

Orkustofnun
Jarðhitadeild

KRÍSUVÍKURÁETLUN 1970 - 71

- Frumrannsókn, rannsóknarboranir og djúprannsókn -

Eftir

Stefán Arnórsson

og

Stefán G. Sigurmundsson

Jan. 1970

KRÍSUVÍKURAETLUN 1970 - 71

- Frumrannsókn, rannsóknarboranir og djúprannsókn -

Eftir

Stefán Arnórsson

og

Stefán G. Sigurmundsson

Jan. 1970.

04.03.1970

Þar sem beiðni hefur borizt frá nokkrum aðilum um að fá afrit af meðfylgjandi skýrslu, sem var í upphafi eingöngu rituð sem vinnuskýrsla innan Orkustofnunar, þykir tilhlýðilegt að gera nánari grein fyrir tilgangi hennar.

Skýrslan er saman sem útfærsla á hluta af skýrslu jarðhitadeilda Orkustofnunar, Aætlun um rannsókn háhitasvæða, ág. 1969, en þar var ráðgert að skipulögð frumrannsókn og djúprannsókn skuli fyrst gerð á Krísvíkursvæði af þeim háhitasvæðum, sem ráðgert er að rannsaka. Í meðfylgjandi skýrslu eru teknar saman niðurstöður fyrri rannsóknna á Krísvíkursvæði og gerðar tillögur um frekari rannsóknir, sem eru ætlaðar sem rammi fyrir þá starfsmenn Orkustofnunar, sem munu taka þátt í vœtanlegri rannsókn með tilliti til framkvæmda og kostnaðar. Aftur á móti felur skýrslan á engan hátt á sér, að ákvörðun hafi verið tekin um framkvæmdir við rannsókn.

Varðandi framvindu rannsóknna á Krísvíkursvæði virðist nú líklegt, að frumrannsókn verði unnnin á þessu ári, en djúprannsókn hafst ekki fyrr en eftir a.m.k. eitt ár.

Efnisyfirlit

	bls.
0. Ágrip	1
1. Inngangur	2
2. Stóraðarannsóknar	2
2.1 Inngangur	2
2.2 Jarðfræðikort	3
2.3 Efnagreiningar á vatni og gasi	3
2.4 Segulmælingar	4
2.5 Rafleiðnimælingar	4
2.6 Smáskjálftar og suða og órði í bergi	5
2.7 Innrauð varmägeislun	5
2.8 Þyngdamælingar	5
2.9 Jarðsveiflumælingar	6
2.10 Boranir í Krísvík	6
2.11 Þverskurður af svæðinu í Krísvík	8
3. Tímaáætlun og skipulag fyrir frekari rannsóknir	9
4. Frumrannsóknar	10
4.1 Jarðfræðikort	10
4.2 Efnagreiningar	11
4.3 Hitamælingar, innrauð varmägeislun	11
4.4 Rafleiðnimælingar	11
4.5 Segulmælingar	11
4.6 Smáskjálftar	12
4.7 Kostnaður og starfslið	12
5. Verklýsing fyrir 800 m rannsóknarholur	13
5.1 Inngangur	13
5.21 Borplan og kjallari	13
5.22 Borun 0-10 m	14
5.23 Borun 10-250 m	14
5.24 Borun 250-800 m	15
5.25 Kjarnataka	15

Efnisyfirlit, frh.

	bls.
6. Djúprannsókn - rannsókn á borholum	18
6.1 Jarðlagasnið	18
6.2 Ummyndun	18
6.3 Hitamælingar	18
6.4 Kónnun vatnsæða	19
6.5 Efnagreining á vetni og gasi	19
6.6 Aflmæling	19
6.7 Kostnaður og starfslið	19
6.8 Forsendur kostnaðaráætlunar um rannsóknir á borholum	20
7. Lokaorð	21
7.1 Heildarkostnaður	21
7.2 Fjárbörf og sérfræðingabörf	21
7.3 Bortæki fyrir borun rannsóknarhola	23

Töflur

bls.

Tafla 1	Boranir í Krísuvík	7
Tafla 2	Áætlaður kostnaður við frumrannsókn og starfslið	13
Tafla 3	Rannsóknarborholur, kostnaðaráætlun A	15
Tafla 4	Rannsóknarborholur, kostnaðaráætlun B	16
Tafla 5	Rannsóknarborholur, kostnaðaráætlun C	17
Tafla 6	Öflun skolvatns í Trölladyngju	17
Tafla 7	Borkostnaður við mismunandi jarðfræði- legar aðstæður	17
Tafla 8	Áætlaður kostnaður við djúprannsókn og starfslið	20
Tafla 9	Heildarkostnaður	21
Tafla 10	Yfirlit yfir fjárpörf 1970 og fyrri hluta árs 1971	22

Skýringar með myndum

- Mynd 1: Afstöðumynd, dreifing jarðhita á Krísvíkursvæði.
- Mynd 2: Dreifing CO_2/H_2 og $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ í hveralofti á Krísvíkursvæði.
- Mynd 3: Segulsvið á Krísvíkursvæði.
- Mynd 4: Rafleiðnimælingar á Krísvíkursvæði.
- Mynd 5: Dreifing smáskjálfta á Krísvíkursvæði.
- Mynd 6: Suða og örði í bergi í Krísvík.
- Mynd 7: Þyngdarsvið á Krísvíkursvæði, mælipunktar.
- Mynd 8: Þyngdarsvið á Krísvíkursvæði, kort
- Mynd 9: Hitamæling, borhola H1 (G-1), Seltún.
- Mynd 10: Hitamæling, borhola H2 (G-2), Seltún.
- Mynd 11: Hitamæling, borhola H3 (G-3), Seltún.
- Mynd 12: Hitamæling, borholia A, Seltún.
- Mynd 13: Hitamæling, borhola B Austurengi.
- Mynd 14: Jarðlagasnið, borhola H1 (G-1), Seltún.
- Mynd 15: Jarðlagasnið, borhola H2 (G-2), Seltún.
- Mynd 16: Jarðlagasnið, borhola H3 (G-3), Seltún.
- Mynd 17: Þverskurður (Hveradalir-Seltún-Skátaskáli) af hluta jarðhitasvæðisins í Krísvík.
- Mynd 18: Tímaáætlun. Áætlun um rannsóknarboranir og rannsóknir.

KRÍSUVÍKURÁETLUN 1970-1971

O. AGRIP

Tilgangur rannsóknar jarðhitasvæðisins Krísuvík^x er að kanna útbreiðslu heits bergs og vatns á þessu svæði, berghita, vatnsforða heita bergsins og gegndræpni þess, en niðurstöður slíkrar könnunar eru nauðsynleg undirstaða fyrir raunhæfar áætlanir um nýtingu jarðvarmans í stórum stíl.

Rannsókninni er skipt í two þátti, frumrannsókn og djúprannsókn. Í frumrannsókn er beitt ýmsum jarðfræði-, jarðefnafræði- og jarðeðlisfræðilegum aðferðum til þess að kanna útbreiðslu jarðhita og breytingu á berghita innan svæðisins. Gögnum fyrir djúprannsókn er eingöngu gerlegt að afla með borunum, sem gerir hana miklu kostnaðarsamari en frumrannsókn. Með djúprannsókn fæst sein vitneskja um berghita og gerð jarðлага, nokkrar upplýsingar um vatnsforða bergsins og gegndræpni þess, og með borun einnar reynsluholu fyrstu upplýsingar um fððrun og afkastagetu vinnsluhola.

^x Mælt er með að orðið Krísuvíkursvæði sé notað sem samheiti á jarðhitasvæðum þeim sem eru í nágrenni Krísuvíkur, við Trölladyngju og milli Sveifluháls og Vesturháls.

1. INNGANGUR

Eftirfarandi áætlun grundvallast á skýrslu jarðhitadeildar "Áætlun um rannsóknir á háhitasvæðum", en súlikar rannsóknir eru nauðsynleg undirstaða fyrir raunhæfar áætnair um vinnslugetu einstakra jarðhitasvæða. Í skýrslunni um 5 ára rannsóknir 11 háhitasvæða eru rannsóknir einstakra svæða tímasettar með tilliti til í hvaða röð þessi svæði yrðu hugsanlega virkjuð. Könnun Krísvíkurvæðisins verður fyrst í þessari 5 ára áætlun, en ásamt Hengilsvæðinu, er talið líklegt, að nýta megi varma af þessum svæðum fyrir orkufrekan iðnað og þéttbýlið á höfuðborgarsvæðinu í náinni framtíð. Könnun á Hengilsvæðinu er lengra á veg komin og til þess að gera megi samanburð á þessum svæðum er brýnt að kanna Krísvíkurvæðið sem fyrst.

Að vísu hefur ekki fengizt bein reynsla af hversu langan tíma könnun einstakra háhitasvæða tekur áður en gerlegt er að hefja nýtingu, en líklegt er talið, að það sé 3-5 ár og fyrir Krísvíkurvæðið með þeirri þekkingu, sem þegar hefur fengizt þar, 2-4 ár. Eigi jarðhitadeild að gefa umsögn um í náinni framtíð, hvort arðvænlegt sé að nýta ofangreint jarðhitasvæði, ætti því að vera ljóst, að þörf er á að gera áætlun um að fullgera könnun þess sem fyrst, ef hún tekur enn a.m.k. 2 ár.

2. STÁÐA RANNSÓKNA

2.1 Inngangur

Ýmsar athuganir hafa verið gerðar á jarðhita í Krísvík og Trölladyngju á undanförnum árum, en þær eru mjög slitróttar og gefa takmarkaðar upplýsingar, enda eru nær allir liðir þessara athugana langt í frá að vera fullunnir og stafar það mest af því, að rannsóknir á Krísvíkurvæðinu hafa verið unnar í hjáverkum vegna

þess að önnur verkefni hafa setið í fyrirrúmi hjá jarðhitadeild. Hér á eftir er lauslega drepið á stöðu ýmissa rannsókna, sem gerðar hafa verið á umræddu jarðitasvæði.

2.2 Jarðfræðikort

Útivinnu við gerð jarðfræðikorts er sem næst lokið, en úrvinnsla er eftir. Mun þetta kort sýna útbreiðslu bergmyndana, sprungur og misgengi og útbreiðslu jarðhita og ummyndað berg á yfirborði af völdum jarðhita.-

Upplýsingar, sem fá má af jarðfræðikorti eru fyrst og fremst dreifing jarðhita, tengsl hans við bergmyndanir, sprungur og misgengi. Ennfremur má gera gróf jarðlagsnís eftir kortinu.

2.3 Efnagreiningar á vatni og gasi

Almennum efnagreiningum á vatni og gasi er að miklu leyti lokið, en greiningar á tvívetni og þívetni að mestu eftir.

Efnagreiningar á gaši sýna, að mjög regluleg dreifing er á hlutfallinu CO_2/H_2 innan svæðisins (mynd 2) en með auknum hita lækkar þetta hlutfall. Samkvæmt þessum efnagreiningum virðist berghiti hæstur í suðurenda Kleifarvatns (mjög gróflega ágizkað 250°C), en lækkar svo vestur fyrir Sveifluháls, þar sem hann er svipaður og í Trölladyngju (mjög gróflega ágizkað 200°C). Nauðsynlegt er að fá niðurstöður af tvívetnismælingum til að kanna berghita betur með frumrannsókn.

Samkvæmt efnagreiningum á vatni úr borholu 14 í Krísvík er djúpvatnið á þessu svæði nokkuð saltara en almennt gerist á háhitasvæðum (700 ppm Cl^-). Vegna mikils magns brennisteinsvetnis er þetta vatn óhæft til neyzlu

og blöndun við kalt vatn kemur heldur ekki til greina, ef nýta á vatnið til húshitunar. Slik blöndun hefði f för með sér útfellingu kísils og auk þess mætti húast við, að vatnið yrði mjög tærandi vegna oxunar (oxidering) á brennisteinsvetni í súlfat.

2.4 Segulmælingar

Segulmælingum úr lofti er lokið, en gert er ráð fyrir frekari mælingum á jörðu (mynd 3). Ekki kemur fram áberandi samsvorun lágs segulsviðs, og jarðhita á yfirborði. Styrkleiki segulsviðsins er svipaður og annars staðar á landinu, þar sem jarðhita er ekki að finna.

