

**ORKUSTOFNUN**

Jarðhitadeild

JARÐHITALEIT OG DJÚPBORUN

Á AKRANESI

Marz 1968



**ORKUSTOFNUN**

Jarðhitadeild

**JARÐHITALEIT OG DJÚPBORUN  
Á AKRANESI**

eftir

Kristján Sæmundsson, Jón Jónsson,  
Jens Tómasson og Guðmund Pálmason

Marz 1968

## E F N I S Y F I R L I T

	Bls.
Inngangur ( GP og JJ ) .....	1
Jarðfræðilegt yfirlit ( KS ) .....	2
Grunnar boranir til könnunar á hitastigli ( KS ) .....	6
Djúpborunin ( KS ) .....	8
Borsvarfið og jarðlög í holu 4 ( KS ) .....	9
Hitaástand holunnar og vatnsrennsli ( KS ) .....	11
Efnainnihald og ísótópahlutföll í vatni úr holu 4 ( JT og KS ) ..	13
Lokaorð ( GP, JJ, KS, JT ) .....	18
Viðauki :	
Lýsing á þunnsneiðum af borsvarfi ( KS ) .....	19

## INNGANGUR

Á fundi sínum þann 15. febrúar 1949 samþykkti bæjarstjóri Akraness að óska eftir rannsókn á möguleikum til að vinna heitt vatn fyrir kaupstaðinn.

Tilmæli um að framkvæma slíka rannsókn voru send Gunnari Böðvarssyni, sem þá starfaði hjá Rafmagnseftirliti ríkisins, með bréfi dags. 16. sama mánaðar. Var þess óskað, að athuganir gætu farið fram vorið 1949.

Með þessu má segja að hafin sé leit að jarðhita fyrir Akranes.

Í lok ágústmánaðar 1950 eru bæjarstjórn Akraness svo sendar skýrslur þeirra Gunnars Böðvarssonar og Þorsteins Thorsteinssonar. Hvað jarðhita snertir fjallar skýrsla Gunnars að mestu leyti um möguleika á að nýta jarðhitann að Leirá í Leirársveit fyrir Akranes, en þó er dregið á, að gerðar hafi verið bæði jarðfræðilegar og jarðeðlisfræðilegar athuganir varðandi jarðhita í nágrenni kaupstaðarins. Niðurstöður Gunnars voru, að eins og sakir stóðu þá, væri ekki hægt að mæla með "frekari mælingum eða borunum til leitar á heitu vatni" á Akranesi.

Mál þetta lá svo að mestu í þagnargildi fram til ársins 1960, að hafizt er handa um borun eftir heitu vatni við Leirárlaug. Var ætlunin að reisa skóla að Leirá og hita hann upp með vatni frá lauginni, eins og síðar hefur verið gert. Akraneskaupstaður tók þátt í þessari borun og greiddi kostnað við borun frá 88 m dýpi og niður á 132 m dýpi, en lengra var ekki borað. Voru þá fengnir 8 l/sek af vatni, sem er 80° C á botni holunnar.

Veturinn 1965-1966 lét Akraneskaupstaður að ráði jarðhitadeildar bora þrjár 100 m djúpar holur til að kanna hitastigul í nágrenni kaupstaðarins. Með hliðsjón af niðurstöðum þessara borana, svo og hliðstæðra borana á Reykjavíkursvæðinu, var síðan ákveðið að hefja djúpborun til nánari jarðhitaleitar. Með tilliti til kostnaðar við virkjun var þessari fyrstu djúpu holu valinn staður í kaupstaðnum sjálfum. Þessi borun var framkvæmd á árinu 1967.

Skýrsla sú, sem hér fer á eftir, fjallar um þær boranir, sem gerðar hafa verið á Akranesi til jarðhitaleitar.

Í lok skýrslunnar eru meginniðurstöður hennar dregnar saman.

## JARÐFRÆÐILEGT YFIRLIT

Akranes er á vestursvæði basaltmyndunarinnar, sem nær samfelld frá Reykjavík norður og austur um land til Þingeyjarsýslu. Tvenns konar gos hafa aðallega lagt til efnið í basaltmyndunina : Annars vegar flæðigos frá sprungum, hins vegar gos í meiri háttar eldfjöllum eða súrum stöðvum. Flæðigosin hafa myndað hið eiginlega platóbasalt, en súru stöðvarnar mynda eins konar óreglur innan þess og skera sig úr vegna afbrigðilegs halla berglaga, mikillar ummyndunar, og síðast en ekki sízt vegna mikils líparíts og andesíts, sem þar kemur fyrir.

Akrafjall og berglögin á láglandinu umhverfis það eru gerð úr platóbasalti, þ. e. bunka af basalhraunum með þunnum millilögum. Þau hafa hlaðizt upp seint á tertiertíma. Sú stöð hefur verið virk í Skarðsheiði á sama tíma og basaltið á Akranessvæðinu myndaðist. Berglaga þaðan gætir þó ekki á Akranessvæðinu.

Skjálftamælingar. Á Akranessvæðinu hafa verið gerðar jarðsveiflumælingar til könnunar á lagskiptingu berggrunnsins. Ein mæli lína liggur frá skotpunkti rétt NA við Akraneskaupstað eftir þjóðveginum norðan Akrafjalls og allt inn í Hvalfjarðarbotn. Þessi lína gefur eftirfarandi lagskiptingu :

1. lag :	hraði	4,1 km/sek	þykkt	1,1 km
2. "	"	4,8 "	"	1,8 "
3. "	"	6,5 "	"	óþekkt

Þessi lagskipting er mjög í samræmi við það, sem fundizt hefur annars staðar á tertierum svæðum landsins. Tvö efstu lögin eru vafalítið tertiert basalt, en jarðfræðileg þýðing markanna milli 2. og 3. lagsins á 2,9 km dýpi er enn ekki þekkt.

Berggangar eru algengir á Akranessvæðinu og stefna þeir NA-SV, en standa því sem næst þvert á berglögin, sem þeir skera. Þeir eru því eldri en halli berglaganna. Berggangarnir eru gossprungurnar, sem upphaflega mynduðu basalhraunin. Þeir hafa reynzt góðir leiðarar fyrir heitt vatn.

Berglögum á Akranessvæðinu hallar um 8-10° til SA. Sá halli er ríkjandi allt frá Borgarfirði og austur að eldgosabelti, sem nær frá Langjökli út á Reykjanes. Um línu, sem liggur inn eftir Borgarfirði í Borgarnes og þaðan að Hreðavatni, breytir um halla á berglögum, þannig að vestan þessarar línu er halli norðvestlægur. Hallinn mun vera til kominn vegna upphleðslu í eldgosabeltum suðaustan og norðvestan við, sem fergt hafa niður hvort sinn vænginn af Borgarfjarðarandhverfunni.

Basaltið á Akranessvæðinu er nokkuð ummyndað. Ber mest á vissum leirtegundum og zeólítum. Ummyndunin stafar frá jarðhita, sem leikið hefur um bergið, er það lá um 800-1000 m dýpra í jörð en nú. Þegar rofið kom til sögunnar ( ísaldarfyrirbæri ) og raskaði flotjafnvægi jarðskorpunnar, reis landið að sama skapi sem ofan af því raufst. Sá jarðhiti, sem olli ummynduninni, hefur orðið við hitagradíent örlítið hærri en þann, sem ríkir í berginu í dag, eða um 160°-170°/1000 m.

Brotlínur og misgengi finnast aðallega í austanverðu Akrafjalli. Þau stefna nálægt NNA-SSV og eru mest áberandi á mjóu belti, sem liggur frá Innra Hólmi norðaustur yfir Akrafjall í átt að Leirá. Þétt smámisgengi eru einnig austast í Akrafjalli. Einnig verður vart við smávægileg misgengi í grennd við Akraneskaupstað, og lítill sigdalur virðist vera nokkuð austan við hann. Brotin gætu valdið því, að berg sé opnara, þar sem þeirra verður vart. Brotin í fjallinu fyrir ofan Innra Hólm gefa nokkrar vonir í þessu tilliti.

Hin yngsta landmótun á Akranessvæðinu ber mjög svip af ísaldarjöklum og sjávarflóðum í lok ísaldar. Allt undirlendi upp að ca. 70 m hæð var þá undir sjó. Þegar sjór féll aftur af landinu stóðu eftir víðáttumiklir strandhjallar nálægt efstu sjávarmörkum, en þykk, fíngerð sjávarset huldu láglendið. Hinn yngsti gröftur lækja og áa hefur litlu áorkað við flutning þessara setlaga.

Berggrunnur Akranessvæðisins er þéttur orðinn vegna ummyndunarinnar. Svo til öll úrkoma rennur því burt á yfirborði. Lindir koma fram við rætur Akrafjalls á nokkrum stöðum. Var safnað vatni úr þrem þeirra til efnagreininga, enda þótt litlar líkur væru á að um jarðhita væri að ræða.

Í töflu 1 eru sýndar niðurstöður af efnagreiningum. Lindir hjá Hvítanesi

og Reyni eru í engu frábrugðnar venjulegu köldu lindavatni. Hins vegar er kísilsýrumagn í lindinni hjá Innra Hólmi 40 ppm, óeðlilega hátt fyrir kalt yfirborðsvatn. Venjulega er kísilsýrumagn í köldu vatni um 10-20 ppm. Gæti þetta ásamt hitastigi vatnsins, 7-9°C, bent til, að um svokallað fjallavermsl væri að ræða. Með því er átt við, að vatnið í lindinni hafi seytlað í gegnum berglög Akrafjalls, volgnað við það lítið eitt og jafnframt leyst kísilsýru. Slíkra linda væri helzt að vænta suðaustan í Akrafjalli, því að vatnið myndi leitast við að renna undan halla berglaganna. Í töflunni eru einnig sýndar efnagreiningar á neyzluvatni Akraneskaupstaðar og vatni úr Óslæk.

## TAFLA 1

Efnagreiningar á vatni í lindum á Akranessvæðinu

	Lind undir fjallinu ofan við Hvítanes	Köld lind hjá Reyni á Akranesi	Lind undir fjalli hjá Innra Hólmi
Dags .	?	12. 4. 1965	22. 2. 1965
Hitastig	?	5° C	7-9° C
Viðnám Ohm · cm	6808	4613	4753
Leiðni Ohm <sup>-1</sup> · cm <sup>-1</sup>	0,147	0,217	0,210
Sýrustig pH	7,6	8,3	7,4
Karbónat (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0 ppm	0 ppm	0 ppm
Bikarbónat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	32,5 "	42,7 "	42,70 "
Total steinefni	70,0 "	160,0 "	160 "
Kísilsýra (SiO <sub>2</sub> )	15,0 "	10,0 "	40 "
Klóríð (Cl <sup>-</sup> )	20,7 "	30,0 "	27,5 "
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	13,2 "	5,0 "	9,5 "
Flúor (F)	0,12 "	0,1 "	?

