

22/1971

GREINARGERÐ UM JARÐHITAATHUGANIR

Á LAUGALANDI Í EYJAFIRÐI

eftir

Kristján Sæmundsson

og

Guðmund Guðmundsson

Des. 1971

Jarðhitarannsóknir og boranir voru gerðar á Laugalandi á árunum 1947 og 1948 með litlum árangri. Aðeins ein af fjórum borholum gaf svolítið vatn, og var það þó ekki notað, að því er bezt verður séð. Síðan 1968 hafa verið gerðar viðnáms- og segulmælingar á Laugalandi. Greinargerð þessi er samin upp úr þessum gögnum öllum. Út frá niðurstöðunum eru gerðar tillögur um framhald rannsókna og aðgerða til að ná meira vatnsmagni úr jarðhitasvæðinu.

1. Elztu heimildir um rennsli og hitastig.

Elztu áreiðanlegar mælingar á vatnsmagni og hitastigi lauganna eru frá árinu 1944 (skýrsla Rannsóknarráðs ríkisins). Neðri laugin, sem var í steyptri þró (þá eins og nú) var 53°C heit og gaf 1 l/sek. Efri laugin, sem þró hafði einnig verið steyppt utan um, gaf einnig 1 l/sek., en hitastig vatnsins var 50°C. Þar sem efri þróin er, hafði verið afætublettur í melnum. Þar var grafin 2 m djúp gryfja og síðan borað 3 m niður úr gryfjubotninum. Með þeim hætti fékkst vatnið. Sagt er í skýrslunni, að hæst hitastig hafi mælt í borholunni og í neðri lauginni 56°C, það sama á báðum stöðunum. Ekki er okkur kunnugt um niðurstöður þennslismælinga, sem kunna að hafa verið gerðar síðan. Þó er frá því greint í skýrslu til fræðslumálastjóra frá jarðborunum ríkisins árið 1949, að í júlí 1947 hafi rennsli úr báðum laugunum verið samanlagt 1-1,5 l/sek.

2. Fyrstu athuganir á jarðhitanum.

Sumarið 1947 voru gerðar þrjár grunnar viðnámsmælingar sunnan og austan við laugasvæðið. Jarðhiti kom ekki fram í þeim mælingum að heitið gæti. Það kom í ljós, er svæðið var rannsakað þetta sumar, að laugarnar eru tengdar tveimur berggöngum sem sjást í lækjarfarveginum norðan lauganna, og stefna nál. N 10°A. Með segulmælingum voru gangarnir raktir suður fyrir laugarnar.

3. Boranir.

Á árunum 1947-1948 voru boraðar 4 holur á Laugalandi. Tvar þar fyrstu voru boraðar með höggbor, sem festist í þeim á rúmlega 20 m dýpi. Önnur þeirra var þá dýpkuð með demantsbor um 10 m, en hvorug holan hitti á vatnsæð. Þess sér engin merki hvar hólurnar hafa verið boraðar, en gömul afstöðumynd frá því í nóvember 1947 sýnir legu þeirra og samkvæmt henni eru holurnar sýndar á afstöðumyndinni, sem hér fylgir. (teikn. 10294).

Vorið 1948 var á ný hafizt handa um boranir á Laugalandi og boraðar tvær holur. Sú fyrri 10 m fyrir vestan neðri laugina. Var borað með 5° halla til austurs í von um að skera vestari ganginn á ca. 30-40 m dýpi. Þegar holan var orðin 80 m djúp og enginn árangur fenginn, var hætt við hana. Seinni holan (og sú síðasta) var boruð við vestari laugina. Var holunni ætlað að fara niður eystri helming vestari gangsins og inn í þann eystri. Hætt var við holuna, þegar hún var 54 m djúp. Ekkert vatn fékkst úr henni. Fóðurrörið í holu 3 stendur enn upp úr jörð í melnum vestan við neðri þróna. Hins vegar mótar hvergi fyrir holu 4. Á afstöðumyndinni (teikn. 10294) eru holurnar sýndar og þar farið eftir ákýrslunni frá 1949 um holu 4. Upplýsingar um jarðlög í holunum eru mjög torráðnar og því gagnslitlar.

4. Hitamælingar í borholum.

Hitamælingar voru gerðar í borholunum á meðan á borun stóð og eru niðurstöður þeirra sýndar á teikn. 10357. Tölurnar eru teknar beint upp úr dagbókum bormanna. Sitthvað merkilegt kemur í ljós, þegar hitamælingarnar eru skoðaðar. Í holu 1 (mitt á milli þróna) er hitastig komið yfir 50°C í 20 m dýpi, eftir að hafa farið jafn hákkandi frá holutoppi.

Hola 2, sem boruð var ofan í afætublett (sem nú hefur raunar verið rutt yfir) skammt vestan við neðri þróna, fer í gegnum 50°C hita ofan við 10 m dýpi en kólnar síðan ört. Hitatoppurinn ofan við 10 m stafar augþýnilega af aðrunnu vatni í efstu

jarðlögnum. Þetta aðrunna vatn kemur fram í afætublettinum. Hóla 3 virðist skv. hitamælingunni liggja fjarri uppstreymisæð heita vatnsins gagnstætt holu 1, sem sýnir ört vaxandi hita með dýpi. Hóla 3 var hitamæld í júlí 1966 (sjá teikn. 7577). Hiti í botni mældist 31°C. Smáhitatoppur kom fram ofan við 10 m, sem orsakast af láréttu vatnsstreymi í efstu jarðlögum. Úr holu 4 er aðeins til ein botn hitamæling sem sýnir 45°C. Er það í samræmi við legu holunnar á milli holu 1 og holu 4. Borholurnar og hitamælingar í þeim benda til, að uppstreymisæð heita vatnsins sé tengd eystri ganginum fremur en þeim vestari.