Árið 1960 voru gerðar nokkrar segulmælingar í Krísuvík (sjá Fnr. 5194-99). Voru þá mældar 12 línum á svæðinu frá Kleifarvatni og skammt suður fyrir Grænavatn og vestur fyrir Sveifluháls. Mælilínur eru ekki svo þéttar, að unnt sé að gera segulkort af svæðinu. Við ummyndun á bergi, einkum við háan hita, eyðist segulmögnun þess. Niðurstöður segulmælinga á Krísuvíkursvæðinu benda því til þess, að ummyndun sé ekki umfangsmikil undir yfirborði. Ef til vill er ummyndunin einkum bundin við lárétt lög, þar sem rennsli heits vatns er mest.

2.5 Rafleiðnimælingar

Árið 1962 voru gerðar nokkrar rafleiðnimælingar í Krísuvík (sjá Fnr. 6073). Voru mældar 4 línum, 2 í nágrenni Grænavatns, 1 lína um 2 km fyrir sunnan Grænavatn og 1 lína við suðvesturhorn Kleifarvatns. Niður á u.p.b. 150 m dýpi fannst ekki lágt eðlisviðnám við Grænavatn og þar fyrir sunnan eða 50-100 ohm.m. Sömuleiðis er eðlisviðnám ekki mjög lágt á u.p.b. 100 m dýpi við Kleifarvatn en er stöðugt lækkandi. Niðurstöður þessara mælinga skyldu skoðaðar með varúð. Næg gögn fundust ekki til að geta dæmt um gildi þeirra.

Dýptarmælingar voru gerðar á 5 stöðum haustið 1969 (mynd 4). Voru mælilínur staðsettar norðan Trölladyngju, á Selsvöllum um 3 km sunnan Trölladyngju, á Lækjavöllum vestan við Djúpavatn, við Koldunámur og undir Katli um 4 km fyrir sunnan Koldunámur. Ekki vannst tími til mælinga í Krísvík. Niðurstöður mælinganna sýna, að tiltölulega lágt eðlisviðnám er á öllum stöðunum (12-32 ohm.m) á 200-400 m dýpi (mynd 4).

2.6 Smáskjálftar og suða og órói í bergi

Bráðabirgðaniðurstöður af smáskjálftamælingum liggja fyrir (mynd 5). Sýna þær, að smáskjálftar eru langtíðastir við suðurenda Kleifarvatns, en þaðan liggja smáskjálftar aðallega á tveim línum til vesturs og suðvesturs eins og útbreiðsla jarðhitans er á yfirborði. Dýpi á skjálftana er 3-4 km.

Sumarið 1969 voru gerðar nokkrar mælingar á órói í bergi á Krísvíkursvæðinu í dalnum sunnan Kleifarvatns (tíðni 4-6/sek). Niðurstöður sýna (mynd 6), að óróinn og þar með suða er langmestur í nágrenni Austurengjahvers. Óróinn náði einnig hámarksgildum skammt vestur af Gestastaðavatni og við Lambatanga í Kleifarvatni. Þess má geta, að gashlutfallið $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ lækkar við aukna suðu á djúpvatni, ef gasið skilur sig úr vatninu við suðuna. Efnagreiningar á gasi benda til, að suða í bergi sé mest við Austurengjahver og í Seltúni.

2.7 Innrauð varmägeislun

Myndatöku úr flugvél er lokið af öllu svæðinu, en tími til úrvinnslu hefur ekki gefist.

2.8 Þyngdarmælingar

Þyngdarkort var gert af jarðhitasvæðinu og næsta nágrenni árið 1967 (myndir 7 og 8). Niðurstöður sýna, að þyngdarsviðið fer heldur vaxandi frá norðaustri til suðvesturs. Ekki er að sjá neitt augljóst samband milli dreifingu jarðhita og styrkleika þyngdar-sviðs.

2.9 Jarðsveiflumælingar

Fyrstu jarðsveiflumælingar hafa verið gerðar á þessu jarðhitasvæði (skotpunktur í Grænavatni). Benda niðurstöður til þess, að lághraðalög (v_p 3 km/sekk) séu allt að 1000 m þykk. Ætla mætti, að gerð lághraðalaga sé einkum hraunlög og móberg, tiltölulega lítið ummyndað og hölufyllt.

2.10 Boranir í Krísvík

Í Krísvík munu hafa verið boraðar 23 borholur (tafla 1). Heimildir um eldri boranir í Krísvík er að finna í dagbókum jarðborana ríkisins og skýrslum til Hitaveitu Hafnarfjarðar (1945-1948). Þessar heimildir eru ófullkomnar og ber ekki alltaf saman, en telja verður dagbækur jarðborana ríkisins upprunalegri heimild.

Fyrstu boranir í Krísvík voru gerðar undir stjórn Steinþórs Sigurðssonar. Þá voru 3 holur boraðar á árunum 1941-1942, allar skammt sunnan við Kleifarvatn. Vatn og gufa fékkst ekki úr þessum borholmum, en hitastigull var mjög hár í þeim öllum ($1^{\circ}\text{C}/\text{m}$). Boranir hófust aftur 1945 og var þá boruð hola fast sunnan við Austurengjahver, en hætt vegna hruns, þegar holan var 37 m djúp. Næsta hola var boruð í Seltúni og fékkst gufa úr henni, áætlað 200-400 kg/klst, en þessi hola varð 32 m djúp. Næstu tvær holur voru, einnig boraðar í Seltúni. Sú fyrri misheppnaðist af því að kjarnarör festist í henni, en gos kom í þá síðari, sem er aðeins two metra frá þeirri fyrri, og hefur hún gosið síðan. Ekkert er vitað um borun tveggja næstu holu. Tiunda holan (sjá töflu 1) var boruð í Seltúni, að því er best er vitað. Kom gufugos í holuna af minna en 50 metra dýpi, sem hætti þó fljóttlega. Ellefta holan var boruð í Hveradöllum með höggbor. Á 107 m dýpi mældist 150°C hiti. Holan gaus ekki af sjálfs-dáðum. Ekkert er vitað um tólfu holuna.

ÞAFLA 1 Boranir í Krísuvík

Borholu	Staður	Boruð mán/ár	Dýpi	Hiti í botni	Jarðlög
1	Suðurendi Kleifarvatns	1941	90	90°C	ummyndað
2	rétt ofan við skátaskála	1942	145	>130°C	ummyndað, þurrt, þétt
3	300 m suður af holu 2	1942	132	90-100°C	ummyndað, hart basalt
4	við Austurengjahver	10/1945	37	>100°C	jökulurð
5	Seltún	10/1945	32	?	
6	norðan lækjar, Seltún	11/1945	71	?	
7	2 m frá holu 6	12/1945	82	115°C/49 m	
8	?				
9	?				
10	Seltún	1947	98	?	
11	Hveradalir	1946/47	123	>150°C	ummyndað (hart 90-118m)
12	?				
13	Hveradalir	9/1948	36	?	
14	Seltún — #1/	8/1947 6/1948	142(?)	138°C/43m	ummyndað (grænt)
15	Hveradalir	8/1947	124	130°C/100m	
16	Seltún	9/1948	16		
17	Hveradalir	?	176		
18(A)	norðaustan Seltúns		49	49(?)	
19(B)	norðaustan Seltúns		129	110(?)	
20G-1	Seltún	1960	1272	183°C/900m	
21G-2	Seltún	1960	1220	167°C/1000m	
22G-3	norðan Seltúns	1960	330	148°C	
23	Hveradalir	1964	299		

5
6
7
8

Borhola 13 var boruð í Hveradölum og fíkkst gos úr henni. Borhola 14, sem er í Seltúni, hefur blásið um árabil, en afköst hennar eru léleg, lauslega áætlað 4-6 l/s af vatni við 100°C. Í þessari holu voru vatnsæðar á 20 m og 142 m dýpi. Hola 17, sem er í Hveradölum og var gerð vegna gróðrarstöðvarinnar, gaf 3 tonn af gufu á klst., er hún var 96 m djúp, en síðar 10 tonn á klst. Eftir að hún hafði verið dýpkuð í 176 m.

Arið 1960 voru 3 holur boraðar í Krísuvík með gufubor, allar í Seltúni og nokkuð nálægt hver annarri. Árangur þeirra borana er í stuttu málum sem hér segir. Borhraði var mjög breytilegur í efstu 400-500 metrunum, sem eru móberg, og náði allt að 60 m/klst. Einstöku sinnum urðu tafir vegna hruns. Fyrir neðan móbergið er basalt og þar er borhraði minni, fremur sjaldan yfir 10 m/klst. Gufugos fíkkst úr borholum G-1 og G-2, en þær stífluðust fljóttlega af hruni. Borhola G-1 var fóðruð niður á 310 m, G-2 niður á 248 m og G-3 niður á 212 m. Út frá borhraða er hins vegar ályktað, að fóðra þyrfti þessar holur niður á 700-900 m dýpi til þess að varna hruni. Lítið skoltap fíkkst í holu G-1 eða samtals um 8 l/s en nokkuð í holu G-2, 20-25 l/s, þar áf varð talsvert skoltap á u.p.b. 200 m dýpi. Í G-3 varð algert skoltap í botni. Hiti mældist mestur á u.p.b. 300 m dýpi í holum G-1 og G-2, 220-225°C. Fyrir neðan 500 m var hiti nokkuð undir 200°C, en breytist ekki teljandi niður á 1000 m. Gera má ráð fyrir, að ekki sé gerlegt að nýta vatnsæðar ofan við 600-700 m nema með því að setja götuð fóðurrör við þær.

2.11 Þverskurður af svæðinu í Krísuvík

A grundvelli þeirra athugana, sem gerðar hafa verið í Krísuvík er unnt að teikna mjög gróft þversnið af Krísuvíkursvæðinu þar frá VSV til ANA, sem liggur gegnum Hveradal, Seltún og við skátaskála (mynd 17). Fyrir aðra hluta svæðisins er þetta ekki gerlegt. Þennan þverskuð ber að túlka með fyllstu varúð og er tilgangur

með gerð hans eingöngu sá að gefa svipmynd af hluta jarðhitasvæðisins í Krísuvík eftir því sem núverandi niðurstöður leyfa. Helztu niðurstöður eru þessar:
Í Seltúni finnst hámarkshiti á um 300 m dýpi ($220-225^{\circ}\text{C}$). Hiti lækkar svo með dýpi niður í u.p.b. 500 m, en þar fyrir neðan er lítil breyting, þótt hiti sé samt nokkuð mismunandi milli hola G-1 og G-2. Í norðaustur frá Seltúni og allt að Kleifarvatni hjá skátaskálanum sýna hitamælingar í 5 grunnum borholum (48-145 m) mjög háan hitastigul (nálægt $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$). Á þessu svæði er samt óverulegan hita að finna á yfirborði, nema hverinn við skátaskálann. Í Hveradölum er hár hiti (meira en 150°C) á litlu dýpi, en þar er mikill jarðhiti á yfirborði.

Móberg nær niður á 400-500 m í borholum G-1 og G-2, en þar fyrir neðan og allt niður á 1272 m er basalt að langmestu leyti. Í heild virðist móbergið meira ummyndað en basaltið. Stórar vatnsæðar fundust ekki í G-1 og G-2.

Efnagreiningar á gasi benda til þess, að hærri hita megi fá með borun við sunnanvert Kleifarvatn heldur en í Seltúni og Hveradölum.

3. TÍMAAÆTLUN OG SKIPULAG FYRIR FREKARI RANNSÓKNIR

Rannsóknunum er skipt í two meginþætti, frumrannsókn og djúprannsókn. Tímasetning einstakra liða frumrannsóknar og djúprannsóknar er sýnd á mynd 18. Frumrannsóknin er sjálfstæður þáttur, en djúprannsókn er háð niðurstöðum frumrannsóknar að því leyti, að niðurstöður frumrannsóknar, sem enn eru ófengnar verða nýttar við staðsetningu rannsóknarborhola utan þeirra tveggja, sem fyrst verða boraðar. Með því að tryggja tímanlega nauðsynlegan starfskraft, sem jarðhita-deild hefur til að vinna að frumrannsókn, virðist ekkert því til fyrirstöðu, að hún standist áætlun fáist fjárveiting

ekki seinna en í janúarlok. Tekið hefur verið tillit til þess að mælingar tefðust, ef seint voraði. Eigi djúprannsókn að hefjast með borun 1. júlí, eins og gert er ráð fyrir, þarf að gera ráðstafanir til þess að útvega bor ekki seinna en í janúar og sömuleiðis að panta efni fyrir frágang á borholum á sama tíma. Að öðrum kosti tefjast boranir. Á það skal bent, að bortæki er ekki til í eigu jarðborunardeildar Orkustofnunar, sem þarf til að bora grannar rannsóknarholur í 800 m dýpi. Til þess þyrfti bor á bíl, nokkru stærri en Mayhew bor þann, sem jarðborunardeild á. Í athugun er að kaupa nýjan bor, sem á að geta borað grannar rannsóknarholur, 800 m djúpar og hreinsað vinnsluholur. Töf á að hefja borun hefur að sjálfsögðu í för með sér drátt á niðurstöðum af rannsókninni og e.t.v. einhvern aukakostnað, af því að gera má ráð fyrir heldur dýrari borun að vetri en sumri.

