



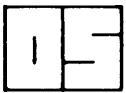
ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Lúðvík S. Georgsson
Steinar Þór Guðlaugsson

LAUGALAND Í HOLTUM
Viðnámsmælingar og mælingar í holu LWN-4
sumarið 1983

OS-84042/JHD-07

Reykjavík, maí 1984



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Lúðvík S. Georgsson
Steinar Þór Guðlaugsson**

LAUGALAND Í HOLTUM
Viðnámsmælingar og mælingar í holu LWN-4
sumarið 1983

OS-84042/JHD-07
Reykjavík, maí 1984

AGRIP

Viðnámsmælingar, sem gerðar voru á Laugalandi í Holtum sumarið 1983, gefa til kynna að þar skerist tvö sprungukerfi. Annað þeirra er með stefnuna N75°A og fellur það vel saman við jarðhitasprungu þá sem laugar á yfirborði hafa verið taldar koma upp á. Hitt stefnir N15°A. Kerfin skerast skammt norðnorðaustur af holu LWN-4. Mælingar í holu LWN-4 benda til þess að holan hafi ekki skorið berggang þann sem ætlunin var að skera. Af viðnámsmælingunum má hins vegar ráða að gangurinn sé ekki mjög vatnsgengur. Ályktað er að norðlæga sprungukerfið leiði heita vatnið inn á svæðið, en ekki berggangurinn eins og álítið hefur verið til þessa.

Lagt er til að næsta vinnsluhola verði boruð í námunda við holu LWN-4 og hefur hún verið staðsett 110 m NNA af henni. Stefnt er að því að skera norðnorðaustlæga sprungukerfið neðan 600 m dýpis. Samhliða borun verði beitt loftdælingu til að draga úr hættu á að svarf stífla vatnsæðar. Rétt er að reikna með a.m.k. 1200 m djúpri holu sem yrði fóðruð niður á 400 m dýpi.

EFNISYFIRLIT

	bls.
ÁGRIP.....	2
EFNISYFIRLIT.....	3
MYNDASKRÁ.....	3
1 INNGANGUR.....	4
2 FYRRI RANNSÓKNIR.....	5
3 VIÐNÁMSMÆLINGARNAR.....	6
3.1 Um eðlisviðnám og viðnámsmælingar.....	6
3.2 Framkvæmd og úrvinnsla mælinganna.....	7
3.3 Niðurstöður viðnámsmælinganna.....	8
4 BORHOLUMÆLINGAR.....	10
5 NIÐURSTÖÐUR RANNSÓKNA OG FREKARI VATNSÖFLUN.....	12
HEIMILDIR.....	15
VIÐAUKI: Mæliferlar og túlkun viðnámsmælinganna.....	17

MYNDASKRÁ

Mynd 1 Staðsetning viðnámsmælilína.....	7
Mynd 2 Niðurstöður viðnámsmælinganna.....	8
Mynd 3 Jarðhiti og sprungukerfi.....	12

1 INNGANGUR

Í brefi dags. 3. ágúst 1983 fór Hitaveita Rangæinga (HVR) fram á það við Orkustofnun "að hún framkvæmdi viðnámsmælingar á Laugalandssvæðinu í Holtahreppi ... sbr. greinargerð Jarðhitadeildar merkt LSG-þTH-83/04." Í greinargerðinni, sem er skrifuð í júlí 1983, kemur fram að úr vinnsluholu HVR, LWN-4, hefur verið dælt 20-25 l/s af 100°C heitu vatni síðan í desemberþyrjun 1982 og að vatnsborðið sé komið niður á 104 m dýpi. Til samanburðar má geta þess að í apríl 1984 var dælt úr holunni 21-22 l/s og vatnsborð var á 115-117 m dýpi. Ennfremur kemur fram í greinargerðinni að í holunni er vinnslufóðring niður á 292 m dýpi og með því að síkka núverandi dælubúnað niður á 180-190 m dýpi og fjölgum dæluþrepum mætti auka vatnsvinnsluna í 25-30 l/s. Við það mundi niðurdráttur verða 150-170 m. Loks segir: "Engu að síður er ljóst að teft er nokkuð tæpt og til lengdar er lítið öryggi í að hafa aðeins l vinnsluholu." Í ljósi þess var lagt til að ný vinnsluhola yrði boruð sem fyrst (Lúðvík S. Georgsson og Þorsteinn Thorsteinsson 1983).

Orkustofnun mælti með að áður en holunni væri valinn staður yrði viðnámsmælt á svæðinu með aðferð þeirri sem stundum hefur verið nefnd sniðsmælingar eða lengdarmælingar. Þessi aðferð hefur reynst vel á undanförnum 2 árum við leit að vatnsleiðandi sprungum jafnvel á töluverðu dýpi, sbr. þann góða árangur sem náðist við borunina á Urriðavatni síðastliðið haust. Ennfremur var mælt með að hola LWN-4 yrði halla- og viðnámsmæld, til þess að fá úr því skorið hvort hún hefði farið í gegnum berggang þann sem henni var ætlað að skera (Lúðvík S. Georgsson o. fl. 1978).

Svæðið var viðnámsmælt í ágúst og holan mæld um mánaðamótin ágúst-september. Skýrslan fjallar um niðurstöður þessara mælinga, en helstu niðurstöður voru kynntar á fundi með stjórn HVR sem haldinn var um miðjan október síðastliðinn.

2 FYRRI RANNSÓKNIR

Á árunum 1976 og 1977 var jarðhitinn á Laugalandi í Holtum kannaður allítarlega (Lúðvík S. Georgsson o.fl. 1978). Helstu niðurstöður voru þær að jarðhitinn þar kemur upp á 600 m langri línu, tengdri sprungu sem stefnir um N70°A. Með segulmælingum fundust tveir gangar sem skera sprunguna og virtist sá eystri auðvelda uppstreymi heita vatnsins. Niðurstöður viðnámsmælinga umhverfis jarðhitasvæðið sýna að djúpviðnám á svæðinu er fremur hátt, eða rúmlega 100 ohmm. Mælingin sem gerð var næst jarðhitinum sýnir þó heldur lægra eðlisviðnám, eða 82 ohmm. Þetta var talið gefa vísbendingu um að jarðhitinn við Laugaland væri dæmigerður sprungujarðhiti og um tiltölulega þróngt vatnskerfi væri að ræða.