	Berjadalsá við inntak vatnsveitu	Úr Óslæk	Lind milli Berjadalsár og Óslækjar
Dags.	?	12. 4. 1965	?
Hitastig	?	?	?
Viðnám Ohm · cm	9120	6450	5470
Leiðni Ohm <sup>-1</sup> · cm <sup>-1</sup>	0,109	0,155	0,183
Sýrustig pH	7,5	7,5	7,8
Karbónat (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0,0 ppm	0,0 ppm	0,0 ppm
Bikarbónat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	16,8 "	33,6 "	45,0 "
Total steinefni	62,0 "	75,0 "	85,0 "
Kísilsýra (SiO <sub>2</sub> )	12,0 "	20,0 "	16,0 "
Klóríð (Cl <sup>-</sup> )	18,3 "	21,6 "	24,4 "
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	10,0 "	4,2 "	15,0 "
Flúor (F)	0,1 "	0,1 "	0,09 "



GRUNNAR BORANIR  
TIL KÖNNUNAR Á HITASTIGLI

Veturinn 1965-1966 voru boraðar þrjár 100 m djúpar holur á Akranes-  
 svæðinu til að kanna hitastigul. Voru þær staðsettar á Akranesi, Hvíta-  
 nesi og Innra Hólmi. Á fylgiblöðum 4-6 eru sýnd jarðlagasnið af holun-  
 um, en þær voru boraðar með kjarnabor.

Kjarnarnir voru úr mjög holufylltu basalti, sem yfirleitt var heillegt  
 nema í Innra Hólms holunni; þar bar helzt á því að kjarninn væri  
 sprunginn. Sprungurnar eru ýmist lokaðar skriðsprungur eða opnar  
 sprungur, sem síðar hafa fyllzt af zeólítum. Mikið er enn um ófylltar  
 blöðrur í efri hluta hvers basaltlags, þótt yfirleitt innihaldi þær alltaf  
 skán af leir og zeólítum. Þar sem löggin eru frauðkenndust eru þau því  
 sennilega ennþá nokkuð vatnsleiðandi. Millilöggin sjálf, sem oftast eru  
 mjög fínkornótt, virðast hins vegar alveg þétt. Í Innra Hólms holunni  
 kemur fyrir 5 m þykkt lag af sandsteini og völubergi, sem enn er eigi  
 fullþéttað. Þar sem bergið er enn eigi fullþéttað mun vatn vafalaust  
 vera í holrúmunum þess, en um ört rennsli getur ekki verið að ræða.  
 Engin vísbending fékkst um berggang eða aðrar vel vatnsleiðandi sprungur,  
 í neinni af holunum.

Á fylgiblöðum 5-7 eru sýndar niðurstöður af hitamælingum í 100 m  
 holunum. Hitastigullinn reyndist vera :

Hola 1 ( Akranesi )	137° C/km
Hola 2 ( Innra Hólmi )	153° C/km
Hola 3 ( Hvítanesi )	150° C/km

Eðlilegur hitastigull utan jarðhitasvæða á Íslandi er talinn um 60° C/km,  
 svo að hér er um meira en tvöfaldan þann hitastigul að ræða.

Í bréfi frá jarðhitadeild til Björgvins Sæmundssonar bæjarstjóra, dags.  
 23.4.1966, er þess getið, að þetta stafi að öllum líkindum af rennsli  
 heits vatns í dýpri berglögum á þessu svæði og á það bent, að svipaður  
 hitastigull sé í nágrenni Reykjavíkur, á Kjalarnesi, Seltjarnarnesi og  
 Álftanesi.

Ekkert vatnsrennsli var úr holunum. Þegar tæpt ár var liðið frá borun  
 var safnað vatnssýnishornum úr öllum holunum ( 17.11.1966 ). Sýnis-

hornin voru tekin rétt undir vatnsborði. Efnagreiningar á vatninu, sem síast hafði inn í holurnar, eru sýndar í töflu 2. og til samanburðar nokkrir komponentar í kælivatninu, sem notað var við borunina. Auðsætt er, að hér er um sams konar vatn að ræða og fyrir kemur sem uppsprettu- og yfirborðsvatn í grenndinni ( sbr. einnig efnagreiningarnar í töflu 1 ). Um áramótin 1966/67 var reynt að ná djúpprófu úr holunum þremur. Tókst það á Akranesi, en í Hvítanesholunni reyndist ekki unnt að koma tækinu nógu djúpt niður. Í Innra Hólmi náðist ein prufa 5 m undir yfirborði. Djúpprófutakan mistókst þar, vegna þess að tækið festist á 30 m dýpi í holunni, þegar verið var að draga það upp. Í sýnishornunum, sem náðust, var eingöngu efnagreint klóríð. Var innihald þess hið sama og í yfirborðsvatni á svæðinu, nema í Innra Hólmi, þar var klórinnihald miklu hærra ( 2200 ppm ) eða næstum eins hátt og síðar fannst í djúpu holunni á Akranesi. Í fyrstu var haldið, að hér væri um íblöndun af sjó að ræða, en sá möguleiki er ekki útilokaður að það sé skylt því vatni, sem síðar fannst í djúpu holunni á Akranesi.

TAFLA 2 - Efnagreiningar á sýnishornum frá 17.11. '66

	<u>Akranes</u> <u>Borhola I</u>		<u>Innri Hólmur</u> <u>Borhola II</u>		<u>Hvítanes</u> <u>Borhola III</u>	
Viðnám Ohm x cm v/25°C	2820		2073		1896	
Sýrustig ( pH )	6,95		6,9		9,15	
Klóríð ( Cl <sup>-</sup> )	37,6	mg/l	53,4	mg/l	42,2	mg/l
Karbónat ( CO <sub>3</sub> <sup>--</sup> )	0	"	0	"	33,6	"
Bíkarbónat ( HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	95,8	"	150,1	"	142,7	"
Steinefni, uppleyst	201,6	"	291,6	"	322,5	"
Kísilsýra	15,2	"	36,4	"	9,5	"
Magnesium ( Mg )	1,6	"	17,9	"	0,8	"
Natríum ( Na <sup>+</sup> )	54,6	"	43,6	"	92,1	"
Kalíum ( K <sup>+</sup> )	3,5	"	8,0	"	11,5	"
Súlfat ( SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> )	23,7	"	32,9	"	14,8	"

Efnagr. : Rannsóknastofnun iðn.

Kælivatn notað við borunina.

	<u>Akranes</u>		<u>Innri Hólmur</u>		<u>Hvítanes</u>	
Sýrustig ( pH )	7,5		7,15		8,35	
Klóríð ( Cl <sup>-</sup> )	18,3	mg/l	37,15	mg/l	14,1	mg/l
Karbónat ( CO <sub>3</sub> <sup>--</sup> )	0	"	0	"	0	"
Bíkarbónat ( HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	16,8	"	71,4	"	40,9	"

## DJÚPBORUNIN

Þann 13. 3. 1967 var hafizt handa um djúpbörun á Akranesi að ráði jarðhitadeildar og holan staðsett við holu I þar í bæ. Helzta forsenda þess, að mælt var með djúpbörun var sú, að fengizt hafði jákvæð niðurstaða af börun á Seltjarnarnesi, þar sem hitastigull er álíka hár og á Akranessvæðinu. Enda þótt hitastigull væri hæstur í Innra Hólms holunni og kjarninn úr þeirri holu meira sprunginn en í hinum, var þessi munur ekki meiri en svo, að sjálfsagt þótti að staðsetja nýju holuna í bænum sjálfum.

Holan var boruð með Cardwellbor, og lauk börun þann 10. 5. 1967.

Var holan þá 1400 m djúp. Holan er fóðruð með 8" niður í 31,5 m.

Holuvídd þar fyrir neðan er  $7\frac{7}{8}$ " þaðan til botns.

Bortími var alls 445 stundir, ef frá er talinn sá tími, sem fór í að bora 31,5 efstu metrana. Meðalborhraði fyrir 1368,5 m var því rúmfr 3 m/klst., sem telst allgott.

Vatnsæðar fundust á tveimur stöðum í holunni. Sú efri opnaðist í 810 m og var í fyrstu um 0,2 - 0,3 l/sek, en sú neðri opnaðist í 995 m og var um 1 l/sek. Sú æð mun þó hafa stíflazt fljótlega.

BORSVARFIÐ OG JARÐLÖG  
 Í HOLU 4

---

Jarðlög þau, sem holan var boruð í gegnum, eru eingöngu basalt ásamt ýmiss konar millilögum þess. Basaltið er af ýmsum gerðum, bæði hvað kristalgerð og samsetningu snertir. Svarfsýnishorn voru tekin á tveggja metra bili úr allri holunni. Sýnishornin úr efsta hluta holunnar eru tiltölulega hómógen, þ.e. lítil blöndun hefur átt sér stað við brotkorn úr öðrum lögum, en því eina sem svarfsýnishornið er úr. Þetta breytist mjög þegar kemur niður fyrir 400-500 m. Þar er svarfið ávallt mjög inhómógen og koma fyrir í því ýmsar gerðir af basalti auk korna úr millilögum. Orsök þessa er sú, að svarf úr hinum ýmsu lögum, sem hvert um sig er fremur þunnt - aðeins nokkrir m - blandast saman á leið upp. Hvert svarfsýnishorn er því nokkurs konar meðalsamsetning af berglögum á vissu bili.

Á Fnr.8246-7 eru sýnd borhraðasnið og berglagasnið. Berglögin eru að sjálfsögðu bezt þekkt frá 0-100 m dýpi, því að þar er um sömu lög að ræða, sem ein af grunnu kjarnaholunum fór í gegnum. Þar sem svarfið er sæmilega aðgreint niður í 500 m dýpi, reyndist gerlegt að teikna jarðlagasnið nokkuð nákvæmlega svo langt niður. Neðan við 500 m eru sýnd ósundurgreind basaltlög. Millilög í basaltinu eru aðallega úr þéttu, tígulsteinsrauðu túffíti. Liturinn stafar af járnasamböndum (hematíti o. fl.), sem mynduðust við yfirborðs veðrun á basaltisku efni. Enda þótt millilög þessi líti út eins og túffít (= óhreint tuff), munu þau sennilega vera gamall jarðvegur. Brotkorn úr slíkum millilögum finnast alveg niður í botn á holunni, en þykkust lög, 2-4 m, finnast í 8,60 og 145 m.

Sums staðar í holunni er svarfið rauðbrúnt eða fjólurautt á litinn. Er þetta t.d. áberandi í 60-90 m dýpi einnig í 320-330 m dýpi. Af brotkornunum, sem eru mjög ummynduð, sést, að þetta er basalt, oft fínkornótt og glerkennt. Hefur það verið mjög blöðrótt, og eru blöðrurnar fylltar af ummyndunarmínarölum. Á rauðfjólubláa svarfinu ber langmest í efsta hluta holunnar (70-100 m), en þess gætir þó alltaf öðru hvoru alveg niður í botn. Borhraði er ávallt mikill í þessum lögum. Sennilega er þetta svarf úr frauðkenndum og brotnum hraunlögum, eða jafnvel úr frauðkenndum karga apalhrauna. Hinn rauði litur, sem stafar af oxíðeringu á járn í basaltinu, gæti verið til kominn vegna

veðrunar eða oxíðeringar af völdum hita, skömmu eftir að hraunið rann. Ummyndunin er að öðru leyti vegna áhrifa frá heitu vatni.

