

J.T.

ORKUSTOFNUN
JARÐHITAEILD

J A R Ð H I T A R A N N S Ó K N I R Á

N E S J A V A L L A S V Æ Ð I N U

eftir

JENS TÓMASSON,
GUÐMUND GUÐMUNDSSON OG
STEFÁN ARNÓRSSON.

Júní 1971.

ORKUSTOFNUN
JARÐHITAEILD

J A R Ð H I T A R A N N S Ó K N I R Á

N E S J A V A L L A S V Æ Ð I N U

eftir

JENS TÓMASSON,
GUÐMUND GUÐMUNDSSON OG
STEFAN ARNÓRSSON.

Júní 1971.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
0. ÁGRIP AF NIÐURSTÖÐUM	1
1. INNGANGUR - J.T.	2
2. VIÐNÁMSMÆLINGAR - G.G.	3
3. HOLA 4.....	4
3.1 Borun - J.T.	4
3.2 Jarðlagasnið - J.T.	5
3.3 Vatn og gas - J.T. & S.A.	13
4. JARÐHITAKERFI HENGILSSVÆÐISINS - J.T.	15
5. VATNSÆÐAR OG HITI - J.T.	17
6. RITSKRÁ	21

MYNDIR

1. Eðlisviðnámsmælingar(Fnr. 9785)	
Yfirlitsmynd	
2.-4. Eðlisviðnámsmælingar(Fnr. 9786-87-88)	
Jarðsnið, eðlisviðnámslög D-5 - D-12	
5. Jarðlagasnið Hola 4	(Fnr. 9982)
6. Hitamæling Hola 1	(Fnr. 7627)
7. " Hola 2	(Fnr. 7626)
8. " Hola 3	(Fnr. 7625)
9. " Hola 4	(Fnr. 9671)
10. " Hola 4	(Fnr. 9784)

o. ÁGRIP AF NIÐURSTÖÐUM

- o.1 Samkvæmt viðnámsmælingunum virðist jarðhitinn minnka til norðurs og er líklegt, að smá dýpki á heitt berg eftir því sem norðar dregur frá jarðhitasvæðinu.
- o.2 Nesjavallasvæðið er eina svæðið á landinu, þar sem vitað er, að hitinn í borholum er hærri en suðumarksferillinn. Líklegt er, að hitinn í öllum holunum hafi farið yfir suðumarksferilinn, og að þrýstingur sé í samræmi við hitann, þ.e. yfirþrýstingur.
- o.3 Í holu 4 er djúpvatn og getur því ekkert samband verið á milli vatnsborðs í hverunum í Hengli og vatnsborðsins í holunni. Má því búast við yfirhitun víðar, en þó mun dýpka á yfirhitað vatn eftir því, sem holurnar eru staðsettar norðar á svæðinu.

1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir jarðhitarannsóknnum og borun á Nesjavöllum sumarið 1970 og einnig er nokkur grein gerð fyrir eldri rannsóknnum.

Eldri rannsóknir:

Á árunum 1965-1966 voru boraðar þrjár holur á Nesjavöllum fyrir Hitaveitu Reykjavíkur, 128 til 836 m djúpar. Jarðhitadeild sendi út skýrslu um þessar boranir (1967), er fjallaði einnig um jarðlögin í holunum og yfirborðsjarðfræði svæðisins. Seinna var skrifað nokkuð um efna- og ísotópasamsetningu vatnsins í holunum (2). Í þessari skýrslu eru rakin þau atriði í eldri rannsóknnum, sem ekki komu fram í skýrslunni frá 1967. Í þessari skýrslu er ennfremur greint frá vatnsæðum og hita í öllum holunum á Nesjavöllum. Auk þess er efna- og ísotópasamsetning vatnsins í holu 4 tengd eldri rannsóknnum á sama sviði í kaflanum um vatnskerfi Hengilssvæðisins.

Rannsóknir sumarið 1970:

Síðasta sumar voru gerðar viðnámsmælingar á jarðhitasvæðinu og norður að Þingvallavatni. Gerð er grein fyrir niðurstöðum þeirra mælinga í kaflanum um viðnámsmælingar. Um holu 4 eru þrjár kaflar: Borsaga, jarðlagasnið og efnasamsetning vatnsins.

2. VIÐNÁMSMÆLINGAR

Sumarið 1970 voru gerðar 8 viðnámsmælingar á Nesjavalla-
svæðinu milli Hraunprýði og Þingvallavatns. Einnig er
til nokkuð af mælingum með eldri tækjum, en nýju mæl-
ingarnar veita þó öruggari upplýsingar um viðnám á
miklu dýpi og verður eingöngu stuðzt við þær hér.
Þessar mælingar geta sýnt viðnám í berggrunninum niður
fyrir 500 m. (sjá mynd 1).

Viðnám á mesta dýpi er lægst í syðstu mælingunni (D 7)
og hækkar norður eftir í tveim næstu mælingum (D 5 og
D 12). Engin mælinganna sýnir lag á miklu dýpi með
stöðugt viðnám. Viðnámið fer lakkandi með vaxandi
skautabili í öllum mælingunum. Viðnám á miklu dýpi er
greinilega lægra þar sem mæling D 12 var gerð, u.þ.b.
1/2 km austur af Nesjavöllum, en við mælingu D 6 með
miðpunkt við þjóðveginn og mælingarnar í hrauninu
norðan vegarins. Eðlileg túlkun á þessum mælingum virð-
ist sú, að hitinn lækki smám saman til norðurs. (sjá
mynd 2, 3, 4).

Hitinn kemur ekki greinilega fram í viðnámsbreytingum
fyrir en á allmiklu dýpi. Þarf því langar mælilínur
til að verða hans var og dregur það úr nákvæmni við að
ákveða mörk jarðhita með viðnámsmælingum. Auk þess er
þekkingu okkar á áhrifum hita, ummyndunar, holrýmis
og vatns í bergi á viðnám ábótavant. Óvíst er, hvort
eðlileg hita gæti í mælingum í hrauninu norðan veg-
arins, en viðnámið er lægra í austari mælingunum, D 6,
D 8 og D 9 en í D 10 og D 11.

3. HOLA 4

3.1 Borun holu 4

Borun H 4 á Nesjavöllum hófst 17.9. 1970. 22.9. var steyppt 13 3/8" fóðurrör í 88 m dýpi. Þann 24.9. var búið að bora niður í 327 m dýpi og var ákveðið að fóðra niður í það dýpi. En við byrjun fóðringar kom gos í holuna þann 25.9. og skemmdist borinn, þannig að frekari framkvæmdir við borun stöðvuðust þar til 7.10. Reyndist þá holan vera hrunin á 289 m dýpi. Eftir að holan hafði verið kæld var steyppt í hana úr 520 pokum af sementi ofan á hrúnið frá holutoppi. Þegar steypan var boruð út 9.10. komst borinn niður í 315 m dýpi, en þar var gróft hrun, sem ekki náðist upp. Auk hrunsins var vatnsæð (3 l/sek) á 260 m dýpi. Reynt var að ná hrúninu upp með leðju (12.10.), en leðjan hitnaði svo í holunni, að hún fór í gos. Þann 14.10. var haldinn fundur á skrifstofu hitaveitustjóra. Fundinn sátu hitaveitustjóri, borstjórar Gufubors og nokkrir sérfræðingar frá Orkustofnun. Á þessum fundi var gengið frá áætlun um fóðrun H 4, sem síðan var framkvæmd nærri óbreytt. Byrjað var á framkvæmdum samdægurs og fóðrað niður í 310 m dýpi (15.10.). Síðan var fóðurrörið steyppt fast og einnig steyppt í bilið á 310 og 327 m, og var því lokið 20.10. Var byrjað að bora aftur og borað niður í 398 m dýpi (21.10.), en þá var borun stöðvuð, því að frá 360 m dýpi voru komnar púlserandi vatnsæðar og var talið óráðlegt að halda áfram að bora án þess að steypa í þessar æðar. Var síðan tekið upp úr holunni og hún hitamæld (22.10.). 24.10. var holunni hleypt upp í gegnum 8" stút með 6" stút á endanum. Við þetta hrundi holan og var toppurinn á hrúninu í 219 m. Steyppt var ofan á hrúnið 25.10. gegnum sementleiðslu. Eftir þessa steypingu reyndist holan vera hrein niður

í 379 m, en þar varð fyrir hrun og var steipt aftur ofan á það í gegnum stengur 26.lo. Þessi seinni steypa var boruð út 28.lo. og var holan þá skápalaus, en vatnsæðin virtist vera á 378 m dýpi, og var borað áfram niður í 430 m dýpi. Þar kom ný vatnsæð og var ákveðið að reyna að steypa einnig í hana. 29.lo. var steipt tvisvar sinnum til að stífla vatnsæðar í holunni. En 30.lo. var seinni steypan boruð út og var komið út úr steypunni í 422 m dýpi, en í 426 m dýpi kom gos undir borinn. Eftir þetta gos var ákveðið að hætta borun á H 4 að sinni vegna vöntunar á nauðsynlegu efni til að bora áfram við þær aðstæður, sem á Nesjavöllum eru.