Hola LN-3, sem var boruð árið 1977, er 1308 m djúp. Holan er rétt norðan við sprunguna sem leiðir jarðhitann. Árangur af borun varð lítill og var sjálfrennsli aðeins 1 l/s af um 60°C heitu vatni. Holan gaf þó mikilvægar vísbendingar um tilvist heitara vatnskerfis en áður var vitað um, á 400-1000 m dýpi. Talið var að þar mætti fá rúmlega 90°C heitt vatn.

Hola LWN-4 var boruð sumarið 1980 í 844 m, en fóðruð og dýpkuð í 1014 m vorið 1982 (Lúðvík S. Georgsson o.fl. 1981; Þorsteinn Thorsteinsson og Lúðvík S. Georgsson 1982). Henni var valinn staður skammt sunnan við jarðhitasprunguna og austan við ganginn með það í huga að reyna að skera hvort tveggja á 500-800 m dýpi. Tvær öflugar vatnsæðar komu í holuna, sú efri í um 750 m, en sú neðri nálægt 840 m og var vatnið um 95°C heitt. Sjálfrennsli í lok borunar var rúmlega 20 l/s. Eftir borun 1980 stíflaðist holan fljótlega í 807 m og dró úr rennsli í 10 l/s. Við dýpkun 1982 jókst rennsli ekki og varð um 8 l/s. Holan stíflaðist fljótlega eftir dýpkun í 936 m og er botninn á því dýpi í dag. Þegar Hitaveita Rangæinga hóf starfsemi í desember 1982 var holan virkjuð og hefur verið dælt úr henni 20-25 l/s að jafnaði (Lúðvík S. Georgsson o.fl. 1983; Lúðvík S. Georgsson og Þorsteinn Thorsteinsson 1983).

3 VIÐNÁMSMÆLINGARNAR

3.1 Um eðlisviðnám og viðnámsmælingar

Í viðnámsmælingum er mælt eðlisviðnám bergs, en það er einkum háð holrými (poruhluta) bergsins og hita og seltu grunnvatnsins. Eðlisviðnám bergs sem er mettað vökva fer lækkandi með:

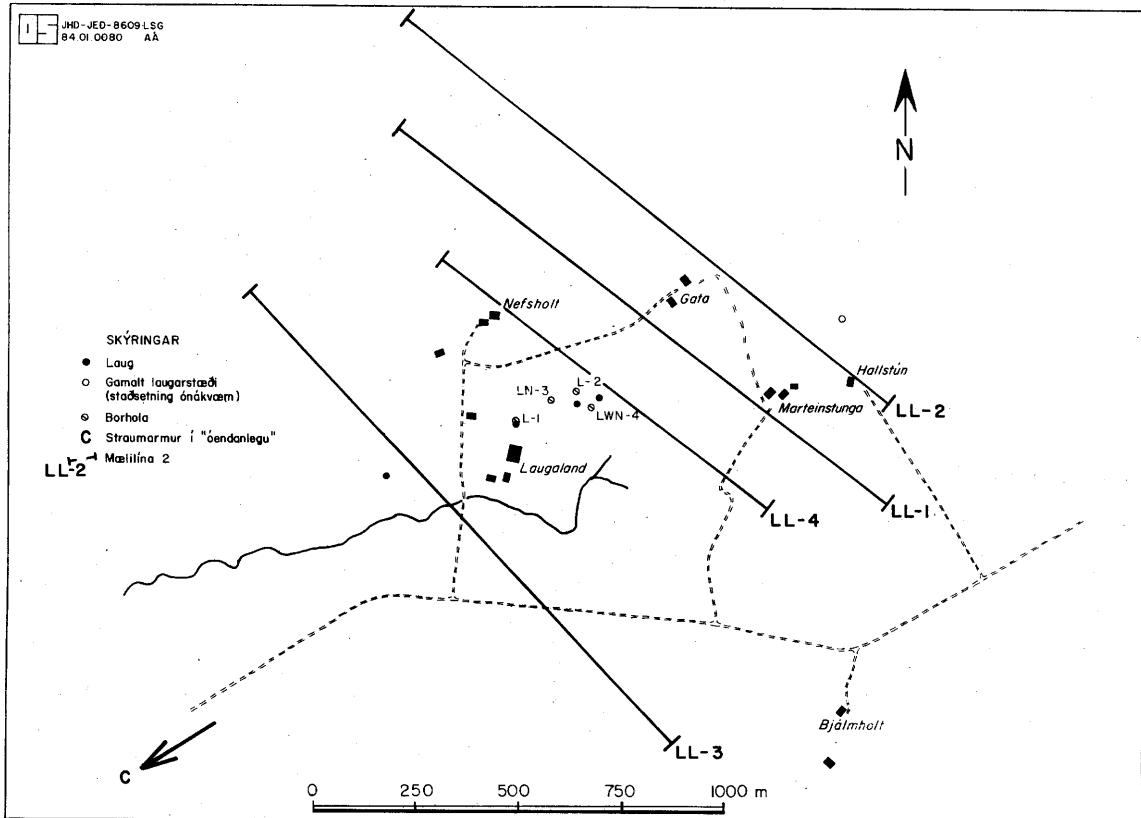
1. Auknu holrými (vatnsinnihaldi) bergsins.
2. Hækkandi hita.
3. Auknu seltumagni grunnvatnsins.

Á lághitasvæði eins og Laugalandi í Holtum, þar sem selta grunnvatnsins er lítil, eru áhrif holrýmisins yfirgnæfandi. Af því leiðir að jarðmyndanir með lágu eðlisviðnámi hljóta jafnframt að vera vatnsríkar. Því má séga að "lágviðnámsprungur" séu líklegir vatnsleiðarar.

Viðnámsmælingar með þeirri aðferð, sem beitt var á Laugalandi, voru fyrst reyndar á Íslandi fyrir 2-3 árum. Aðferðin, sem er stundum kölluð sniðsmælingar, Kínamælingar eða "head on", er sérstaklega hentug til að leita að vatnsleiðandi sprungum eða göngum, þar sem þeir koma fram sem lágviðnámsþil. Mæliaðferðinni er lýst ágætlega í skýrslu Orkustofnunar um jarðhitasvæðið í Urriðavatni (Sigmundur Einarsson o. fl. 1983), en í grófum dráttum þá byggist hún á eftirfarandi. Notuð eru 3 straumskaut (A, B og C) og 2 spennuskaut. A og B og spennuskautum er raðað á mælilínu (sniðlinu) eins og í venjulegi Schlumbergerviðnámsmælingu (dýptarmælingu). Í dýptarmælingunni er bilið sífellt aukið á milli straumskauta (og spennuskauta) til að skynja viðnámið dýpra. Í lengdarmælingunni er skautabili hins vegar halddið föstu og öll skaut (bæði straum- og spennuskaut) færð um sömu fjarlægð í stefnu mælilínu. Straumskauti C er hins vegar komið fyrir mjög langt í burtu, helst í stefnu þvert á mælilínu og er það ekki flutt til. Í hverri mælistöð á mælilínu er straumur sendur á milli allra þriggja para af straumskautum. Þannig fást 3 sýndarviðnámsgildi, AB, AC og BC. Ef jörðin er einungis gerð úr láréttum viðnámslögum eru öll gildin eins. En í grennd við velleiðandi (eða torleiðandi) sprungur eða ganga verða þau frábrugðin hvert öðru.

