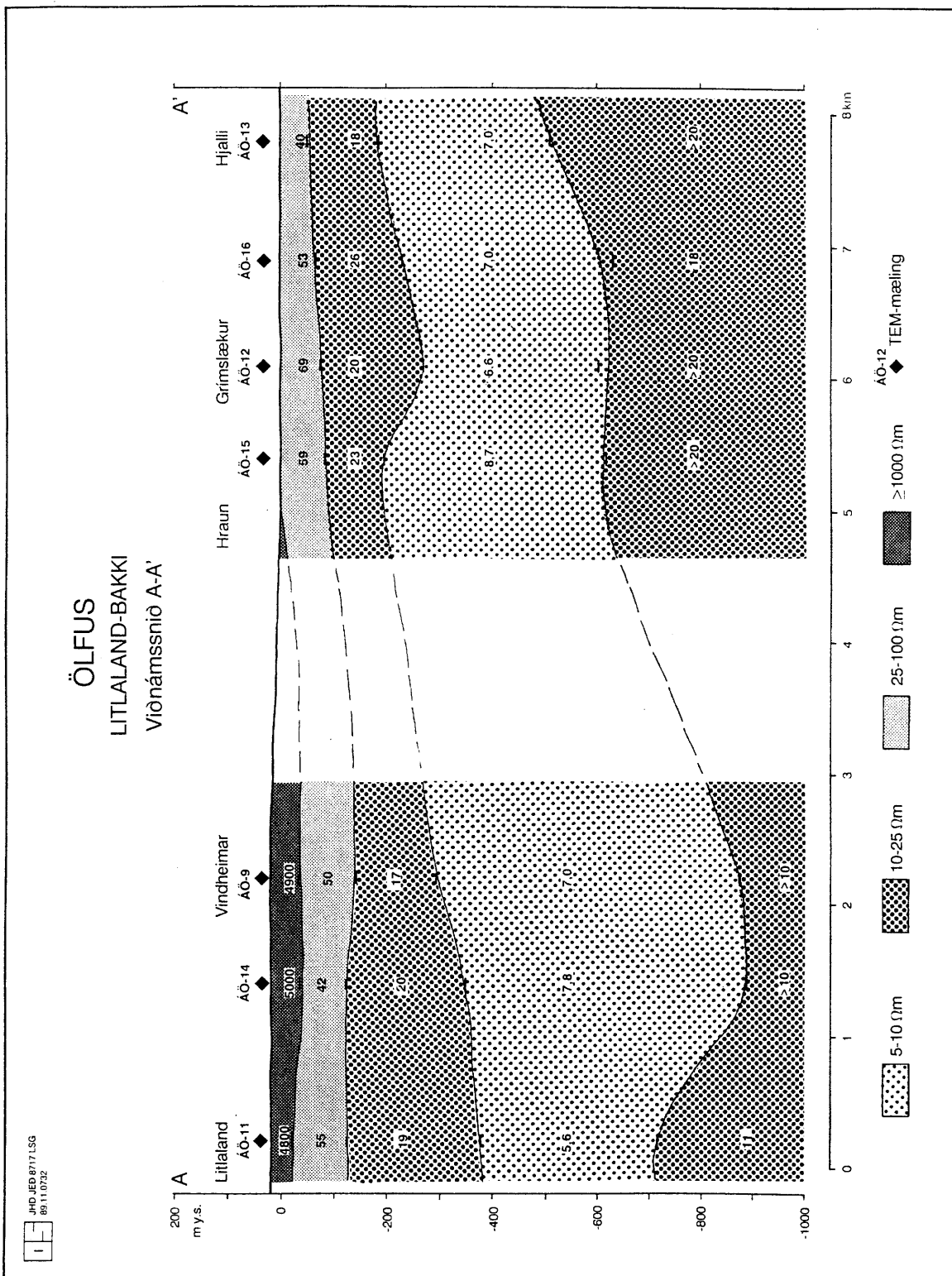
Viðnámssniðið sýnir óvenju lárétta lagskiptingu og koma fram fimm lög. Efsta lagið finnst aðeins á vestanverðu svæðinu. Þar mælist hátt viðnám nærri yfirborði, um 5000 Ωm í efstu 20-30 m. Næsta lag er með viðnámi á bilinu 40-70 Ωm og er lagið 50-100 m þykkt. Þriðja lagið er með viðnámi á bilinu 15-25 Ωm og þykkina 100-250 m. Fjórða lagið er lágviðnámslag með viðnámi á bilinu 6-9 Ωm og er 300-500 m þykkt. Neðst, á 600-900 m dýpi, hækkar eðlisviðnámið svo aftur, gildið er illa ákvarðað en gæti almennt verið á bilinu 15-30 Ωm.