Ummyndun bergsins, sem borað var í gegnum, er allmikil í samræmi við það, að nálægt 1000 m af basalti hafa rofið ofan af því ( miðað við sjávarmál ). Í holunni koma fyrir ýmsir zeólítar, svo sem mesólít-skólesít, thomsonít, analcím, chabasít, stilbít, heulandít og líklega fleiri. Áberandi lítið er hins vegar um kvars, en mikið um leir, bæði montmorillonít og klórít. Albít fannst neðst í holunni í litlum mæli.

Til þess að fá nokkurt yfirlit yfir ummyndun bergsins, voru auk beinna athugana á svarfinu gerðar þunnsneiðar af því, alls 16 talsins. Eins og sést af lýsingu þunnsneiðanna er ummyndunin fyrst og fremst ummyndun í leir og zeólíta.

Nokkur munur er á ummyndun eftir því hvort basaltið er glerríkt, ólivínríkt eða ólivínsnautt. Í samræmi við það, að gler og ólivín er viðkvæmast fyrir ummyndun, er ólivínsnauða basaltið að öðru jöfnu ferskast.

Allverulegur munur er á ummyndun bergsins efst og neðst í holunni. Einkum breytast zeólítarnir með dýpi. Efst í holunni eru chabasít, thomsonít hér um bil einu zeólítarnir. Skólesít fannst í kringum 400 m. Neðst í holunni fundust að auki mesólít, stilbít, heulandít og analcím.

Hinar einstöku steintegundir í basaltinu eru misjafnlega næmar fyrir ummynduninni. Ólivín er viðkvæmast. Það er yfirleitt horfið nema kjarninn í stærstu kristöllum. Fundust slíkir kjarnar allt niður á 992 m dýpi. Plagíoklas er ávallt nokkuð ummyndað. Í zonar plagíoklasi sést, að það er fyrst og fremst anortítríki kjarninn, sem ummyndast ( í leir ), en albít-ríkur rammi verður eftir utan um. Pyroxen er ónæmast fyrir ummynduninni og yfirleitt ferskt. Með ummyndun þess tekur kristalgerðin ( textúrinn ) mjög að óskýrast. Magnetít er yfirleitt ferskt nema á útjöðrunum, þar sem breyting í hematít eða límonít hefur átt sér stað.

Steintegundirnar, sem myndast hafa við ummyndunina ( aðallega leir og zeólítar ), eru miklu linari en upprunalegar steintegundir basaltsins. Veldur þetta því, að borhraðinn er miklu meiri en venja er til um basalt.

HITAÁSTAND HOLUNNAR  
OG VATNSRENNSLI

---

Hitamælingar voru gerðar alloft á meðan á borun stóð, til að fylgjast með hitaaukningu. Frá þeim verður ekki greint hér.

Þann 12.5., tveim dögum eftir að borun lauk, var dælt úr holunni í tilraunaskyni. Þá komu úr henni um 0,25 l/sek sjálfrennandi af 25,6°C heitu vatni. Vegna þess að fóðring náði ekki nema niður í 31,5 m, var ekki á það hættandi að setja dæluna neðar en í 28,4 m dýpi. Reyndist það alltof grunnt til að nokkur árangur yrði af dælingunni. Samkvæmt greinargerð Stefáns Sigurmundssonar gekk dæling, sem hér segir :

Dæling hafin kl. 10<sup>05</sup>

<u>Klst.</u>	<u>l/sek</u>	<u>°C</u>	<u>Vatnsborð</u>
10 <sup>30</sup>	0,65	29,6	28 m
10 <sup>40</sup>	0,60	30,0	28,4 "
11 <sup>17</sup>	0,60	30,8	28,4 "
12 <sup>30</sup>	0,40	31,6	28,4 "
13 <sup>15</sup>	0,40	31,9	28,4 "
14 <sup>00</sup>	0,40	32,1	28,4 "

Með þessum niðurdrætti tókst því ekki að auka rennslið svo neinu næmi.

Þann 12.7.1967 var borholan hitamæld á ný og jafnframt teknar djúp-  
prufur af vatni í 800 og 1000 m dýpi. Hitamæling þessi tókst ekki eins  
og skyldi, þar sem termistorinn, sem notaður var, var ekki gerður fyrir  
nema 150°C hita, en Amerada-hitamælir, sem mælt var með neðst í  
holunni, sýndi verulegt frávik frá termistormælingunni.

Rennsli úr holunni var á þessum tíma 0,16 l/sek.

Holan var mæld enn á ný þann 22.11.1967 með öðrum termistor.  
Niðurstaðan af þeirri mælingu er sýnd á blaði Fnr. 8216. Botnhiti er  
um 186°C í 1400 m dýpi. Hitakúrfan er óvenjulega bein, þ.e. hitinn  
vex mjög jafnt með dýpi og er hitastigullinn nálægt 130°C/km að meðal-  
tali. Vatnsæðin í 800 m hefur 110°C heitt vatn, sem er hið sama og

berghiti á þessu dýpi. Vatnið kólnar síðan á leið sinni upp, hægt fyrst í stað, en síðan örar, unz kúrfan leggst samsíða berghitakúrfunni og helzt þannig. Sýnir þetta, að berghitinn er svo til alveg ótruflaður af vatnsrennsli. Rennsli var einnig mælt við þetta tækifæri og kom í ljós, að það hafði minnkað enn og var aðeins 0,083 l/sek, 28°C heitt. Gengið var úr skugga um, að rennslismagnið var ekki háð sjávarföllum. Rennslismælingar á flóði og fjöru þann 24.11. gáfu eftirfarandi gildi :

Kl. 10 <sup>20</sup>	( flóð )	-	0,089 l/sek
Kl. 16 <sup>30</sup>	( fjara )	-	0,084 l/sek

Verður þetta því eigi túlkað öðruvísi en svo, að þrýstingur vatnsins í æðinni hafi smádvínað og rennslið því minnkað.

Æðin í 1000 m kemur alls ekki fram á hitakúrfunni og mun því ekkert innrennsli eiga sér stað þar.

EFNAINNIHALD OG ÍSÓTÓPA-  
HLUTFÖLL Í VATNI ÚR HOLU 4

Eftirfarandi sýnishorn hafa verið efnagreind og/eða mælt í þeim ísótópahlutfallið D/H ( $\delta$ -gildin) :

- a) Sýnishorn 24.4. '67. Sjálfrennsli. Heildarefnagreining og ísótópahlutfallið D/H greint ( sjá töflur 3 og 5 ). .
- b) Sýnishorn 20.5. '67. Sjálfrennsli. Ísótópahlutfallið D/H greint ( sjá töflu 5 ).
- c) Sýnishorn 5.6. '67. Sjálfrennsli. Efnagreindir tveir komponentar, og auk þess leiðni og viðnám. Ísótópahlutfallið D/H greint ( sjá töflur 4 og 5 ). .
- d) Sýnishorn 5.6. úr 810 m dýpi. Heildarefnagreining og ísótópahlutfallið D/H greint ( sjá töflur 3 og 5 ). .
- e) Þrjú sýnishorn 12.7. '67. Sjálfrennsli. Vatn úr æð á 800 m og vatn úr 1050 m dýpi. Greindir voru tveir komponentar, auk þess var mæld leiðni og viðnám, en af sýnishorninu úr 1050 dýpi var gerð heildarefnagreining og mælt ísótópahlutfallið D/H.

Í töflu 3 er einnig sýnd efnagreining af vatni frá Leirá, en vatnið þar virðist vera skylt vatninu í Akranesholunni. Auk þess er í töflu 3 ein efnagreining af djúpvatni frá háhitasvæði ( Torfajökulssvæðinu ).

Í vatninu, sem rennur upp úr holunni, er mjög mikið af uppleystum efnum, sérstaklega klóri ( 2700-3000 ppm, sjá töflur 3 og 4 ). Sama er að segja um vatnið, sem tekið var við vatnsæðina í 800 m dýpi, en í sýnishorninu, sem tekið var úr 1050 m dýpi, var um 10 sinnum minna af uppleystum efnum ( klór t. d. 355 ppm ). Hátt klórmagn í grunnvatni getur verið til komið með þrennu móti. Í fyrsta lagi frá sjó, sem hefur lokast inni í jarðlögum, helzt sjávarseti, um langan tíma.

( Dæmi : Húsavík, Vestmannaeyjar. ) Í öðru lagi frá sjó, sem hefur seytleð niður í berglög, legið í þeim í langan tíma, eða streymt mjög hægt í gegnum þau og blandast fersku grunnvatni ( t. d. Selfoss ).

Í báðum tilfellum fær vatnið hin sömu efnafræðilegu einkenni og kallast þá setvatn ( enda þótt setlög séu ekki nauðsynleg í síðara tilfallinu ).



Í þriðja lagi gæti það hafa leystst úr bergi. Þannig mun klórinnihald djúpvatnsins á háhitasvæðum vera til komið. Þess konar vatn er með mjög hátt kísilsýruinnihald og mjög lágt kalsíuminnihald. Setvatn inniheldur hins vegar litla kísilsýru og mikið af kalsíum. Vatnið úr holu 4 flokkast því undir setvatn.

Jarðfræðilega eru afar litlar líkur á því, að vatnið í holu 4 sé gamall sjór, sem hafi endur fyrir löngu lokast inni í sjávarseti. Hugsanlegur möguleiki á sjávarmengun er frá Hvalfirði innanverðum. Væri þá um að ræða sjó, sem hefði sigið niður og blandast hinu almenna grunnvatnsstreymi, sem leitar innan úr landi út til sjávar. Hugsanlegt er einnig, að um mengun sé að ræða frá sjó, sem sigið hefði niður í lok ísaldar, er allt láglandi austan Akrafjalls lá undir sjó.

Um hinn möguleikann, hvort efnainnihald vatnsins sé til komið við uppleysingu úr bergi, er það að segja, að magn uppleystra efna er mjög háð hlutfallinu milli bergs og vatnsins, sem í því er, auk hitastigs og tíma. Það er reynsla af háhitasvæðunum, að hátt kísilsýruinnihald (um og yfir 200 ppm), standi í sambandi við hátt hitastig, og hið sama mun gilda um klórinnihaldið, enda hafa tilraunir sýnt, að klór leysist ekki úr gosbergi svo neinu nemi, fyrr en við 220-350°C. Hærra hitastig þarf til ef bergið er ummyndað. Nú er hitastig í Akranesholunni aðeins um 100°C í 800 m dýpi. Yrði því að gera ráð fyrir mjög litlu vatni á móti miklu bergi, ef skýra skal efnainnihaldið eingöngu með uppleysingu úr bergi. Þarna reyndist að vísu um mjög óverulegt vatnsrennsli að ræða (sbr. fyrr í þessari skýrslu), en þrátt fyrir það verður þessi möguleiki samt að teljast ósennilegur. Hafa hvergi fundizt dæmi þess, að svona hátt klórmagn geti leystst úr bergi við ekki hærra hitastig, en þarna er um að ræða.