Mæliferlarnir eru venjulega birtir á tveim myndum. Önnur sýnir breytingar í stærðunum AC-AB og BC-AB eftir mælilínunni og eru þessar stærðir spgilmynd hvor af annari um 0-línuna. Hin sýnir breytingar í AB eftir mælilínunni. Túlkun mælinganna byggist á tvívíðum líkanreikningum. Til að auðvelda þá er æskilegt að mælilínur séu lagðar nokkurn veginn hornrétt á þá stefnu sem vænta má að sprungurnar (eða gangarnir) hafi. Niðurstöður líkanreikninga eru bornar saman við mæligögn og þegar þeim ber vel saman telst túlkun viðunandi. Með því að tengja milli mælilína má

svo sjá hvar vatnsríkar sprungur eða berggangar liggja, sem fýsilegt væri að bora í. Dýptarskynjun mælinganna er háð bili milli straumskauta, þ.e. lengd straumarms ($AB/2$), og er armurinn oftast á bilinu 200–750 m. Yfirleitt er mælt með 2 eða 3 mismunandi straumörmum til að skoða viðnámið á mismunandi dýpi. Við túlkun verður þá að fella líkanið að niðurstöðum mælinga með báðum eða öllum straumörmum.



Mynd 1. Laugaland í Holtum, staðsetning viðnásmælilína.

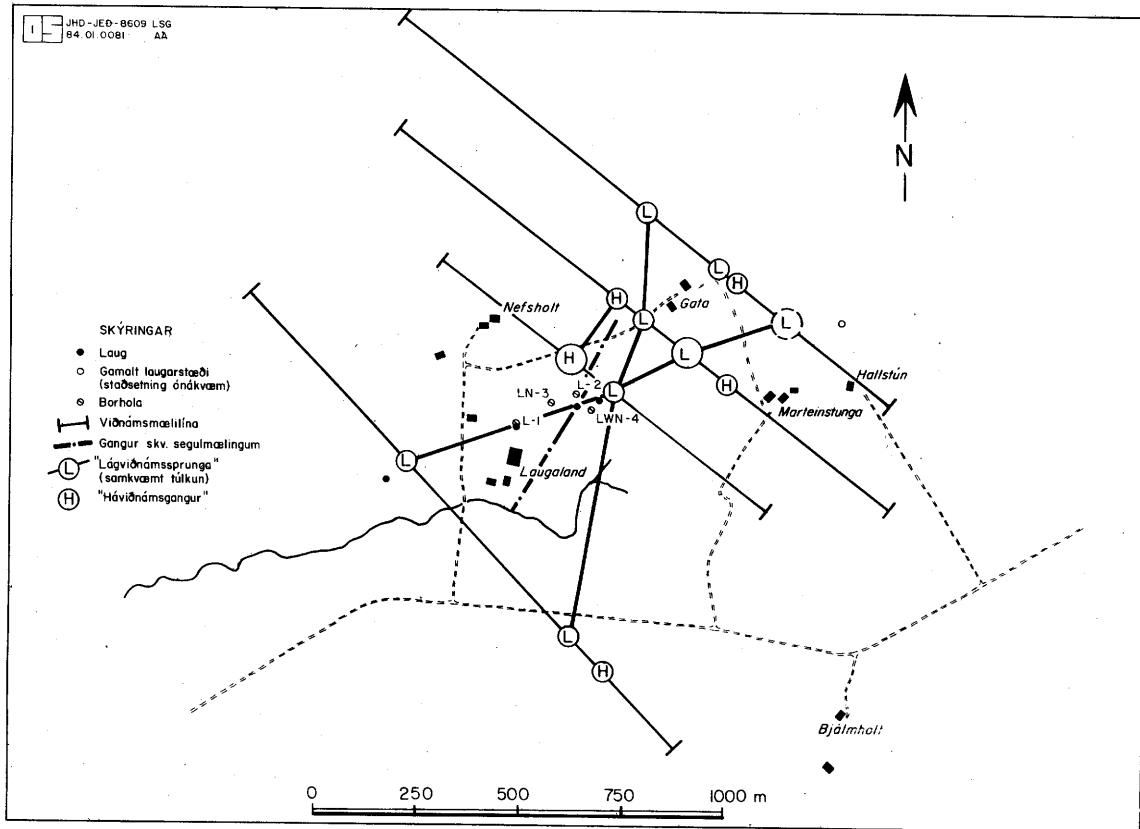
3.2 Framkvæmd og úrvinnsla mælinganna

Mælingarnar voru gerðar dagana 2.-11. ágúst. Alls voru mældar 4 mæli-línur og er lega þeirra sýnd á mynd 1. Allar línur voru mældar með 500 m straumarmi ($AB/2$), en línur 1-3 einnig með 300 m straumarmi.

Mælingarnar voru túnkaðar í tölvu Orkustofnunar með aðstoð reikniforrits sem nefnist DIM2K. Forritið er viðamikið og því seinlegt og dýrt í vinnslu og þarf stundum ansi margar keyrslur í tölvunni til að fá fram viðunandi líkan.

Mæligögnin eru birt í viðauka. Hægra megin við mæliferlana eru sýndar niðurstöður líkanreikninga. Þar eru reiknaðir ferlar sem samsvara lík-

aninu og má bera þá saman við mæligögnin. Undir þeim er líkanið sýnt. Lágviðnámsblokkir eru skyggðar sérstaklega til að draga þær fram. Yfirleitt tókst að fá viðunandi samræmi milli mæliferla og reiknaðra ferla. Verst gekk það með mælilínu 2 sem er austasta línan. Þar vantar nokkuð á að samræmi hafi náðst. Rétt er að benda á að þessi lína er fjærst jarðhitnum og vegur hún því minna en aðrar línur, þegar niðurstöður eru metnar.



