

ORKUSTOFNUN

Jarðhitadeild

HLÍÐARDALSSKÓLI, HOLA II.

Borsaga, jarðlög og
athugun á ummyndun.

Hrefna Kristmannsdóttir

og

Jens Tómasson

OSJHD (7593)

7539

Júní 1975.

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HLÍÐARDALSSKÓLI, HOLA II.

Borsaga, jarðlög og
athugun á ummyndun.

Hrefna Kristmannsdóttir

og

Jens Tómasson

EFNISYFIRLIT

Inngangur	bls.	1
Boranir á holum við Hlíðardalsskóla		1
Jarðlög		2
Dæluþrófun og þökkun		2
Vatnsæðar og hiti		5
Athugun á ummyndun		5
Ummyndunarsteindir		
Niðurstöður greininga á leirsteindum		6
Stutt lýsing á þunnsneiðum		8
Tafla I. Yfirlit yfir þrýstiprófun 3/7-5/7 '72		10

MYNDASKRÁ

Jarðlagasnið borholu II	fnr. 7530
Hitamælingar í borholu II í Hlíðardalsskóla	fnr. 7786
Hitamælingar í borholu II í Hlíðardalsskóla	fnr. 12855
Dreifing ummyndunarsteinda	fnr. 12845
OH-bil innrauða spektursins fyrir leirprufur frá Hlíðardalsskóla	fnr. 12843
DTA greiningar á leirprufum úr borholu II við Hlíðardalsskóla	fnr. 12844

INNGANGUR

Forvitnilegt þótti að athuga nánar ummyndun í dýpstu holunni við Hlíðardalsskóla. Gerðar voru því greiningar á ummyndunarsteindum úr borsvarfi þaðan á síðasta ári. Þar sem í ljós kom að jarðlagasnið, borsaga og aðrar niðurstöður frá borun og prófun þessarar holu hafa aldrei verið gefnar út í skýrsluformi var ákveðið að setja þetta saman í skýrslu. Jens Tómasson greindi jarðlögin og sá um pakkanir og prófanir á holunni.

Pökkunin, sem framkvæmd var í holu II við Hlíðardalsskóla er sú fyrsta, sem gerð var hérlendis og er ekki illa til fundið að til sé prentuð lýsing á henni.

1. BORANIR Á HOLUM VIÐ HLÍÐARDALSSKÓLA

Byrjað var að bora við Hlíðardalsskóla þann 25.03. 1963. Var það Höggbor I sem boraði 24 m djúpa holu. Þessi hola var dýpkuð með Franksbor niður á 150 m dýpi. Var byrjað á því verki 27.05. og því lokið 14.08.63. Bortæknilegir örðugleikar voru miklir í þessari holu. Var mikið um hrún og steypingar. Mun það hafa haft þau áhrif, að hætt var við þessa holu. Þann 07.10.63 var holan hitamæld og var hámarkshitinn í 120 m dýpi 32°C. Hitaferillinn benti til þess, að nokkurt vatnsrennsli væri í berginu af 32°C heitu vatni á milli 120-150 m dýpis. Þetta er ekki mjög hár hitastigull og auk þess truflaður af vatnsrennsli milli 120-150 m, og því ekki eins öruggt að segja til um hitastigul. Mátti því búast við að bora nokkuð djúpt eftir nýtanlegu vatni til upphitunar. Næsta skref í jarðhitaleit við Hlíðardalsskóla var að bora holu það víða, að hægt væri að komast í hana með stórum bor, Norðurbor.

Byrjað var á holu II við Hlíðardalsskóla 27.10.64.
Höggbor III boraði 45 m djúpa holu, síðar dýpkaði
Mayhew-bor hana (01.02.-06.05.65) niður á 605 m dýpi.
Að lokum dýpkaði Norðurbor þessa holu niður á 1230 m.
Var því verki lokið í lok apríl 1966 (03.03-28.04.66).

2. JARÐLÖG

Jarðlagasnið er á Fnr. 7530.

Í efstu 850 m er mikið um breksíur og set með basaltlögum
á milli, en neðan 850 m er myndbreytt basalt einrátt.

Þunnsneiðar eru til frá þeim dýpum, sem prufur voru
teknar úr til athugunar á ummyndunarsteindum.

Pns. nr.	4724	úr	630	m	dýpi
"	"	4725	"	660	m "
"	"	4726	"	760	m "
"	"	4727	"	860	m "
"	"	4728	"	1000	m "
"	"	4729	"	1230	m "

Lýsingar á þunnsneiðunum eru í viðauka aftast í skýrslunni.

3. DÆLUPRÓFANIR OG ÞÖKKUN

Um mánaðamótin maí-júní 1966 var holan prufudæld með
djúpdælu þrisvar sinnum. Meðan á dælingu stóð, varð
hitabreyting á vatninu á þann veg, að vatnið, sem fyrst
kom upp, var um 20°C heitt. Síðan hitnaði það smám saman
og náði 49°C og kólnaði síðan aftur niður í 32°C. Magnið,
sem dælt var, var nokkuð mismikið, frá 1 l/sek til 3 l/sek.
Eftir því sem meira var dælt var vatnið fljótara að kólna.
Við þessar dæluþraunir voru tekin vatnssýni til efna-
greininga, og út frá efnagreiningum og hitanum varð eftir-
farandi ljóst. Vatnið, sem fyrst var dælt, kom neðan úr
holunni, þar sem hitinn var orðinn um 150°C, en þegar vatns-
borðið í holunni var dregið niður, opnaðist vatnsað fyrir

ofan 140 m dýpi, sem kældi vatnið (sennilega sama vatnsæðin og var í holu I í um 120 m dýpi). Álitið var, að ef þessar efri vatnsæðar væru tepptar, væri hægt að fá neðan úr holunni um 1-1,5 l/sek með dælingu. Var því ákveðið að stífla þessar efri æðar, og var fyrst hugsað um að gera það með fóðringu. En síðar var ákveðið að þétta holuna frá 200 m dýpi með steypu. Þann 21.09.67 var byrjað á að þétta holuna og var hún steyppt frá 170 m og upp í fóðurrör og steypan síðan boruð út aftur.