3.2 Jarðlagasnið (sjá mynd 5)

Dýpi 0-24 m

Byrjað að bora í hrauni, sem er um 12 m á þykkt, svo kemur nokkurra metra þykkt millilag og á 16-18 m er komið niður í annað hraunlag, sem nær niður á 24 m dýpi.

Þunnsneið nr. 1567, dýpi 24 m, fínkristölluð basaltbrotkorn. Nokkuð er af dökkgrænu myndbreyttu minerali, með hátt tvíbrot, sums staðar pseudomorf eftir olivin.

Dýpi 24-46 m

Plagioklasdílótt móbergstuff með nokkuð af fersku gleri, en mest er brúnleitt myndbreytt gler með lágt tvíbrot og ljósbrot 1500 n 1,530. Bindiefnið í tuffinu er að nokkru leyti kalkspat, en mest af bindiefninu er svipað leirmineral og myndbreytta glerið. Plagioklasið An 80.

Greining %

Taldir punktar	398
Punnsneið nr.	1568
<u>Dýpi m</u>	<u>44</u>
Basalt, fínt	8
Basalt, gróft	2
Plagióklas	6
Kalkspat	4
Zeolítar	sp
Myndbreytt gler (Montmorillonit?)	71
Myndbreytt basalt	3
Pýrit	3
Fjöðruð myndbreyting	2
<u>Ferskt gler</u>	<u>1</u>
Summa	100

Dýpi 46-58 m

Basaltrík móbergsbreksía eða konglomerat. Það mun vera einhvers konar setlag á milli þessa lags og næsta lags fyrir ofan. Mineröl: Tvenns konar zeolítar, kapasít (ljósbrot $n_x = 1,488$, $n_z = 1,496$) og thomsonít (ljósbrot $n_x = 1,502$ og $n_z = 1,508$). Opal, sem virðist hafa komið í staðinn fyrir plagioklas.

Greining %

Taldir punktar	351
Punnsneið nr.	1569
<u>Dýpi m</u>	<u>56</u>
Fínt basalt	16
Gróft basalt	1
Kalkspat	1
Zeolítar	5
Myndbreytt gler	71
Myndbreytt basalt	4
Opal	sp
<u>Pýrit</u>	<u>1</u>
Summa	100

Dýpi 58-88 m

Oxuð og sprungin móbergsbreksía eða set með plagioklaslista og rauðbrúnan eða svartan massa (ljósbrot $1,53 < n < 1,590$). Zeolítar: kapasít og thomsonít.

Greining %

Taldir punktar	332
Punnsneið nr.	1570
<u>Dýpi m</u>	<u>74</u>
Fínt basalt	11
Gróft basalt	1
Kalkspat	1
Zeolítar	18
Myndbreytt gler	60
Myndbreytt basalt	5
Fjöðruð myndbreyting	3
Ferskt gler	1
<u>Set</u>	<u>1</u>
Summa	101

Dýpi 88-98 m

Fínkristallað basalt með plagioklaslistum An 70.

Dýpi 98-118 m

Oxuð og sprungin móbergsbreksía lík þeirri fyrir ofan basaltlagið.

Greining %

Taldir punktar	344	343
Punnsneiðar nr.	1571	1572
<u>Dýpi m</u>	<u>100</u>	<u>110</u>
Fínt basalt	14	15
Svart gler	sp	1
Plagioklas	1	sp
Kalkspat	8	9

Greining frh.

Zeolítar	8	8
Myndbreytt gler	59	57
Myndbreytt basalt	7	8
Pýrit	sp	
Fjöðruð myndbreyting	2	1
<u>Set</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
Summa	100	100

Dýpi 118-146 m

Rautt set með miklu magni af plagioklasi. Seteinkenni eru skýr og mikið magn af ávölum dreifikornum (ekki greint sem set í greiningu). Rauði liturinn stafar af oxun, sem er einnig seteinkenni. Þetta set virðist vera ættað úr móbergstuffinu fyrir neðan.

Greining %

Taldir punktar	345	332
Punnsneiðar nr.	1573	1574
<u>Dýpi m</u>	<u>130</u>	<u>144</u>
Fínt basalt	3	1
Gróft basalt	1	
Svart gler	sp	sp
Plagioklas	17	15
Kalkspat	3	3
Zeolítar	sp	1
Myndbreytt gler	75	79
Myndbreytt basalt	sp	1
<u>Fjöðruð myndbreyting</u>	<u>sp</u>	<u>sp</u>
Summa	99	100

Dýpi 146-246 m

Plagioklasdílótt tuff með dreifikornum úr myndbreyttu gleri, brúngrænu eða grænu að lit og lágt tvíbrot, lægra eftir því sem glerið verður grænna, ljósbrotið

er frá 1,580-1,600 og hækkar einnig eftir því sem glerið verður grænna. Bindiefnið er yfirleitt úr samkonar leirminerölum og myndbreytta glerið, en nokkuð er einnig af kalkspati, zeolítum og opali sem bindiefni. Plagioklasið An 80-85. Zeolítar eru mestmegnis mordinit (1,480<n<1,470).

Greining %

Taldir punktar	360	377	290
Þunnsneiðar nr.	1575	1576	1577
<u>Dýpi m</u>	<u>180</u>	<u>208</u>	<u>240</u>
Fínt basalt	1		
Plagioklas	20	16	22
Kalkspat	1	3	4
Zeolítar	4	6	4
Myndbreytt gler	74	69	60
Opal	sp	5	9
Pýrit	sp		
<u>Kalsidón</u>		<u>1</u>	
Summa	100	100	99

Dýpi 246-300 m

Plagioklasdílótt móbergsbreksía með talsverðu af basalti. Sömu plagioklaslistarnir eru í glerinu og í basaltinu. Þetta lag mun sennilega vera myndað í samgosi og tufflagið fyrir ofan.

Greining %

Taldir punktar	328	355
Þunnsneiðar nr.	1578	1579
<u>Dýpi m</u>	<u>260</u>	<u>290</u>
Fínt basalt	1	5
Gróft basalt	4	13
Plagioklas	22	14
Kalkspat	2	2
Zeolítar	11	3

Greining frh.

Myndbreytt gler	25	30
Myndbreytt basalt	2	6
Opal	1	2
Kvarz		sp?
<u>Analkím</u>	2	
<u>Basalt m. fjaðurpyroxen</u>	29	15
Summa	99	100

Dýpi 300-348 m

Lagskipt, tuffkennt set eða tuff. Mest rauðbrúnt gler í fingerðasta hlutanum, en í grófari lögunum er nokkuð af basalti.

Greining %

Taldir punktar	327	245
Þunnsneiðar nr.	1659	1580
<u>Dýpi m</u>	<u>302</u>	<u>343</u>
Fínt basalt	2	
Gróft basalt	39	
Plagioklas	3	sp
Kalkspat	2	sp
Zeolítar	1	2
Myndbreytt gler	42	91
Myndbreytt basalt	9	
Opal	sp	5
Kvarz	2	sp
<u>Analkím</u>		<u>1</u>
Summa	100	99

Dýpi 348-380 m

Set, konglómerat með mismiklu af basalti og gæti verið þunnt basaltlag í kringum 370 m dýpi. Dreifikornin eru úr fínkristölluðu basalti, oft ávölu og köntuðu myndbreyttu gleri. Basaltdreifrikornin sitja í gráum mjög

fíngerðum millimassa, sem er sennilega mest leirmineral, en einstaka brot af plagioklasi sjást þar.

Greining %

Taldir punktar	285
Þunnsneið nr.	1581
<u>Dýpi m</u>	<u>366</u>
Fínt basalt	25
Gróft basalt	2
Svart gler	2
Plagioklas	1
Kalkspat	sp
Zeolítar	1
Leirmineralar	52
Myndbreytt basalt	6
Opal	4
Kvarz	1
<u>Set</u>	<u>6</u>
Summa	100

Myndbreytta basaltið er mest leirmineröl, en þau eru samt nokkuð öðruvísi en önnur leirmineröl, að því leyti að þau hafa hærri tvíbrott og sterkari lit.

Dýpi 380-418 m

Oxuð móbergsbreksía með brúnu og svörtu gleri og mismiklu magni af fínkristölluðu basalti; mest er af basaltinu í kringum 408 m. Nær ekkert er af plagioklasfenókristöllum, en plagioklaslistar eru bæði í gleri og basalti.

Greining %

Taldir punktar	260	277	221
Þunnsneiðar nr.	1582	1583	1584
<u>Dýpi m</u>	<u>386</u>	<u>406</u>	<u>408</u>
Fínt basalt		4	18
Gróft basalt	1	2	9

Greining frh.

Plagioklas	3	3	1
Kalkspat	1	sp	sp
Zeolítar	1	2	1
Myndbreytt gler	85	54	40
Myndbreytt basalt		3	3
Opal	8	8	
Kvarz	1		sp
Blaðlaga leirmineral með háu tvíbroti	sp		
Pýrit			1
Fjöðruð myndbreyting		17	16
Analkím	1	5	2
Summa	101	98	98

Dýpi 418-422 m

Setlag, nokkur oxun og mikil myndbreyting.

