

Yfirborðsrannsóknir fyrir Kröfluvirkjun.
Viðnámsmælingar

Knútur Árnason

Greinargerð KÁ-89-02

YFIRBORÐSRANNSÓKNIR FYRIR KRÖFLUVIRKJUN VIÐNÁMSMÆLINGAR

1. INNGANGUR

Þessi greinargerð sem hefur að geyma tillögur um forrannsóknir vegna væntanlegra borana fyrir síðari vélasamstæðu Kröfluvirkjunar er tekin saman að ósk Landsvirkjunar. Gengið er út frá þeirri forsendu að leita eigi gufu á svæði því sem kennt er við Vítismóa, allt að 1,6 km frá stöðvarhúsinu. Markmið forrannsóknanna er að segja til um hvar á Vítismóasvæðinu séu mestar líkur á að borun beri árangur og stuðla þannig að því að tilsettum árangri verði náð með lágmarksfjölda borhola.

Jarðhitarannsóknir í Kröflu og á Nesjavallasvæði, sem og á öðrum háhitasvæðum, hafa sýnt að viðnámsmælingar hafa gefið mestar upplýsingar af þeim jarðeðlisfræðilegu yfirborðsrannsóknaraðferðum sem fyrir hendi eru. Þær viðnámsmæliaðferðir sem einkum hafa verið notaðar hingað til eru svokallaðar jafnstraumsaðferðir (Schlumberger- og viðnámsniðsmælingar). Reynsla af notkun þeirra á Nesjavallasvæði hefur sýnt að með þeim er unnt að fá mjög nákvæma mynd af viðnámsdreifingunni í efstu 800 m jarðskorpunnar. Samanburður við upplýsingar úr borholum leiddi ennfremur í ljós að viðnámsdreifingin endurspegladi vel hitaástandið í jarðhitakerfinu.

Svokallaðar TEM-mælingar voru reyndar í fyrsta sinn hér á landi á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli. Þær kanna viðnám sem fall af dýpi eins og Schlumbergermælingar og hafa svipaða dýptarskynjun (600-800 m) en byggja á annari mæliaðferð. TEM-mælingarnar gáfu mjög svipaða mynd af viðnámsdreifingunni og jafnstraumsælingarnar en reyndust mun fljótlegrí í framkvæmd og túlkun og þar með ódýrari. Þær hafa þar að auki þann kost að þær má gera á snjó þannig að með notkun vélsleða má á auðveldan hátt gera viðnámsmælingar seinnipart vetrar á svæðum sem eru erfið yfirferðar að sumarlagi.

Orkustofnun hefur komið sér upp nauðsynlegum tækjabúnaði til að gera TEM-mælingar og hugbúnaði til túlkunar þeirra. Hugbúnaðinn má bæði nota á stórar tölvur og einkatölvur. Það hefur í för með sér að hægt er að túlka mælingarnar nokkurn veginn jafnóðum og gögnum er safnað. Með því móti er hægt að staðsetja mælingar mun markvissar en ella og koma í veg fyrir að mælingar séu gerðar að óþörfu á stöðum þar sem þegar hafa fengist nægar upplýsingar um viðnámsdreifinguna.

Á undanförunum árum hefur Orkustofnun unnið að því að koma sér upp mæliaðferðum sem geti kannað viðnám á 500-4000 m dýpi. Athyglin hefur einkum beinst að tveimur aðferðum; svokallaðri AMT (Audio frequency Magneto-Telluric) aðferð og tvíþól-TEM aðferð sem er afbrigði af þeim TEM-mælingum sem áður er um rætt. Orkustofnun hefur komið sér upp

tækja- og hugbúnaði til framkvæmda og túlkunar AMT-mælinga og eru tilraunamælingar hafnar. Haustið 1987 voru gerðar tilraunir með tvíþól-TEM mælingar á Nesjavallasvæði í samvinnu við Colorado School of Mines í Bandaríkjunum. Niðurstöður þeirra hafa enn ekki borist en vonir standa til að svo verði á komandi vetri. Orkustofnun hefur hafið undirbúning að smíði tækja til að gera tvíþól-TEM mælingar og þróun hugbúnaðar til túlkunar þeirra. Vonir standa til þess að tilraunamælingar geti hafist á komandi vori. Ætla má að í framtíðinni verði annarri hvorri eða báðum þessum aðferðum beitt til að kanna eðlisviðnám neðan 500 *m* dýpis en við túlkun beggja aðferðanna þarf viðnám frá yfirborði og niður á 500 *m* dýpi að vera þekkt.

Við rannsókn á Vítismóasvæðinu er eðlilegast að að beita bæði aðferðum sem skyggast grunnt (<800 *m*) og aðferðum sem sjá dýpra. Heppilegast er að byrja á því að gera TEM mælingar. Að fengnum niðurstöðum þeirra má síðan gera tvíþól-TEM og/eða AMT-mælingar til að skygnast dýpra. Ef í ljós kemur að innri gerð jarðhitakerfisins er mjög flókin og nauðsynlegt reynist að staðsetja útmörk og/eða hugsanlega lekar sprungur mjög nákvæmlega má síðan beita jafnstraumsaðferðum svipað og gert var á Nesjavallasvæði. Við slíkar aðstæður kemur einnig sterklega til greina að gera þétttriðið þyngdarkort af svæðinu sem túlka má í samhengi við niðurstöður viðnámsmælinga og upplýsingar úr væntanlegum borholum á. Slík samtúlkun viðnáms- og þyngdarmælinga gaf góða raun við rannsóknir á Nesjavöllum.