Eftir þessar þéttitilraunir var prufudælt aftur. Var byrjað á að dæla 03.10.67. Nokkrir tæknilegir örðugleikar voru við þessa dælingu. Bilaði dæla oftár en einu sinni, og var aldrei dælt meira en 10 tíma í einu, en samtals var dælt í eina 20 tíma. Afköst voru um 1 l/sek með því að lækka vatnsborðið niður í 94 m. Hiti vatnsins fór ört hækkandi upp í 44°C. Síðan fór hann hægt hækkandi og náði 51°C. Var nú ákveðið að reyna nýtt tæki, pakkara svokallaðan. Þann 12.10. var pakkarinn látinn niður í 270 m dýpi, og var dælt í einn tíma. Var þrýstingur 35-50 kg/cm². Dælt var niður um 50 tonnum af vatni. Kom hluti af því strax upp aftur, en ekki var hægt að mæla hve mikið.

Þegar þrýstitilraun var lokið, var sett niður dæla og byrjað að dæla og var dælt í eina 14 tíma samfelld. Var mesti hitinn á vatninu þá um 52°C, og voru afköst og niðurdráttur svipuð og áður, um 1,5 l/sek. Dagana 15. 16. og 17.10 var dælt um tvo tíma hvern dag. Fór vatnið hitnandi með hverri dælingu og náði 59°C næst 66°C og 75°C þann 17.10. Þá þóttumst við þess fullvissir, að þrýstitilraunin hefði einhvern árangur borið. Var nú ákveðið að gera nýja þrýstitilraun og þann 19.10. var pakkarinn settur niður aftur í svipað dýpi. Dælt var 6 1/2 tíma samtals 180 tonnum og komu um 38 tonn upp aftur.

Haldið var áfram þrýstitilraunum þann 20.10. og var dælt þrisvar í holuna og hleypt upp vatni á milli. Samtals var dælt í 7 1/2 tíma um 200 tonnum og kom tæpur helmingur af því aftur upp úr holunni í hléunum á milli dælinga og eftir að dælutilraunum var lokið. Þrýstingur við þessar þrýstitilraunir varð aldrei hærri en 45 kg/cm² og fór lakkandi með hverri dælingu og var að lokum um 35 kg/cm². Þessi lakkun á þrýstingi benti til þess, að holan væri að verða lekari og lekari. Eftir þessa þrýstidælingu varð holan sjálfrennandi og með gufugos. Síðar urðu gufugosin reglubundin. Lengdust bæði gos og goshlé. En síðar tókst að hafa holuna stöðuga með því að tempra útrennslið og eftir það var farið í þær hitaveituframkvæmdir, sem nú er lokið.

Holan var hreinsuð 27.-30.06.72, niður á 1012 m dýpi. Reyndist vera fyrirstaða á eftirfarandi stöðum í holunni: 1) í 304 m dýpi var fyrirstaða af leir og karbít, 2) í 502 m dýpi var 1 m þykk stífla, 3) í 930-1012 m dýpi var holan stífluð af steypu og varð að bora allan þennan kafla. Eftir hreinsunina var holan þrýstiprófuð aftur. Í töflu 1 er sýnt yfirlit yfir þessa þrýstiprófun 3.-7. júlí 1972.

Dælt var fimm sinnum í holuna með pakkara í 271 m dýpi. Þrýstingur féll um 3 kg/cm² í annarri pökkun og um 10 kg/cm² í þriðju pökkun. Afköst voru í fyrstu þrem pökkunum 10-11 l/s en bætt var við dælu í fjórðu pökkun og fóru þá afköst upp í 22 l/s og þrýstingurinn féll um 7 kg/cm². Dælt var alls í holuna 1600 tonnum af vatni og var alls dælt í 38 1/2 klst.

4. VATNSÆÐAR OG HITI

Tvö aðalvatnskerfi voru í holu II. Það efra í 120-180 m dýpi og það neðra neðan 700 m dýpis. Steypt var í efri æðina til að koma í veg fyrir, að holan kólnaði um of. Ástæðan til dýpkunar á Mayhew holunni var sú, að hita-
mæling á holunni sýndi 110°C í botninn, hins vegar fór hitinn jafnt hækkandi frá toppi og niður í botn (beinn hitastigull). En slíkar jafnt hækkandi hiti þýðir það, að ekki er komið ofan í berg með verulegt vatnsrennsli, því þar sem vatn er í berginu beygir hitaferill og hitastigullinn verður lítill sem enginn. Mátti því vænta vatns fyrir neðan þetta dýpi, en ekki fyrir ofan. Hitamælingar á holu II eftir dýpkun í 1230 m dýpi eru sýndar á Fnr. 7786.