Greining %

Taldir punktar	337
Þunnsneið nr.	1585
<u>Dýpi m</u>	<u>422</u>
Fínt basalt	9
Gróft basalt	3
Plagioklas	1
Zeolítar	1
Myndbreytt gler	52
Myndbreytt basalt	2
Opal	1
Kvarz	sp
Pýrit	1
Fjöðruð myndbreyting	14
<u>Set</u>	<u>15</u>
Summa	99

3.3 Vatn og gas úr H 4

Tvisvar sinnum hafa verið tekin sýni af vatni og gasi úr H 4. Hið fyrra 23.11. 1970 og það seinna 2.2. 1971. Fyrri sýnið var tekið við lítinn þrýsting, og var því erfitt að fá gott vatnssýni og kann að vera, að það sé blandað gufu. Seinna sýnið var tekið við mikinn þrýsting og voru þá engin slík vandkvæði. Í töflu 1 er sýnd samsetning þessara sýna og einnig er reiknuð út samsetning djúpvatnsins. Ef miðað er við samsetningu djúpvatnsins, hefur gasmagnið minnkað frá því að vera 0,40 l af gasi í hverjum lítra djúpvatns í 0,27 l af gasi í hverjum lítra af djúpvatni, og er því líklegt, að gasmagnið í holunni fari minnkandi með blæstri og hafi verið enn meira í fyrstu, þegar holan hóf að blása. Þegar frá eru talin rokgjörnu efnin er meira af efnunum í seinna sýninu en í því fyrri, en það gæti verið vegna útbýnningar við gufu. Kísilhiti er því miklu lægri í fyrri sýninu, sem er ekki líklegt út frá þýnningu. Kísilhiti er fundinn beint út frá magninu af kísil í vatninu, því fyrir ofan 150°C er kísilhitinn mjög fljótur að ná jafnvægi við kvarz í vatninu, og er því hægt að nota kísilmagnið til að mæla hitann á djúpvatninu. Kísilhitinn í seinna sýninu er 224°C , sem er nokkrú hærri en mældur hiti, og getur það gefið bendingu um að suða sé úti í berginu.

TAFLA 1

Tafla um niðurstöður greininga á vatni og gasi úr holu 4, Nesjavöllum.

Efni	Tákn	Vatnsfasi		Gasfasi		Péttivatn		Djúpvatn		Athugas.
		I	II	I	II	I	II	I	II	
		ppm	ppm	Rúmmáls % af gasi	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Klóríð	Cl ⁻	25.1	70.6					20.8	63.0	I: Sýni HENG
Uppl.steinefni	-	688	954.4					568.0	848.0	'11'70
Kísilsýra	SiO ₂	296.8	507.6					245.0	452.0	nr.175/23'11
Súlfat	SO ₄ ⁻	96.0	90.2					79.3	80.3	
Flúor	F	0.65	1.6					0.5	1.4	II:Sýni HENG
Kalsíum	Ca ⁺⁺	2.0	1.6					1.7	1.4	'02'71
Magníum	Mg ⁺⁺	0.1	0.1					0.1	0.9	nr.10/02'02
Natríum	Na ⁺	230	133.0					190.0	118.5	
Kalíum	K ⁺	13.0	17.4					10.7	15.5	
Koldíoxíð(tot)	CO ₂	416.1	200.0	24.6	35.5	116.4	96.7	612.0	431.0	
Súlfíð	S ⁻	544.5	126							
Br.steinsvetni	H ₂ S			14.3	20.1	60.0	53.5	578.0	244.5	
Súrefni	O ₂			0	0					
Vetni	H ₂			59.6	43.6			94.8	83.2	
Köfnunarefni	N ₂							24.8		
Metan	CH ₄			1.1	0.1			13.9	13.3	
pH		6.09	8.85							
-	δ _{o/oo}		70.8							
Lítrar gass í										
1 l. vatns						1.8	2.2	0.40	0.27	
						4.2	73.0		71.2	

4. JARÐHITAKERFI HENGILSSVÆÐISINS

Allmikið hefur verið skrifað um jarðhitann á Hengilssvæðinu, en síðast kom út ritgerð árið 1969 (2). Þar er sett fram einfalt líkan af heitavatnskerfi Hengilssvæðisins, sem er byggt á efna- og ísótópasamsetningu jarðhitavatns á svæðinu. Í þessu líkani er jarðhita-kerfinu skipt í tvö undirkerfi; djúpvatnskerfi og staðbundið grunnvatnskerfi, sem er hitað upp af djúpvatnskerfinu gegnum gufutap og varmaleiðni. Djúpvatnið er með 150-200 ppm af klóri og δ -gildi $-(67-69)\%$ eða svipað δ -gildi og í Þingvallavatni; þetta vatn kemur fram í hverum og borholum í Hveragerði. Hins vegar er staðbundna grunnvatnið í hverum fyrir ofan 100 m hæðarlínu. Þetta vatn er klórfátækt, 10-15 ppm og með δ -gildi -56% , sem er svipað og staðbundið regnvatn. Einnig var staðbundið grunnvatn í holum 1 og 2 á Nesjavöllum, en í holu 3 var klórfátækt vatn, en með svipað δ -gildi og heita vatnið í Hveragerði og er ef til vill sögið djúpvatn. Nú liggja fyrir efna- og ísótópamælingar af sýnum frá holu 4, og er þar djúpvatn með lægsta δ -gildið, sem mælt hefur á Hengilssvæðinu $\delta = -71,2\%$. Holur 2 og 4 eru álíka djúpar (um 400 m), og er vatnsæðin í holu 2 nærri botni. Mætti því ætla, að djúpvatnsborðið væri mun grynna við holu 4 en við holu 2. Ekki er þó víst að svo sé, því sýnið frá holu 2 er tekið stuttu eftir borun og gæti verið blandað skolvatninu, sem er staðbundið vatn. Auk þess er hola 2 aðeins fóðruð niður á 84 m dýpi og gæti vatn sumpart verið frá vatnsæðum, sem næðu upp í 84 m dýpi, og er því hugsanlega um blöndun af staðbundnu grunnvatni og djúpvatni að ræða. Hola 4 er fóðruð niður í 310 m dýpi, og getur því ekki verið um sams konar blöndun að ræða og í holu 2.

Þar sem djúpvatnið í holu 4 er yfirhita, má búast við

að yfirhitunin í holu 4 sé ekki staðbundið fyrirbrigði vegna þess að holan er staðsett svo nærri fjallshlíðinni og hafi því beint samband við vatnsborð hveranna uppi í Hengli. Ekkert slíkt beint samband er til staðar.

5. VATNSÆÐAR OG HITI

Vatnsæða verður vart við borun annað hvort með skolvatnsaukningu eða skolvatnstapi. Hitamælingar geta einnig gefið bendingar um vatnsæðar.

Vatnsæðar

Í holu 1 er ein vatnsæð á 120 m dýpi, sem kom fram við hitun á skolvatni og skolvatnsaukningu. Vatnsæðin er efst í tufflagi. Þessi vatnsæð er virk ennþá, en ekki liggja fyrir nákvæmar mælingar á afkastagetu holunnar (æðarinnar).

Hola 2: Á 133 m dýpi er smá vatnsæð og varð aukning á skolvatnshita og skolvatni. Þessi vatnsæð er efst í basaltlagi. Á 179 m dýpi er vatnsæð og varð algjört skolvatnstap augnablik (8 l/sek), en síðan varð skolvatnsaukning og hitun á skolvatni. Vatnsæðin er í tufflagi og gátu bormenn þess, að æðin hafi verið í sprungu. Aðal vatnsæðin var í 368 m og varð skolvatnsaukning, ör hitun á skolvatni og kom gos þó dælt væri skolvatni af fullum krafti. Þessi æð er á lagamótum móbergsbreksíu og basalts.

Hola 3: Efsta vatnsæðin er á um 400 m dýpi. Ekki varð vart við þessa vatnsæð við borun, en eftir að holan kólnaði er augljóst af hitaferlinum, að þarna hefur brotizt inn um 90°C heitt vatn eftir að holan var látin blása. Vatnsæðin er í þunnu tuffkenndu millilagi. Í 472 m er vatnsæð og skoltap var 8 l/sek. Þessi æð virðist hafa þétzt við borun. Vatnsæðin er neðst í móbergsbreksíu. Í 830 m er stór vatnsæð, þar varð skolvatnsaukning og hitun á skolvatni.

Hola 4: Efsta vatnsæð er í 250 m og skolvatnsaukning 2-3 l/sek. Æðin var staðsett með hitamælingu. Vatnsæðin er á mótum tuff- og breksíulags, sem gætu þó verið úr sama gosi. Nú er búið að fódra þessa æð af. Í 360-380 m var komið á vatnsæð og varð skolvatnsaukning 10-20 l/sek. Æðin er í seti og var steypt í þessa æð. Næsta æð er á 420 m dýpi, þar verður skolvatnsaukning. Æðin er í setlagi. (sjá mynd 5).