Á það skal bent, að þörf væri á að ákveða einhvern hámarks tíma, sem rannsókn einstaks svæðis á að taka. Framfarir á sviði rannsóknaraðferða jarðhitasvæða eru örarár og sé ekki farið að nýta niðurstöður rannsókna eftir t.d. 5 ár eða svo má gera ráð fyrir mikilli endurtekningu rannsóknar, þar sem nýjar aðferðir veita vissari upplýsingar en eldri aðferðir.

4. FRUMRANNSÓKN

4.1 Jarðfræðikort

Unnið verður að úrvinnslu jarðfræðikorts og þversnið gerð, sem eru grundvölluð á útbreiðslu bergmyndana á yfirborði. Af jarðfræðikorti má sjá útbreiðslu bergmyndana, brotlínur, dreifingu jarðhita og jarðhitaummyndunar, en þessar upplýsingar eru mjög gagnlegar fyrir staðsetningu á borholum.

4.2 Efnagreiningar

Haldið verður áfram efnagreiningum á vatni og gasi og þá sérlega ákvörðun á tvívetni og þrívetni. Niðurstöður efnagreininga gefa upplýsingar um berghita (tvívetni, CO_2/H_2) og einhverja mynd af rennsli vatns innan svæðisins.

4.3 Hitamælingar, innrauð varmägeislun

Unnið verður að túlkun innrauðra mynda og hiti mældur í jarðvegi í yfirborði til þess að kanna frekari útbreiðslu jarðhita á yfirborði.

4.4 Rafleiðnimælingar

Gert er ráð fyrir að mæla nokkrar dýptarmælingar viðs vegar á jarðhitasvæðunum og í nágrenni þeirra til þess að fá grófa hugmynd um útbreiðslu heits bergs niður á u.p.b. 600 m dýpi. Síðan verða jaðrar heitra svæða kortlagðir með lengdarmælingum með 600 m skautabili. Síðast verða gerðar lengdarmælingar með 300 m skautabili á þeim svæðum, sem eðlisviðnám mældist lægst með lengdarmælingum með 600 m skautabili.

Niðurstöður rafleiðnimælinga munu gefa til kynna útbreiðslu heits bergs niður á u.p.b. 600 m. Að viðbættum hitamælingum í borholum má gera ráð fyrir, að rafleiðnimælingarnar segi eitthvað um breytileika á gleypni bergsins milli einstakra hluta svæða af því að eðlisviðnám lækkar eftir því sem vatnsmagnið (og þess vegna gleypnin) eykst í bergenú.

4.5 Segulmælingar

Unnið verður úr flugsegulmælingum og frekari segulmælingar gerðar á jörðu. Lögð verður áherzla á að kanna sveiflur í segulsviði yfir svæðum, þar sem jarðhitaummyndun er mikil á yfirborði og enn fremur kortlagningu misgengja, þar sem jarðfræði verður ekki komið við.

Segulmælingar gætu gefið til kynna legu ummyndaðs bergs með eyddum seguljárnsteini (magnetít), en seguljárnsteinn leysist upp í heitu vatni, sem inniheldur brennistein og því hraðar sem magn brennisteins er meira og vatnið meira raflækkandi (reducing). Ætla má, að vatn sé meira raflækkandi og innihaldi meiri brennistein eftir því sem hiti er hærri. Stærð segullægðar yfir jarðhitasvæði ætti að aukast með auknum berghita og aldri jarðhitans.

4.6 Smáskjálftar

Haldið verður áfram úrvinnslu smáskjálftamælinga. Talið er, að dreifing smáskjálfta geti gefið vísbindingar um stærð jarðhitasvæðisins og legu jarðhitans. Gert er ráð fyrir að úrvinnsla fari fram sem hluti af viðtækari úrvinnslu smáskjálftamælinga frá ýmsum háhitasvæðum.

4.7 Kostnaður og starfslið

Kostnaður við einstakar rannsóknaraðferðir er sýndur í töflu 2. Þessi kostnaður er tekinn óbreyttur úr skýrslu um "Aætlunar um rannsóknir háhitasvæða" (Sv.B., ág. 1969) að undanteknum liðnum um jarðfræðikort, sem hefur verið lækkaður um 40 þús. kr. Þessari upphæð var aftur bætt á djúprannsókn, jarðfræði vegna vals á borholum. Frekari sundurliðun kostnaðar einstakra rannsóknaraðferða er að finna í ofangreindri skýrslu.

Fyrir frumrannsókn er áætluð þörf sérfræðinga í jarðeðlisfræði 33 mannvíkur, í jarðfræði 14 mannvíkur og jarðefnafræði 6 mannvíkur.

TAFLA 2 Aætlaður kostnaður við frumrannsókn og starfslið

Rannsóknaraðferð	Tími vikur	Mælingar og úrvinnsla	Aðkeypt	Kostn. alls	
	S	Mannvikur	Kostn. þjón. þ.kr.	þ.kr.	
Smáskjálfar	6	6	3	120	120
Innrauð varmägeislun	5	6		88	88
Efnagreiningar	4	6	4	185	265
Segulmælingar	18	10	21	578	578
Jarðfræðikort	8	8	14	325	325
Rafleiðnimælingar	17	17	73	1692	<u>1692</u>
					<u>Alls: 3373</u>

5. VERKLÝSING FYRIR 800 M RANNSÓKNARHOLUR

5.1 Inngangur

Aætlað er að bora rannsóknarholur með múffulausum borstöngum, gegnum pakkdós, þannig að hægt sé að bora í blásandi holu. Þvíð er að velja þá staði er bora skal tvær fyrstu holurnar. Við staðsetningu annarra hola verður tekið tilit til niðurstaða af frumrannsókn og borun fyrri rannsóknarhola.

Hola 5 verður við suðurenda Kleifarvatns.

Hola 6 verður í Trölladýngju nálægt Höskuldarvöllum.

Ekki er talið tímabært að gera verkáætlun fyrir reynsluholu.

5.2 VERKAFANGAR

5.21 Borplan og kjallari

Steyptur skal kjallari (innanmál 160 x 260 x 150) veggþykkt 20 cm. Á innri kant ca. 15 cm frá brún, er fellt í steypuna 2" vinkiljárn, sem stoðfesta, ef holan verður látin blása. Einnig skal steypa U-lagaða teina, með hæfilegu millibili upp vegginn fjærst holunni, þannig að nothæft verði sem stigi. Standi kjallarabotn ekki á föstu, skal reyna að grafa á fast og steypa rör upp í botninn. Útbúa skal mátu-

lega stórt plan kringum kjallarann fyrir borinn og þau tæki sem honum fylgja. Lagður sé vegur að borplani ef með þarf.

5.22 Borun 0-10 m.

Borað með $12\frac{1}{4}$ " krónu. Föðrað með 10" stálröri. Gengið frá holutoppi fyrir pakkdós.

5.23 Borun 10-250 m.

Borunin verður háð hitastigi í holunni, einnig hruni og leka.

- a) Ef dýpi á 100° C er meira en 100 m.

Borað með $6\frac{1}{4}$ " krónu í 100° C eða mest 250 m. Föðrað með 4" vatnsrörum skrúfuðum. Föðringin steypt í topp.

- b) Ef dýpi á 100° C er minna en 100 m.

Borað með $6\frac{1}{4}$ " í 100° C. Holan víkkuð með $9\frac{7}{8}$ " Föðrað með 8" vatnsrörum. Föðringin steypt í topp. Borað með $6\frac{1}{4}$ " í 250 m, ef gufuprýstingur er ekki orðinn hættulegur. Föðrað með 4" vatnsrörum skrúfuðum. Föðringin steypt í topp.

- c) Ef bor lendir í vandræðum vegna hruns og leka, sem illmögulegt er að hemja, er skotið inn auka föðringum.

Borað er eins langt og auðið er með $6\frac{1}{4}$ ". Holan víkkuð með $9\frac{7}{8}$ " og föðrað með 8" vatnsröri. Þá er borað eins langt og hægt er með $6\frac{1}{4}$ ", holan víkkuð með $7\frac{7}{8}$ " og föðrað með 7" föðurrörum. Aftur er borað með $6\frac{1}{4}$ " í 250 m og föðrað með 4" vatnsröri. Æskilegast væri að til þessara aðgerða þyrfti ekki að koma, en í verstu tilfellum eru þessi úrræði fyrir hendi og jafnvel 3. aukaföðringin með $5\frac{1}{2}$ " föðurrör. Allar verða þessar föðringar að steypast í topp. Við hverja auka föðringu sem sett er í holuna þarf að ganga frá nýjum holutoppi fyrir pakkdósina.

5.24 Borun 250-800 m.

Borað með 3 7/8" í 800 m. Reyna verður eftir megni að komast hjá því að stífla þær æðar er kynnu að koma í holuna.

Gert er ráð fyrir að hengja 2 1/2" eða 3" leiðara í botn, á þeim holum, sem verða látnar blása.

5.25

Tekið skal kjarnasýni úr holunum á þeim stöðum er jarðfræðingur óskar.

TAFLA 3 Rannsóknarborholur Kostnaðaráætlun A

		kostn. þ. kr	kostn.alls þ. kr
1	Borplan og kjallari	100	100
2	Efni		
1	10" fóðurrör 10 m	2000/-	20
2	4" fóðurrör 250 m	400/-	100
3	Holuloki 4"		20
4	Flansar og millistykki		30
5	Boltar og pakkningar		5
6	Sement 300 pk	140/-	42
			217
3	Borun og fóðrun		
1	Flutningur og uppsetn. bors	3 d	66
2	Borun 0-10 m og fóðrun	1 d	22
3	Borun 10-250	5 d	110
4	Fóðrun 10-250 m	2 d	44
5	Borun 250-800 m	12	264
6	Frágangur	2 d	44
7	Bílakostnaður	800/-	20
8	Dæluleiga	500/-	13
			583
4	Kjarnataka 3 kjarnar	40	40
5	Aðkeypt þjónusta		
1	Flutningur	50	
2	Verkstæðisvinna	40	60
6	Fæðiskostn MD	60	60
		Alls	1.060

TAFLA 4 Rannsóknarborholur Kostnaðaráætlun B

			kostn. þ. kr	kostn. alls þ. kr
1	Borplan og kjallari		100	100
2	Efni			
1	10" fóðurrör 10 m	200/-	20	
2	8" vatnsrör 50 m	1200/-	60	
3	7" fóðurrör 150 m	900/-	135	
4	4" fóðurrör 250 m	400/-	100	
5	Holuloki 4"		20	
6	Flansar og millistk.		30	
7	Boltar og pakningar		5	
8	Sement 400 pk	140/-	56	
9	Gel 30 pk	700/-	21	489
3	Borun og fóðrun			
1	Flutningur bors og uppsetning	3 l	66	
2	Borun 0-10 m og fóðrun	1 d	22	
3	Borun 10-250 m	15 d	330	
4	Fóðrun 0-250 m	2 d	44	
5	Borun 250-800 m	14 d	308	
6	Frágangur	2 d	44	
7	Bílakostnaður 37 d	800/-	30	
8	Dæluleiga	500/-	19	
9	Öflun skolvatns		156	1019
4	Kjarnataka, 3 kjarnar		40	40
5	Aðkeypt þjónusta			
1	Flutningur		60	
2	Verkstæðisvinna		30	90
6	Fáðiskostnaður 111 MD	800/-	89	89
				<u>Alls 1827</u>

TAFLA 5 Rannsóknarborholur Kostnaðaráætlun C

Kostnaður eins og í kostnaðaráætlun A eða B nema eftirfarandi efniskostnaður og vinna sem verður vegna fóðrunar með 2 1/2" í botn.