5. Efnagreiningar.

Nokkrar gamlar efnagreiningar eru til af heita vatninu á Laugalandi, sú yngsta frá 1959 (sjá töflu aftan við skýrsluna). Uppleysanleiki kísilsýru í vatni er háður hitastigi og sýrustigi vatnsins. Þetta samband er þekkt og má þannig finna, hvaða hitastigi vatn hefur náð í jarðhitakerfi, áður en það leitar upp til yfirborðsins. Efnagreiningin af vatninu frá Laugalandi er ekki nothæf til að segja ákveðið fyrir um það hámarkshitastig, sem heita vatnið í gangkerfinu við Laugaland hefur náð djúpt í berggrunni. Helzt má ráða af efnagreiningunni, að það sé einhvers staðar í kringum 60°C. Svarar það til um 1000 m djúpstreymis heita vatnsins á þessum stað. Tvenns konar aðferðum, sem notaðar voru til að mæla kísilsýrumagn, ber ekki saman, þó má telja næstum öruggt, að það sé um það bil 90 mg/l. pH (sýrustig) hefur örugglega lækkað nokkuð frá því, sem það er í laugunum, þar sem allangur tími leið á milli þess sem vatnsýnið var tekið og efnagreiningar þess.

6. Viðnámsmælingar.

Sumarið 1968 voru gerðar grunnar dýptarmælingar á Laugalandi. Alls var mælt í 6 línunum, við jarðhitastaðinn og austur og suður þaðan. Mælingarnar voru ófullnægjandi og gáfu engar upplýsingar um jarðhitann. Dýptarsniðin og lega þeirra eru sýnd á teikn. 8748 og 8831. Greinargerð, sem um mælingarnar var samin, fylgir aftan við skýrslu þessa.

7. Segulmælingar og jarðfræðiathugun.

Sumarið 1970 voru gerðar segulmælingar við jarðhitann og mælt út afstöðukort af jarðhitasvæðinu og nágrenni þess (sjá teikn. 10294). Gangarnir í lækjarskorningnum eru sýndir á þessu korti og nokkrir punktar, þar sem hámark segultruflunar fannst. Borholurnar eru merktar á kortið samkvæmt áðurgreindum göngum. Yfir eystri ganginum mældist póstíft segultruflun. Hann er 4 m þykkur, þar sem hann sést í gilinu, en neðan hans er þynnri að, sem sennilega er tengd honum (einnig póstíft?). Vestari gangurinn olli negatífu segulfráviki. Hann er 5 m á breidd, þar sem hann sést í lækjarfarveginum neðan við hitaveitustokkinn.

8. Nýjar viðnámsmælingar.

Sumarið 1971 voru á ný gerðar viðnámsmælingar á Laugalandi. Bæði var gerð dýptarmæling við jarðhitann og allt svæðið á milli Laugalands og Hólslaugar var lengdarmælt. Dýptarmælingin (sjá teikn. 10358) sýndi snögga hækkun í viðnámi, þegar bilið á milli spennupóla var lengt úr 40 m í 80 m. Þessi hækkun bendir til, að annar spennupóllinn eða báðir hafi farið út fyrir jarðhitann. Eftir því væri jarðhitasvæðið fremur lítið a.m.k. miðað við efstu 50-100 m berggrunns. Er þetta raunar í samræmi við hitamælingar í borholunum.

Lengdarmælingarnar voru gerðar með 200 m skautabili á milli spennupóla og 600 m á milli straumpóla. Á teikningu 10258 er sýnd niðurstaða lengdarmælinganna og hafa verið dregnar á hana jafnviðnámslínur. 60-70 Ω m viðnám mældist víðast hvar umhverfis jarðhitann, en við hann og allra næst honum upp í 70-90 Ω m og jafnvel yfir 100 Ω m á stöku stað. Egga skýringu er hægt að gefa á þessu og bendir allt til, að lítið mark sé takandi á lengdarmælingunum varðandi útbreiðslu jarðhitans á Laugalandi. E.t.v. mætti með mjög grunnum lengdarmælingum (með styttra skautabili) kanna útbreiðslu heita vatnsins í efstu jarðlögum og fá þannig hugmynd um, hvar aðaluppstreymið sé.

9. Tillögur um viðbótarrannsóknir.

Áður en yfirborðskönnun getur talizt fullnægjandi þarf að gera eftirtalдар viðbótarrannsóknir.

- a) Ákvarða eins vel og kostur er stefnulínu og halla jarðlaga í nágrenni við laugasvæðið. Ákvarða segulstefnu í berggöngunum, sem sjást í lakjarfarveginum norðan við laugasvæðið.
- b) Þaka vatnssýni úr heitari þrónni til efnagreiningar og ákvörðunar á kísilhita, þ.e. hæsta hitastigi sem vatnið hefur náð í berggrunni.
- c) Gera lengdarmælingar með stuttu skautabili allt umhverfis laugasvæðið.
- d) Gera rennslismælingar á frárennslinu úr þrónum við mismunandi tíðarfar til að finna, hvort það sé breytilegt. Slíkar rennslismælingar er nauðsynlegt að gera áður en hafizt verður handa um frekari boranir. Þar ættu staðarmenn sjálfir að geta annazt.