Eins og sést af þessari upptalningu vatnsæða, er ekki nein algild regla hvar vatnsæðar eru, þó eru þær einna oftast í setum eða nærri lagamótum. Flestar vatnsæðarnar eru sennilega með þrýstingi, sem er það mikill, að þær geta nærri strax lyft upp tiltölulega kaldri vatnssúlu (hiti skolvatns er lítill), en ekki er hægt að gera sér grein fyrir þrýstingi á æðunum eða hver hitinn hafi verið á vatnssúlunni þegar komið var í æðina. Þessar stærðir höfum við þó í einu tilfelli, þ.e. í efstu æðinni í holu 4, þar var vatnssúlan undir 60°C, en þrýstingurinn um 7 kg, sjá mælingu frá 7.10. 1970. (sjá mynd 10). Ekki er ólíklegt eftir lýsingu á hegðun æðanna í hinum holunum, að þær hafi haft svipaðan yfirþrýsting.

Hiti

Allar holurnar hafa verið hitamældar að minnsta kosti tvisvar. Í fyrra sinnið voru holur 1 og 2 mældar rétt eftir borun og hola 3 var mæld eftir borunina með Mayhewbornum, og svo tvisvar meðan á borun með Cardwellbor stóð. Þessar þrjár hitamælingar eru settar saman í einn hitaferil (mynd 8). Seinna voru svo allar holurnar þrjár mældar í byrjun okt. 1966. Þá kom fram kólnun í öllum holunum, mest í holu 3 (myndir 5-8).

Hola 4 var mæld nokkrum sinnum meðan á borun stóð og síðan hefur verið mælt fjórum sinnum og hefur einnig orðið vart kólnunar í þeirri holu við blástur (mynd 9). Þessi kólnun á sér ólíkar orsakir. Í holu 1 er kólnun

sennilega vegna þess, að vatnið fer að sjóða úti í berginu og við það lækkar innstrey mishitinn. Í holu 2 hefur hitinn lækkað vegna þess að holan er hrunin, og í seinni mælingunni hefur aðeins verið gufa fyrir ofan hrunið. En hvorug hitamælingin á mynd 7 gefur rétta mynd af hitanum í holunni og er holan mun heitari en þar kemur fram, enda er ekki mælt nema niður í 86 m dýpi. Hóla 3 hefur kólnað langmest. Hún var í borun 260°C á 750 m dýpi. Það er nokkuð öruggt, að í botni var mun meiri hiti. Í mælingunni, sem gerð var 4.10. 1966 (sjá mynd 7) hafði holan kólnað öll og í botni var 122°C og er kólnunin u.þ.b. 140°C. Af hitaferlinum verður ráðið, að á milli 300-400 m eða sennilegast á milli 375-400 m hefur brotist inn um 90°C heit vatnsæð meðan holan var látin blása, og hefur vatnið úr þessari æð síðan runnið niður í botnæðina og kælt hana. Þessi æð er kaldari en hitinn á sama dýpi í holunni við borun (ca. 50°C). Þetta má skýra þannig að jarðlagið, sem æðin var í, innihaldi misheitt vatn, en eftir viðnámsmælingunum að dæma kólnar svæðið til norðurs. Því er líklegt, að vatnið í þessu lagi kólni í norðurátt og kaldara vatnið komi úr þessari átt. Nú blæs holan, en ekki hefur tekist að hitamæla hana aftur vegna þess, að þegar lokað er fyrir holuna vex þrýstingurinn mjög ört, og eftir einn tíma er hann kominn yfir 40 kg, sem þýðir að hitinn er yfir 280°C, en ventillinn á holunni er aðeins 15 kg ventill, og ekki þótti vogandi að setja meiri þrýsting á hann. Þessi mikla þrýstingshækkun á holunni við lokun þýðir, að ef holunni er lokað þá verður neðsta æðin virk. Þetta væri kannski hægt að skýra þannig, að þegar holan er fullopin þá myndast suða langt út í bergi og í holunni er langmest gufa í neðstu æðinni, og þá getur kalda vatnið í 400 m æðinni farið að renna niður holuna, og þegar þetta rennsli er einu sinni byrjað, þá helzt það og breytir ástandi í holunni. En þegar lokað er fyrir holuna hættir suðan í 836 m æðinni og vatnið úr þeirri æð fer að renna upp í 400 m meðan þrýstingur er í holunni. Þetta þýðir jafnframt, að vatnið sem rennur

niður í 836 m æðina, hitnar upp skammt frá holuveggjunum.

Margar hitamælingar eru til úr holu 4. Eru allar hitamælingarnar meðan á borun stóð settar í eina mynd. Sumar af þessum hitamælingum eru eingöngu gerðar til að staðsetja vatnsæðar. Það á við um hitamælingarnar frá 7.10. og 9.10. 1970. Tvær hitamælingar sýna, að hitinn er yfir suðuferli, þ.e. mælingarnar frá 7.10. og 22.10. 1970. Þetta er eini staðurinn á landinu, þar sem hiti á vatnsæð hefur verið hærri en suðuferillinn. Skýringin á þessum háa hita getur verið sú, að vatnsborðið í holunum standi í sambandi við hverina uppi í Hengli. Samkvæmt því væri vatnsborð um 100 m fyrir ofan holustút eða um 10 kg þrýstingur á kaldari súlu. En þar sem það er djúpvatn í holu 4, er ólíklegt að um staðbundna yfirhitun sé að ræða. Eftir borun hefur holan verið hitamæld nokkrum sinnum. Í fyrstu mælingunni er holan sýnilega ekki búin að jafna sig eftir kælinguna, sem varð við borunina og upptektina, en eftir að holan var orðin fullheit, hefur orðið vart við kólnun um 5°C , en þessar mælingar voru gerðar hvor með sínum mælinum. En hins vegar er sá hiti, sem mældur er nú í holunni, miklu lægri en sá, sem mældist meðan á borun stóð. Virðist því annað hvort hafa orðið mikil kólnun á holunni eða næsta æðin vera miklu kaldari en efri æðarnar. Seinni skýringin er ólíklegri vegna þess, hvernig æðin hagaði sér þegar borað var niður í hana og holan fór nærri í gos, þó að dælt væri 32 l/sek af köldu vatni (5°C). Þarna virðist því vera um mjög heita vatnsæð að ræða. Það er því líklegt, að þarna hafi orðið kólnun, um 20°C , og er líklegast að þessi kólnun stafi af suðu úti í bergi.

6. RITSKRÁ

- (1) Jens Tómasson og Kristján Sæmundsson:

Borholur á Nesjavöllum með jarðfræðilegum
inngangi.

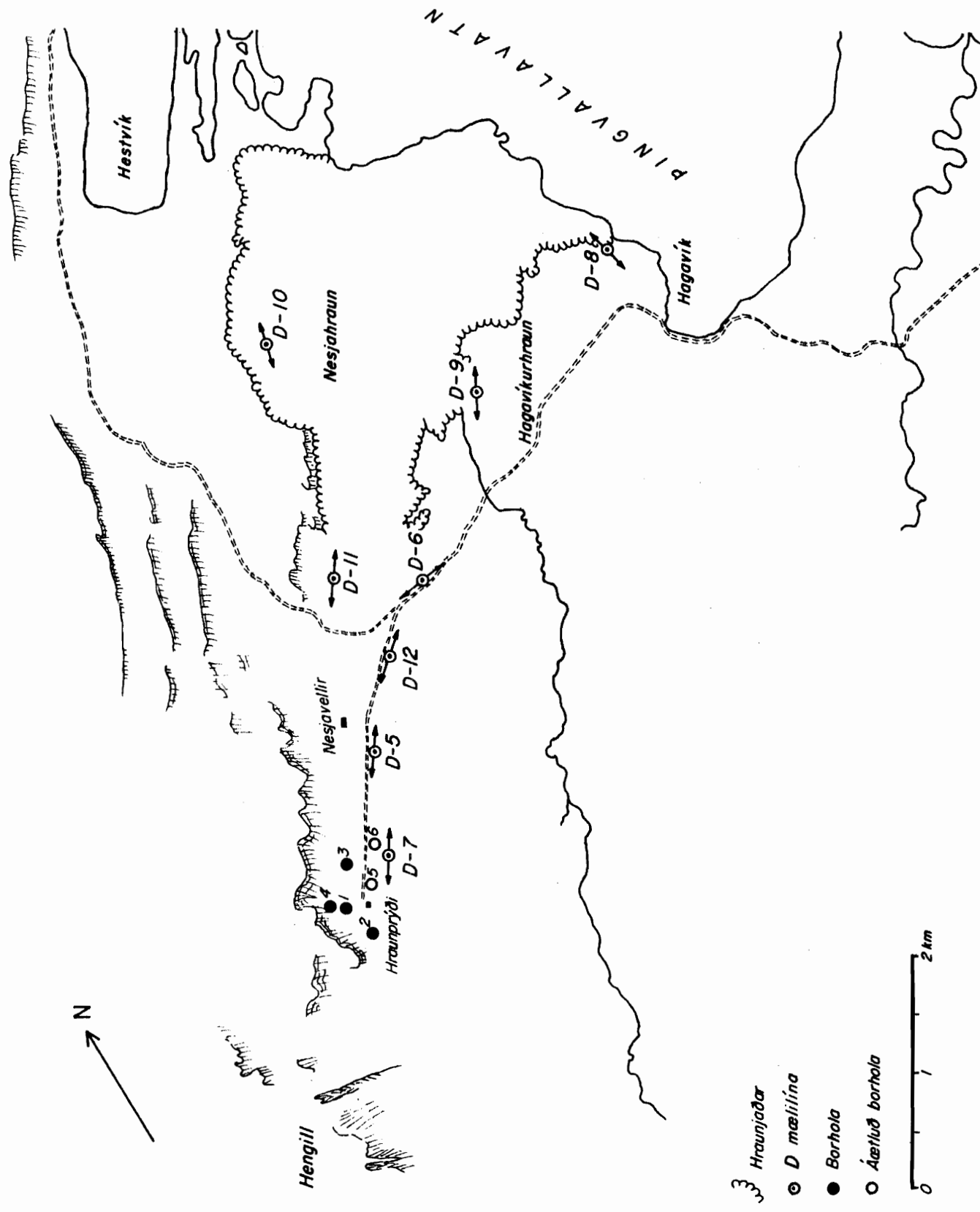
Raforkumálastjóri, jarðhitadeild. Jan. 1967.