		P. kr.
2	Efni	
	500 m 2 1/2" vatnsrör	200/-
	100 m 2 1/2" vatnsrör götuð	400/-
		100
		40
3	Borun og fóðrun	
	Fóðrun 200-800	2 d
	Bílakostn. 2d	800/-
		44
		2
5	Aðkeypt þjónusta + rafsuða	40
6	Fæðiskostn 6 MD	800/-
		5
	Alls	231

TAFLA 6 Öflun skolvatns í Trölladyngju

	P. kr.
Höggbor 20 m	200
Djúpdæla	1500/-
Leiðsla 3" plast, 500 m	63
	48
Alls	311

TAFLA 7 Borkostnaður við mismunandi jarðfræðilegar aðstæður

Borun í ummyndað berg	kostnaðaráætl. A	1060
Borun í ummyndað berg og djúpfóðrun	"	A+C
Borun í hrungjörn lög og hraun	"	B
Borun í hrungjörn lög og hraun og djúpfóðrun	"	B+C
		1291
		1827
		2058

6. DJÚPRANNSÓKN - RANNSÓKN Á BORHOLUM

6.1 Jarðlagasnið

Unnið verður að gerð jarðlagasniða um leið og borað er. Niðurstöður sýna útbreiðslu bergmyndana á mismunandi dýpi, en ásamt borhraða og skoltapi eru þessar niðurstöður nauðsynleg undirstaða fyrstu raunhæfra áætlana um dýpt og fóðrun vinnsluhola og líklegan kostnað fyrir frekari boranir, svo og gerð vatnsæða og gleypni bergsins.

6.2 Ummyndun

Athugun á ummyndun gefur óbeinar upplýsingar um vatnskerfi jarðhitavæða, færslu þeirra með tíma og breyttingar á hitaástandi berggrunnsins. Vitað er, að greina má ákveðna lagskiptingu í ummynduðu bergi á 3 jarðhitavæðum hérlandis og að þessi lagskipting stendur í nánu sambandi við hita. Búast má við, að aukinn vatnsforði í bergeninu flýti fyrir ummyndun. Einnig má búast við meiri ummyndun eftir því sem jarðhitavæðið er eldra. Athugun á ummyndun hefur verið sáralítið sinnt á jarðhitadeild, en slik athugun er mjög háð tiltölulega dýrum tækjum. Sá er þetta ritar hefur þó haft aðgang að slíkum tækjum á Raunvisindastofnun Háskólags en þessar athuganir eru tímafrekar. Í áætlun er gert ráð fyrir, að allar efnagreiningar séu aðkeypt þjónusta, en að eingöngu úrvinnsla sé unnin af sérfræðingum á jarðhitadeild. Það hefur ekki verið tryggt, að þessi þjónusta fáist.

6.3 Hitamælingar

Hitamælingar verða gerðar öðru hverju meðan borun stendur yfir. Slikar hitamælingar gefa til kynna, hvernig skolvatn hefur truflað hitaástand berggrunnsins, og afmarka vatnsæðar, sem skolvatn hefur tapað út í. Hitamælingar gerðar nokkru eftir borun sýna hita í berggrunni á mismunandi dýpi og tengsl hita við vatnsæðar.

6.4 Könnun vatnsæða

Söfnun djúpsýna, mæling á þrýstingi á mismunandi dýpi, vatnsborði og rennslismælingar við vatnsæðar eru flokkuð undir könnun vatnsæða. Þessar niðurstöður geta hugsanlega gefið upplýsingar um gegndræpni bergsins og um áhrif rennslis í einni holu á aðra.

6.5 Efnagreining á vatni og gasi

Efnagreiningar verða gerðar á gufu og vatni úr öllum borholum. Þessar efnagreiningar taka til eftirtalinna efna í vatni: SiO_2 , B, Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , HCO_3^- , CO_3^{--} , SO_4^- , H_2S , Cl^- , F^- , uppleyst efni. Einnig verður mælt pH, Eh, tvívetni og þívetni. Í gasi verður enn fremur greint CO_2 , H_2S , H_2 , O_2 , N_2 , CH_4 , Ar, og tvívetni. Breytingar á efnasamsetningu vatnsins milli borhola gefa óbeinar upplýsingar um rennslu neðanjarðar, vatnskerfi og hita. Einnig gefur efnasamsetning fyrstu ábendingu um líkur á útfellingu og tæringu á pípum.

6.6 Aflmæling

Áætlað er að gera aðeins fáar aflmælingar á rannsóknarborholunum í þeim tilgangi að sjá samband milli skoltaps við borun og afls holanna og enn fremur, hvort þessar holur séu aflmeiri á einum hluta svæðisins frekar en öðrum. Á hinn böginn er ráögert að gera tíðar aflmælingar á þeirri reynsluholu, sem áætlað er að bora. Þessum aflmælingum verður ekki lokið, þegar fyrsta áfanga rannsóknar lýkur 1. júní 1971.

6.7 Kostnaður og starfslið

Kostnaður vegna rannsókna á borholum er einkum á sviði jarðfræði og jarðefnafræði. Kostnaður einstakra rannsóknaraðferða ásamt nauðsynlegu starfsliði er sýndur í töflu 1Q. Kostnaður rannsóknar er um 16% af borkostnaði. Þörf er á jarðfræðingi í 28 mannvíkur fyrir djúprannsókn, jarðefnafræðingi í 22 mannvíkur og jarðeðlisfræðingi í 5 mannvíkur.

FAFLA 8 Aætlaður kostnaður við djúprannsókn og starfslið.

Rannsóknaraðferð	Tími Mælingar og úrvinnsla				Aðkeypt	Kostn.alls
	vikur	Mannvikur			þjón.	þ. kr.
	S	A		þ. kr.	þ. kr.	
Jarðfr. vegna vals á borholum	1	2		47,5		47,5
Jarðlagasnið	26	26	14	530	68	598
Ummyndun	11	11		165	340	505
Hitamælingar	3	3		45	162	207
Könnun vatnsæða	2	2	2	85		85
Efnagreiningar	8	8		120	185,5	305,5
Aflmælingar	3	3	2	100	28	128
(Holuútbúnaður						230)

Alls: 2106

6.8 Forsendur kostnaðaráætlunar um rannsóknir á borholum

Vikulegur kostnaður við sérfræðinga og aðstoðarmenn og bílakostnaður er eins og í skýrslu Sv.B. um "Aætlun um rannsókn háhitasvæða". Við gerð jarðlagasniða er áætlað, að sérfræðingur vinni úr 100 m á viku við fyrstu borholuna, en síðan 200 m á viku, en aðstoðarmaður úr 800 m á 7 vikum. Reiknað er með þunnsneið fyrir hverja 40 m og að hún kosti kr 400,-. Fyrir úrvinnslu á ummyndun er gert ráð fyrir meðalafköstum 600 m á viku.

Hitamælingar eru reiknaðar sem aðkeypt þjónusta með núverandi gjaldi á hitamælingabíl jarðhitadeildar. Kostnáður við efnagreiningar er hafður eins og í skýrslu um "Aætlun um rannsókn háhitasvæða", en gert er ráð fyrir 4 almennum efnagreiningum úr hverri borholu og einni á tívætni og þrívetni. Gert er ráð fyrir 4 aflmælingum á hverri borholu og að efnagreining fyrir hverja aflmælingu kosti kr. 1000.

7. LOKAORD

7.1 Heildarkostnaður

Heildarkostnaður á fyrsta áfanga rannsóknarinnar er sýndur í töflu 9. Þar er einnig sýnd þörf sérfræðinga til rannsóknanna.

TAFLA 9

	P.kr.	sérfræðingavikur jarðfr. j.eðl.j.efn.		
Frumrannsókn	3373	14	33	6
Borun 4-6 rannsóknarholu	7800			
Borun 1 reynsluholu	5500			
Djúprannsókn	2106	28	5	22
Umsjón með borun	450			
Umsjón með rannsóknum	300			
Alls	19529	42	38	28

Þörf er á sérfræðingi í 20 vikur til umsjónar með rannsóknum og aðstoðarmanni í 30 vikur til þess að fylgjast með borunum og útvega efni til þeirra.

Ofangreindur heildarkostnaður er nokkru hærri en kemur fram í skýrslu um "Áætlun um rannsókn á háhitavæðum". Stafar það eingöngu af áætluðum borkostnaði á reynsluholu, en ástæða virðist til að hækka þann kostnað með tiliti til síðustu borana á Reykjanesi.

7.2 Fjárbörf og sérfræðingabörf

Þegar verið er að ljúka við að semja þessa skýrslu hefur þegar verið heimiluð á fjárlögum ríkisábyrgð fyrir láni til rannsókna á Krísuvíkursvæðinu að upphæð 10 Mkr. Þetta var samp. skv. tillögu fjárveitingarnefndar Alþingis fyrir tilstilli þingmanna Reykjaneskjördæmis.

Eins og Krísuvíkuráætlun er byggð upp í þessari skýrslu er gert ráð fyrir að ljúka borun fjögurra rannsóknarholu 1970, en tveggja rannsóknarholu og einnar reynsluholu fyrri hluta árs 1971, en ekki að allar þessar boranir verði gerðar árið 1970 eins og fram kemur í skýrslu jarðhitadeilar: "Aætlun um rannsóknir háhitasvæða". Samkvæmt Krísuvíkuráætlun 1970-71 er því þörf á 10.0 Mkr. til áramóta 1970-71, en 9,5 Mkr fyrri hluta árs 1971. Af því að vilyrði um 10.0 Mkr fjárveitingu er fengið, hefur þegar verið hafizt handa að kanna verð efnis fyrir fóðrun og frágang borhola, en afgreiðslufrestur á slíku efni er 3-6 máð.

TAFLA 10 Yfirlit yfir fjárbörf 1970 og fyrri hluta árs 1971

1970	kostn. þ.kr.
Frumrannsókn	3373
Borun 4 rannsóknarholu	5200
Rannsókn á rannsóknarholum	1053
Umsjón með borunum og rannsóknum	375
	<hr/>
	10,001
1971	kostn. þ.kr.
Borun 2 rannsóknarholu	2600
Borun 1 reynsluhola	5500
Rannsókn á borholum	1053
Umsjón með borunum og rannsóknum	375
	<hr/>
	9,528

Það er talið mjög æskilegt, að fjárveiting fyrir árið 1971 fáist strax í upphafi þess árs, svo að ljúka megi 1. áfanga rannsóknar Krísuvíkursvæðisins með samfelldri vinnu. Þegar fyrsta áfanga er lokið, en varla fyrr, er gert ráð fyrir, að gerlegt sé að gefa umsögn um ákjósanlegasta virkjunarstaði svæðisins.

Eins og fram kemur í tímaáætlun hér að framan, er sert ráð fyrir, að með núverandi þekkinu á jarðhitesvæðinu sé gerlegt að staðsetja 2 fyrstu borholurnar, en við staðsetningu næstu borhola verður tekið tilit til bráðabirðanisurstaðs frumrannsóknar og fyrri rannsóknarborana. Ær því mjög æskilegt að leggja stund á allar aðferðir frumrannsóknar þeigar í upphafi og djúprannsókn um leið og borun fer fram. Reynt er eftir megi að svo megi verða með því að tryggja nægilegan starfeskraft til þessara rannsókna sem fyrst.