Mynd 2 Laugaland í Holtum, niðurstöður viðnámsmælinganna.

3.3 Niðurstöður viðnámsmælinganna

Viðnámsmælingarnar gefa til kynna að eðlisviðnám umhverfis Laugaland sé fremur hátt, að meðaltali á bilinu 100-150 ohmm. Þetta kemur vel heim við niðurstöður viðnámsmælinganna frá 1976 og 1977. Í mælilínum 1 og 3 koma fram tvær lágviðnámsprungur, en ein í mælilínu 4 og er eðlisviðnám þeirra lægra en 50 ohmm. Þegar lega þeirra er skoðuð á korti (mynd 2) kemur í ljós að þessar sprungur liggja á tveim beinum línum; önnur línan stefnir N70°A og fellur nákvæmlega saman við legu ætlaðrar jarðhitaspungu; hin stefnir N15 A. Línurnar skerast nærri mælilínu 1, um 75 m norðaustur af holu LWN-4. Í mælilínu 2 koma einnig fram tvær lágviðnámsprungur; önnur þeirra fellur vel inn í norðlægu línum; hina er

ekki hægt að tengja við aðrar lágviðnámssprungur. Þar sem jarðhitalínan sker mælilínu 2 kemur fram lágviðnám en það nær aðeins niður á um 150 m dýpi.

Litið er um háviðnámsganga. Í mælilínum 1 og 4 kemur fram einn slíkur og fellur hann þokkalega saman við gang þann sem kom fram í segulmælingum og hefur verið talinn tengdur uppstreymi heita vatnsins. Hann kemur hvorki fram í mælilínu 2 né 3. Það, að gangurinn kemur fram sem háviðnám, bendir til þess að hann sé ekki sérlega vatnsgengur.

4 BORHOLUMÆLINGAR

Þegar skipt var um djúpdælu í holu LWN-4 dagana 29. og 30. ágúst síðastiðinn var hún jafnframt halla- og viðnámsmæld. Tilgangur þess var að fá úr því skorið hvort holan hefði skorið berggang þann sem ætlunin var að fara í gegnum.

Viðnámsmælingar: Vegna nálægðar við spennuvirki voru aðstæður til mælinga slæmar og truflanir áberandi á mæliferlinum. Því var brugðið á það ráð að mæla alla holuna, til að fá samanburð við fyrri mælingar sem náðu niður á 800 m dýpi. Sá samanburður leiddi í ljós að truflanir einskorðast að mestu við hátiðnisveiflur á ferlinum þar sem viðnám er lágt. Að öðru leyti ber mælingunum vel saman og því má treysta mælingunni úr neðsta hluta holunnar.

Í greinargerð um holuna frá því fyrir dýpkun (Lúðvík S. Georgsson o.fl. 1981) kemur fram að í holum 3 og 4 er næstum undantekningarlaust borað í gegnum sömu lögin ofan 800 m dýpis, og einnig að jarðlagahalli á þessu dýptarbili er mjög lítill, líklega á bilinu 1-1,5° til norðvesturs. Samanburður jarðлага neðan 800 m dýpis gefur svipaðar niðurstöður, að því fráskildu að í holu LWN-4 kemur fram áberandi háviðnámstoppur á 905-910 m dýpi. Hvort hér er um gang að ræða er vafasamt og raunar heldur ólíklegt, til þess er lagið of þunnt og reglulegt. Skoðun borsvarfsins styður þessa túlkun (Margrét Kjartansdóttir munnl. uppl.) sem og víddarmælingar í holunni. Líklega er jarðlagahallinn eiththað meiri á þessu bili (3-4°) eða þá að önnur hvor holan sker misgengi á um 800 m dýpi.

Hallamælingar: Notaður var halla- og stefnumælir með mælisvið fyrir 0-12° halla (mælir nr. 1). Til vara var hafður mælir, sem er ekki eins næmur (nr. 2, mælisvið 0-24°), og sýnir ekki stefnu. Rétt er að taka fram að stefnumælingin byggist á áttavita sem getur truflast verulega í segulmögnuðu bergi. Reynslan sýnir að skakkað getur tugum gráða.

Hallamælingarnar gengu erfiðlega vegna bilunar í mæli. Ónákvæmni mælisins reyndist óeðlilega mikil. Reynt var að bæta þetta upp með endurteknum mælingum í sama punkti og nota ónákvæmari mælinn. Alls voru gerðar 10 stefnu- og hallamælingar með mæli 1 og 4 hallamælingar með mæli 2. Niðurstöður eru dregnar saman í töflu 1. Aðeins 7 af 14 mælingum virðast vera nothæfar. Samkvæmt þeim er halli holunnar suðlægur um 0,5-2° og minnkar eftir því sem neðar dregur. Varasamt er að tilgreina nánar halla og stefnu en giska má á að hallinn sé að meðaltali nær tveimur gráðum en einni og að stefnan sé heldur austan við suður. Þetta samsvarar því að holan hafi leitað 20-30 m til SSA, á því dýpi sem vatnsæðarnar koma inn í hana.