10. Leiðir til frekari vatnsöflunar.

Tvær leiðir virðast samkvæmt þessum athugunum öllum koma til greina til að ná upp meira magni af heitu vatni á Laugalandi. Annars vegar má reyna að grafa nokkurra m djúpar gryffur víðar í melinn og freista þess að fá heitt vatn upp úr lausum jarðlögum, sem liggja ofan á fasta berginu. Grunnar lengdarmælingar gætu orðið leiðbeinandi um, hvar helzt bari að grafa. Með dælingu úr slíkum brunnum mætti hugsanlega ~~anna~~ rennslid eitthvað. Auðvelt er að kanna með dælingu úr þrónum, hvort eða hversu mikið vatnsrennslid eykst og jafnframt hvort hitastig breytist. Hætt er við, að það lækki, ef meiru er dælt en aðrennslid heita vatnsins nemur, vegna þess að kalt grunnvatn úr jarðgrunninum umhverfis gæti dregist að þrónum. Dæluþrófun sem þessa ættu staðarmenn auðveldlega að geta framkvæmt sjálfir. Hins vegar kemur til greina að bora eftir vatninu. Samkvæmt þeim gögnum, sem fyrir liggja, virðist auðsatt, að bora skuli við eystri ganginn einhvers staðar í nánd við efri þróna. Lagt er til að fyrstu holunni verði valinn staður í vegkantinum 4 m neðan við efri þróna. Staðurinn er á afleggjaranum að Laugalandi og er það mál hreppsins, hvernig samgönguvandamál, sem af þessu skap-

ast, verður leyst. Raflína liggur tapum 10 m austan við borstaðið. Hugsanlega geta skapast af því vandamál vegna hæðar bormasturs. Niðurstöður viðbótarathugana geta naumast breytt miklu um staðsetningu fyrstu borholunnar. Endanlega holudýpt er vart hægt að áætla fyrirfram. Kostnaðaráætlunin, sem hér fylgir, miðast við 100 m áfanga í allt að 600 m djúpri holu. Kostnaðaráætlunin er gerð af Guðmundi Sigurðssyni, jarðboranadeild og Sigurði Benediktssyni, jarðhitadeild.

Des. 1971

GS/SB/sv

Í kostnaðaráætlun þessari er gert ráð fyrir svipaðri hörku bergs og komið hefur fram við borunir annars staðar í Eyjafirði.

Við borun yrði notaður Mayhew bor, sem er með 4-5 manna áhöfn og borað allan sólarhringinn.

Borað yrði fyrir 10" yfirborðsfóðringu niður í fast berg sem er áætlað um 5 - 6 m. Síðan yrði borað með 4 3/4" - 5 1/8" borkrónum í allt að 600 m dýpi. Fáist vatn úr holunni er möguleiki á að víkka hana og fóðra með 8" róri ef þörf þykir vegna dælingar eða annarra atriða. Í áætluninni er víkkun og fóðrun með 8" ekki reiknað með.

Verkkaupi annast venjulega vegalagningu að borstað, gerð borplans eftir fyrirögn Jarðborana ríkisins eða ráðgefandi aðila um borunina og um upphald boráhafnar meðan á verkinu stendur.

Gert er ráð fyrir eftirfarandi gengi við borunina

1. Virkur bortími 17.5 klst/sólarhring
2. Borun á botni 16 klst/sólarhring
3. Borhraði 1 m/borkrónutíma
4. Verktími áhafnar 56 klst/sólarhring

Efni til borunarinnar:

Sement og gel	8.000 kr
Fóðurrör og flangsar	22.000 kr
Vatnslögn	<u>8.000 kr</u>
	38.000 kr

Kostnaðarliðir

Flutningur bors og tækja	103.000 kr
Uppsetning bors og borun fyrir fóðurröri	101.000 kr
Efni	<u>38.000 kr</u>
	237.000 kr

Flutningskostnaði verður jafnað niður ef borað verður fyrir fleiri en einn aðila.

Borun fyrir nverja 100 m eftir fóðrun er áætlað að taki 10 daga og kosti 386.000 kr

Borkostnaður verður því eftirfarandi:

fyrir 100 m	625.000 kr
200 m	1.013.000 kr
300 m	1.401.000 kr
400 m	1.789.000 kr
500 m	2.177.000 kr
600 m	2.565.000 kr

Þessi kostnaðaráætlun er ekki tilboð eða bindandi á neinn hátt heldur eingöngu ætluð til viðmiðunar.

Byjarjarðarsýsla

Ongulsstaðahreppur

Laugaland 1/6 59

Einagr. A.H.

Hiti	54,0 ^o C		
pH	9,90		
Viðnam	4088 Ohm/cm v. 25 ^o C		
Harka	3,33 mg/l CaO		
Cl ⁻	9,8	" "	
F	0,40	" "	
SiO ₂ (grav)	91,8	" "	
SiO ₂ (col)	159,8	" "	
SO ₄ ⁻⁻	54,7	" "	
H ₂ S	0,02	" "	
P-alkal	25,76	" "	CaO
S "	29,76	" "	"
Steinerni	244,5	" "	"

LAUGALAND Í KAUPVANGSSVEIT

EYJAFIRÐI

Niðurstöður (Sv.B.):

Mælingar eru ófullnægjandi og þyrfti að endurtaka þær og mæla dýpra. Gera þyrfti einnig segulmælingar og athuga fyrri gögn um mælingar og boranir. Jarðfræðileg athugun á svæðinu nauðsynleg.

Mælingar (F.S.):

Laugaland í Eyjafirði:

Gerðar voru 6 mælingar að Laugalandi og voru þær allar í nánd við fyrrv. laugar og núverandi borholur. Tókust mælingar illa vegna bilunar í tækjum, svo og illviðra. Botnviðnám í öllum mælingum, svo djúpt, sem þær náðu með samilegu öryggi, var 130-170 m. Nokkrar líkur eru á því að heita vatnið sé, a.m.k. að nokkru leyti, í millilögum og geti uppkoma þess jafnframt verið nokkru nær hliðinni.

Koma slík "millilög" fram í jarðsniðum. Ekki er þar þó um raunveruleg lágviðnám að ræða, heldur eru lægstu viðnámín um 60 sm og getur það auðvitað verið marast annað en jarðhiti. Þó eru líkur á, að viðnám þetta sé lægra en venjulegt bergviðnám í Eyjafirði.

Frá sömu uppkomu, en eftir dýpra liggjandi og torferari rásum, myndi þá botnhiti borholanna stafa, eða orsakast einfaldlega af nálægð uppkomunnar.