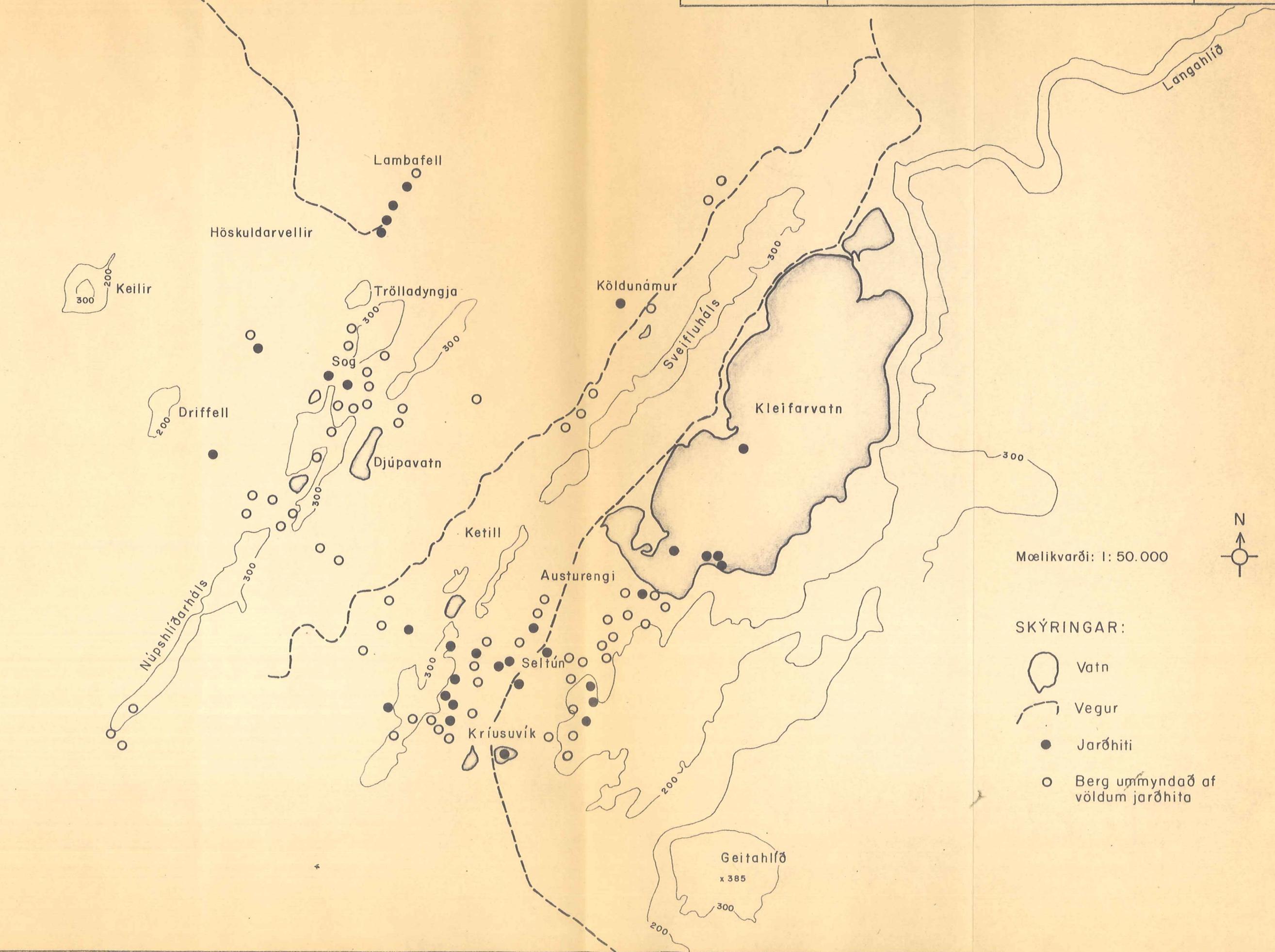
7.3. Bortæki fyrir borun rannsóknarhola

Með borun á grönum ($3\frac{3}{4}$ ") 800 m djupum rannsóknarholum er stefnt að því að gera borkostnað lægri í upphafi ájúprannsóknar en verið hefur til þessa á háhitasviðum. Á það skal bent, að eins og er, er ekki til bor í eigu jarðboranadeildar Orkustofnunar til þess að bora súkar holur. Í athugun er að kaupa nýjan bor til borunar þessara rannsóknarhola. Um áramót 1969-70 hafði verið skrifad til nokkurra fyrirtækja erlendis til að afla upplýsinga um verð, útbúnað og afgreiðslufrest bortækja, sem gætu borað súkar holur. Þegar svar hefur fengið mun jarðboranadeild gera ákvæðanr tillögur um kaup á þeim bor. Sé þess ekki kostur að festa kaup á bor fyrri hluta þessa árs, er mælt með að breyta útbúnaði á Mayhew-bor þeim, sem er í eigu jarðborunardeilda, þannig að nota megi hann til borunar rannsóknarhola. Gera má ráð fyrir að fjóturra mænaðs fyrirvari sé nauðsynlegur til að geta breytt núverandi útbúnaði Mayhew-bors. Að það skal þó bent, að ekki er æskilegt að nota Mayhew-bor til frambúðar fyrir borun rannsóknarhola, af því að styrkleiki hans til borunar svo djúpra hole er ekki eins mikill og æskilegt er.

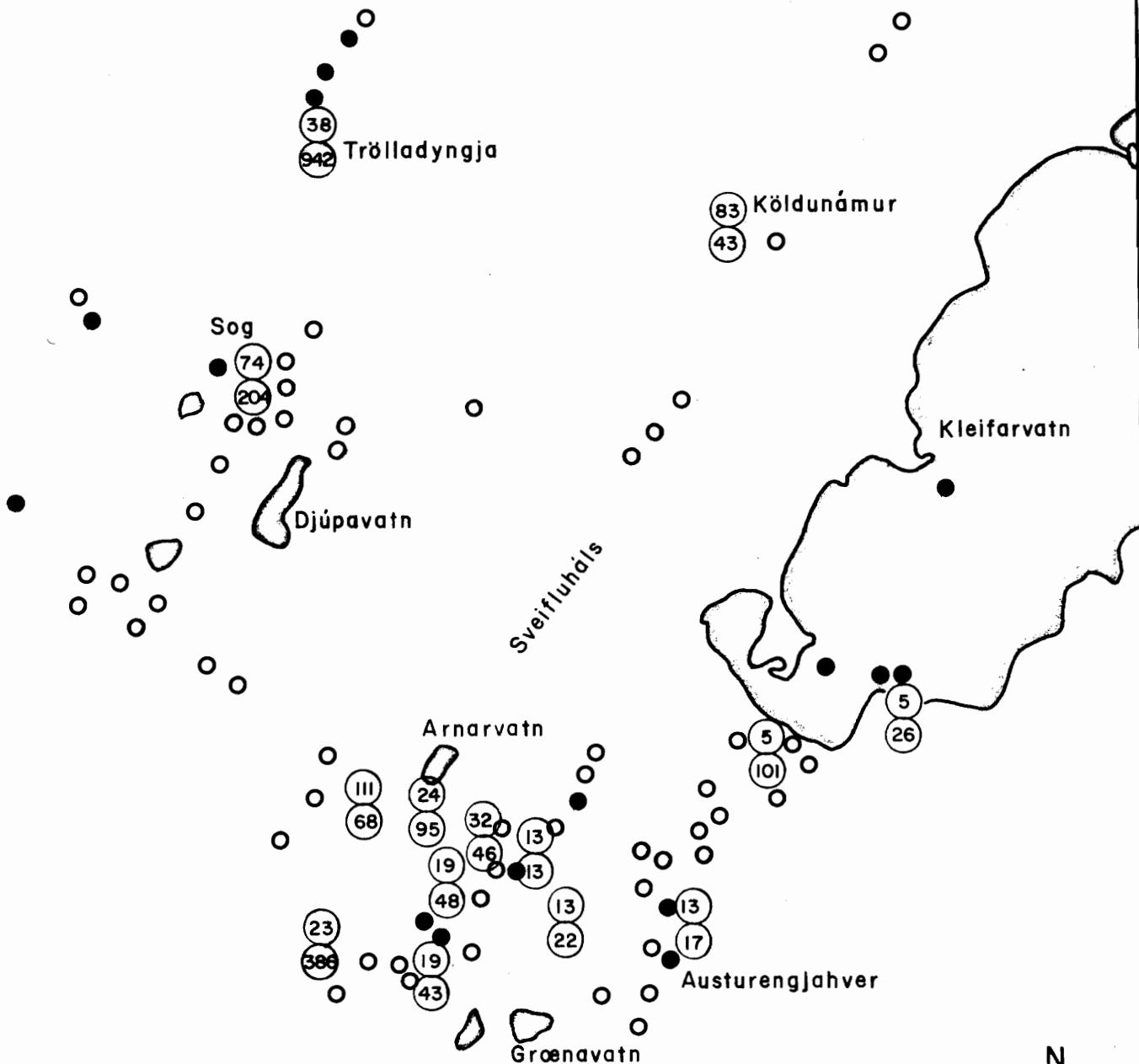
Mynd I

ORKUSTOFNUN
 Jarðhitadeild

Krísuvíkursvöði
 Útbreiðsla jarðhita



Mappnd 2



SKÝRINGAR:

- (5) CO_2/H_2
- (50) $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$
- Jarðhiti
- Berg ummyndað af völdum jarðhita

Módelkvæði 1: 50.000



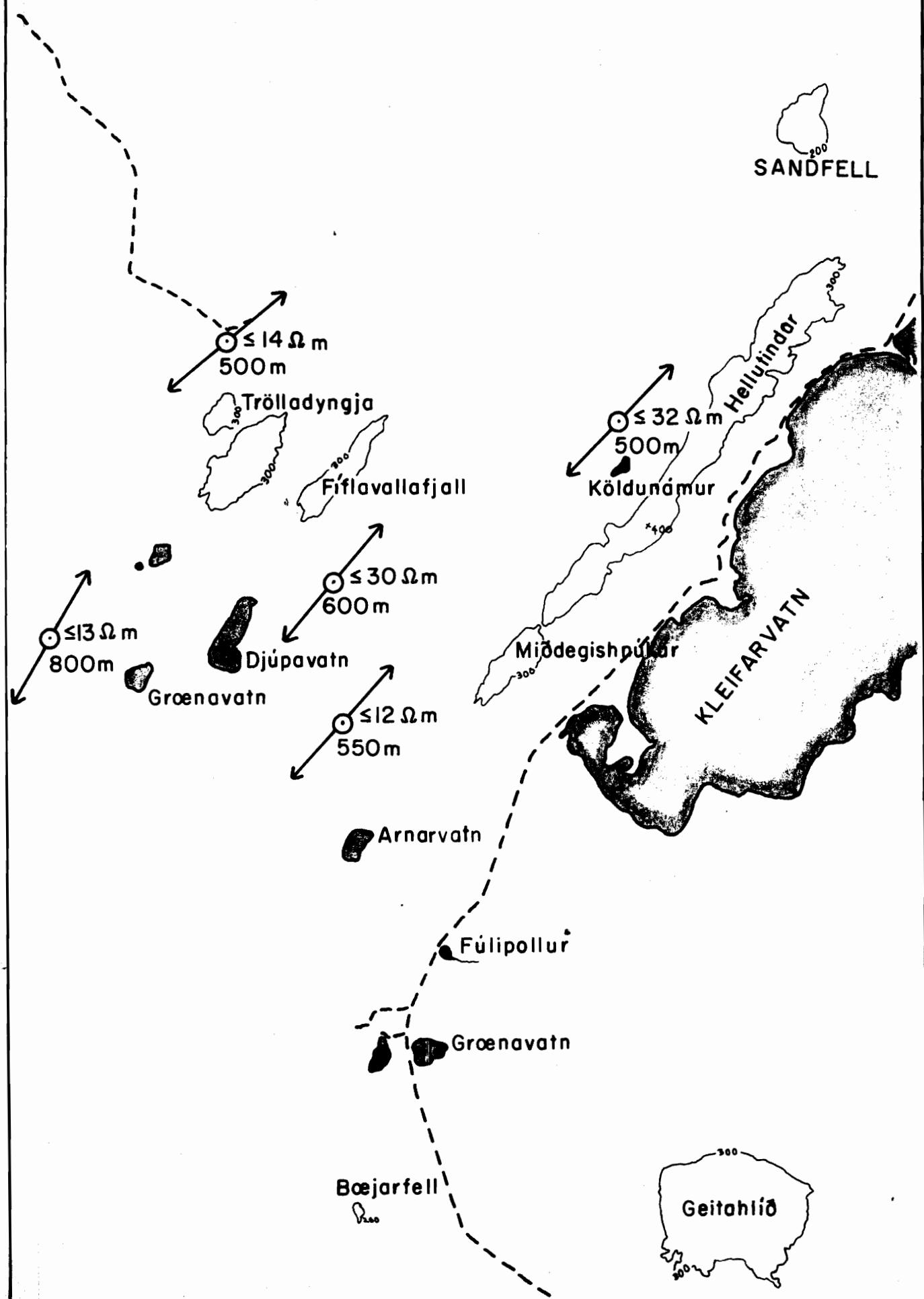
Hlutfallið CO_2/H_2 í hveralofti lækkar með auknum berghita $\text{CO}_2/\text{H}_2 = 5 \div 250^\circ\text{C} : \text{CO}_2/\text{H}_2 = 50 \div 200^\circ\text{C}$
Hlutfallið $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ lækkar með aukinni suðu í bergi, þ.e. auknu gufutapi.