- (2) B. Arnason, P. Theodórsson, S. Björnsson,
K. Sæmundsson:

Hengill, a High Temperature Thermal Area
in Iceland.

Bulletin Volcanologique, Tome XXXIII - 1, 1969,
bls. 245 - 260.

Mynd I.





ORKUSTOFNUN

Jarðhitadeild

NESJAVELLIR

Eðlisviðnámsmælingar, jarðsnið, eðlisviðnámslög

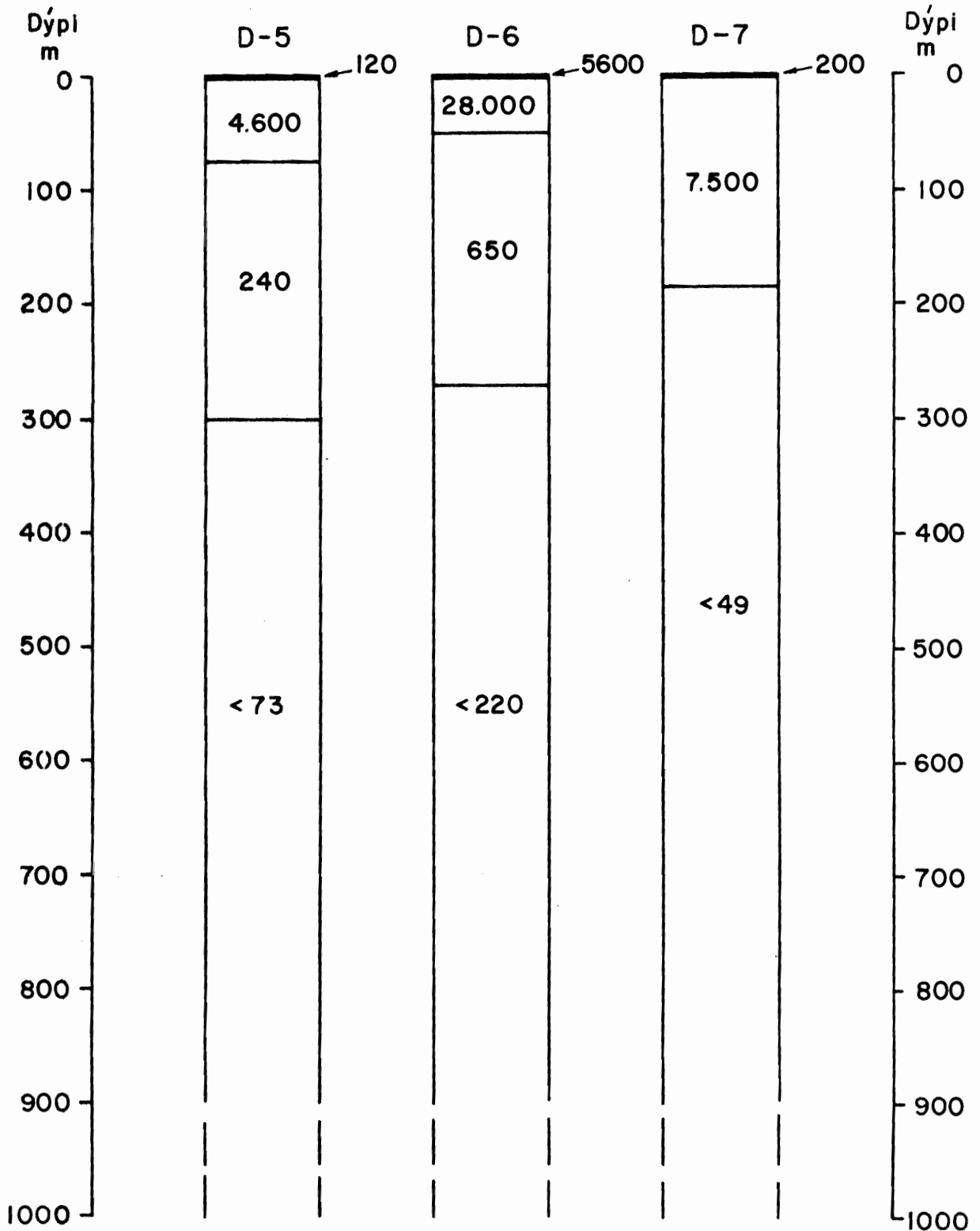
4.3.1971 RK/Gyða

Tnr. 446 Tnr. 18

J-Viðnám J-Nesjav.