Á mælingum sést, að vatnskerfi er neðan 700 m dýpis, (einhvers staðar í 700-900 m). Þetta vatn er ca. 120°C. Hámarkshitinn er 160°C í 1100 m. Af seinni hitamælingunum, eftir hreinsun og pökkun, (sjá Fnr. 12855) má ráða, að smærri vatnsæðar eru ofar í holunni, á ca. 450-500 m dýpi. Efstu æðarnar virðast ekki hafa alveg horfið heldur við fóðringu (á 170 m dýpi). Neðar í holunni eru æðar í 700-800 m dýpi og í ca. 900 m dýpi.

5. ATHUGUN Á UMMYNDUN

Hámarkshiti í þessari holu er hærri en venjulega hefur verið borað niður í á lág hitasvæðunum og hitastigull lægri en venjulegt er um há hitasvæði. Líta mátti e.t.v. á Hlíðardalsskóla sem há hitasvæði sem ekki nær upp til yfirborðs og að efri mörk hringrásarkerfis séu í 700 m.

Talið var líklegt, að myndbreyting væri nálægt jafnvægi við núverandi hita eða e.t.v. aðeins hærri. Ef ummyndun tilsvæði hærri hita en nú væri það vegna kólnandi svæðis en ekki staðbundinnar myndbreytingar eins og t.d. á Reykjavíkursvæðinu. Þótti því fróðlegt

að kanna ummyndunarsteindir frá slíku svæði nokkuð nákvæmlega. Einungis var unnt að greina prufur frá neðri helmingi borholunnar því svarf fannst ekki frá hinum.

Ummyndunarsteindir

Á Fnr. 12845 er yfirlit yfir dreifingu ummyndunarsteinda ásamt einfölduðu jarðlagasniði og áætluðum berghitaferli. Zeólítarnir, sem í holunni fundust, eru kabasít, skolesít, stilbít, thomsonít, heulandít og laumontít. Dreifing zeólítanna sýnir enga reglulega zónuskiptingu, en þess ber að gæta, að greindar prufur voru fáar. Kalsít var í öllu sniðinu. Kvars fannst neðan 1000 m dýpis í fremur litlu magni.

Leirsteindir eru smektít og auk þeirra er alltaf eitthvað um óreglulegar blandlagssteindir. Leirsteindirnar voru athugaðar með röntgenaðferðum og einnig var hitasvörun þeirra og innrauða spektrið athugað.

Niðurstöður greininga á leirsteindum

Innrauða spektrið. Si-O absorptionsbönd eru svipuð og hjá mikið millilöguðu smektíti frá Reykjum, þ.e. millistig á milli smektíts og klóríts.

Á OH-bilinu (sjá Fnr. 12843) eru absorptionsbönd mjög lík og hjá illa kristölluðu smektíti.

DTA-greiningar (athugun á hitasvörun) af öllum sýnum sýna, að um millilagað smektít er að ræða (sjá Fnr. 12844). Sýni frá 1000 m og 760 m eru mjög lík. Sýni frá 860 m er einnig mjög líkt þeim, en hefur talsvert djúpan innrænan hitasvörunartopp við 590°C, í stað grynnri toppa við 560-570°C. Sýni frá 1230 m er aftur líkara þeim frá 1000 og 760 m dýpi, en virðist vera óhreinna en hin.

Röntgengreiningar. Í sýnum frá 660 og 670 m eru smektít og vottur af blandlagssteindum. Í sýni frá 860 m er smektít og ósvellandi blandlagssteindir. Á 1000 m dýpi er blanda af smektíti og óreglulegum, mismikið svellandi blandlagssteindum. Á 1230 m dýpi erusmektít og óreglulegar mismikið svellandi blandlagssteindir.

Greiningar sýna, að smektít er ríkjandi leirsteind, en það er byrjað að breytast yfir í klórít. Þessi breyting er yfirleitt fremur stutt á veg komin. Samkvæmt DTA greiningunum er hún lengst komin í sýni frá 860 m. Þessi breyting sést mun greinilegar við athugun á innrauða spektrinu og á hitasvörun en með röntgengreiningum.

Niðurstöður greininga á ummyndunarsteindum benda til nokkurs ójafnvægis við ríkjandi hita.

Zeólít eru talin fremur fljót að komast í jafnvægi við breytt hitastig. Umbreyting frá einni gerð yfir í aðra er stundum aðeins fólgin í afvötnun og smávægilegum breytingum innan kristalgrindarinnar. Leirsteindir hafa flókna kristalbyggingu og breytingar í kristalgrind þeirra krefjast talsverðra flutninga á efni og ske því hægt. Þetta gildir fyrir silikatlageiningarnar en jónaskipti í millilögum smektíts verða hins vegar jafnóðum við breytta samsetningu vatns.

Endurkristöllun og einnig smávægilegri breytingar í kristalgrind og samsetningu ske ávallt auðveldar ef þær eru svörun við hækandi hitastigi en ef það lækkar. Í prufunum frá þessari holu finnast saman zeólítagerðir, sem venjulega myndast við mismunandi hátt hitastig t.d. chabasít og laumontít. Sýnin eru nokkuð fá, en þó sýna niðurstöður ótvírætt, að hitabreyting hefur átt sér stað, sem zeólítin hafa ekki náð að komast í jafnvægi við. Hitinn virðist því hafa verið nokkru hærri áður.

Leirsteindirnar sýna, að um mjög mikla hitabreytingu getur þó ekki verið að ræða og að hún er a.m.k. innan blandlags leirsteinda-prenít beltis og sennilega innan smektít-zeólíta beltis. Mörk þessara belta eru talin vera við um 200°C og efri hitastigsmörk blandlags leirsteinda-prenít beltis eru áætluð um 230°C.