Hvaða ályktanir er svo hægt að draga af sniðinu varðandi jarðlög og jarðhita? Efsta lagið í vestanverðu sniðinu samsvarar augljóslega hrauninu, sem þar er á yfirborði, ofan grunnvatnsborðs. Hraunkanturinn er rétt austan við bæinn Hraun. Næsta lag er á yfirborði milli Hrauns og Bakka og samsvarar þar vatnsmettuðum sandi og leir. Í vestanverðu sniðinu er samsvörðunin við jarðlög ekki eins ljós, en líklegt er að þar samsvari það hrauni eða móbergi neðan grunnvatnsborðs og sennilega gætir örlitillar seltu í grunnvatninu. Þriðja lagið er með fremur lágu viðnámi og er dæmigert fyrir suðurströndina frá Selvogi austur fyrir Þorlákshöfn þegar komið er niður úr yfirborðslögum. Bergið er vel opið, aðallega móbergsbreksía og ferskleg hraunlög, og seltu gætir í grunnvatninu, einkum næst ströndinni. Í fjórða laginu koma greinilega fram áhrif frá jarðhita. Eystri hluti sniðsins er ótvírætt innan hitasvæðisins á Bakka. Heldur hærra djúpvíðnám við Hraun gæti bent til að þar séu vesturmörkin. Lágt viðnám milli Vindheima og Litlalands gefur þó vísbendingu um að svo þurfi alls ekki að vera. Þar þarf þó

að taka tillit til þess að almennt lækkar djúpvíðnám til suðurs og vesturs og mat á gildi lágviðnáms og tengsl þess við jarðhita byggist ávallt á samanburði við næsta nágrenni. Engu að síður eru niðurstöðurnar lofandi. Hækkandi viðnám í fimmta laginu er einkum til marks um aukna ummyndun samfara þéttingu bergsins. Lagið nær hæst inni á miðju hitasvæðinu eins og algengt er með slík lög á láguitasvæðum.

Tilurð þessa verkefnis er áhugi Hitaveitu Þorlákshafnar á að kanna möguleika til heitavatsöflunar nær Þorlákshöfn en á núverandi vinnslusvæði á Bakka. Ef árangur yrði viðunandi má spara verulegar fjárhæðir þegar lögð verður ný aðveituæð fyrir hitaveituna til að mæta aukinni heitavatsþörf. Mælingar sumarsins taka ekki af skarið með þetta, enda væri það seint hægt með mælingum einum, en þær vekja nokkra bjartsýni um að þessu marki megi ná að einhverju leiti. Frekari mælinga er þó þörf því til staðfestingar. Í fyrsta lagi þyrfti að gera a.m.k. 2-3 TEM-mælingar á vinnslusvæði hitaveitunnar við Bakka. Verið er að skoða fíngerðar breytingar í viðnáminu og eldri Schlumberger-mælingar þar duga ekki til slíks vegna þess að þær eru ekki gallalausar en jafnframt eru TEM-mælingar mun næmari fyrir slíku. Milli Hjalla og Grímslækjar væri æskilegt að bæta við 1-2 mælingum til að afmarka lágviðnámið betur. Að þessum mælingum fengnum og að því gefnu að niðurstöður verði jákvæðar væri hægt að staðsetja rannsóknarholu nærri Grímslækjarbæjum eða Hrauni. Við Litlaland og Vindheima þyrfti að bæta við 5-6 mælingum til kanna dreifingu lágviðnámslagsins betur og fá betri tengingu við Grímslækjarsvæðið.

Alls er því mælt með að gerðar verði um 10 TEM-mælingar á sumri komanda. Þetta er heldur meira en upphafleg áætlun gerði ráð fyrir, en til mikils gæti verið að vinna.



3. MYND: Viðnámsnið A-A' frá Litlalandi austur undir Bakka

VIÐAUKI

TEM-mæliferlar og túlkun þeirra