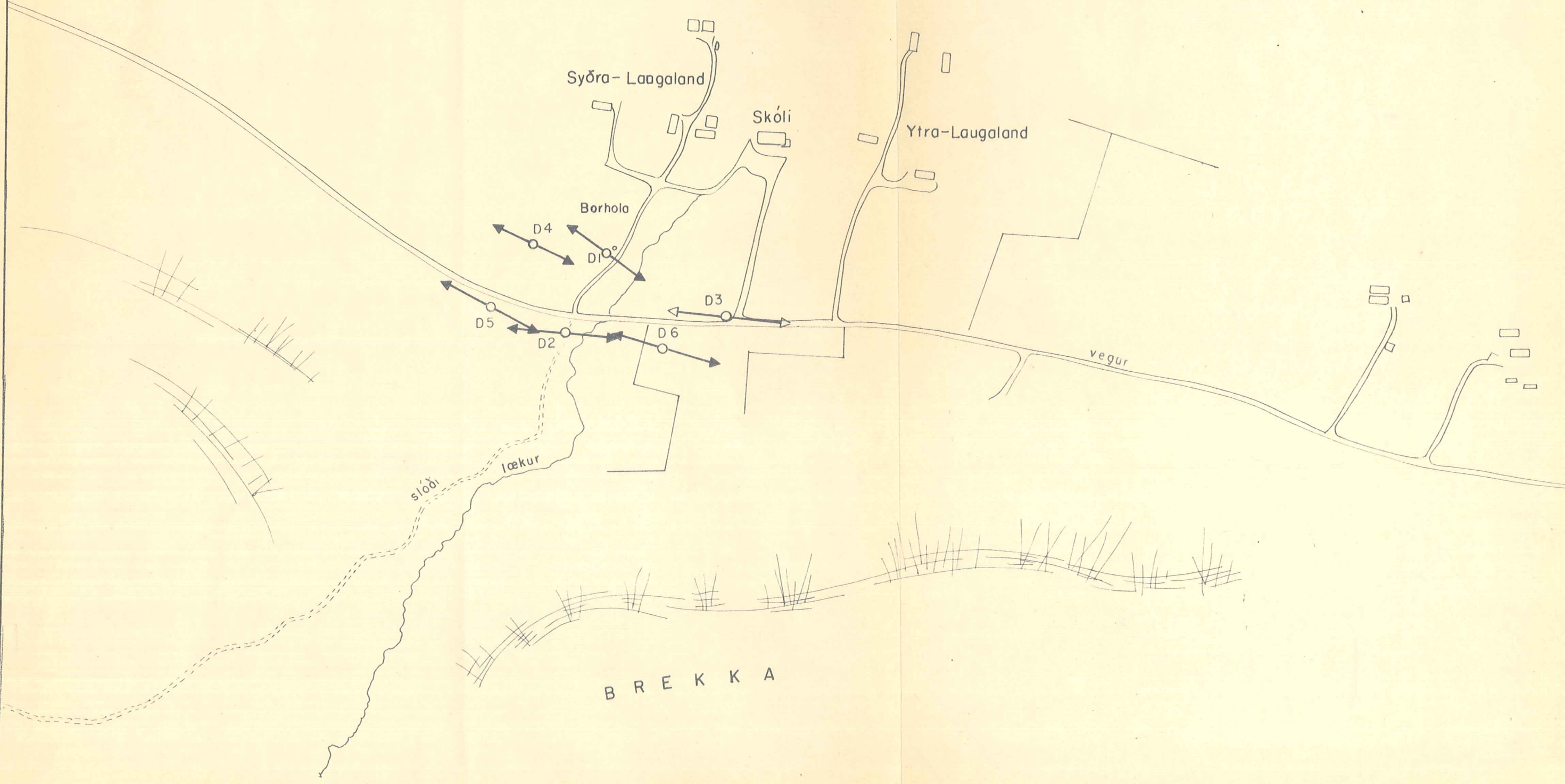
Til frekari könnunar væru líklega segulmælingar einna vænlegastar. Einnig kæmu til greina viðnámsmælingar, sem væru dýpri en þær, sem að þessu sinni reyndist unnt að gera af framangreindum ástæðum.

Samkvæmt gerðum mælingum er þó eðlilega allt óvíst um árangur af jarðviðnámsmælingum.

Fylgiskjöl: 1) Afstöðumynd, Fnr - 8831
2) Jarðsnið Fnr - 8748

Mkv. 1 : 5000	ORKUSTOFNUN	27.4.69 SS/PJ
	Jarðhitadeild.	Tnr. 7 Tnr. 705
	Laugaland, Kaupvangssveit Eyjafirði.	J-Laugal. J-Viðn.
	Jarðviðnámsmælinga, afstöðumynd.	Fnr. 8 8 3 1