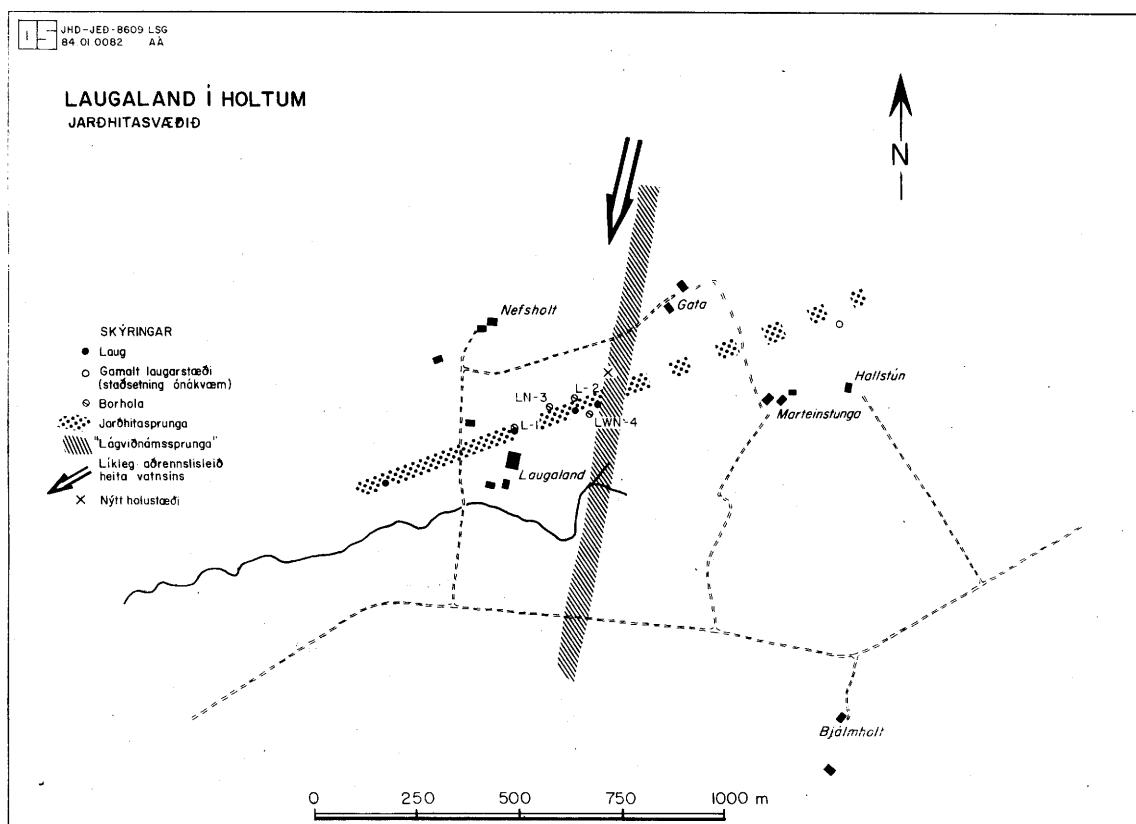
TAFLA 1: Halla- og stefnumælingar í holu LWN-4 á Laugalandi í Holtum

Mæling nr.	Dýpi m	* Mælir nr. 1 stefna rv.	Mælir nr. 2 halli	Gæði mælingar
1	110		0,3	góð
2	270		2,0	góð
3	313	108 145	1,6 3,3	slæm "
4	314	115 125	1,5 4,5	slæm "
5	420		2,0	góð
6	420	90 132	3,1 4,2	slæm "
7	500	300 285	4,9 3,1	slæm "
8	500	315 265	1,6 3,8	slæm "
9	525	185 145	2,0 1,6	sæmileg "
10	525		1,5	góð
11	600	5 225	3,7 2,0	slæm "
12	600	215	0,7	góð
13	700	125	0,5	góð
14	900	170 145	1,7 3,0	slæm "

* Mælir nr. 1 les tvisvar af í hverri mælingu. Aflestrunum á að bera vel saman. Ef miklu munar bendir það til ónákvæmni í mælingunni.

5 NIÐURSTÖÐUR RANNSÓKNA OG FREKARI VATNSÖFLUN

Niðurstöður borholumælinga benda til að hola LWN-4 hafi ekki farið í gegnum berggang þann sem ætlunin var að skera. Það kemur í sjálfu sér ekki á óvart, þegar tekið er tillit til þess hve gangurinn er nálægt því að vera lóðréttur og að því erfiðara er að hitta á gang eða sprungu í borun sem frávikið frá lóðréttu er minna. Af þessu má draga þá ályktun að halli gangsins til suðausturs sé meiri en $86,5^\circ$ sem kemur vel heim og saman við að hann sé hornrétt á jarðlöög.



Mynd 3 Laugaland í Holtum, jarðhiti og sprungukerfi

Það sem meira máli skiptir er að viðnámsmælingarnar benda til að gangurinn sé ekki mjög vatnsgengur. Þær leiða hins vegar í ljós tvö sprungukerfi sem skerast. Annað þeirra fellur saman við jarðhitasprunguna og stefnir $N75^\circ A$. Hitt stefnir $N15^\circ A$. Kerfin skerast skammt frá holu LWN-4. Það er freistandi að álykta að aðrennsli inn á jarðhitasvæðið sé alls ekki um ganginn heldur um norðlægu sprunguna eða sprungubeltið og að æðarnar í holunni séu tengdar því. Austlæga sprungan virðist vera opnari ofan til, eins og marka má af yfirborðsummerkjum jarðhitans. Samkvæmt þessum hugmyndum leitar heita vatnið út í hana og upp til yfir-

borðs. Mynd 3 sýnir jarðhitasvæðið og sprungukerfin.

Þegar staðan á Laugalandi er skoðuð vaknar sú spurning hvað mikil vatn megi vinna þar. Þær upplýsingar, sem við höfum í dag, leyfa ekki raunhæft mat á því en eftirfarandi er þó ljóst: Ekki er hægt að sækja meira vatn í þann vatnsleiðara sem hola LWN-4 tekur vatn úr í dag. Það mundi aðeins skila sér í auknum niðurdrætti. Hins vegar er rétt að minnast þess að áður en holan stíflaðist skömmu eftir borun 1980 virtist mun meira vatn vera í henni en kom á daginn eftir hreinsun og dýpkun 1982. Vatnið kom aðallega úr tveim misheitum æðum og var neðri æðin kaldari. Breytingar á sjálfrennsli og hitastigi vatnsins eftir að holan stíflaðist og svo aftur eftir að vinnsla hófst, benda til að neðri æðin sé nú óvirk með öllu. Það skal tekið skýrt fram að þetta er þó ekki unnt að sanna nema með meiri háttar prófunum á holunni. Þessar breytingar geta átt sér eðlilegar skýringar. Þannig er hugsanlegt að rennsli að neðri æðinni sé mjög tregt svo að fljótlega hafi dregið úr virkni hennar. Líklegra er þó að æðin hafi stíflast verulega af svarfi við hreinsun og dýpkun enda gengu þær aðgerðir illa og því hafi hún ekki náð sér á strik aftur. Ef það er rétt, er ekki ástæða til að ætla annað en að þessu vatni megi ná aftur með frekari borunum. Holu, sem boruð yrði með það að markmiði, væri best að bora skammt frá núverandi vinnsluholu.