Í þríhyrningslínuritinu Fnr. 8266 er sýnt vatn úr holu 4 og til samanburðar sjór, vatn úr borholu hjá Leirá og setvatn úr borholum í Vestmannaeyjum og á Húsavík, en á báðum þeim stöðum var borað í gegnum þykk sjávarset. Við samanburð á setvatni við sjó sést, að Mg hverfur fljótt (vegna nýmyndunar leirs), þannig að sjór, sem verður að setvatni, færir að Na-Ca-línunni. Setlögin í Vestmannaeyjum eru yngri en Húsavíkursetlögin, enda lendir vatnið frá Húsavík mun nær Na-Ca-línunni en vatnið frá Vestmannaeyjum. Vatnið frá Akranesi er nær Ca-horninu en annað íslenskt vatn með setvatnseinkennum. Sé það því

útþynntur sjór, hefur hann áður náð að reagera lengur við berglög en allt annað setvatn hér lent. (Reynslan af erlendu setvatni er sú, að því lengur sem vatnið hefur legið í setlögum, þeim mun nær Ca-horninu liggur hlutfallspunkturinn.) Vatnið úr 1050 m dýpi er þó mun fjær Ca-horninu en vatnið úr vatnsæðinni. Það er bæði með minna af uppleystum efnum og minni setvatnseinkenni en vatnið frá vatnsæðinni. Vatnið frá Leirá lendir þarna á milli. Það er því mjög skylt vatninu frá Akranesi, þó að magnið af uppleystum efnum sé miklu minna.

Að lokum skal lítillega dregið á ísótópahlutfallið D/H og þýðingu þess fyrir túlkun vatnsins. Því hefur verið haldið fram, að sama  $\delta$ -gildi einkenni vatn, sem runnið sé sem grunnvatn frá sama úrkomusvæði. Virðist þetta geta staðizt, ef rennsli grunnvatnsins er ört og berg/vatn-hlutfallið lágt. Sé hins vegar um hægt rennsli að ræða og hátt berg/vatn-hlutfall, er mikil hætt á, að  $\delta$ -gildið breytist vegna þess, að deuterium safnast fyrir í leir (og zeolítum). Nú bendir efnainnihald vatnsins í holu 4 til þess, að það hafi legið lengi í snertingu við berg og rennsli sé mjög hægt. Verður því að fara mjög varlega í túlkun á  $\delta$ -gildinu.  $\delta$ -gildi vatnsins í vatnsæðinni í holu 4 er hið sama og í vatninu á Leirá, eða -7,2 (sjá töflu III). Mætti ætla út frá því, að vatnið á báðum stöðunum sé skylt jafnvel að um sama vatnskerfi sé að ræða. Djúpsýnishornið úr 1050 m er með annað  $\delta$ -gildi, eða -6,2, svo að þar virðist um annars konar vatn að ræða, enda mikill munur á efnasamsetningu (sjá töflu I). Þó er þetta vatn með setvatnseinkennum, þótt ekki séu þau eins mikil og í vatnsæðinni í 800 m. Hugsanleg skýring á þessu gæti verið, að holan væri svo þétt, að skolvatnið stæði enn í henni neðan við efri vatnsæðina. Mun verða gengið úr skugga um þetta atriði síðar. Ef þetta vatn er úr berglögum í þessu dýpi, má ætla, að vatnsæðar, sem væru á meira dýpi, væru ekki eins saltar og vatnsæðin í 800 m, og því líklega vatnsmeiri.

T A F L A 3

	Akranes, hola 4		Leirá		Torfajökuls- svæði Grænagil hver
	Sjálfr- rennsli	810 m	Djúpsýnishorn 1060 m	borhola	
Dagsetning	24.4. '67	5.6. '67	12.7. '67	5.12. '64	31.9. '67
Viðnám Ohm cm	138	108	243	610	429
Leiðni Ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup>	7.4 · 10 <sup>-3</sup>	9.27 · 10 <sup>-3</sup>	5.18 · 10 <sup>-3</sup>	1.64 · 10 <sup>-3</sup>	-
pH	7.1	7.2	7.4	7.4	9.05
Primert alk. ppm CaCO <sub>3</sub>	5	0	0	0	5.0
Sekundert alk. "	17	5	50	160	57.0
Total harka "	1450	1350	110	145	-
SiO <sub>2</sub> "	60	100	100	140	188
Total uppl. efni ppm	6120	5600	800	965	1213
K "	17	17	3.2	4.2	9.0
Na "	1360	1120	185	196.0	340
Ca "	560	540	40	54	15.8
Mg "	12	2.4	2.4	2.4	0.1
Cl "	3017	2485	355	250	537
SO <sub>4</sub> "	600	53	60	56	24.4
F "	0.1	0.1	0.4	2.5	12.5
Na/Cl	0.41	0.45	0.52	0.78	0.63
Ca/Cl	0.17	0.22	0.12	0.21	0.03

T A F L A 4

Akranes, hola 4

	Sjálf- rennsli	Dýpi 800 m	Sjálf- rennsli
Dagsetning	5. 6. '67	12. 7. '67	12. 7. '67
Viðnám Ohm cm	136	136	136
Leiðni Ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup>	7.42 · 10 <sup>-3</sup>	7.10 · 10 <sup>-3</sup>	7.42 · 10 <sup>-3</sup>
Cl ppm	2722	2805	2840
Total harka ppm CaCO <sub>3</sub>	1550	1350	1330

T A F L A 5

Akranes, hola 4

	Rennsli úr opi	Dýpi 810 m	Rennsli úr opi	Dýpi 1080 m
Dagsetning	24. 4. '67	5. 6. '67	20. 5. '67	12. 7. '67
÷ δ %	7.1	7.09	7.13	6.2
Cl ppm	3017	2722	2485	355

LOKAORÐ

Árangur af djúpbörnuninni hefur enn ekki orðið slíkur sem skyldi með tilliti til vatnsöflunar. Hins vegar hlýtur hinn hái hitastigull að gefa góðar vonir um vatnsstreymi dýpra í jarðlögum, enda hefur reynslan verið sú hingað til, að óeðlilega hár hitastigull stafi af heitu vatnsrennsli. Ekki er hægt að segja fyrir, hversu djúpt yrði að bora, en 2000-2500 m djúp borhola ætti að skera úr um þetta atriði, a. m. k. hvað snertir hagkvæma vatnsöflun.

Hitastigullinn á þeim 1400 m, sem borholan fór í gegnum, er að heita má alveg ótruflaður af vatnsrennsli, þannig að fullyrða má, að vatn fæst ekki ofan þess dýpis í næsta nágrenni holunnar.

Jarðhitadeild hefur lagt til, að holan verði dýpkuð um allt að 1000 metra. Verði ekki árangur af því, yrði næsta skrefið að bora djúpa borholu á Innra Hólmi, en þar mældist hæstur hitastigull í grunnu holunum.

LÝSING Á ÞUNNSNEIÐUM

Þunnsneiðar úr 190 og 210 m dýpi.

Allmikil ummyndun er í basaltinu sjálfu, sem er að langmestu leyti grófkornótt ólivínbasalt. Í einstaka korni sést algjör ummyndun í leir.

Olivín er yfirleitt orðið að grænum og gulum leir, sem myndar pseudomorphósur eftir ólivínið og er þá venjulega yzt svört rönd úr járnoxíði ( ryðrauð í áfallandi ljósi ). Leirinn mun aðallega vera klórít og nontrónít ( pleókróískt ) ( nontronít = járnríkt montmorillonít ).

Plagioklas er að miklu leyti ferskt, en oft sést í því ummyndun í zeólít ( chabasít? ) og ljósgrænan eða litlausan leir ( montmorillonít ).

Ummyndunin er mest inni í kristöllum, í anortíttríka kjarnanum ; utan um er ferskur rammi, þar sem plagioklasið er albíttríkara.

Magnetít er fremur ferskt, og glittir nokkuð í það í áfallandi ljósi ( títansambönd ). Í köntum þess sést venjulega ummyndun í hematít eða límonít. Pyrit sést ekki.

Pyroxen er yfirleitt alltaf ferskt, nema í nokkrum brotkornum, sem sýna algjöra ummyndun.

Sem holufyllingar sjást ýmsir zeólítar ( mest ber á chabasíti og þráðóttum zeólít, sem sennilega er thomsonit ). Auk þess kemur fyrir þráðótt og spherúlítískt montmorillonít, en einnig klessur af montmorilloníti með smávegis klóríti ( dökkgrænt með herra ljósbrot en 1,56 ).

Lítils háttar kemur fyrir af kalsíti.

Þunnsneið úr 234 m dýpi.

Basaltið er fínkornóttara og glerkenndara en í 190 og 210 m, og ummyndun nokkru meiri. Plagioklaslistar eru að mestu leyti ummyndaðir í zeólíta og montmorillonít. Hinn fíni grunnmassi milli þeirra er auðugur af málmkornum og gulleitu pyroxeni ( sennilega ummyndað pigeonít ). Venjulega er hann mjög litaður af járnamböndum ( hemalít + límonít ).

Ólivín er ummyndað í leir. Sem holufylling er chabasít langmest áberandi.

Þunnsneið úr 246 m dýpi.

Grófkornótt olivínbasalt. Ummyndun nokkru meiri en í 190 og 210 m. Mest ber á ljósgrænu montmorilloníti (ljósbröt  $< 1,52$ ). Það myndar bæði holufyllingar og pseudomorphósur eftir plagioklas (ásamt zeólítum) í berginu sjálfu. Ólivín er ummyndað í nontronít (pleókróískt frá grænu í brúnleitt) með húð úr járnoxíði. Pyroxen og magnetít er yfirleitt heillegt.

Þunnsneið úr 268 dýpi.

Grófkornótt olivínbasalt. Allar steintegundir basaltsins eru meira eða minna ummyndaðar, og nær ummyndunin til um 50% af basaltinu. Kristalgerðin (textúrinn) er oft alveg brotin niður. Af ummyndunar-mínerölum ber mest á leir. Nontronít myndar sem fyrr pseudomorphósur eftir ólivín, en montmorillonít og klórít koma fyrir sem holufyllingar og ummyndun í plagioklasi og pyroxeni. Chabasít er algengasti zeólítinn.

Þunnsneið úr 282 m dýpi.

Ummyndun í leir og kalsít nær til um 70% af berginu. Brotkorn eru bæði úr grófu olivínbasalti og fínkornóttara afbrigði. Leirinn er aðallega montmorillonít, en nokkuð með af klóríti. Ólivín-pseudomorphósur eru mjög ljósgrænar og sýna veikan, ljósgrænan pleókróisma (sennilega klórít).

Þunnsneið úr 326 m dýpi.

Upprunalega mjög glerkennt og fínkornótt basalt. Mest ber á svörtum ógreinanlegum grunnmassa með plagioklaslistum og pyroxenkornum, sem oft sýna gulbrúna ummyndun. Af nýmyndunum ber langmest á montmorilloníti (ljósgrænt eða litlaust, stundum lögótt). Kalsít og klórít koma einnig fyrir í litlum mæli.