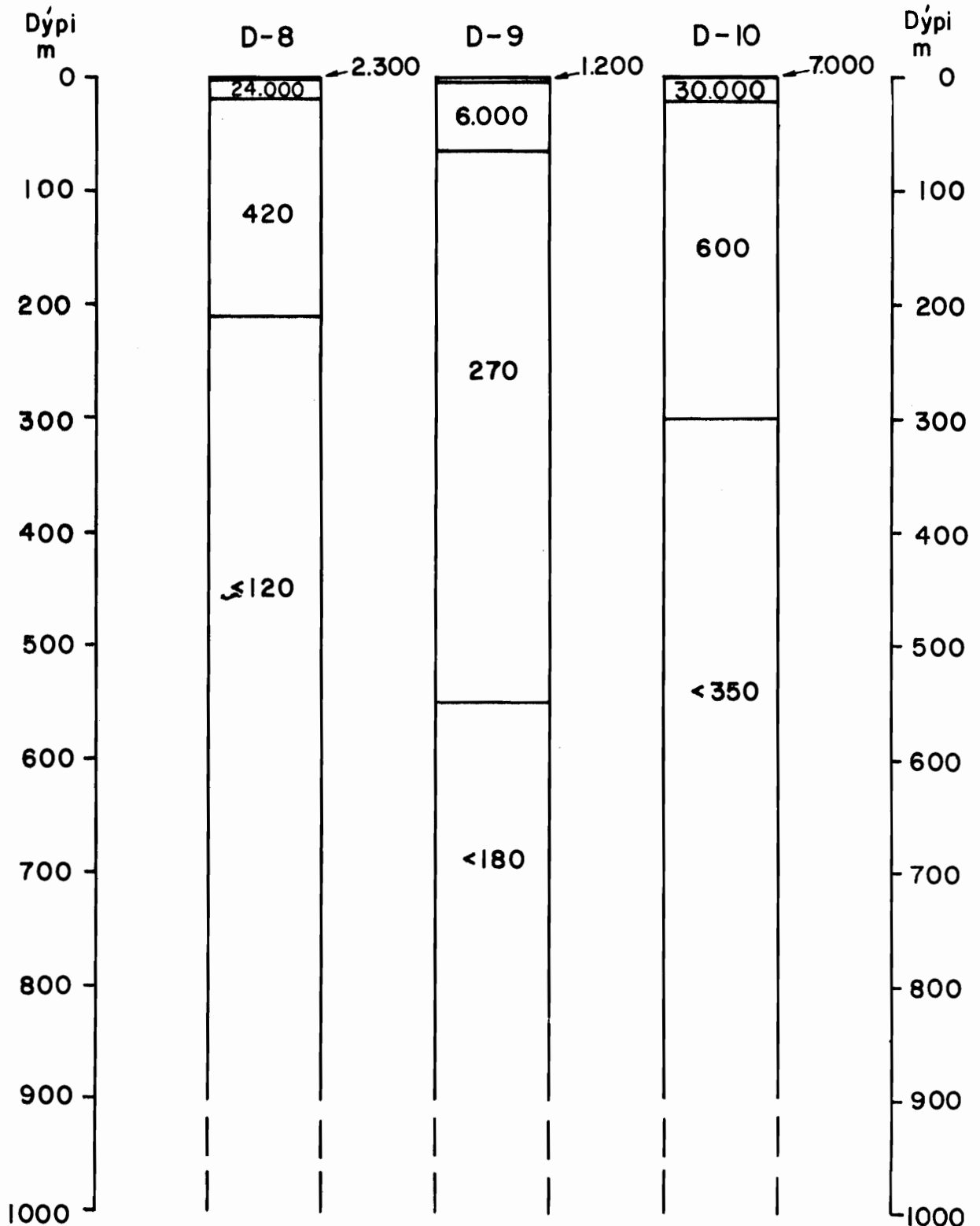
Fnr. 9786

Mynd 2





Mynd 3

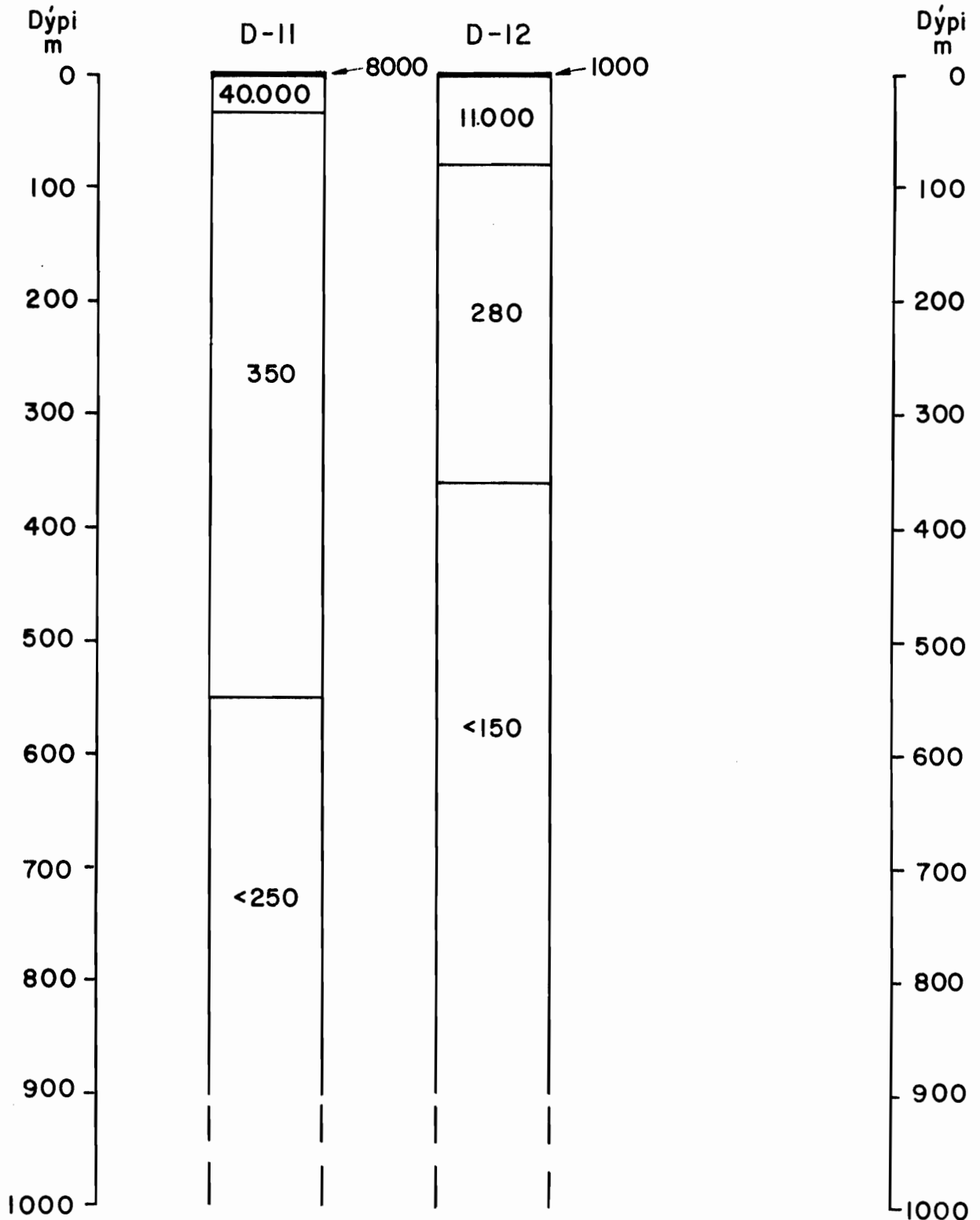


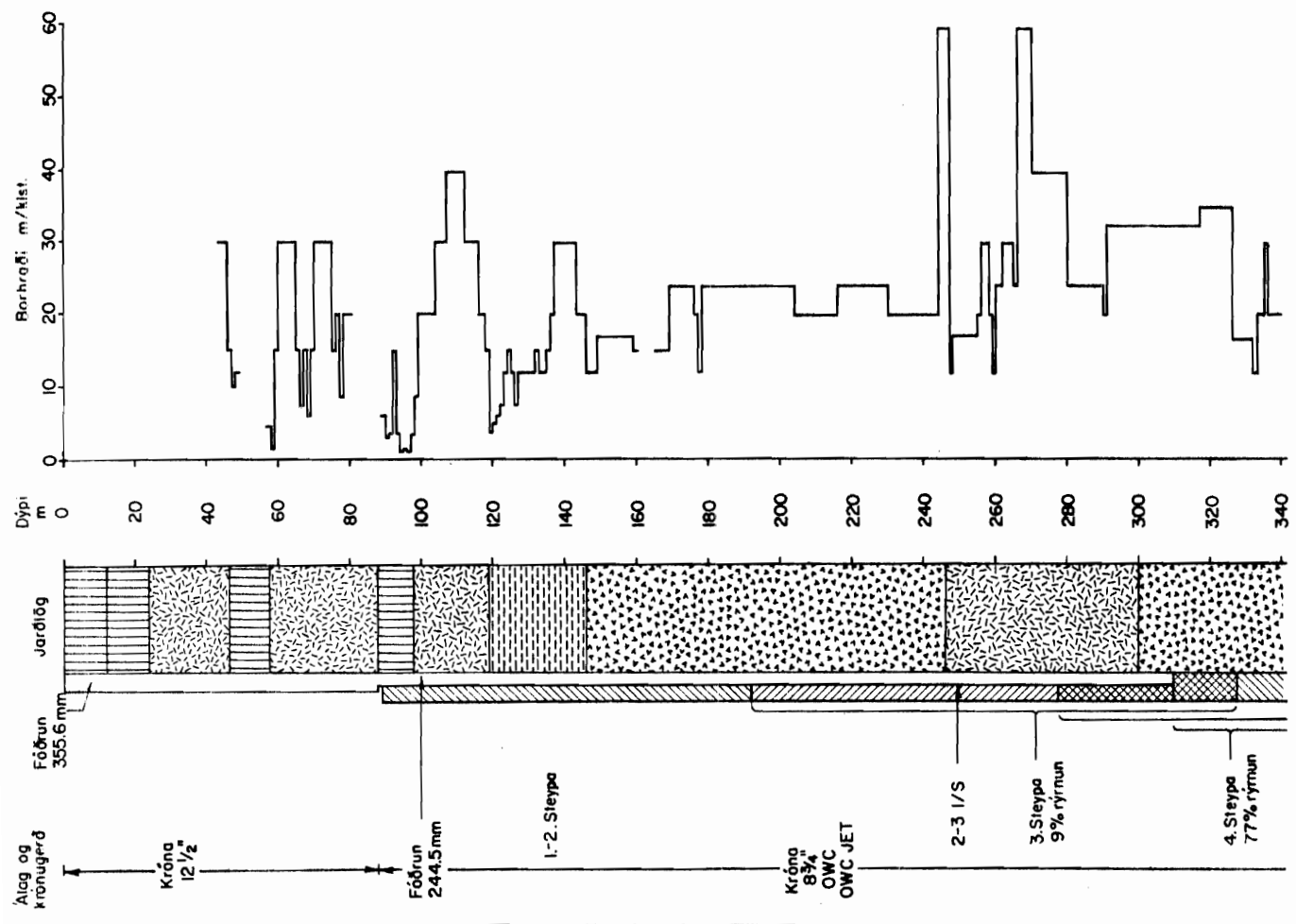
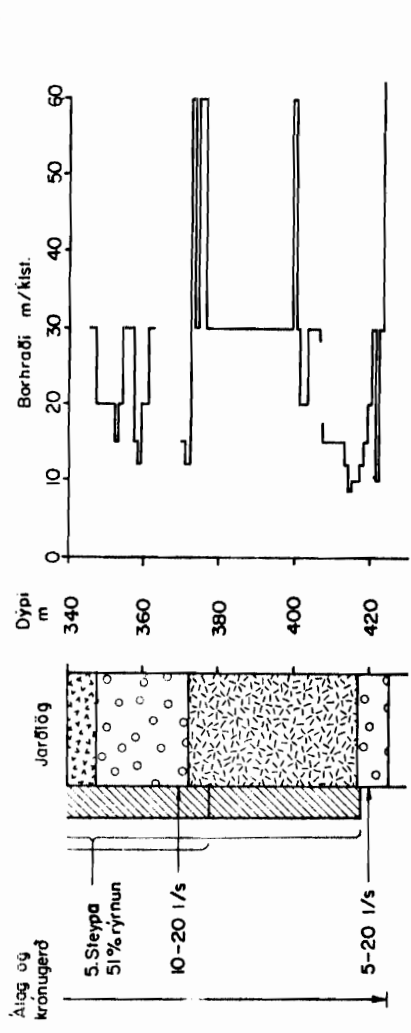