Ef hins vegar á að leita að frekara vatni er rennt blint í sjóinn og þá er rétt að vera allfjarri holunni, á þeim stað þar sem mestar líkur eru á viðunandi árangri. Virðast þá tveir kostir líklegastir. Annars vegar að bora við jarðhitasprunguna í námunda við holu 1, en engar breytingar hafa orðið á laugunum þar eftir að vinnsla hófst. Halli sprungukerfanna er ekki þekktur en er trúlega nærri lóðréttu. Borun holu í sem næst lóðréttta sprungu er alltaf erfið. Út frá þeim holum, sem þegar hafa verið boraðar á svæðinu, má þó álykta að best sé að vera rétt sunnan við jarðhitasprunguna. Hinn kosturinn er að bora í norðlægu sprunguna nokkuð norðan við núverandi vinnsluholu í þeirri von að vatn sé að hafa úr því sprungukerfi. Um árangur er útilokað að spá fyrirfram. Líklega væri heppilegast að staðsetja slíka holu rétt vestan við norðlægu sprunguna. Vegna efra vatnskerfisins er lítill tilgangur í grunnum hitastigulsholum til að kanna hvor kosturinn er álitlegri.

Ef borað er mjög nærri holu LWN-4, er hætta á rekstrartruflunum hjá hitaveitunni meðan á borun stendur vegna samgangs milli hola.

Í ljósi ofangreindis hefur nýrri vinnsluholu verið valinn staður 110 m NNA við holu LWN-4, rétt vestan við norðlæga sprungukerfið. Með því er reynt að fara nokkurs konar milliveg, annars vegar reyna að finna það vatn sem líklega kom inn í holu LWN-4 í upphafi og halda rekstrartruflunum hitaveitunnar í lágmarki en hins vegar að kanna hvort frekara vatn er að hafa úr norðlæga sprungukerfinu. Fyrirfram er rétt að reikna með

a.m.k. 1200 m djúpri holu, sbr. núverandi vinnsluholu. Lögð er áhersla á að hún verði verði fóðruð í 400 m og boruð með loftdælingu (sogborun), þ.e. að lofti sé dælt í holuna meðan borað er, eins og gert var með góðum árangri á Urriðavatni og Siglufirði á síðasta ári. Slíkt mundi að mestu hindra að svarf kæmist inn í vatnsæðar og stíflaði þær. Reynslan á Laugalandi sýnir að það getur skipt sköpum.

HEIMILDIR

Lúðvík S. Georgsson og Þorsteinn Thorsteinsson 1983: Laugaland í Holtum.
Tillögur um aðgerðir til heitavatnsöflunar. Orkustofnun, greinargerð,
LSG-þTh-83/04, 4 s.

Lúðvík S. Georgsson, Þorsteinn Thorsteinsson og Hrefna Kristmannsdóttir
1981: Hola LW-4 við Laugaland í Holtum. Orkustofnun, greinargerð,
LSG-þTh-HK-81/01, 14 s.

Lúðvík S. Georgsson, Þorsteinn Thorsteinsson og Sverrir Þórhallsson
1983: Hola LWN-4 að Laugalandi í Holtum. Vatnsvinnsla des. '82 - mars
'83 og bilun djúpdælu. Orkustofnun, OS83026/JHD07 B, 16 s.

Lúðvík S. Georgsson, Haukur Jóhannesson, Margrét Kjartansdóttir og Einar
Gunnlaugsson 1978: Laugaland í Holtum. Jarðhitakönnun og borun holu
3. Orkustofnun, OSJHD 7802, 53 s.

Sigmundur Einarsson, Margrét Kjartansdóttir, Brynjólfur Eyjólfsson og
Ólafur G. Flóvenz 1983: Jarðhitasvæðið í Urriðavatni. Jarðfræði-
og jarðeðlisfræðirannsóknir 1978-1982. Orkustofnun, OS83005/JHD03, 83 s.

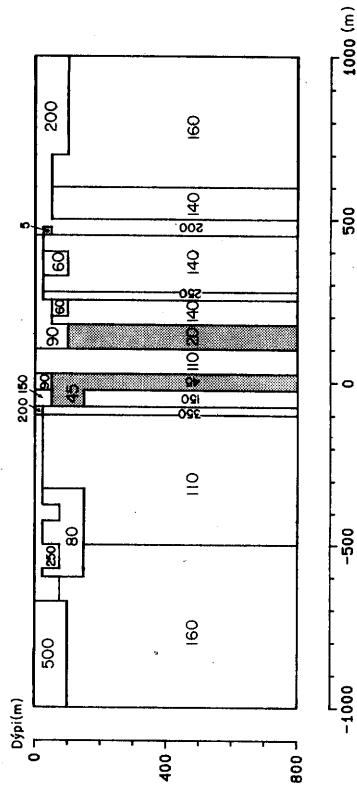
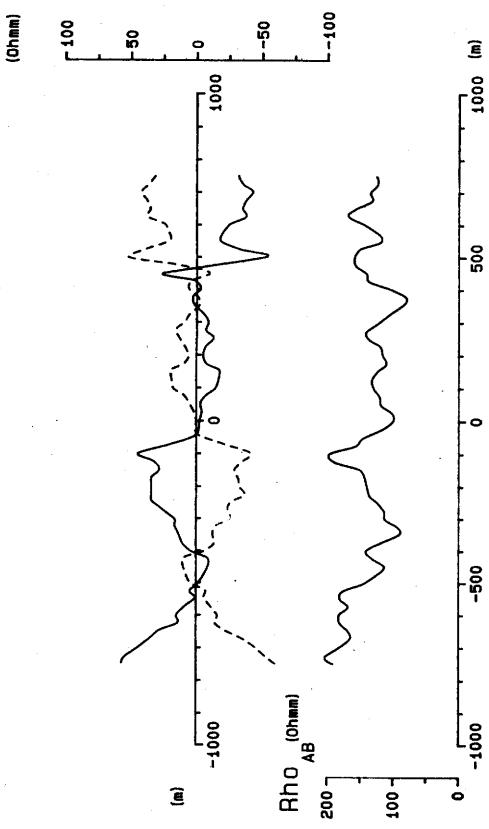
Þorsteinn Thorsteinsson og Lúðvík S. Georgsson 1982: Afköst holu LWN-4
við Laugland í Holtum. Orkustofnun, greinargerð, þTh-LSG-82/03, 5 s.

VIÐAUKI

Mæliferlar og túlkun viðnámsmælinganna.