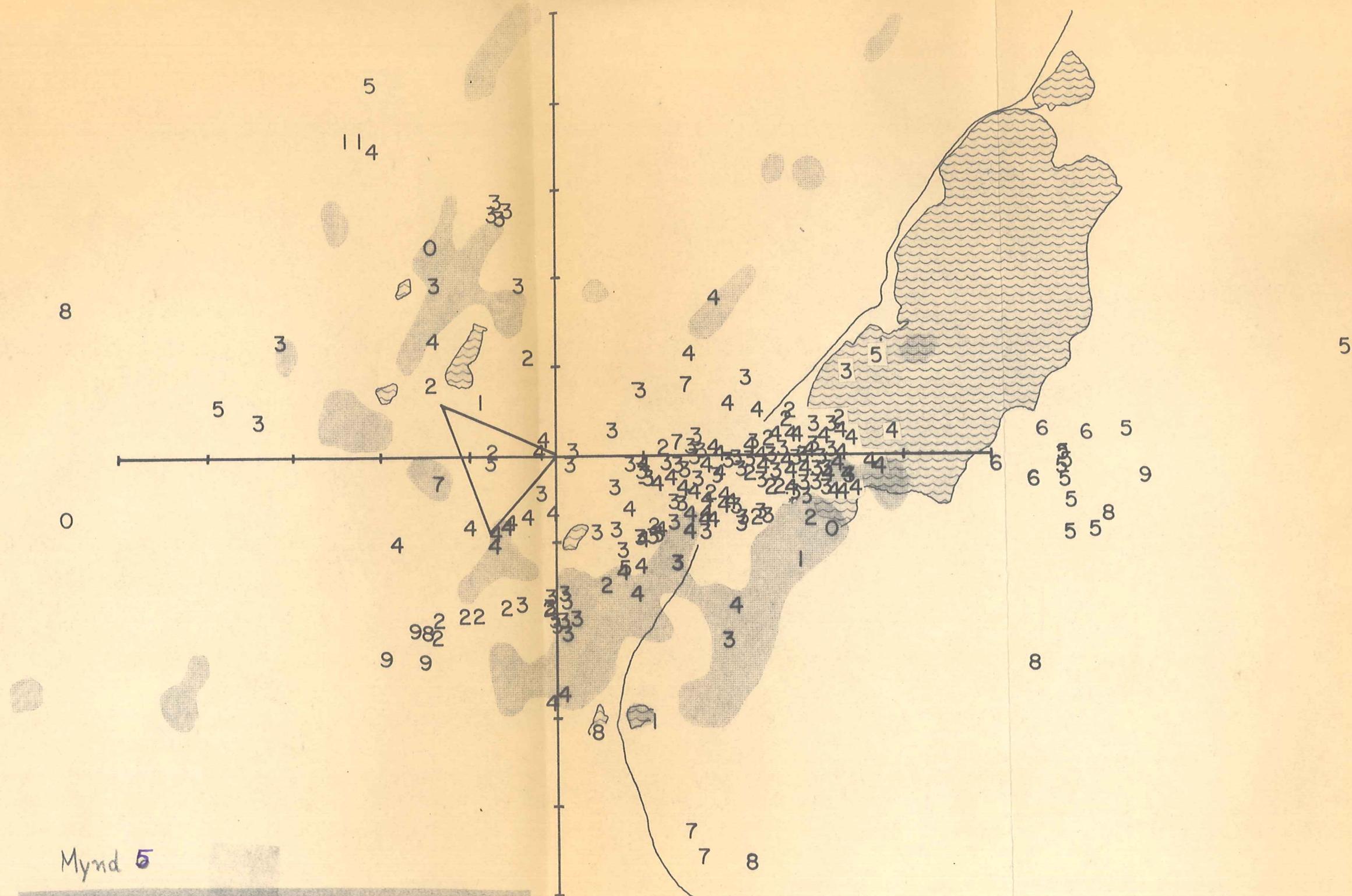
Meynd 4
Mkv. 1:50.000

ORKUSTOFNUN
Járhitaðeild

RAFLEIÐNIMÆLINGAR Á KRÍSUvíKURSV.
Sumarið 1969

23.12.'69 B.O./I.S.
Tnr. 68
J-Krísv.
Fn. 9198





Mynd 5

SMÁSKJÁLFTAR Í KRÍSUVÍK

JULI-SEPT. 1968

M:1:50.000

Tölur sýna stað og dýpi skjálfta
Jarðhiti og berg ummyndað af jarðhita

Mynd 6

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

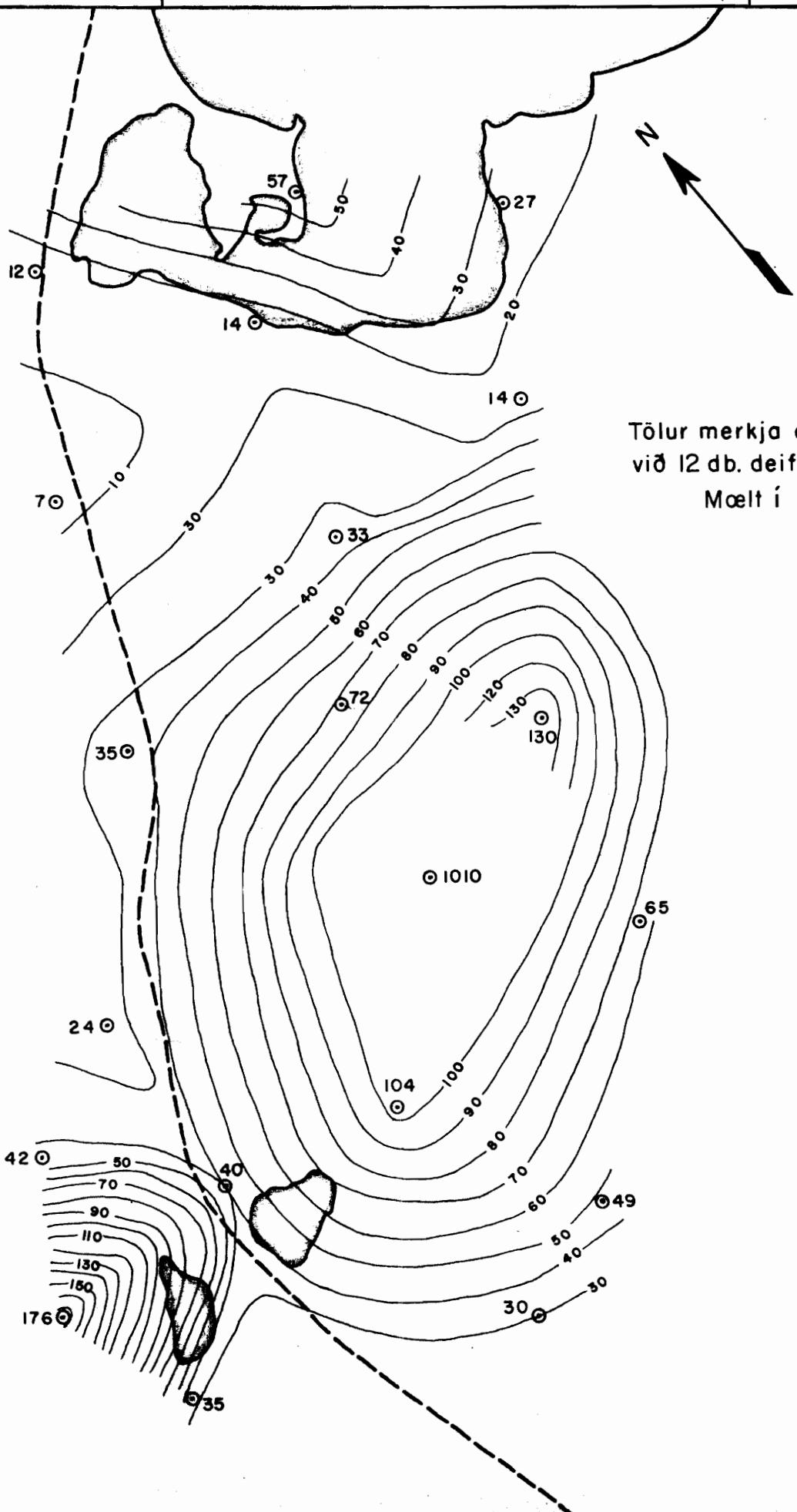
Órói af tiðni 4-6 sek⁻¹ á
Kísuvíkursvæðinu

15.I.70 S.B. / I.S.

Tnr. 70

J-Krísvík

Fnr. 9203



Tölur merkja amplitudu
við 12 db. deifingu í mm
Mælt í ág-sept.'69

KORTIÐ SÝNIR BOUGUERANOMALIU I MGAL REIKNAD SKV. FORM.

$$B_{\text{an}} = g_{\text{obs}} - g_{\text{teor}} + (0,3086 - 0,04191 \cdot P_b) \cdot h + T \cdot P_T$$

Gobs miðast við gildið 982.278.5 mgal í kaffistofu H.I.

Landsl. leiðr. metin með Hammer kragakorti frá 53-14742 m (kragar D-L)

MYND 7
BLAD 1

Orkustofnun
Jarðhitadeild

Krisuvikursvæði - Bougueranomaliu Mæligildi

9.10'67 S. p.s / O.M
Tnr. 65 Tnr. 8
J-Krisuv. J-Þyngd.
Fnr. 8105

Mælikvarði 1:50.000

Hæðarmælt af landmælingum Orkustofnunar í júni 1967

Þyngdarmælt með La Coste & Romberg þyngdarmæli (G 10) af E.E. 11.6.-17.8.1967

Landslagsleiðrétt af E.E. og J.H.J. í júlí og ágúst 1967

Útreikningar frámkvæmdir á IBM 1620 undir umsjón S.P.S. 20.9. 1967

KEILIR

KORTIÐ SÝNIR JAFNþYNGDARLÍNUR BOUGUERANOMALIU Í MGAL

Miðað er við gildið 982.278.5 mgal í kaffistofu H.I.

• táknað mældan punkt

x táknað mældan punkt þar sem gildið fellur ekki saman við þyngdarkortið.

MYND 8

BLAD II

Orkustofnun
Jarðhitadeild

Krísvíkurkursvæði - Bougueranomaliu

Jafnþyngdarlinur

9.10'67 S.p.S / O.M

Tnr. 66 Tnr. 9

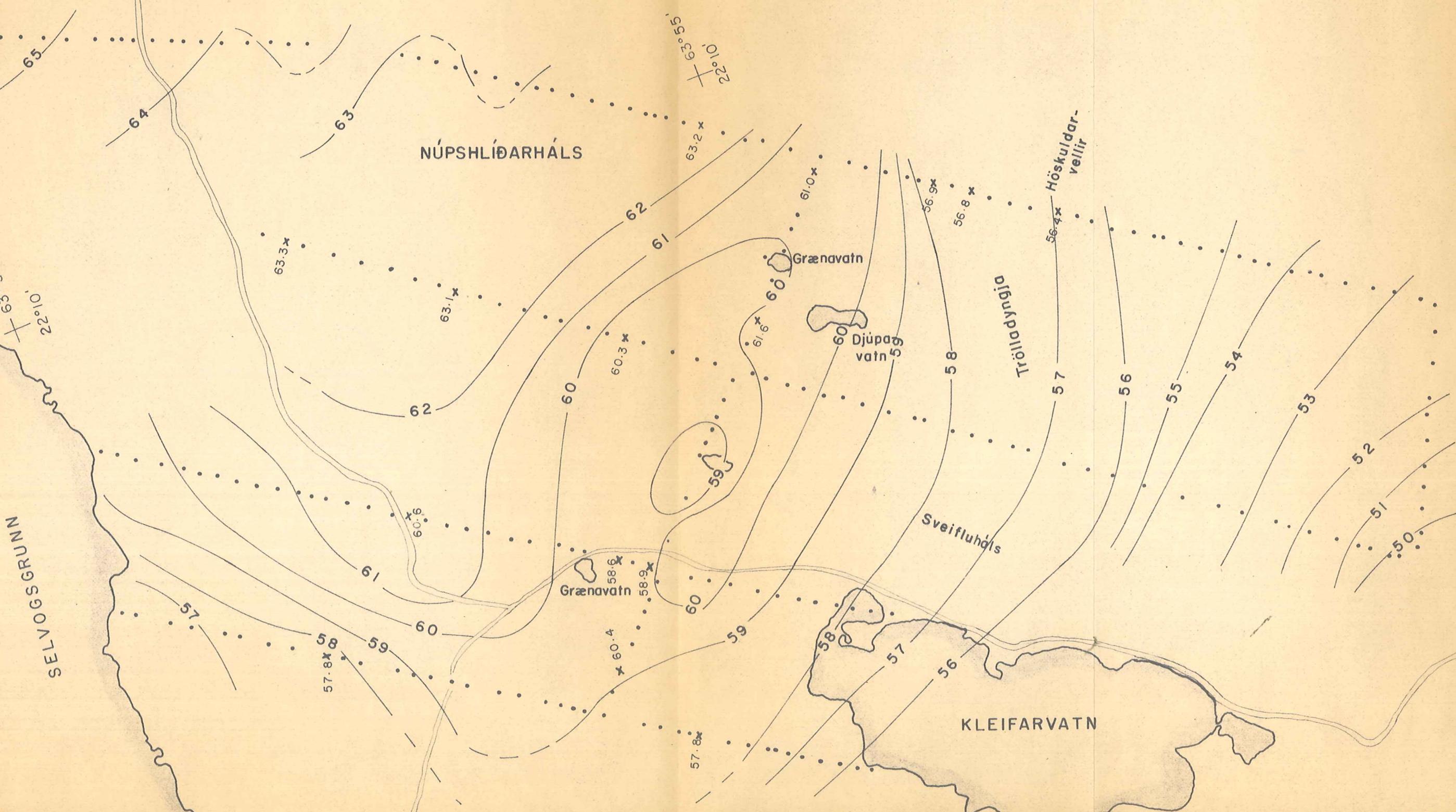
J-Kris. J-þyngd.m.