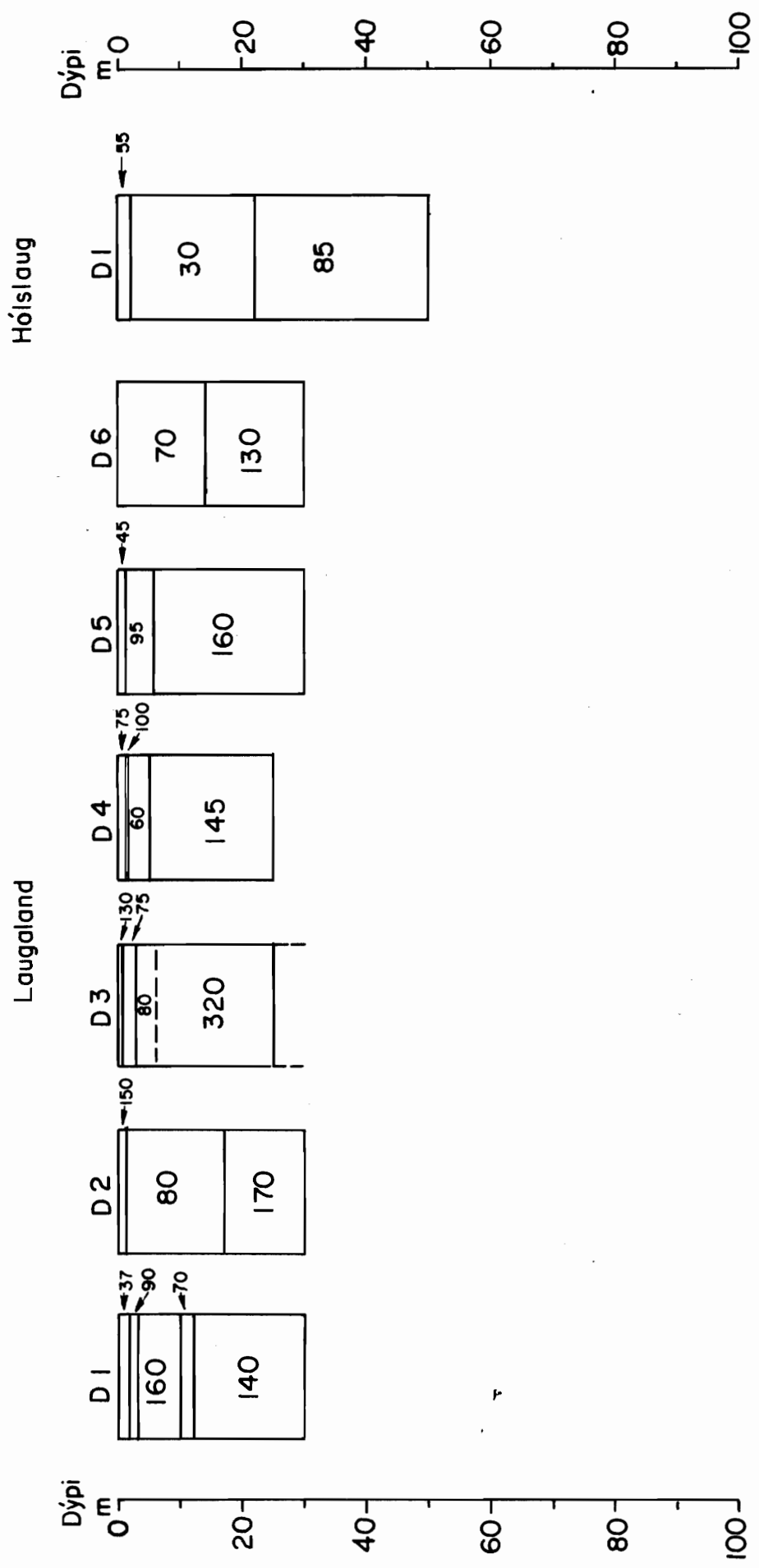
Mælt 20.-22.8.'68.FS.