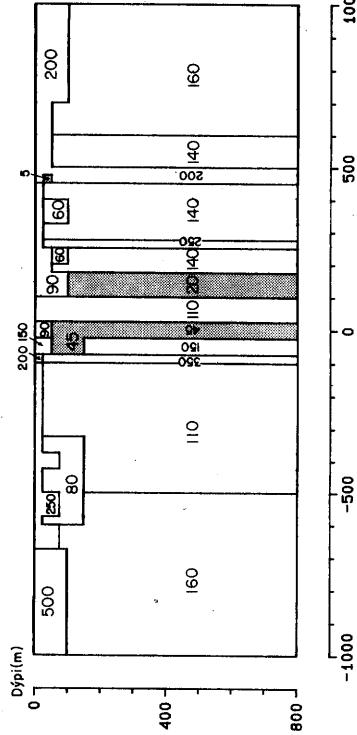
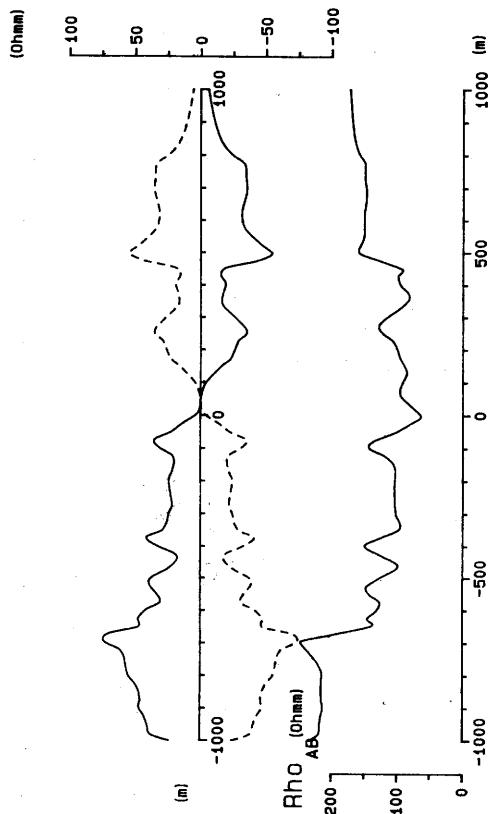
LAUGALAND I HOLTUM
Viðnámsmælilina LL-1
AE/2=300 m, MN/2=25 m, mælt í SA
Mælt í ágúst 1983 af GB, KV og f1.

— Rho AB
--- Rho AC-AB
--- Rho BC-AB



LAUGALAND I HOLTUM
TÚLKUN VIÐNÁMSMÆLILINU LL-1
AB/2=300 m, MN/2=25 m
Likán 20, LSG tólkadí

— Rho AB
--- Rho AC-AB
--- Rho BC-AB



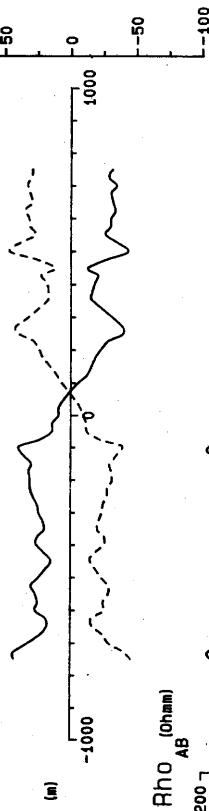
LAUGALAND I HOLTUM

Viðnámsmæliina LL-1
AB/2=500 m, MN=25 m, mælt í suðaustur
Mælt í ágúst 1983 af GB, KV og fl.

LAUGALAND I HOLTUM
Túlkun viðnámsmæliina LL-1
AB/2=500 m, MN/2=25 m
Líkan 20, LSG túlkadí

— Rho AB
--- Rho AC-AB
--- Rho BC-AB

(Ohmm)



Dipi (m)
0 500 1000

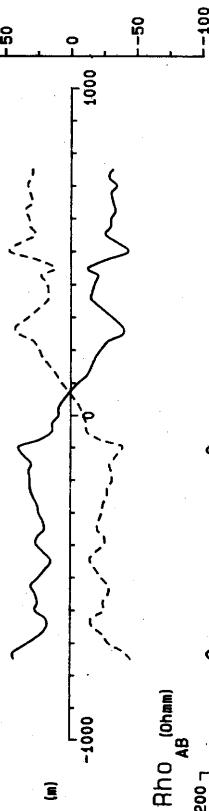
Rho AB
(Ohmm)



Dipi (m)
0 500 1000

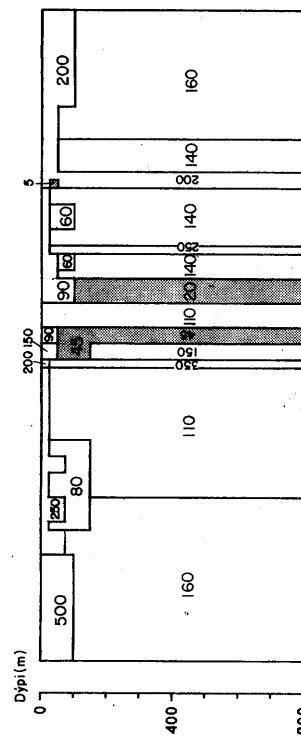
— Rho AB
--- Rho AC-AB
--- Rho BC-AB

(Ohmm)

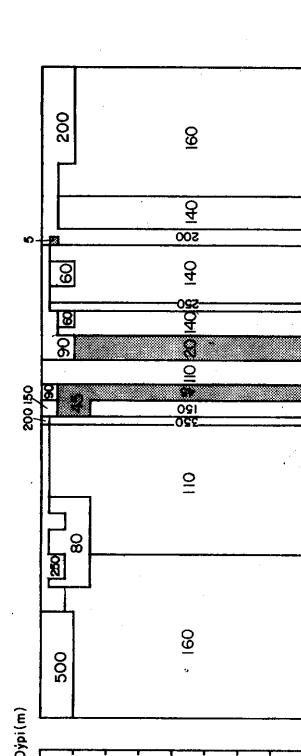


Dipi (m)
0 500 1000

Rho AB
(Ohmm)