Dunnsneið úr 458 m dýpi.

Tvö afbrigði af basalti koma fyrir : a) grófkornótt holokristallin afbrigði með mikilli ummyndun á plagioklasi ( í montmorillonít ) og ólivíni ( í nontronít og klórít ), b) ólivínsnautt, nokkuð glerkennt basalt með ummynduðu plagioklasi í grunnmassa, sem ýmist er klóritiseraður eða svartur af málm. Pyroxenkorn koma einnig fyrir og sýna þá gulbrúna ummyndun.

Sem holufyllingar koma fyrir ýmsir zeólítar, þ.á m. skólesít.

Dunnsneið úr 490 m, 500 m og 550 m dýpi.

Tvö afbrigði eins og í 458 m og ummynduð á sama hátt.

Öllu meira ber þó á grófara basaltinu. Í glerkennda basaltinu kemur mikið fyrir af montmorilloníti ( lögótt, ljósgrænt, lágt tvíbrot ).

Í millilagakornum er nokkuð um kalsít.

Dunnsneið úr 636 m dýpi.

Tvö afbrigði : a) grófkornótt ólivínbasalt, sem sýnir líka ummyndun og ofar í holunni. b) Tholeiit-basalt með idiomorph málm intergranular pyroxeni og plagioklasi sýnir ummyndun í klórít og montmorillonít.

Ýmsir zeólítar, kalsít og leir koma fyrir sem holufyllingar.

Dunnsneið úr 708 m dýpi.

Tvö afbrigði, ólivínbasalt ( grófkornótt ) og ólivínsnautt, glerkennt eða fínkornótt basalt ( tholeiit ) ummyndað á sama hátt og fyrr.

Montmorillonít og zeólítar yfirgnæfandi sem nýmyndun í bergi og holufyllingar.

Dunnsneið úr 992 m dýpi.

Brotkorn úr grófu, meðalgrófu og glerkennda basalti.

Ummyndun ávallt nokkur og oft mikil, yfirleitt mest í því fínkornóttasta. Fyrir koma korn úr grófu basalti, sem sýna algjöra ummyndun á öllu nema magnelíti og lítils háttar er eftir af pyroxeni. Glerkennda basaltið verður oft mjög djúprýðrautt við ummyndunina, sennilega vegna ryðlitunar á leir ( nontróníti ? ; oft sést pleókróismi í hinum djúprýðrauðu skellum ).



Sem nýmyndanir koma fyrir :

Montmorillonít eftir plagioklas og sem holufylling, ljósgrænt eða hvítt, oft sem rósettur, stundum næstum ísótróp (oftar með allháu tvíbroti). Sem holufylling myndar það stórar grænleitar skellur.

Klórít, grænt, myndar rósettur með veikum pleókróisma (úr dökkgrænu í ljósgrænt),  $n >$  balsam. Kemur fyrir sem pseudomorphósur eftir ólivín. Einnig saman við montmorillonít sem dökkgrænar rósettur.

Nontronít, pleókróískt (frá gulu í grænt) algengt sem pseudomorphósa eftir ólivín. Mjög oft ryðlitað af járnútfellingu.

Kalsít nokkuð algengt sem holufylling með zeólítum.

Þunnsneið úr 1212 m og 1392 m dýpi.

Sömu basaltafbrigði koma fyrir og í 992 m og sýna sömu ummyndun.

Þannig finnst montmorillonit í miklu magni í 1392 m dýpi.

Steintegundir eins og prehnít og epidót koma ekki fyrir ennþá, hins vegar ýmsir zeólítar.

Röntgenografískt tókst að finna í botni holunnar zeólítana mesólít, skólesít, thomsonít, stilbít, henlandít, chabasít og auk þess analcím.

Bor: Sullivan III  
23.II - 13.12.65

RAFORKUMÁLASTJÓRI  
Jarðhitadeild

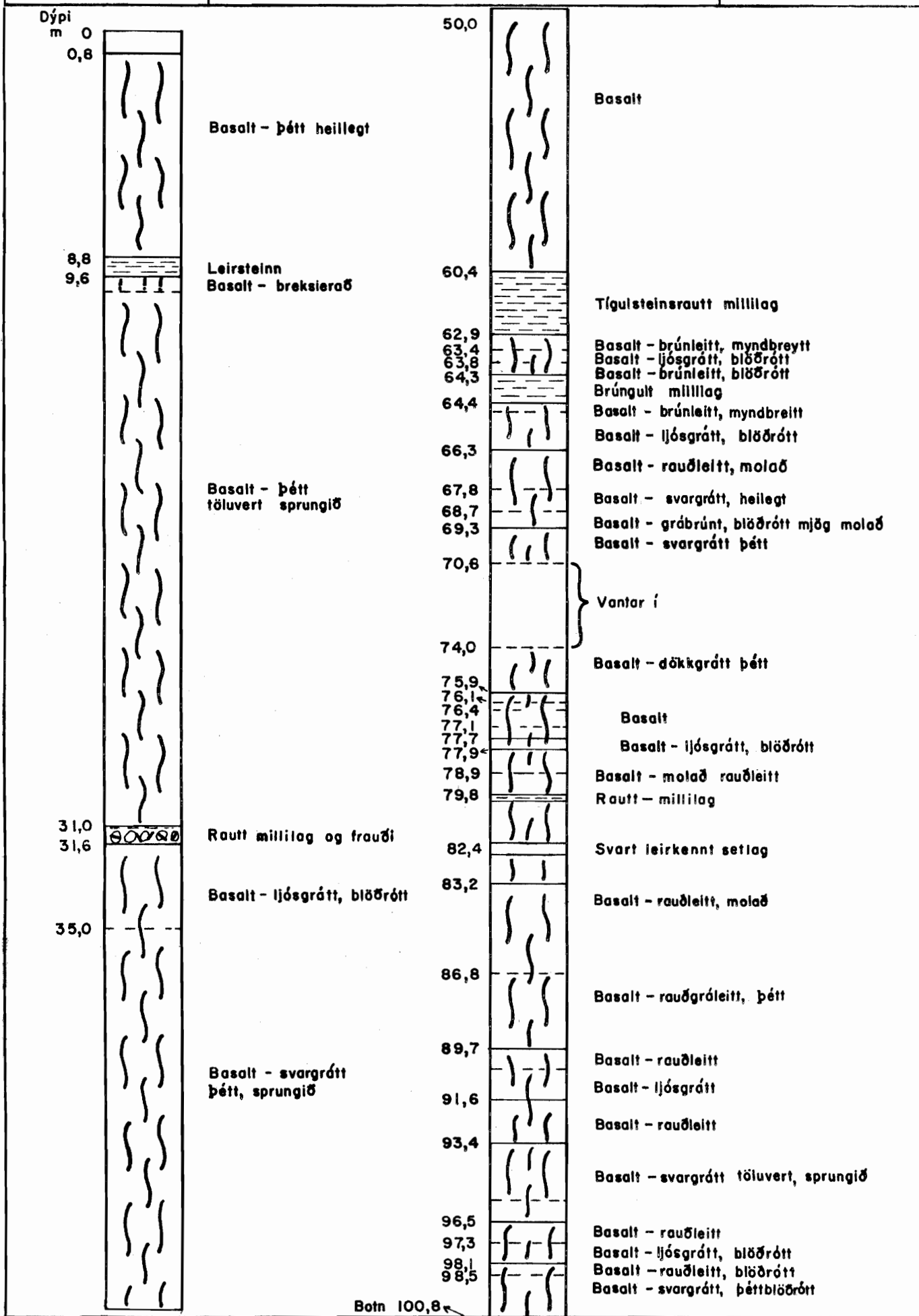
Akranes  
Hala I Jarðlagasnið

3.10. '66 H.K./I.S.

J - Akranes

Tnr. 17

Fnr. 7586

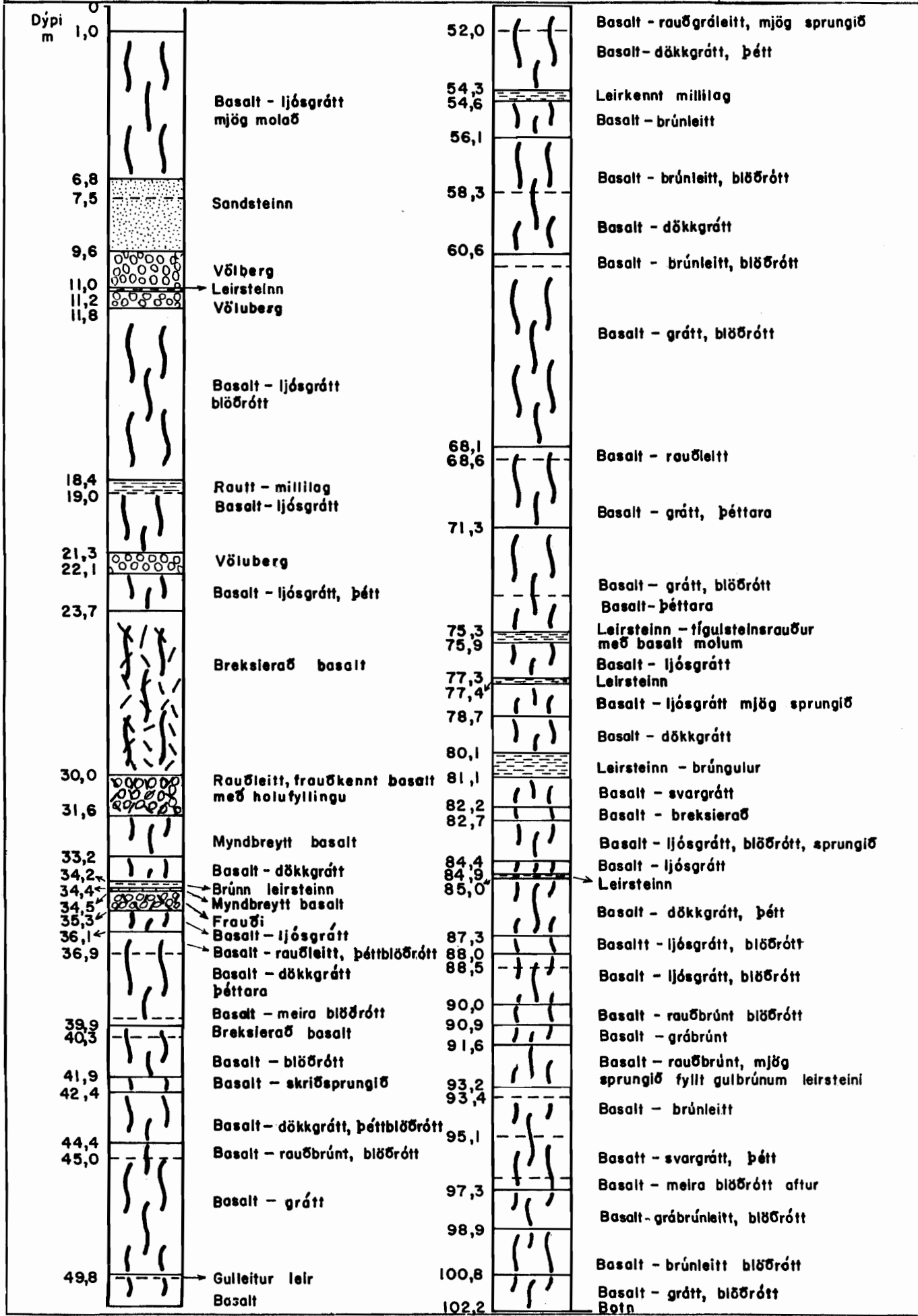


Botn 100,8

Bor: Sullivan III  
14.12.65 - 7.1.66

RAFORKUMÁLASTJÓRI  
Jarðhitadeild  
Akranes (Innri Hólmur)  
Hala II Jarðlagasnið