Fnr. 8106

Mælikvarði 1:50.000

$64^{\circ}00' N$
 $22^{\circ}10' E$

KEILIR

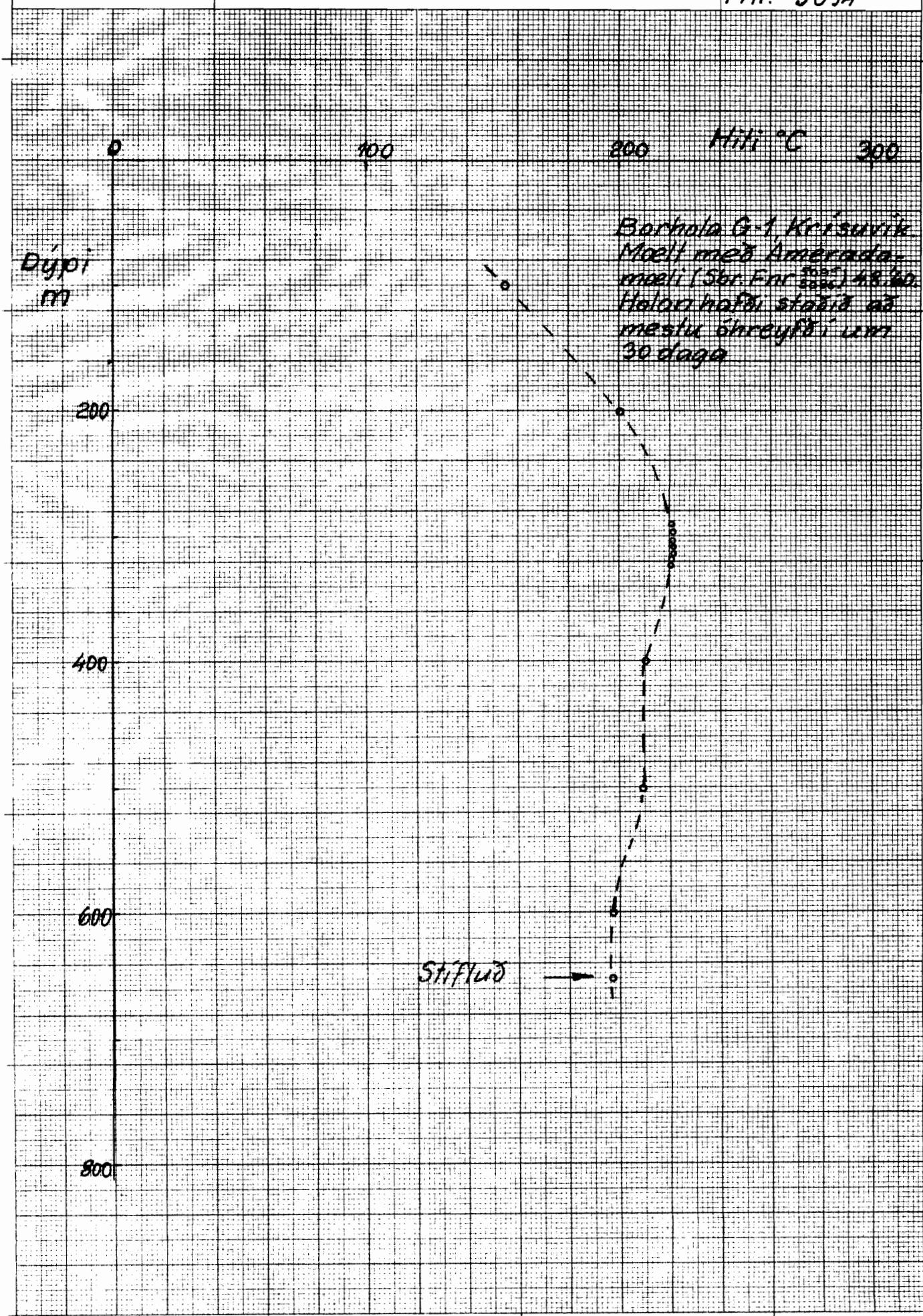


Raforkumálastjóri
Jarðhitadeild

Hverf 9

Hitamælingar í borholum

22.8.60 GP/VS/SK
Tnr. 217 Tnr 18
J-Hitam/J-Krisuvík
Fnr. 5094



8-10-60 J.J.

Tor. 36 Tor 35

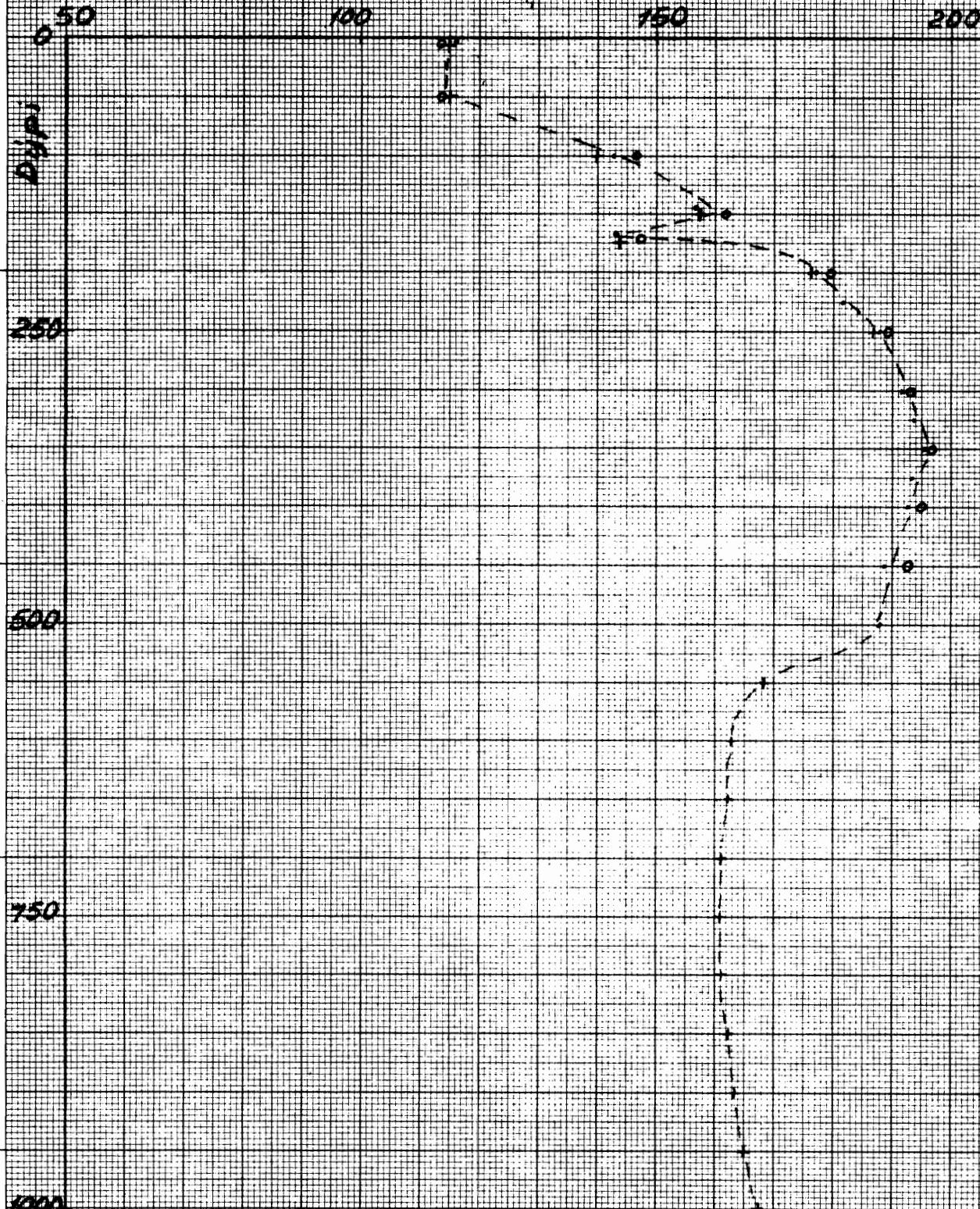
J.H. m.m. J.K. -

Fur. 5147

Kynnd 10

HOLA G-2 KRÍSUVÍK
HITASTIGSMÆLINGAR

Hitastig

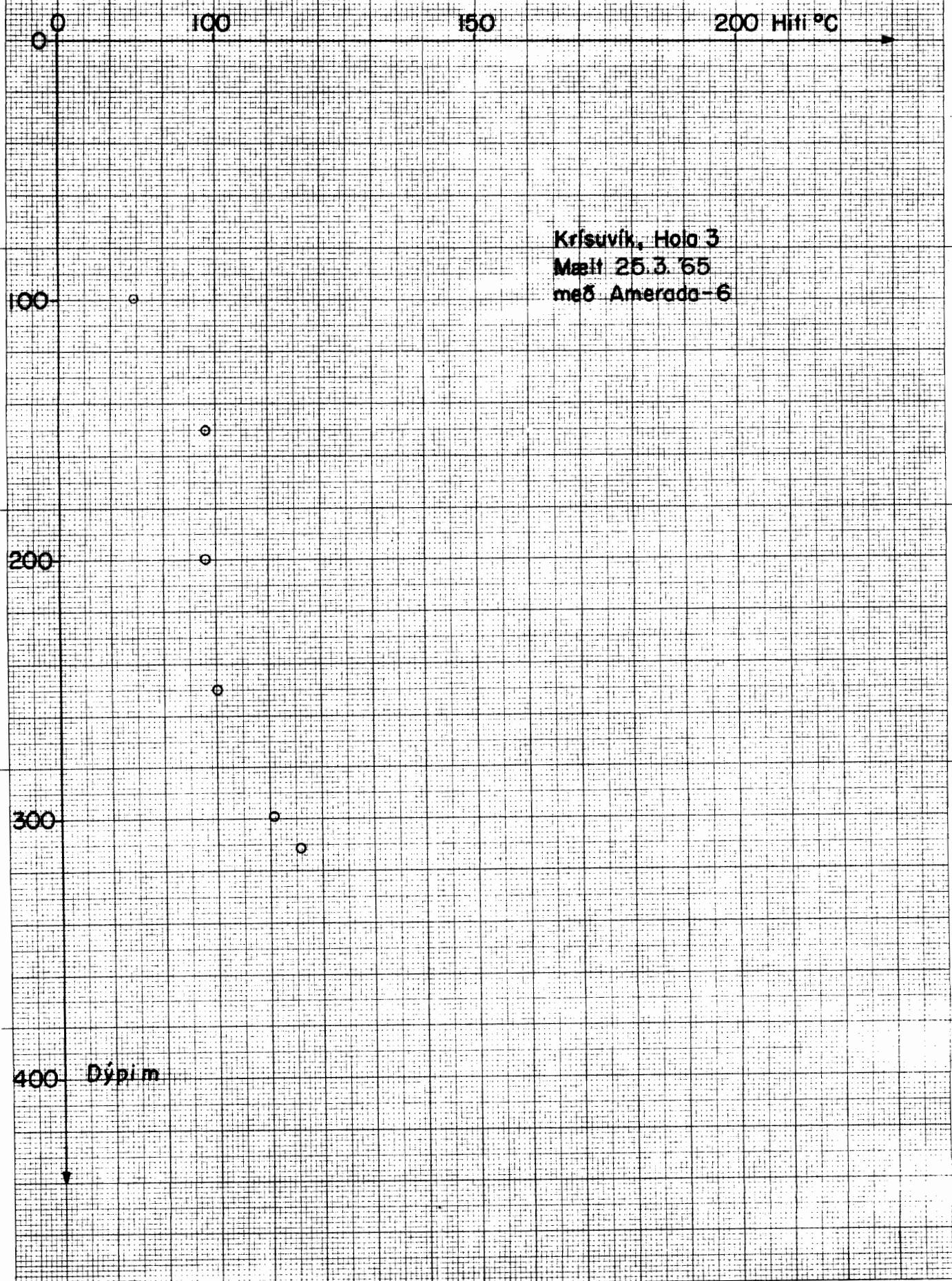


RAFORKUMÁLASTJÓRI
Jarðhitadeild

20.5. '65 S.G.S./erla
Tnr. 59 Tnr. 412
J-Krísuv. J-Hitam.
Fnr. 7022

Magni II

Hitamæling í borholum



Krísuvík, Hola 3
Mælt 25.3.65
með Amerada-6

Mýnd 12

RAFORKUMÁLASTJÓRI

Jarðhitadeild

KRÍSUVÍK. HITAMÆLINGAR í

BORHOLUM.