STUTT LÝSING Á ÞUNNSNEIÐUM

Þsn. nr. 4724, 630 m dýpi. Brotkorn eru af grófu olivínbasalti. Einnig finnast brotkorn af fínu basalti og brúnleitu gleri, oxuðu en ekki endurkristölluðu. Í grófa basaltinu sjást myndbreytingarsteindir, sem hafa komið í stað ólivíns (iddingsering). Holufyllingar í basaltinu og stór brotkorn, sennilega úr sprungum og stærri holum, eru úr grænum leirsteindum, kalsíti og zeólítum.

Þsn. nr. 4725, 660 m dýpi. Basaltbrotkorn eru mun fínkristallaðri en í 630 m dýpi. Talsvert er um oxun í brotkornum. Stórir ferskir pyroxenar mynda eigin brotkorn. Brotkorn af móbergsgleri eru allalgeng. Þetta er sennilega basaltrík breksía og dreif úr setinu ofan við. Leirsteindir af tveim gerðum, grænbrún með hátt tvíbrot og fremur grófkristölluð eru meira í eigin brotkornum. Í basaltinu og glerinu eru meira gulbrúnleitar leirsteindir einnig með nokkuð hátt tvíbrot.

4726, 760 m dýpi. Fínkornótt basalt og korn af gler/steinda sambreyskju mynda svarfið. Þetta er úr móbergsbreksíu. Útfellingar af daufgrænum til brúnleittum leirsteindum eru algengar. Leirsteindirnar eru nokkuð pleokroiskar og með hátt tvíbrot.

Þsn. nr. 4727, 860 m dýpi. Fremur lítið myndbreytt basalt. Útfellingar af kalsíti, zeolítum og grænleitum leirsteindum. Nokkuð er um ummyndun á plagioklas yfir í leir með mjög hátt tvíbrot. Magn þessara leirsteinda er of lítið til að unnt sé að ákveða þær á röntgen í heildarprufu.

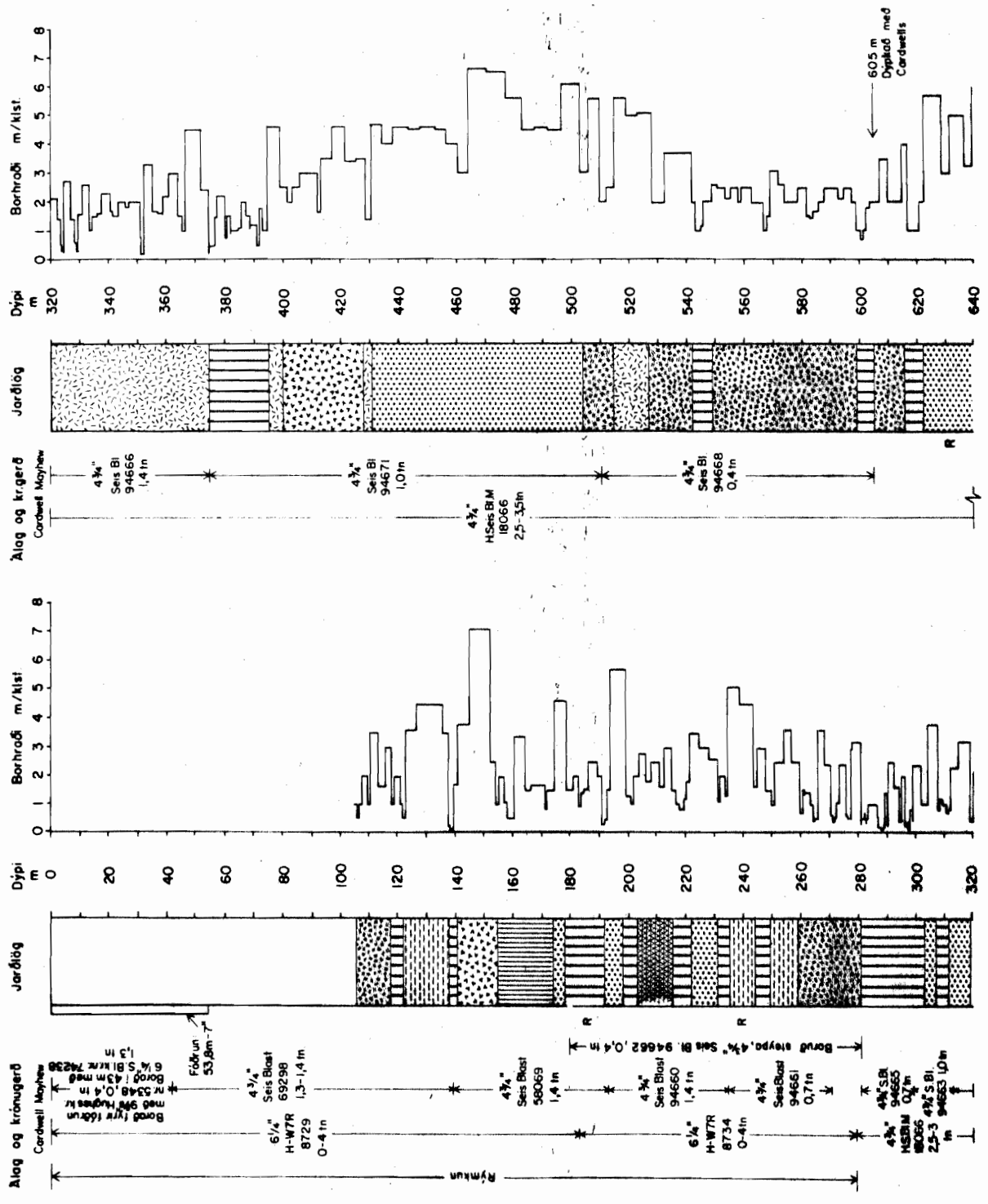
Þsn. nr. 4728, 1000 m dýpi. Basalt blanda af mismunandi lögum. Bæði er grófleiki og textúr basaltsins talsvert breytilegur og einnig ummyndunarstig. Kalsít, kvars og leirsteindir finnast sem holufyllingar. Leirsteindir, brúngrænar til rauðleitar með fremur lágt tvíbrot, eru aðallega í basalti og sterkgrænar leirsteindir með hátt tvíbrot eru algengastar í útfellingum.