3.10.66 H.K./IS.  
J-Akranes  
Tnr. 16  
Tnr. 7585



Bor: Sullivan 12.1. - 8.2.66	RAFORKUMÁLASTJÓRI	3.10.66 H.K. / Gyða
	Jarðhitadeild	J-Akranes
	Akranes (við Hvítanes)	Tnr.15
	Hola III Jarðlagasnið	Fnr.7579

Dýpi 0 m				
		50.8		Millilag og frauði
		51.0		Basalt, dökkdílott
		54.0		Basalt, ljósgrátt, blöðrótt
4.8		55.2		Basalt, ljósgrátt, smákornað
7.2		57.6		Basalt, rauðleitt
7.4				
8.4				
10.1		60.6		Basalt, ljósgrátt, frauðkennt
11.7				
		61.8		Basalt, brúngrátt, blöðrótt
14.4				
14.8		65.1		Basalt
17.2		66.8		Basalt, rauðleitt, blöðrótt
19.0				
		71.5		Basalt, rauðgráleitt, þéttblöðrótt
23.9		73.6		Basalt, rauðbrúnt, blöðrótt
		74.7		Leirsteinn
26.0		75.0		Frauðkennt basalt nokkuð nokkuð vel þéttað af útfellingingum
		79.7		Basalt, þétt, svargrátt
32.6				
34.0		83.5		Basalt, svargrátt, þétt
34.2				
		87.0		Rautt millilag og frauðkennt berg
		87.7		Basalt, mjög sprungið
		89.2		Basalt, mjög sprungið
40.1				
41.5				
45.7		94.6		Basalt, svargrátt
47.6		97.5		Millilag og frauði
47.7		97.9		Basalt, rauðleitt, blöðrótt
		100.8		Basalt, grátt, blöðrótt

Botn

RAFORKUMÁLASTJÓRI

Jarðhitadeild

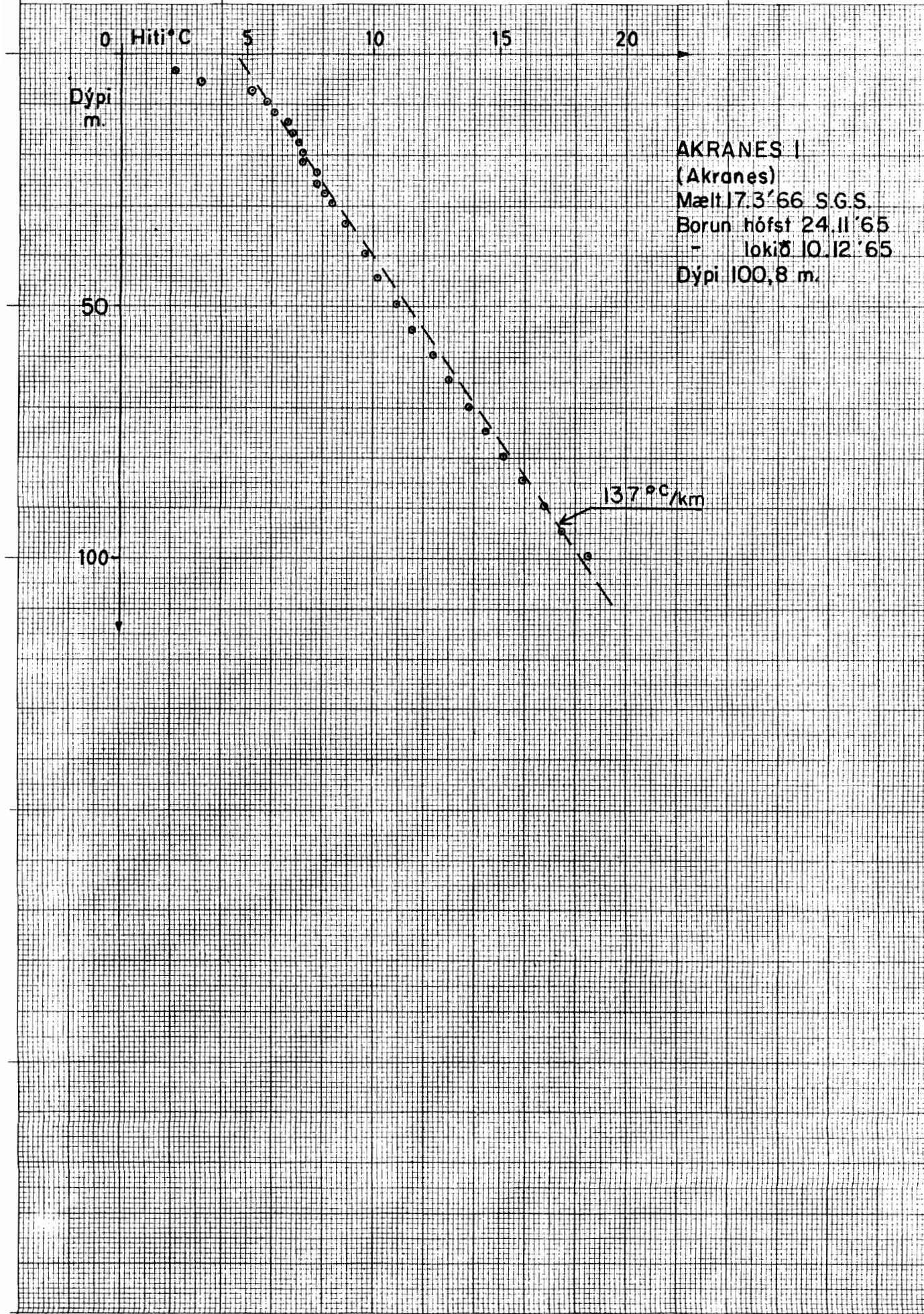
Hitamælingar í borholum

9.5.66 SGS / HF

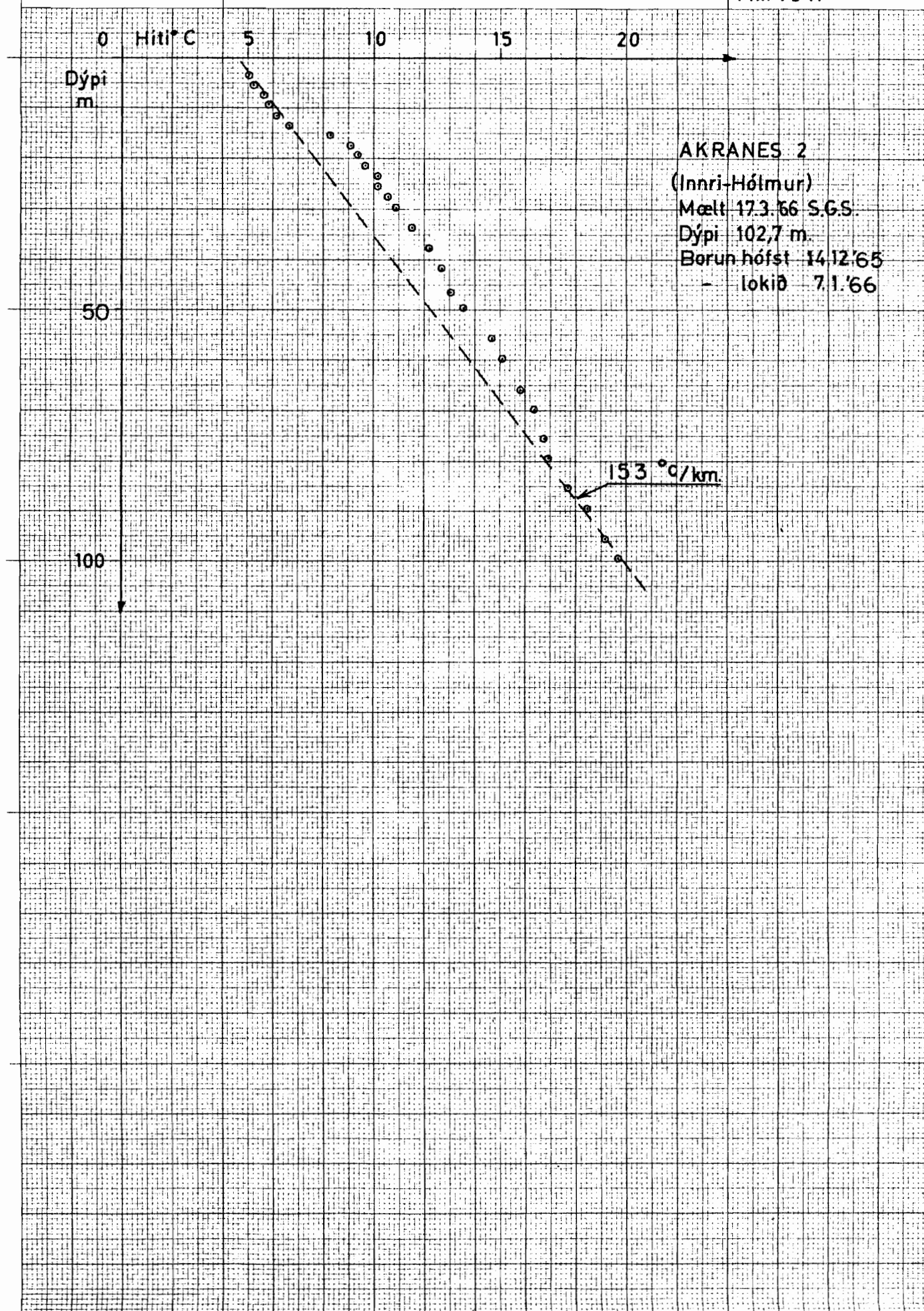
J-Hitam. J-Akranes

Tnr.458 Tnr.11

Fnr. 7340



Hitamælingar i borholum



AKRANES 2  
 (Innri-Hólmur)  
 Mælt 17.3.66 S.G.S.  
 Dýpi 102,7 m.  
 Borun hófst 14.12.'65  
 - lokið 7.1.'66

153 °C/km.