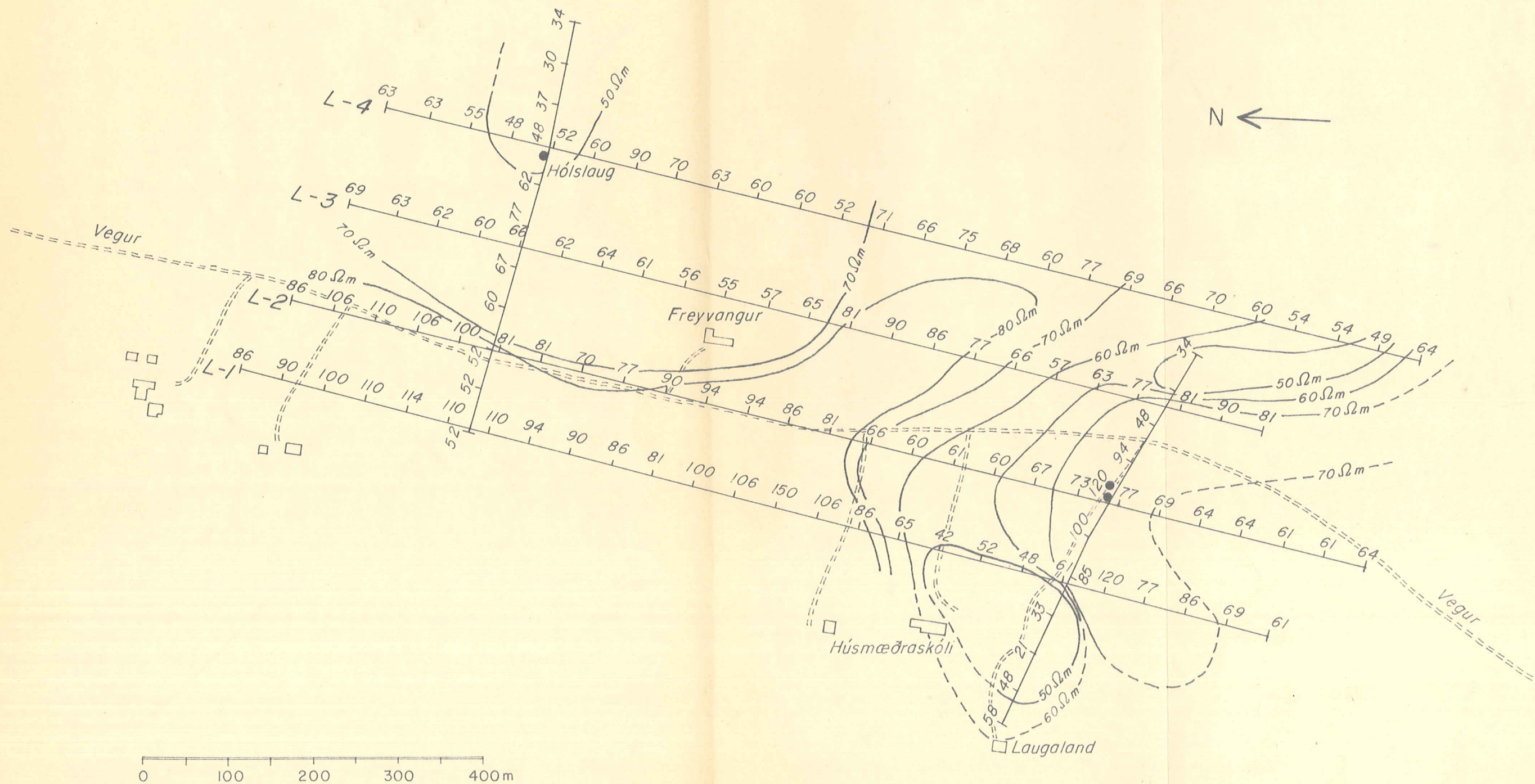


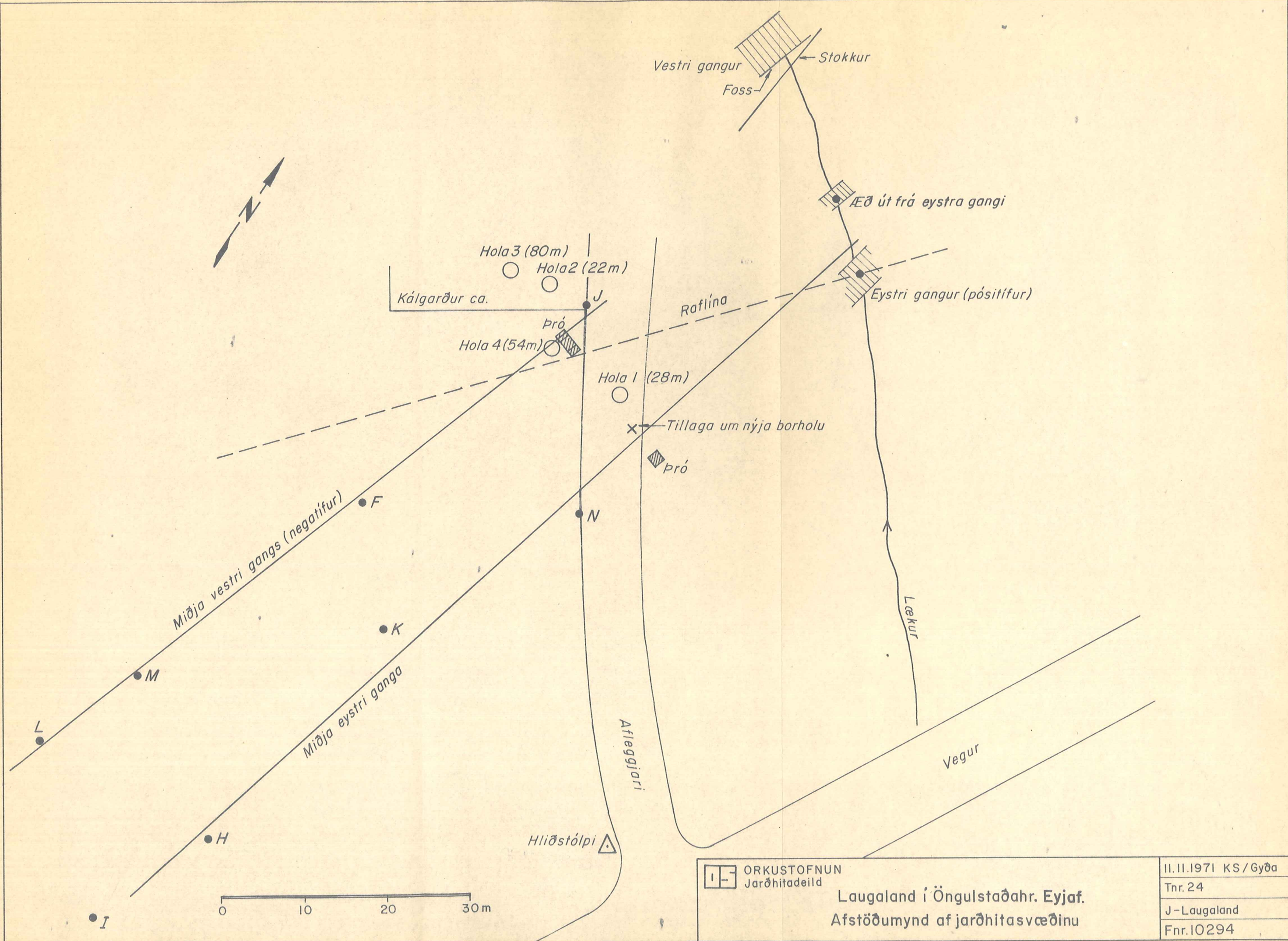
Mælt 20.-22.8.'68
F.S.

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild
Laugaland og Hólslaug, Kaupangssv. Eyjaf.
Jarðviðnámsmælingar, jarðsnið, viðnámslög.