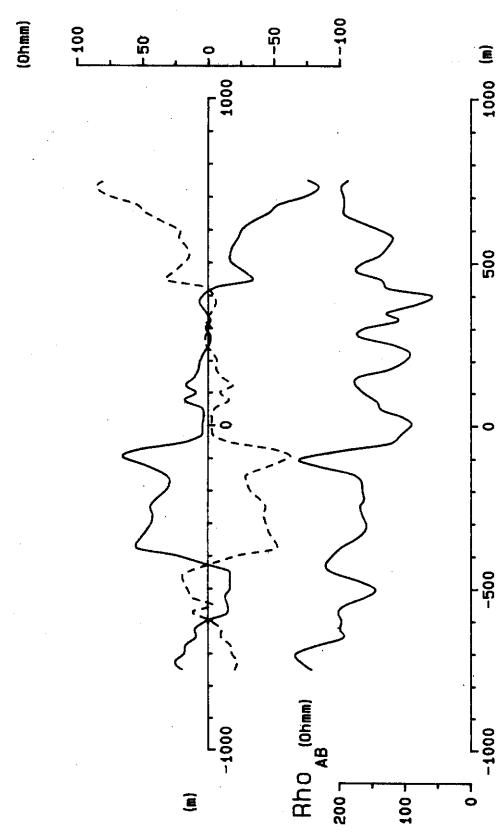
Dipi (m)
0 500 1000



Dipi (m)
0 500 1000

LAUGALAND I HOLTUM

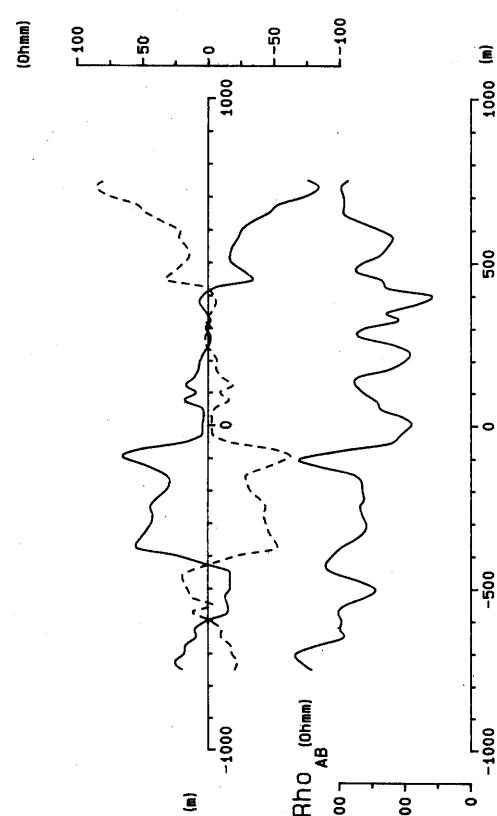
Viðnámsælliina LL-2
AB/2=300 m. MN/2=25 m. mælt í suðaustur
Mælt í ágúst 1983 af GB, KV og fl.



JHD-JED-8609 LSG
84-02-0299-T

LAUGALAND I HOLTUM

Túlkun viðnámsmællínu LL-2
AB/2=300 m. MN/2=25 m
Likán 16, LSG túlkabi



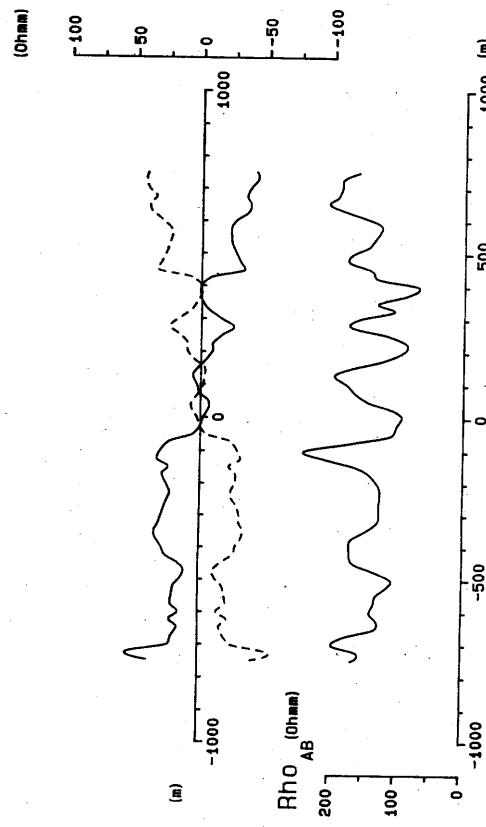
OE 84-02-0292-T

JHDUE9809-LSG
84020300-T

LAUGALAND I HOLTUM

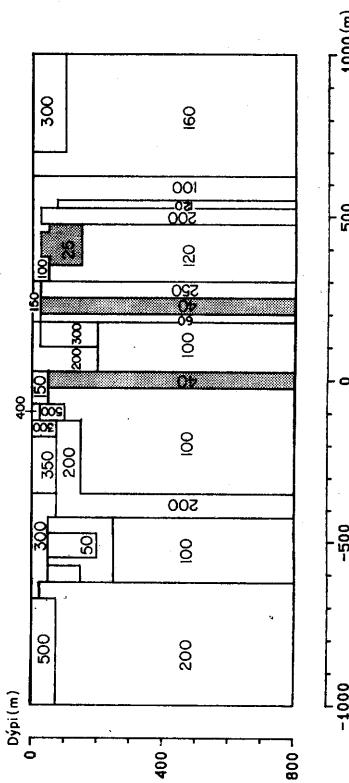
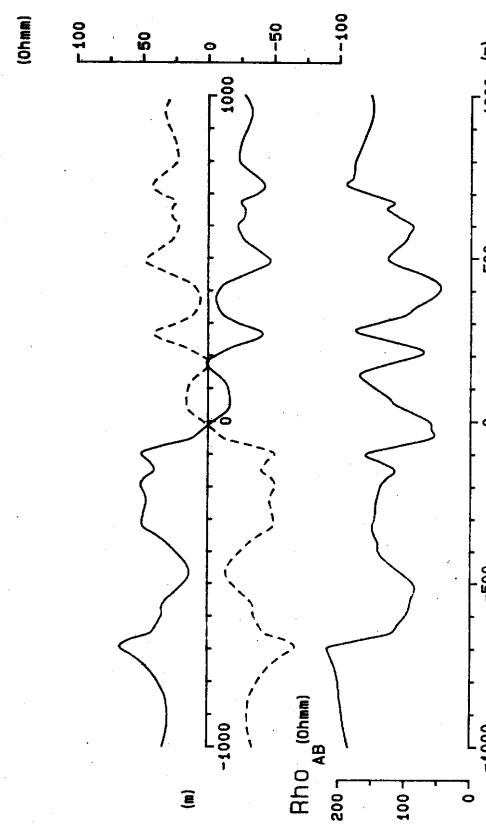
Viðnámsmæliina LL-2
AB²=500 m MN²=25 m, meilt í suðaustur
Meit í ágúst 1983 af GB, KV og fl.

— Rho AB
--- Rho AC-AB
--- Rho BC-AB



LAUGALAND I HOLTUM
Túlkun mæliina LL-2
AB²=500 m MN²=25 m, meilt í suðaustur
Líkjan 16, LSG túlkabí

— Rho AB
--- Rho AC-AB
--- Rho BC-AB



JHDUE9809-LSG
84020293-T