RAFORKUMÁLASTJÓRI

Jarðhitadeild

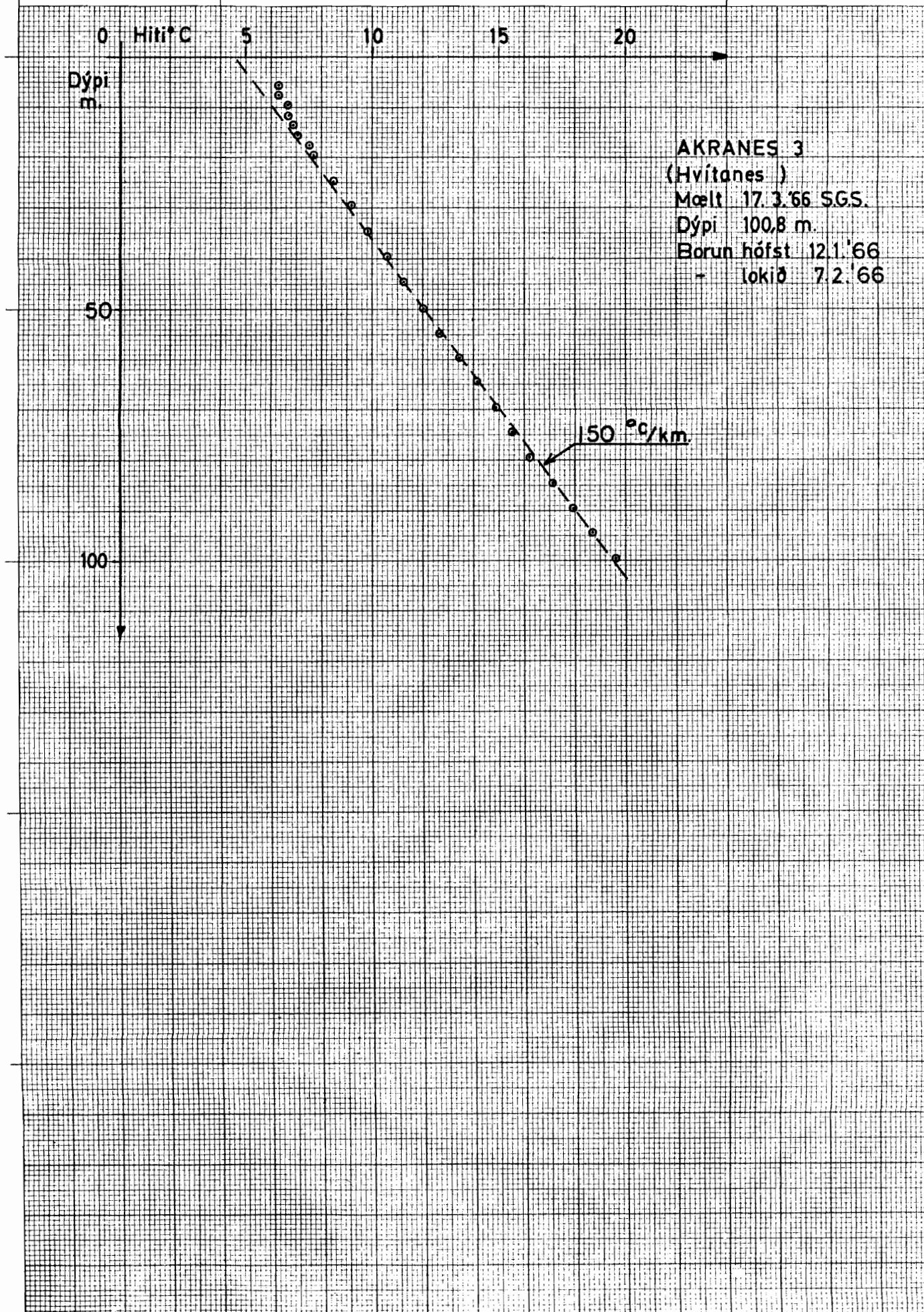
Hitamælingar í borholum

9. 5. 66 SGS / HF

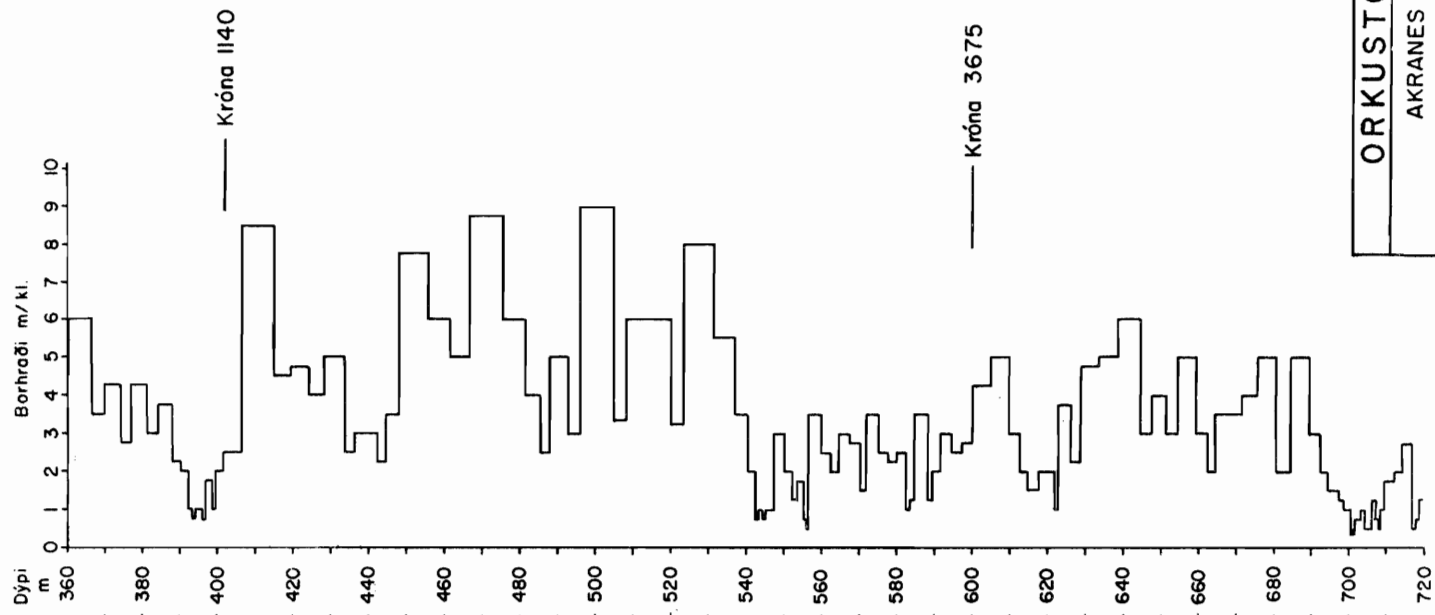
J-Hitam. J-Akranes

Tnr.460 Tnr.13

Fnr. 7342

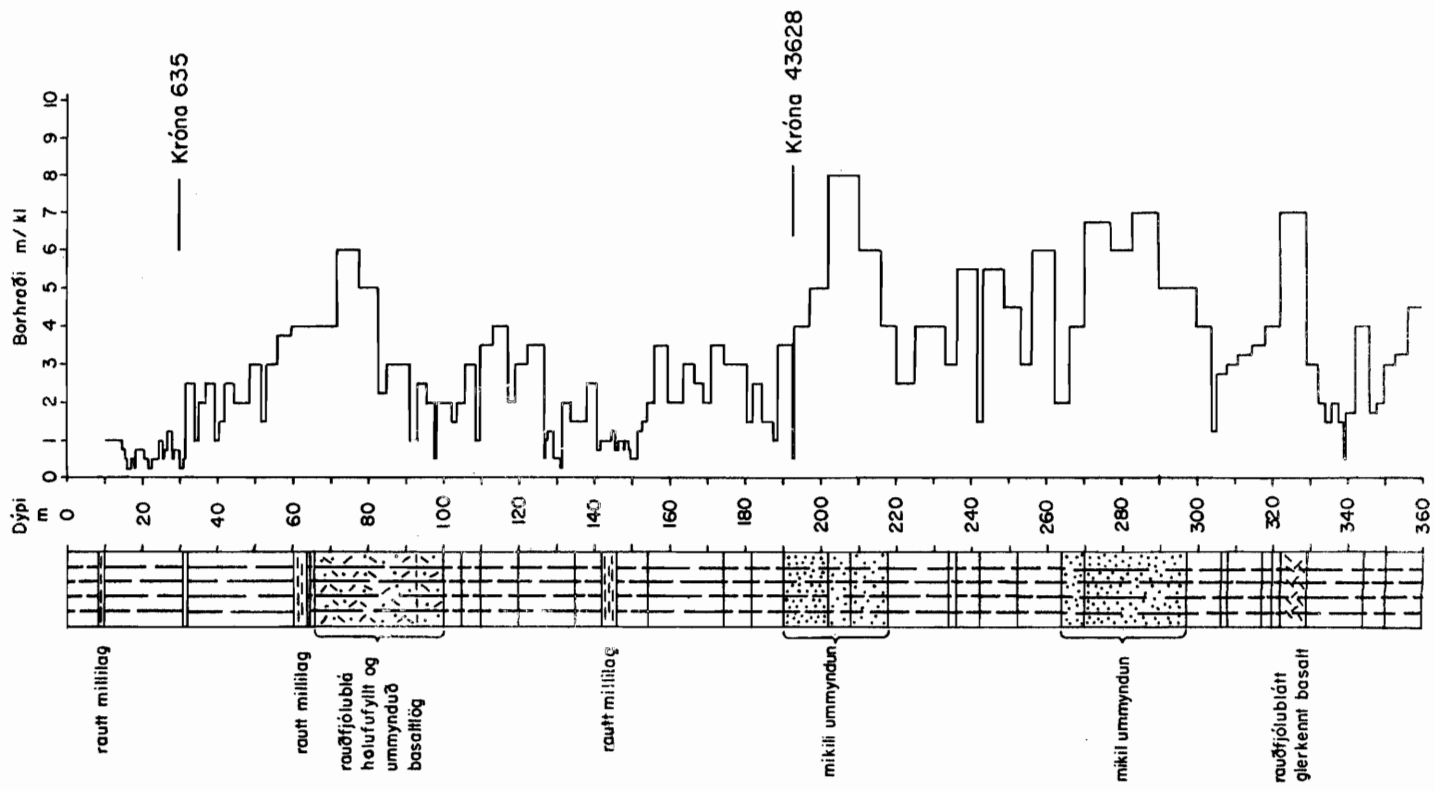


AKRANES 3  
(Hvítanes )  
Mælt 17. 3. '66 SGS.  
Dýpi 100,8 m.  
Borun hófst 12. 1. '66  
- lokið 7. 2. '66