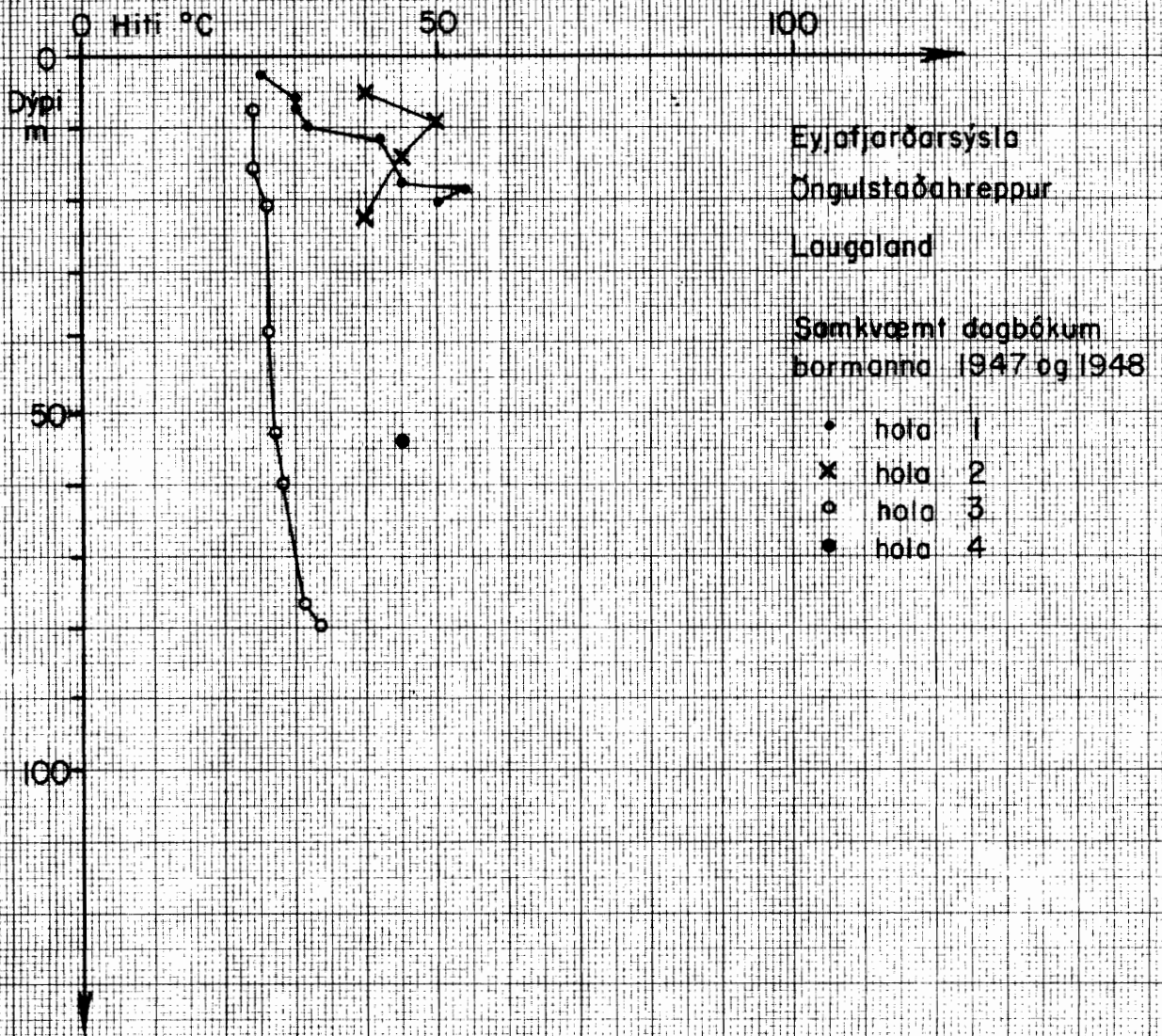
10.2.'69. S.S/E.K.
Tnr. 9 Tnr. 70I
J-Eyjafj. J-Viðnám
Fnr. 8748







Hitamælingar í borholum



202301 - 125 A - 1 x 1 mm

Fnr. 7517

RAFORKUMÁLASTJÓRI

Jarðhitadeild

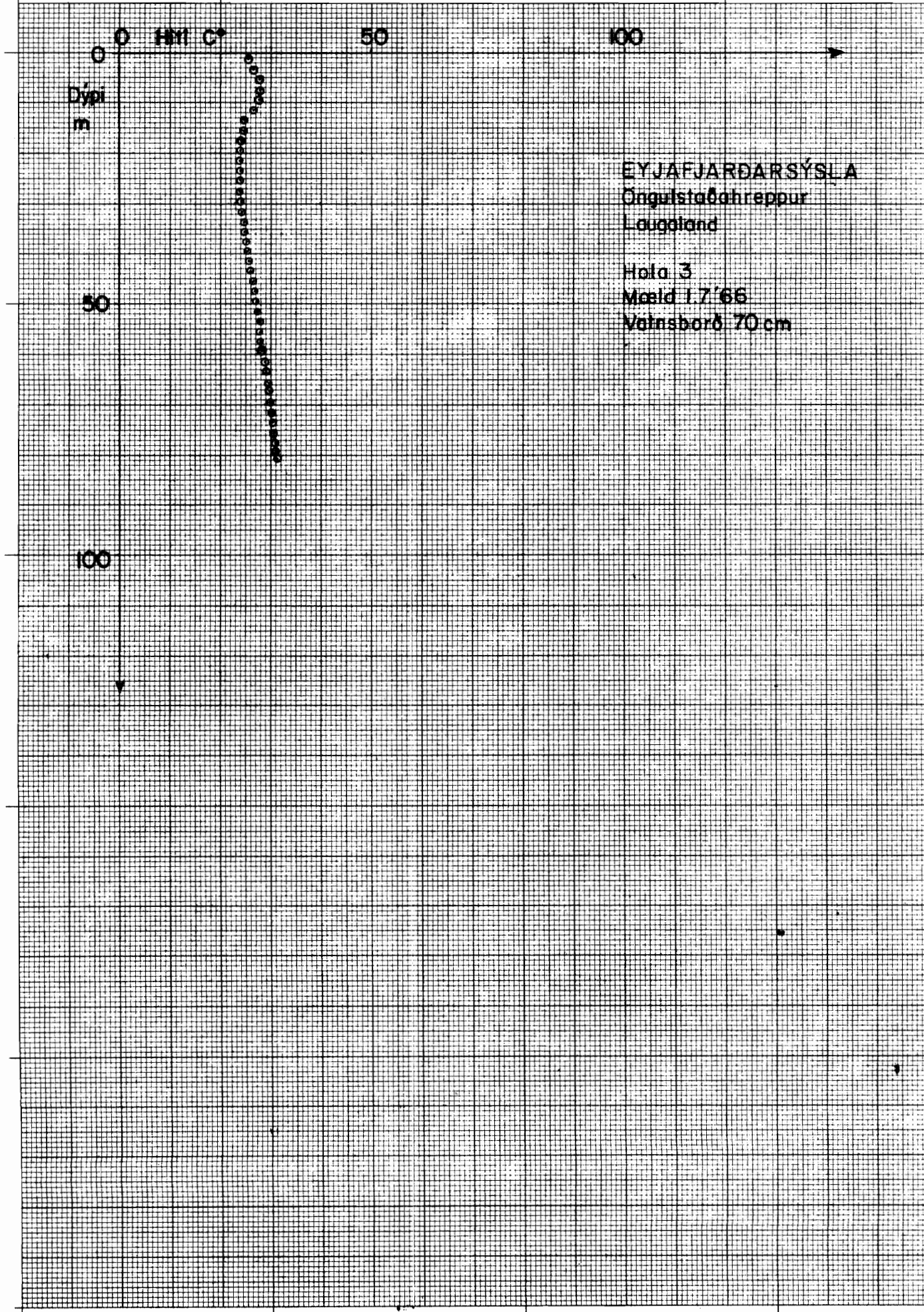
Hitamælingar í borholum.