NESJAVELLIR

Eðlisviðnámsmælingar, jarðsnið, eðlisviðnámslög

Mynd 4





SKÝRINGAR:

- Basalt
- Móbergstreksía
- Gröfti set
- Tufftlemi set
- Tuff

Mynd 5

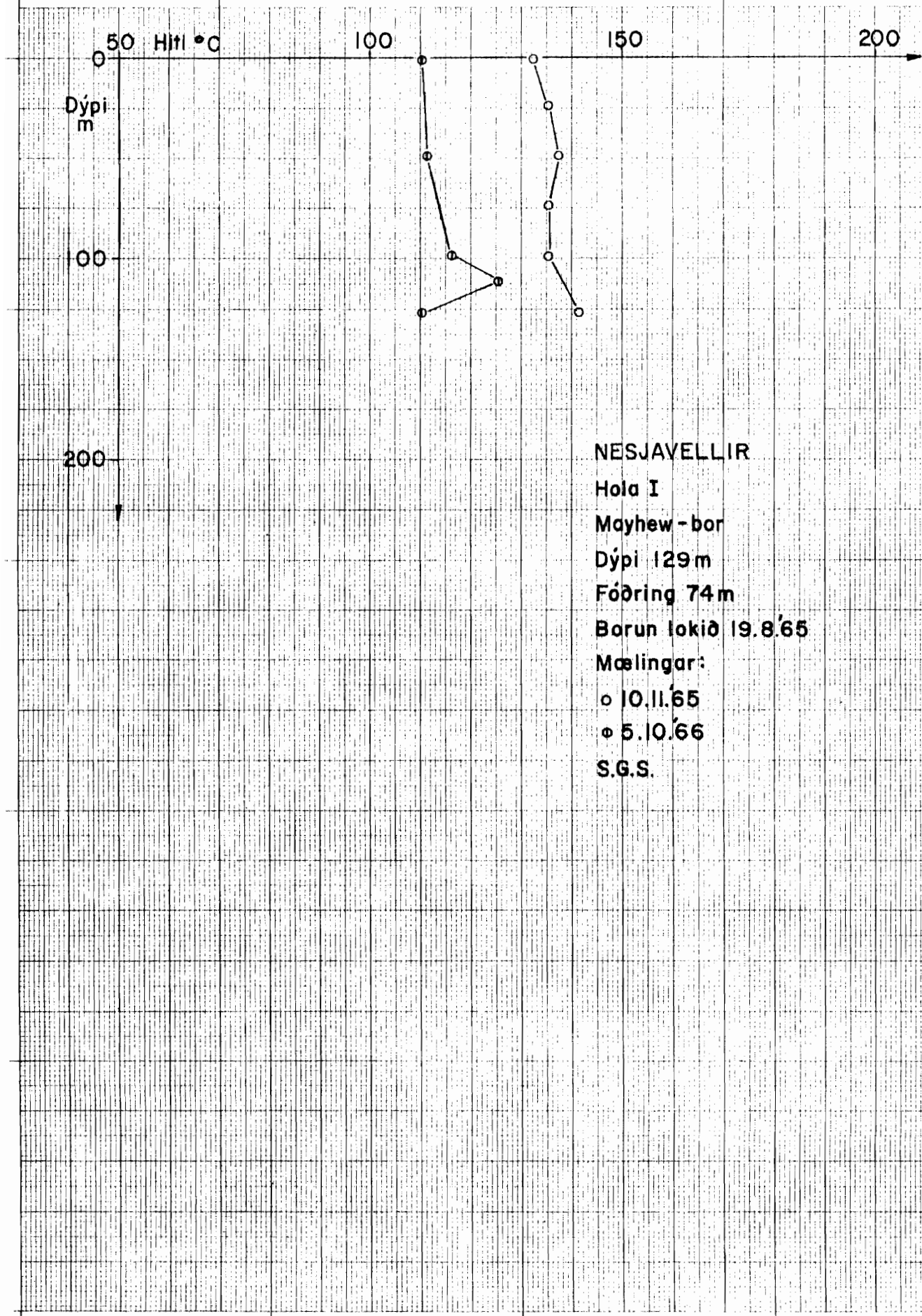
ORKUSTOFNUN	
NESJAVELLIR, hola 4.	1.6.71 JT/bT/HTG/e6
Jörðlagasnið	Tr. 23
	Blaðlaf I
	J-Nesjav
	Fnr. 9982

Mynd 6.

RAFORKUMÁLASTJÓRI
Jarðhitadeild

Hitamælingar í borholum

20.10.'66 S.G.S./Gyða
J-Hitam. J-Nesjav.
Tnr.492 Tnr. 9
Fnr.7627



Mynd 7

RAFORKUMÁLASTJÓRI
Jarðhitadeild

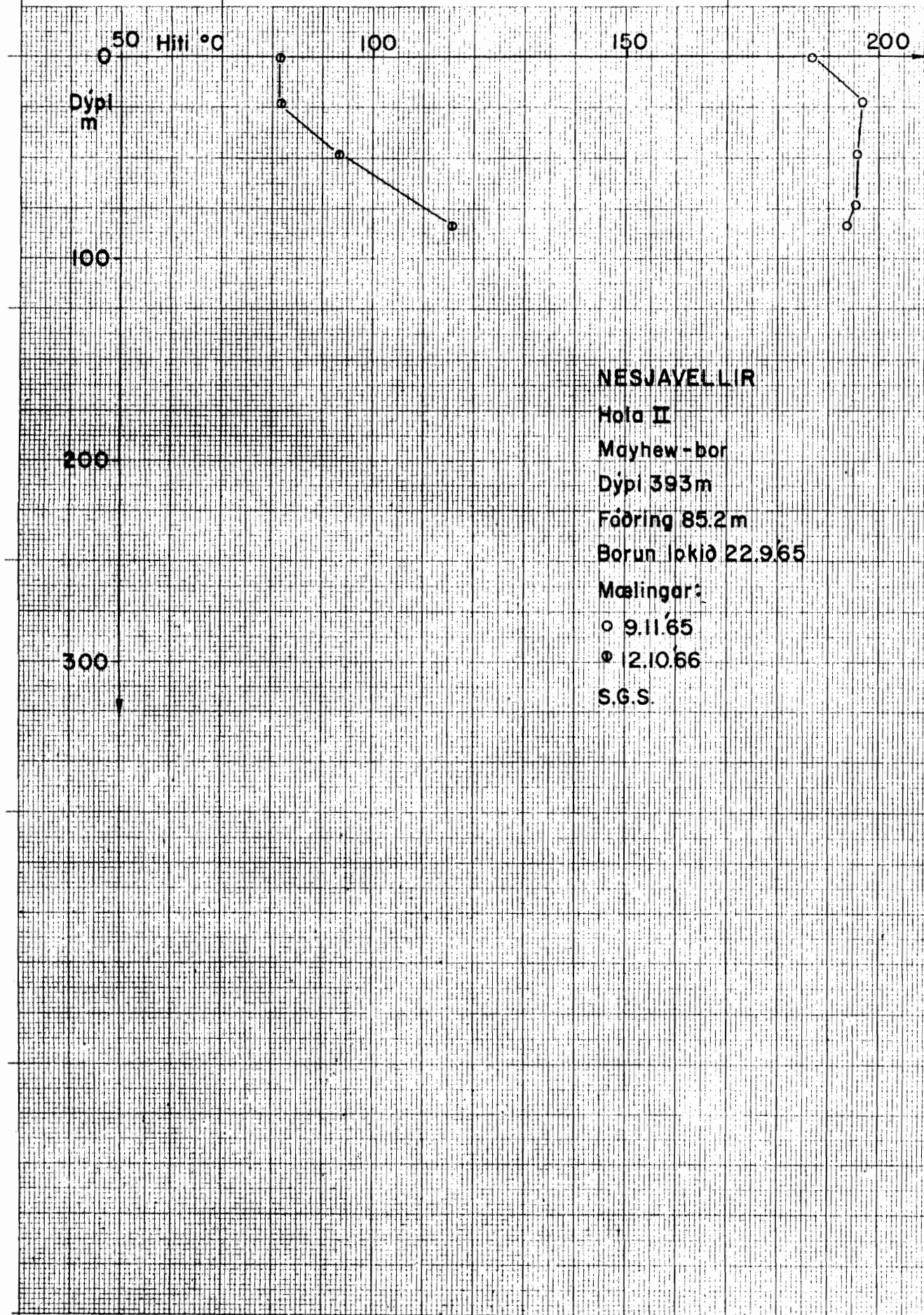
Hitamoelingar í borholum

20.10.66 SGS/Gyða

J-Hitam. J-Nesjav.