Þsn. nr. 4729, 1230 m dýpi. Basalt af a.m.k. 3-4 mismunandi gerðum og einnig nokkuð um móbergsgler. Glerbrotkornin eru mikið myndbreytt. Basaltið er nokkuð myndbreytt. Zeolít, kvars, kalsít og leirsteindir mynda útfellingar og finnast í endurkristölluðu gleri. Leirsteindir og kalsít, ásamt ógegnsæjum steindum, aðallega í stað dökku upprunalegu steindanna í basaltinu. Leirsteindir eru aðallega tvenns konar: gulleit með hátt tvíbrot og skærgræn með heldur lægra tvíbrot.

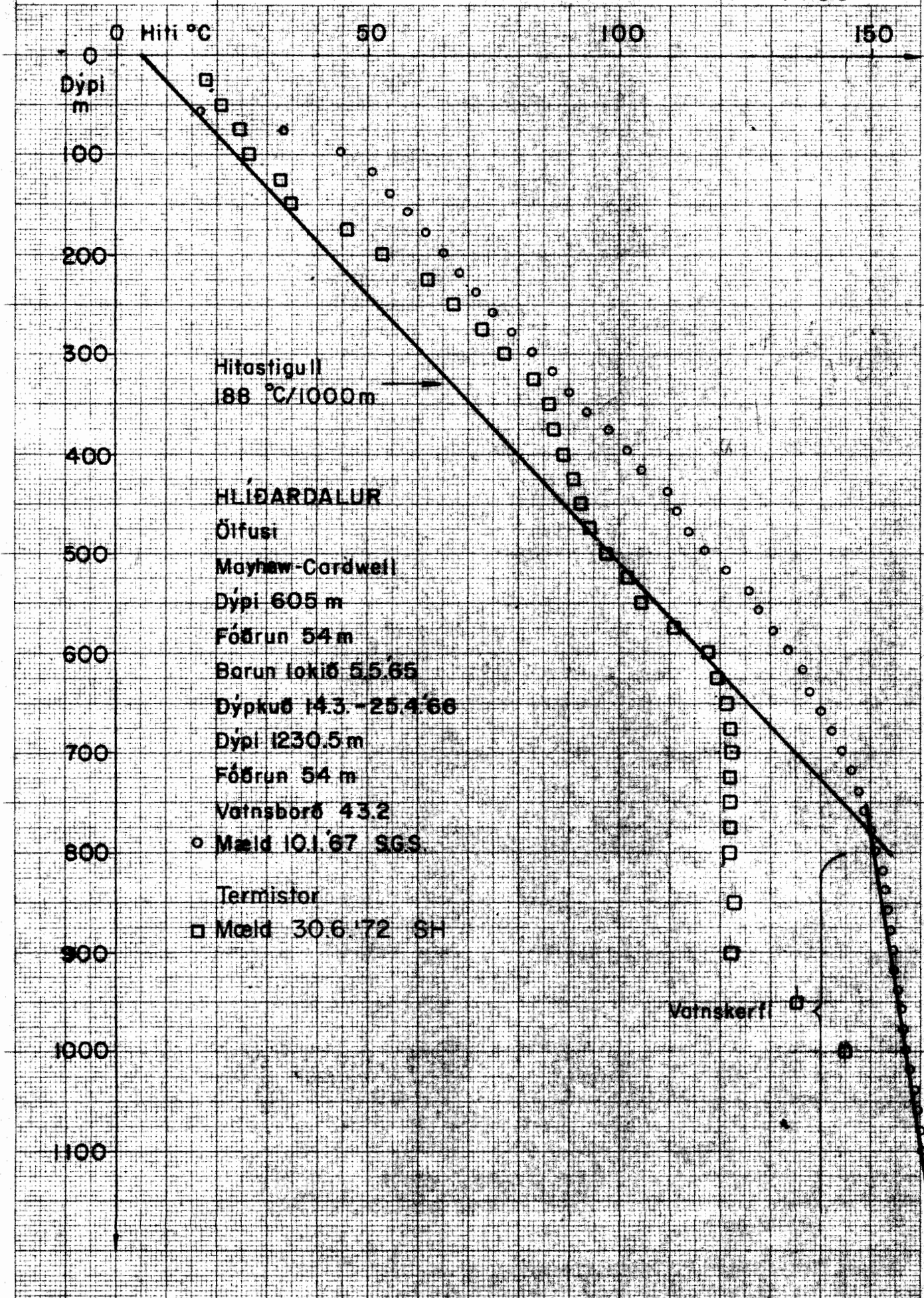
Hola nr. 2, Hlíðardal Þrýstiprófun dagana 3/7-5/7 '72