15.7.'66 S.G.S./ E.Ó.

Tnr. 5 Tnr. 468

J-Eyjafjörður J-Hitam

Fnr. 7517

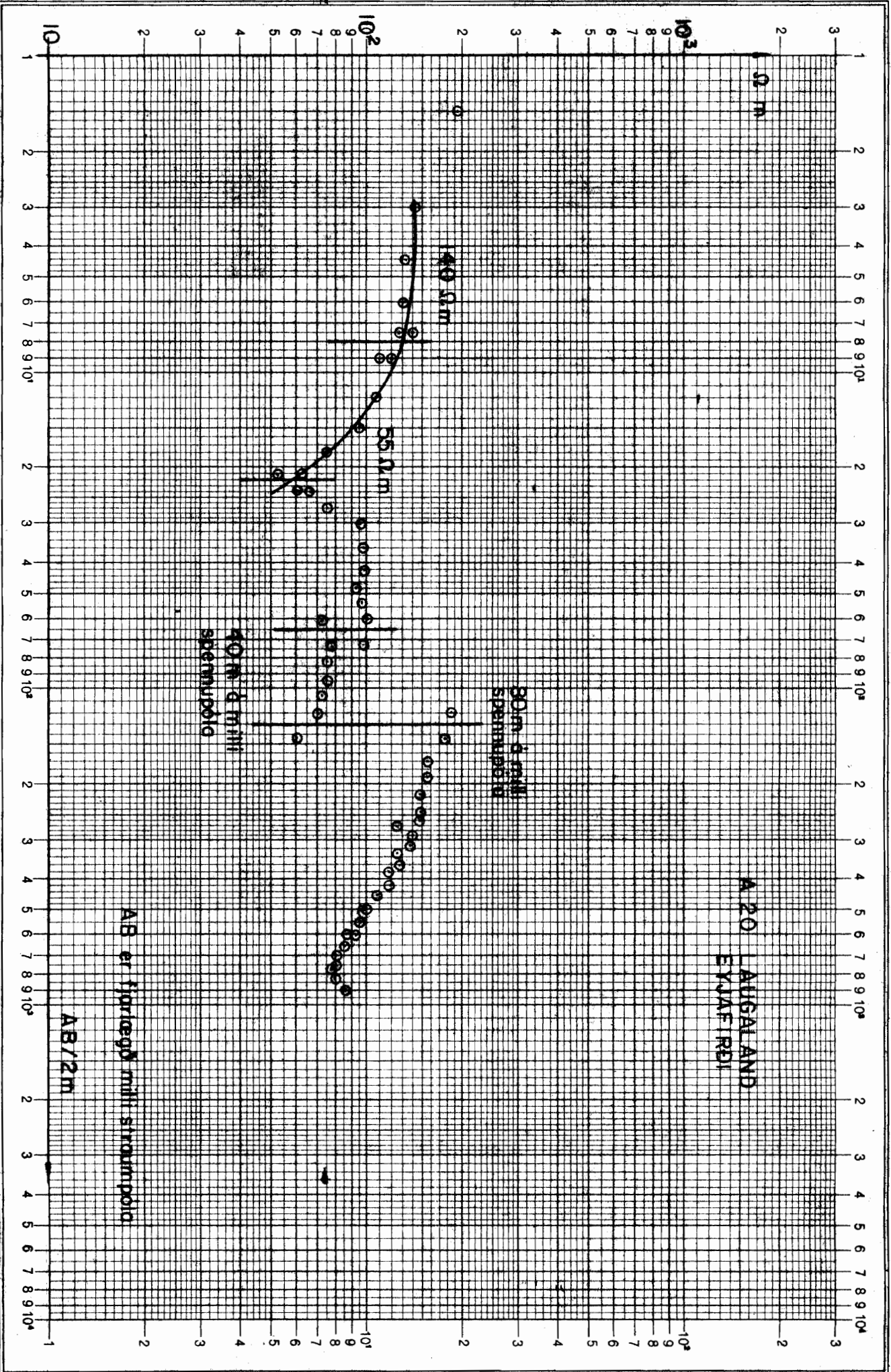


EYJAFJARDARSÝSLA
Öngulstaðahreppur
Laugaland

Hola 3
Mæld 1.7.'66
Vatnsborð 70 cm

732501 - 525A4 - 1x1 mm





Tölung } 1-300 u. 1-10000
 Logar. Division } Einheit } 62,5 mm
 Unité }

J-Laugaland Tr. 26 Fr. 10358

Ed. Aeml-Leuch, Bern, Nr. 981