Tnr. 491 Tnr. 8

Fnr. 7626



NESJAVELLIR

Hola II

Mayhew - bor

Dýpl 393m

Fóðring 85.2m

Borun lokið 22.9.65

Mælingar:

○ 9.11.65

● 12.10.66

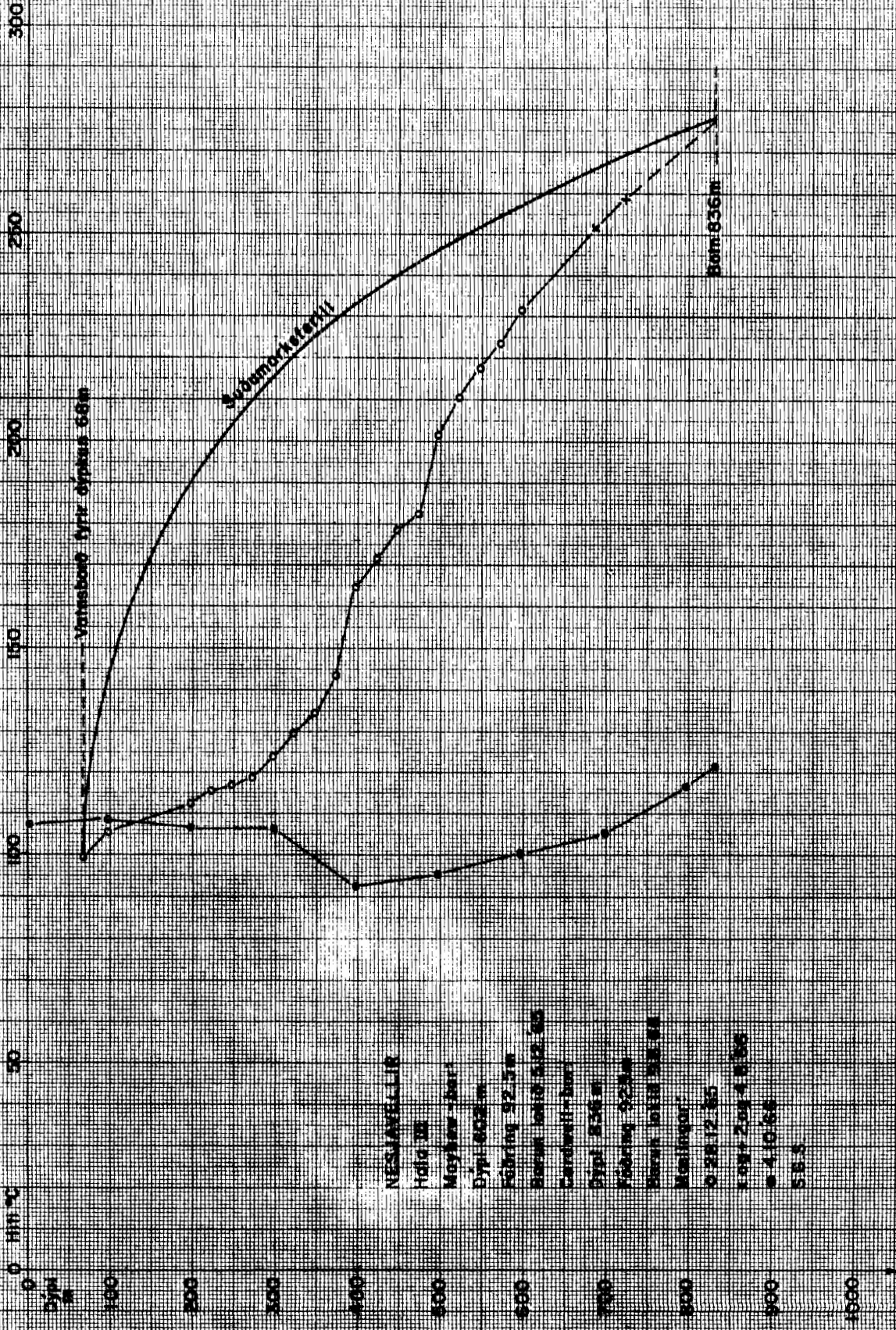
S.G.S.

20.10.66 S.G.S./Gyða
J - Hitam. J - Nesjav.
Tr. 490 Tr. 7
Fnr. 7625

RAFORNUMÁLASTJÓRI
Jarðhitadælið

Mynd 8

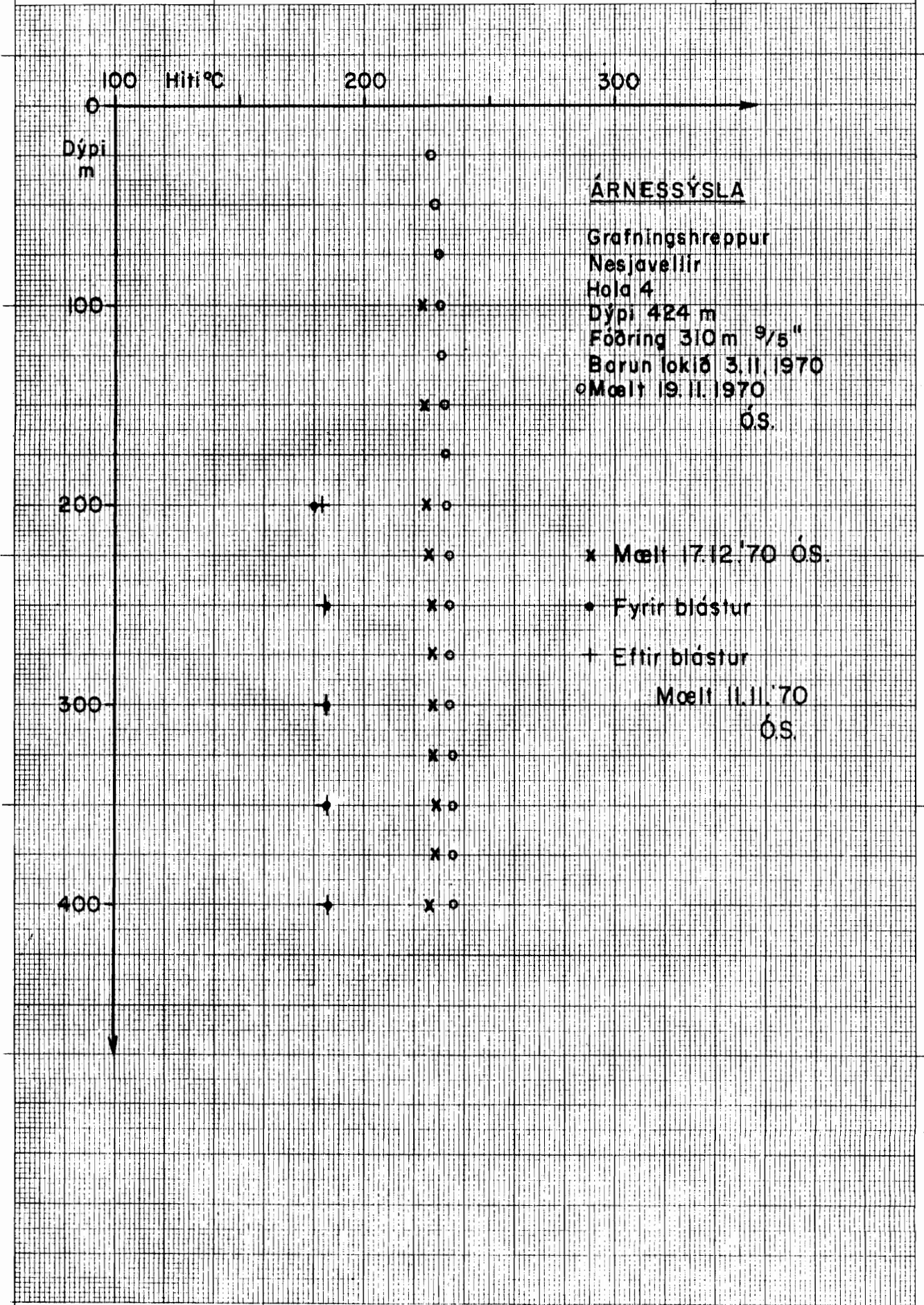
Hitamælingar í borholum



NESSJAVELLIR
Hóla 10
Meyjavörð
Dýpi 802 m
Fóbring 52.3 m
Stærki leit 5.12.66
Dæmivörð
Dýpi 836 m
Fóbring 92.3 m
Stærki leit 30.8.64
Mestlingur
0.28.12.65
L. Ö. 259.4.8.66
4.10.66
S. B. S.

Mynd 9.

Hitamælingar í borholum



Mynd 10