Pakkari í dýpi m. 271

alt í bil m-n	Dæling nr.	Dæling frá kl. - kl.	Dæling tími	Dælt l/sek	Mældur þrýst. kg/cm ²	Útreikn. þrýst. kg/cm ²	Bakþrýst. eftir 2 mín. kg/cm ²	Magn í tonnum
71-1012	1	1407-1430	023	10-11	32-41			15
	2	1434-2200	726	10-11	42-49-46			268
	3	2230-1015	11 ⁴⁵	10-11	46-47-37			423
	4	1105-1630	525	10-11	37-46-43			200
	4	1630-2115	4 ⁴⁵	22	53-46			376
	5	2130-610	8 ⁴⁰	9-11	38-41		7	312
		Samtals	38 ²⁴					1594

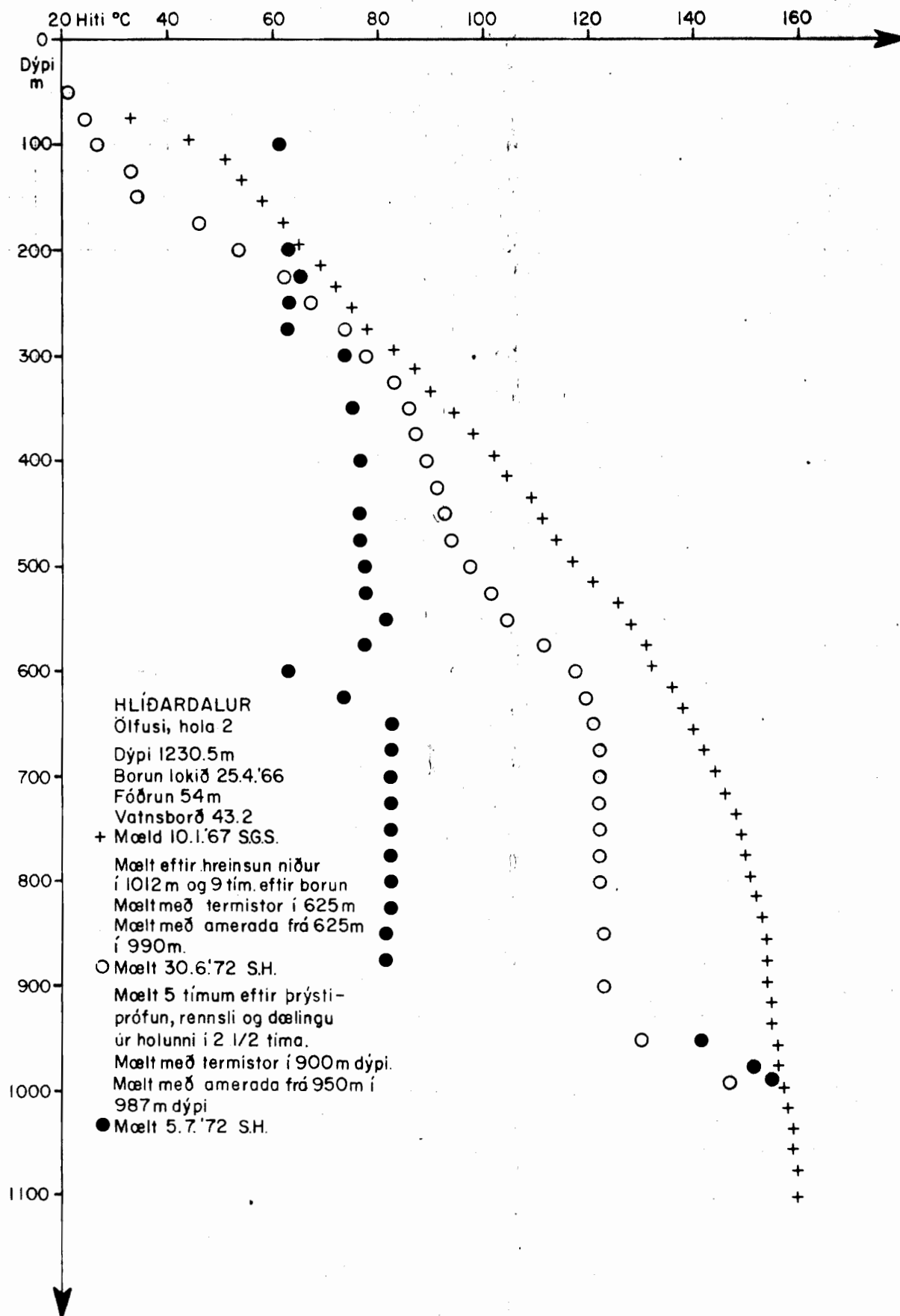


Hitamælingar í borholum



186

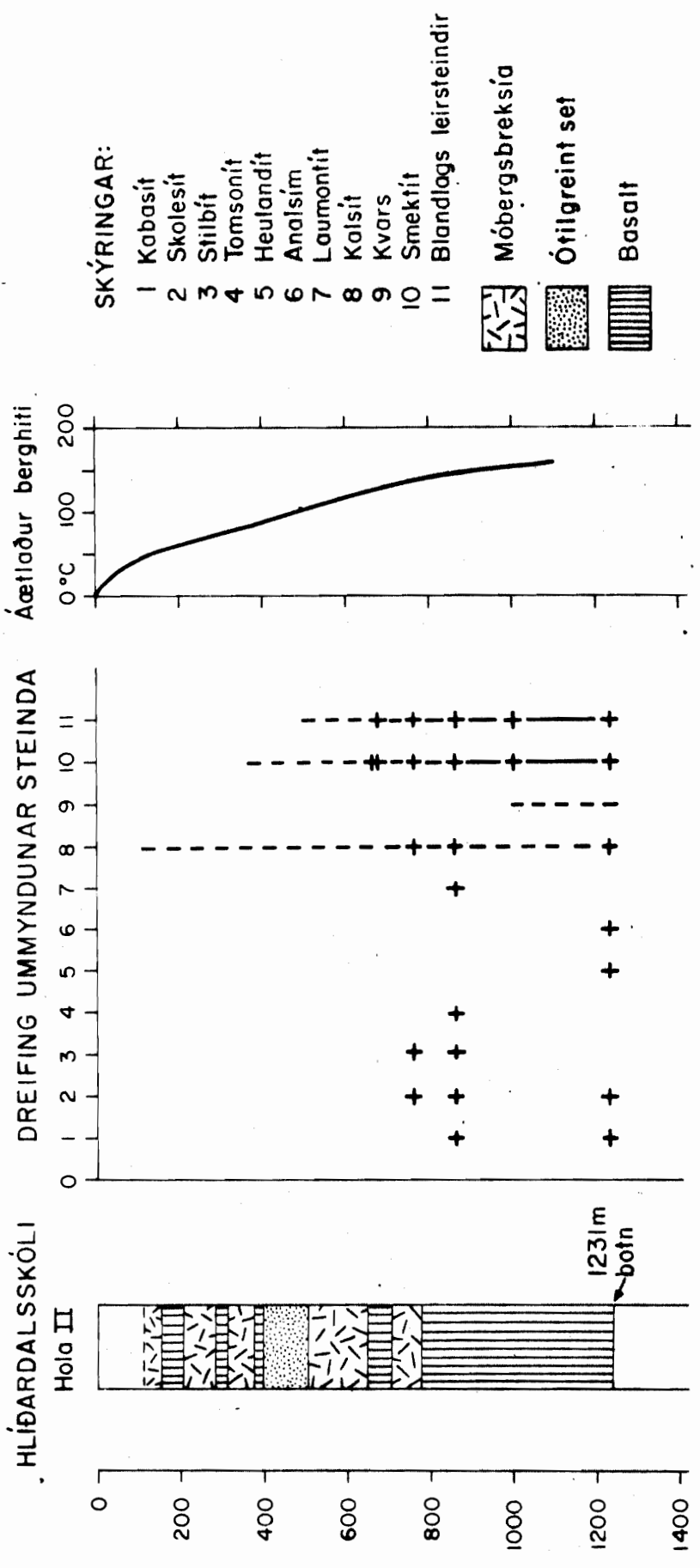
19701 S/AA 1x1mm