18.10.'60 Þ.S./O.H.

Tnr. 244 Tnr. 39

J-Hitamæl.J-Krisuv.

Fnr. 5154

40 1 2 3 4 5 6 7 8 9 50 °C
0

Vatnsberg

Depth
m

10

20

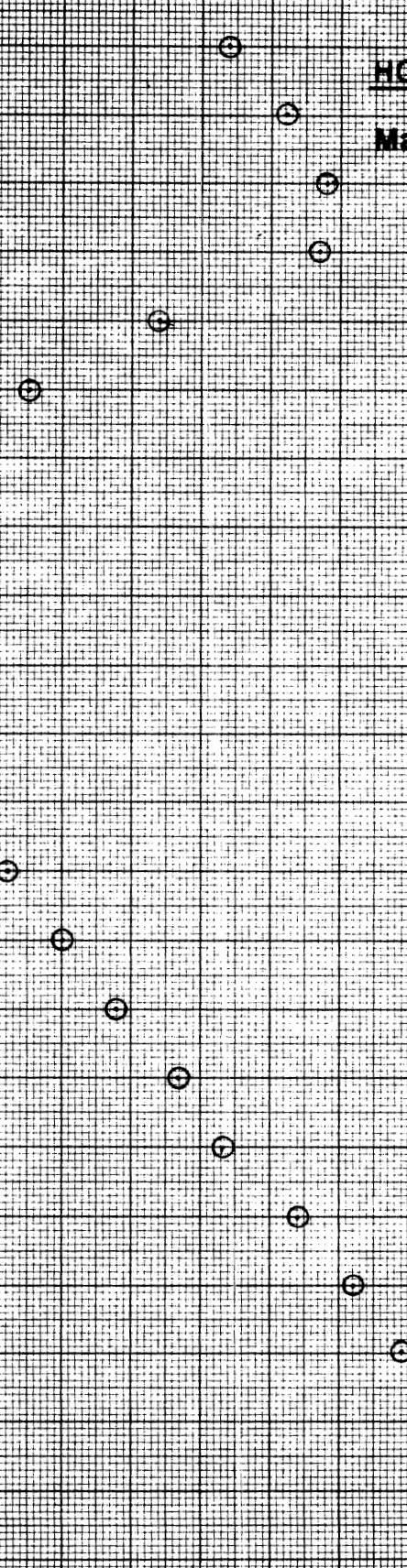
30

40

50

HOLA A KRÍSUVÍK (SDR.KOR)

Máli 11.7.'60 með T-II.



Kýrð 13

RAFORKUMÁLASTJÓRI

Jarðhitadeild

KRÍSUVÍK. HITAMÆLINGAR í

BORHOLUM.

18.10.60 P.S./O.H.

Tnr. 245 Tnr. 40

J-Hitamæl.J-Krísuv.

Fnr. 5155

40 50 60 70 80 90 100 110 120 °C

E

S

W

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

HOLA B KRÍSUVÍK (sbr. kort)

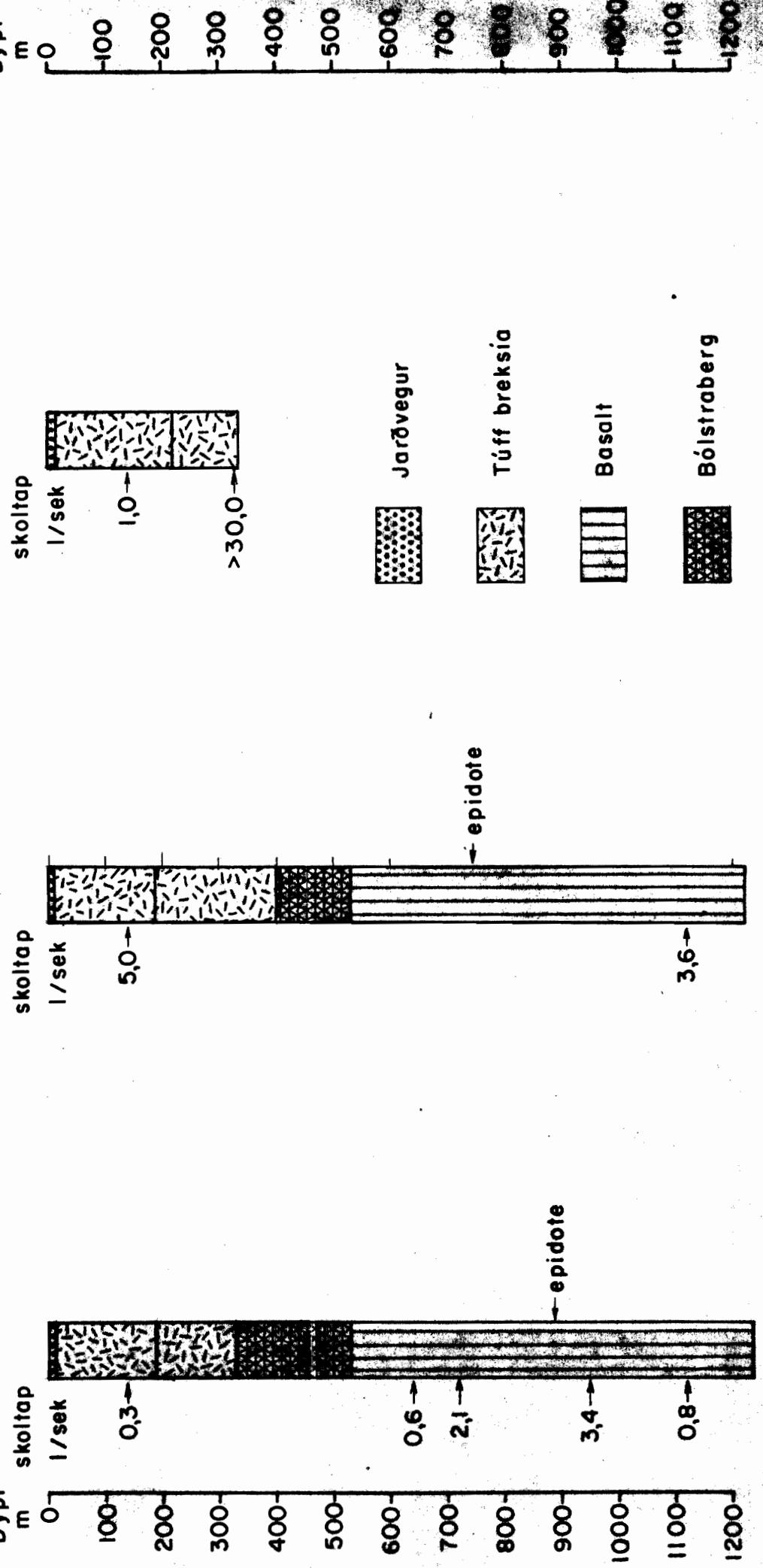
Mæli 11.7.60 með T-II

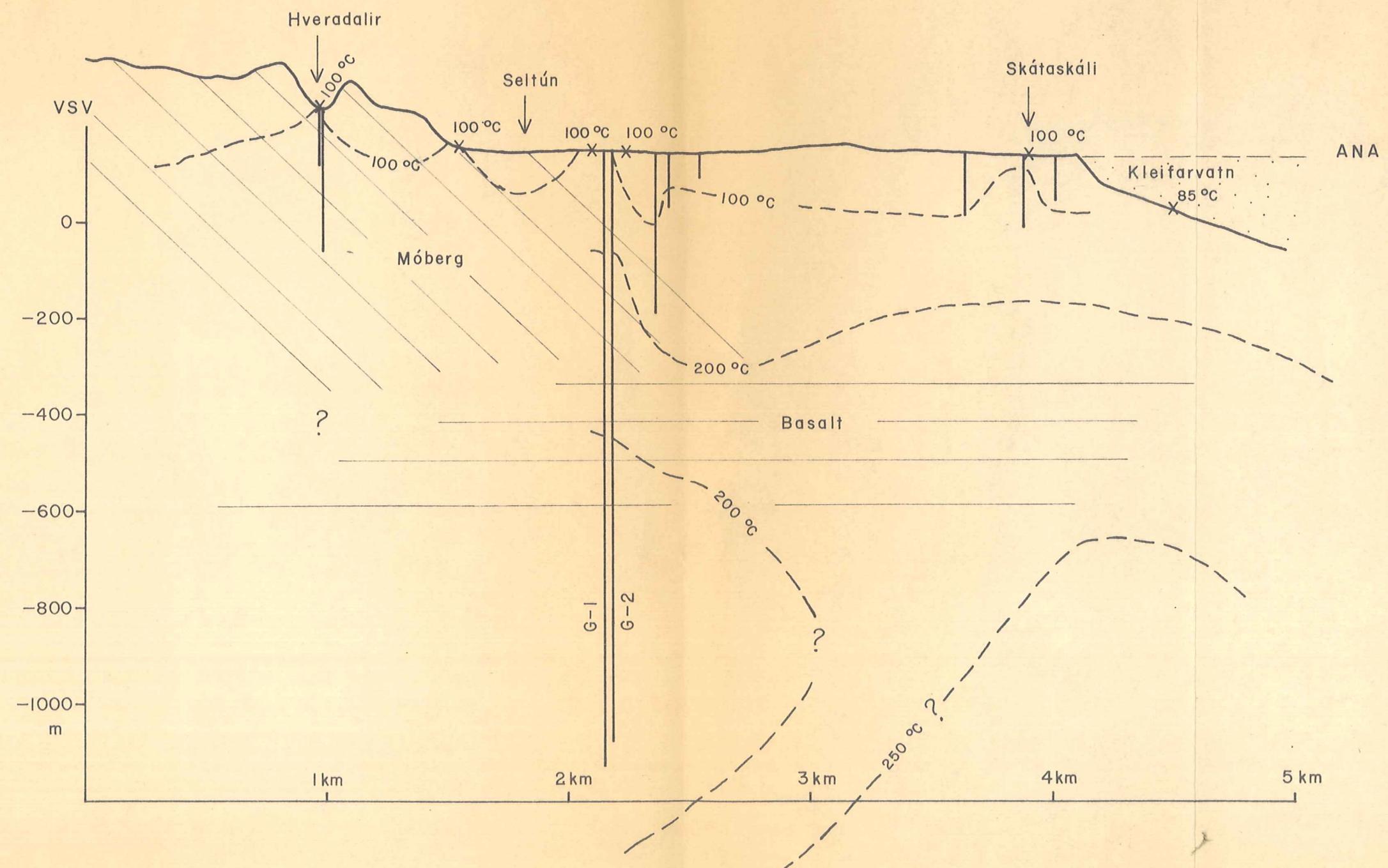
— — Valnsborg

Borin
óviss

Borholur í Krisuvík, yfirlit yfir jarðlög

Mynd 14
Höla G-1





Mynd 18

ORKUSTOFNUN
JarðhitadeildKrísuvíkuráætlun 1970-'71
Tímaáætlun fyrir rannsóknarboranir
og rannsóknir.

13.I.'70 S.A./I.S.

Tnr. 71 Tnr. 225

J-Krísuv. J-Ým.

Fnr. 9204

I.II.'69

I.III.

I.I.'70

I.2

I.3

I.4

I.5

I.6