Króna 1140

Króna 3675



Króna 635

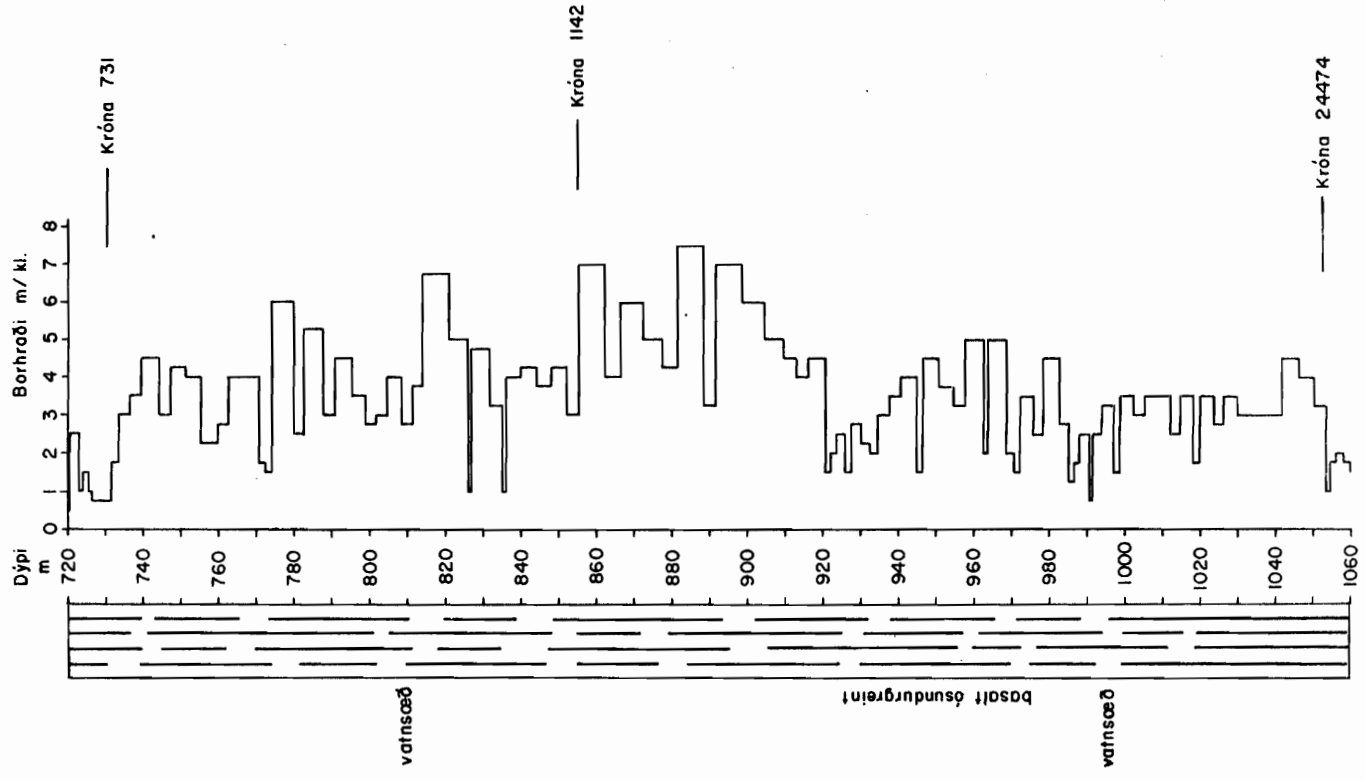
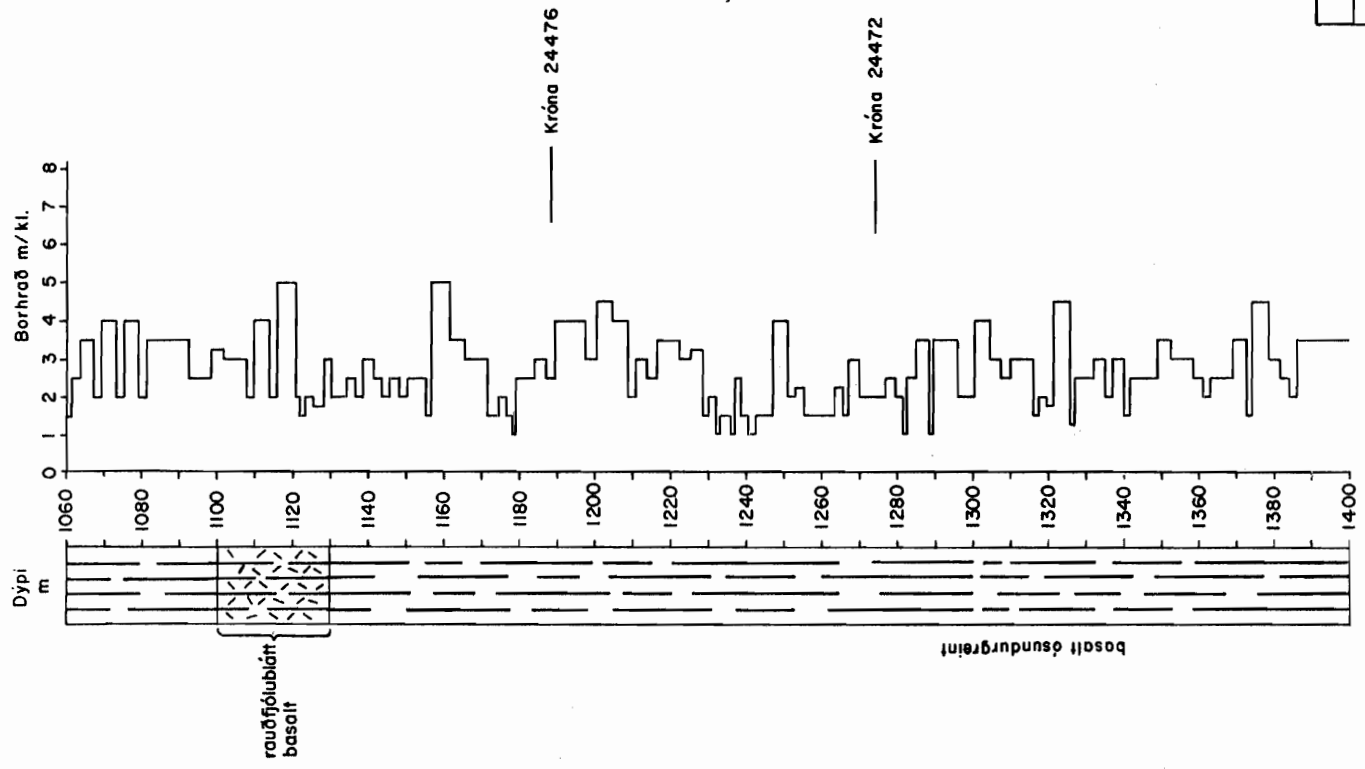
Króna 43628

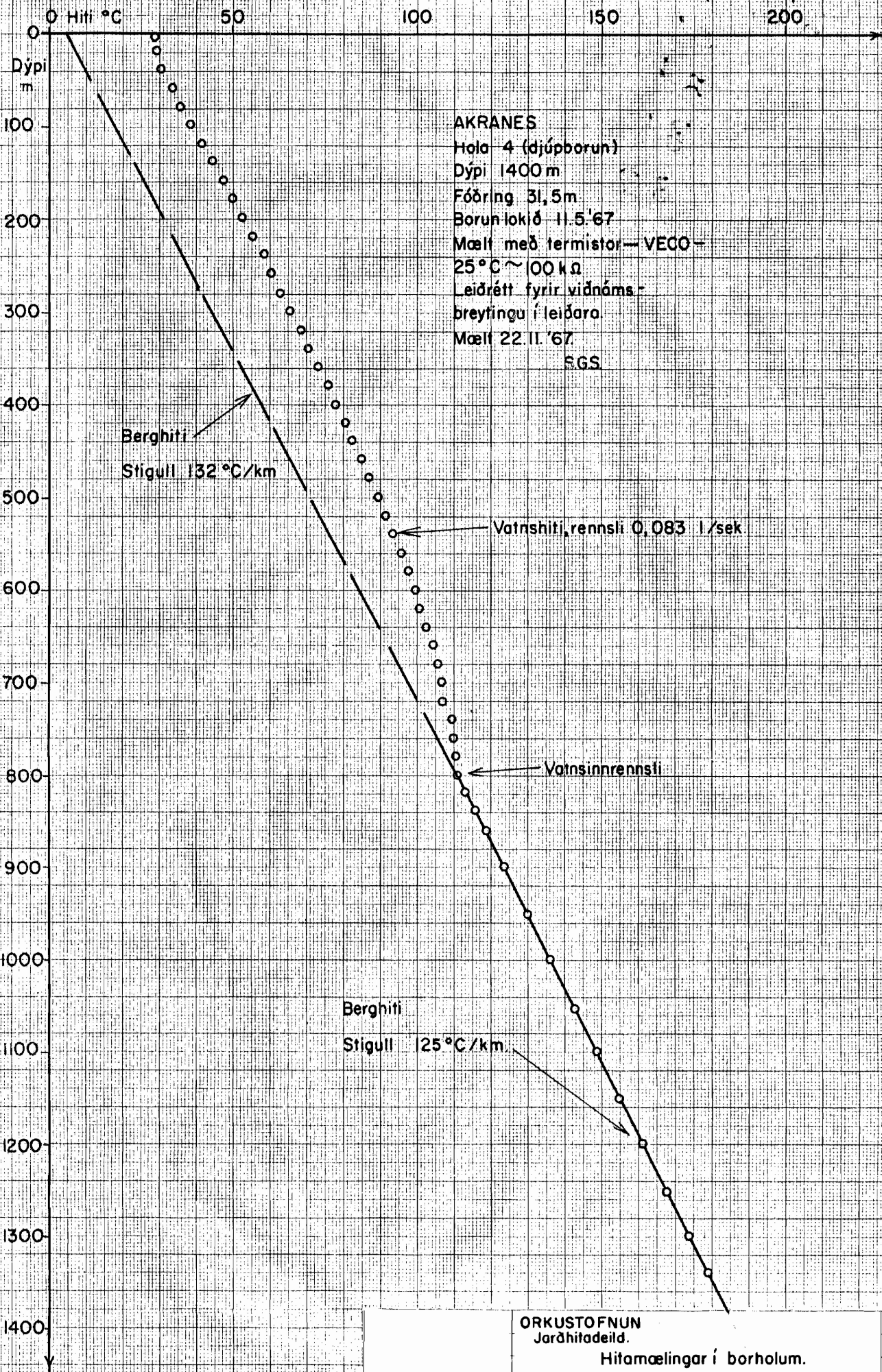


ORKUSTOFNUN

AKRANES HOLA IV  
 Borholusnið, borhraði

Blöð 2 of 2 J-Akranes 26  
 15.12.67 MS/S Tor. 26 Fnr. 8247

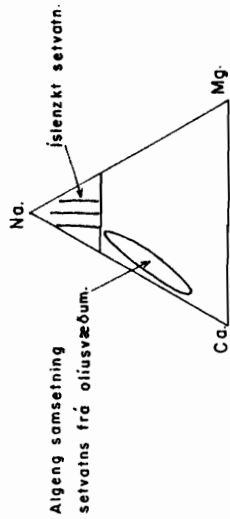




ORKUSTOFNUN  
 Jarðhitadeild.

Hitamælingar í borholum.

29.11.'67 SGS/PJ  
 Trn. 569 Trn. 24  
 J—Hitam. J—Akranes  
 Fnr. 8216



DREIFING Na, Ca OG Mg í ÍSLENZKU SETVATNI.

- Akranes Hala IV
- x Sjóðr.
- Vestmannaeyjar.
- Húsavík.
- \* Leirá.