9.6'75 HK/SJ.
Tnr. 16
J-Hlíðardalssk
Fnr. 12845

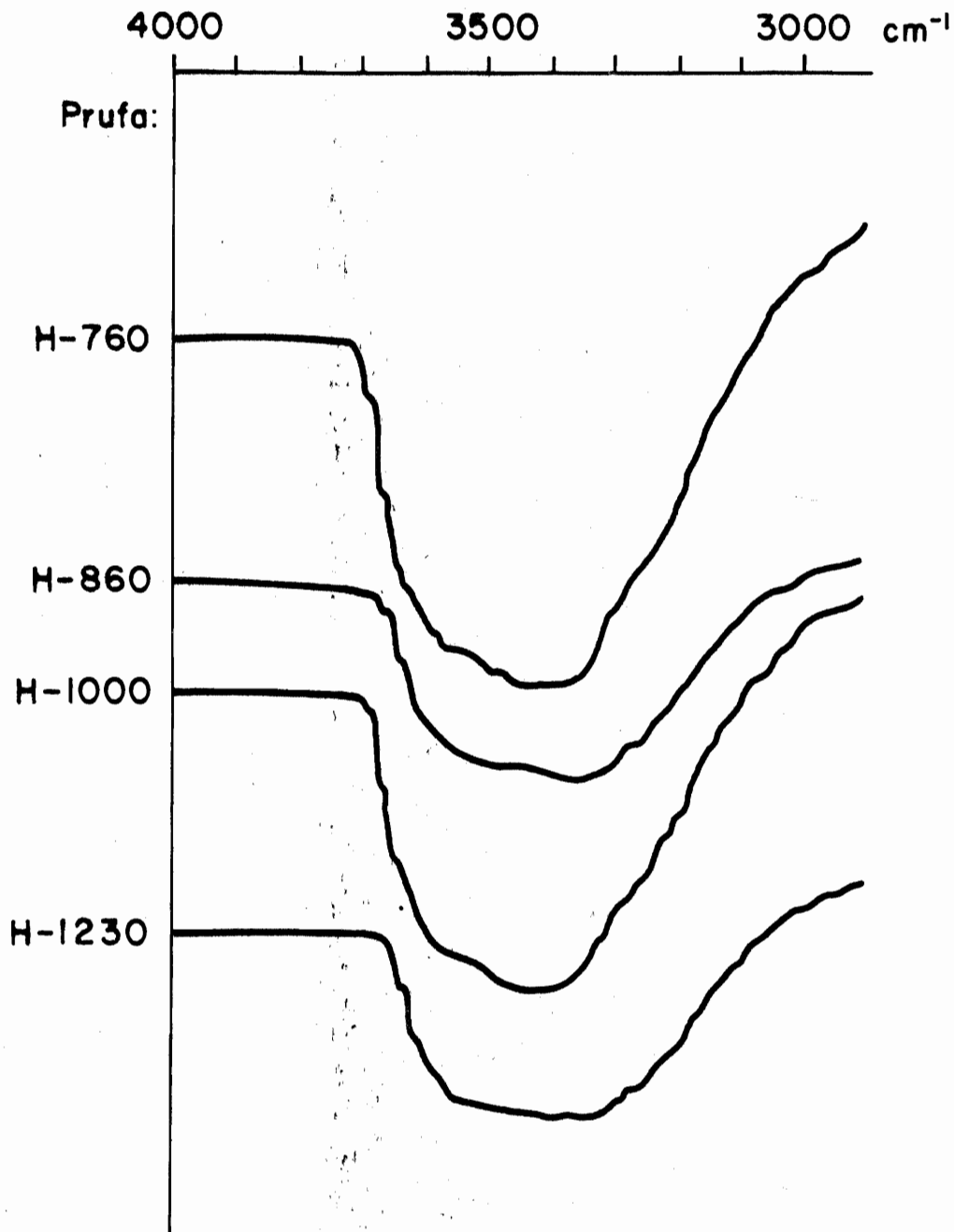
ORKUSTOFNUN

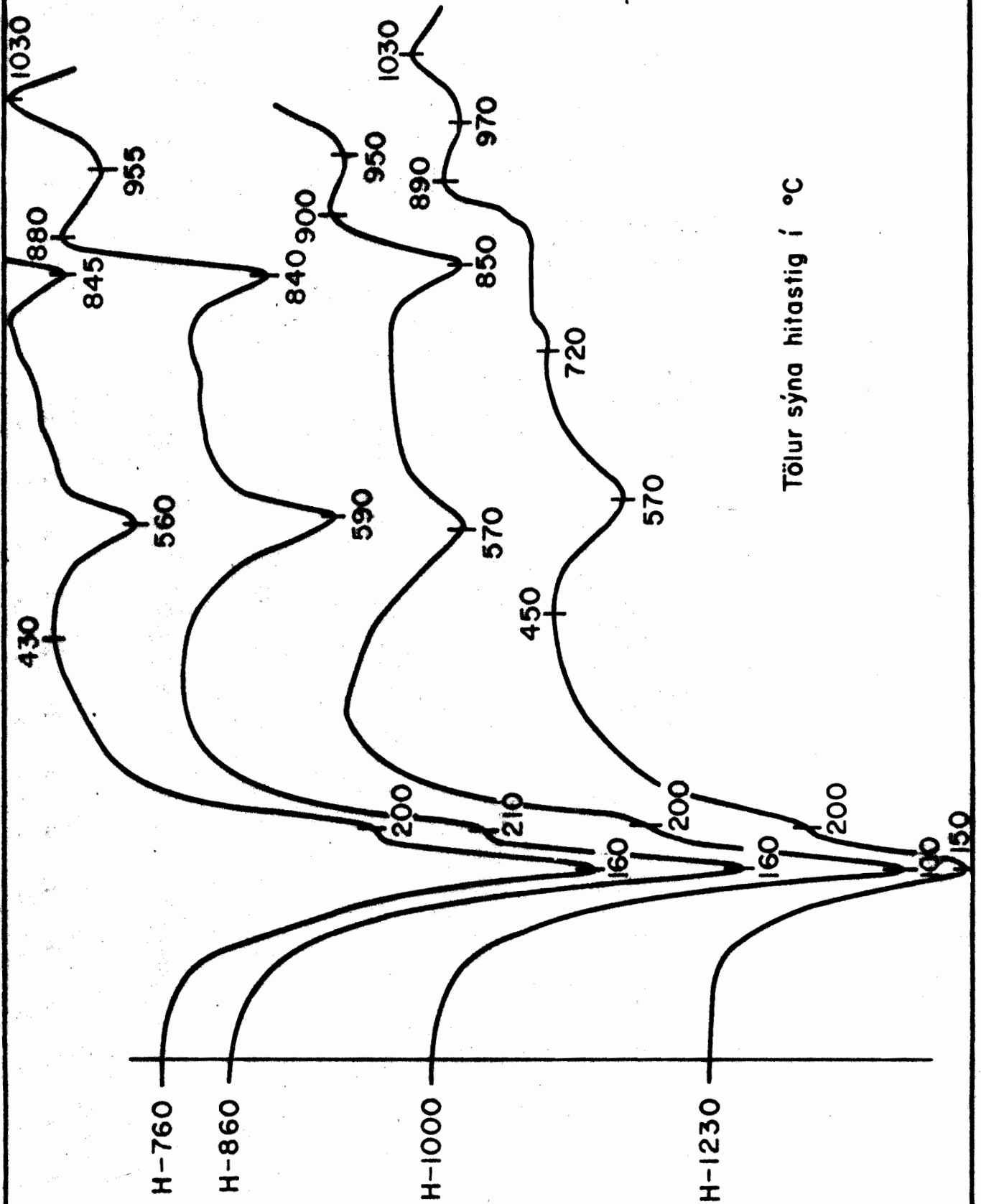
DREIFING UMMYNDUNAR STEINDA





OH-bil innrauða spektursins fyrir
leirprufur frá Hlíðardalsskóla





Tölur sýna hitastig í °C