2. TILLÖGUR AÐ FYRSTA ÁFANGA Í YFIRBORÐSRANNSÓKNUM

2.1 TEM-mælingar

Samkvæmt framansögðu er eðlilegast að byrja yfirborðsrannsóknir á Vítismóasvæðinu með því að gera TEM-mælingar. Ætla má að fá megi nokkuð góða mynd af eðlisviðnámsdreifingunni niður á um 800 *m* dýpi með 20 mælingum. Heppilegast væri að gera mælingarnar seinnipart vetrar (mars-apríl) meðan mælisvæðið er að verulegu leyti þakið snjó og nota vélsleða til verksins. Gert er ráð fyrir að frumtúlkun mælinganna yrði gerð jafnharðan í vinnubúðum í Kröflu og mælistöðvar staðsettar með hliðsjón af þegar fengnum niðurstöðum þannig að fá megi sem mestar upplýsingar út úr mælingunum. Eðlilegst er að gera mælingarnar voríð 1990 og gætu lokaniðurstöður legið fyrir um mitt sumar 1990. Bráðabirgða niðurstöður sem nota mætti til að taka ákvörðun um frekari rannsóknir gætu legið fyrir um hálfum til einum mánuði eftir að mælivinnu lýkur.

Hér á eftir fer kostnaðaráætlun fyrir þennan verkþátt. Áætlunin er gerð samkvæmt gjaldskrá OS í ágúst 1989. Hún inniheldur ekki fæðis og uppihaldskostnað en gert er ráð fyrir að Landsvirkjun leggi til fæðis og húsnæði í Kröflu fyrir tvo menn á meðan á gagnasöfnun og frumúrvinnslu stendur. Áætlunin gerir ráð fyrir því að mældar verði tvær stöðvar á dag og gagnasöfnun taki því um 10 daga. Vera kann að einhverjar frátafir verði vegna veðurs en slíkar tafir má nýta til túlkunar mælinga. Loks verður að gera þann fyrirvara að um næstu áramót gengur í gildi virðisaukaskattur og á þessari stundu er ekki ljóst hversu hár hann verður á þjónustu

Orkustofnunar, en eftirfarandi áætlun er miðuð við 12% söluskatt eins og nú er.

Ferðir	48 t @ 1.765 kr/t	84.720 kr
Bíll	12 d @ 7.812 kr/dag	93.744 kr
2 vélsleðar	10 d @ 9.376 kr/dag	93.760 kr
Mælivinna	20 mæl @ 44.640 kr/mæl	892.800 kr
Úrvinnsla	20 mæl @ 16.590 kr/mæl	331.800 kr
Skýrslugerð	100 t @ 1.765 kr/t	176.500 kr
		<hr/>
		1.673.324 kr
Söluskattur	12%	200.799 kr
		<hr/>
		1.874.123 kr
Ófyrirséð	10%	187.412 kr
		<hr/>
Samtals		2.061.535 kr

2.2 AMT-mælingar

Eins og fram kemur í inngangi hér að framan, er talið eðlilegast að taka ákvarðanir um frekari yfirborðsrannsóknir að fengnum niðurstöðum úr TEM-mælingunum. Því má þó slá nokkuð föstu að áhugi beinist að því að kanna viðnámsdreifinguna neðan 500 m dýpis annað hvort með AMT-mælingum eða tvíþól-TEM mælingum. Orkustofnun hefur enn ekki yfir að ráða tækjakosti til tvíþól-TEM mælinga og því er á þessari stundu rétt að gera ráð fyrir því að notaðar yrðu AMT-mælingar til verksins. AMT-mælingarnar yrðu gerðar í sömu mælistöðvum og TEM-mælingarnar og yrðu því um 20 talsins. Mælingarnar yrðu gerðar af tveimur mönnum að sumarlagi og gætu niðurstöður þeirra legið fyrir um þremur mánuðum eftir að mælivinnu lýkur. Hér fer á eftir kostnaðaráætlun fyrir þessar mælingar samkvæmt gjaldskrá OS í Ágúst 1989. Hún gerir ráð fyrir því, eins og áætlunin hér að framan, að Landsvirkjun leggi til fæði og húsnæði fyrir tvo menn í vinnubúðum Kröfluvirkjunar meðan á gagnasöfnun stendur. Ennfremur er hér, eins og áður, gerður fyrirvari um fyrirkomulag virðisaukaskatts.

Ferðir	48 t @ 1.765 kr/t	84.720 kr
Bíll	12 d @ 7.812 kr/dag	93.744 kr
Mælivinna	20 mæl @ 30.265 kr/mæl	605.300 kr
Úrvinnsla	20 mæl @ 16.590 kr/mæl	331.800 kr
Skýrslugerð	100 t @ 1.765 kr/t	176.500 kr
		<hr/>
		1.292.064 kr
Söluskattur	12%	155.048 kr
		<hr/>
		1.447.112 kr
Ófyrirséð	10%	144.711 kr
		<hr/>
Samtals		1.591.823 kr

Að fengnum niðurstöðum þessara tveggja verkþátta munu Landsvirkjun og Orkustofnun í sameiningu meta hvort frekari yfirborðsrannsókn sé þörf og verði svo mun Orkustofnun setja fram tillögur og kostnaðaráætlanir fyrir frekari rannsóknir.