



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

# JARÐHITARANNSÓKNIR Á STARDALSSVÆÐINU 1969-1971

Eftir  
Ingvar Birgi Friðleifsson  
og  
Jens Tómasson

# JARÐHITARANNSÓKNIR Á STARDALSSVÆÐINU 1969-1971

Eftir  
Ingvar Birgi Friðleifsson  
og  
Jens Tómasson

## Efnisyfirlit

1.	Inngangur	Bls.	1
2.	Jarðfræði	"	2
3.	Jarðlagasnið	"	5
4.	Hití og vatnsæðar	"	7
5.	Viðnámsmælingar	"	9
6.	Niðurstöður	"	13
	Heimildarrit	"	14

## Myndir

Mynd 1	Stardalsaskjan	Fnr.	10160
" 2	Jarðlagasnið H-1	"	9897
" 3	" H-2	"	9895
" 4	" H-3	"	9896
" 5	Hitamælingar H-1	"	9971
" 6	" H-1	"	10028
" 7	" H-1	"	9433
" 8	" H-2	"	10108
" 9	" H-3	"	10266
" 10	Viðnámsmælingar	"	70316

## 1. Inngangur

Þessi skýrsla er um boranir, jarðfræðilegar og jarðeðlisfræðilegar rannsóknir (viðnámsmælingar) í nágrenni Stardals á árunum 1969-1971.

Veturinn 1969-1970 var boruð 200 m djúp rannsóknarhola við Stardal, á vegum Raunvísindastofnunar Háskólans og Jarðhitadeildar Orkustofnunar. Veturinn 1970-1971 voru boraðar tvær hitastigulsholur, á vegum Hitaveitu Reykjavíkur, önnur við Tröllafoss, boruð með Franksbor, hin við Þverá, boruð með Kraelius og seinna með Franksbor, vegna bilunar á hinum fyrri. Holan við Tröllafoss er 242 m djúp, en holan við Þverá er 89 m djúp. Staðsetning þessara þriggja hola er sýnd á mynd 1. Holan við Stardal er merkt H-1, holan við Tröllafoss H-2 og holan við Þverá H-3.

Í holunni við Stardal (H-1) kom fram óvenjuhár hitastigull eða um  $470^{\circ}\text{C}/\text{km}$ . Við jarðfræðilegar athuganir sumarið eftir á svæðinu fannst gömul askja um 5-6 km í þvermál og kom í ljós, að H-1 var í austurjaðri öskjunnar. Vaknaði þá sú spurning, hvort bygging öskjunnar gæti haft einhver áhrif á uppstreymi heits vatns innan öskjunnar og í nágrenni við hana.

Hinn háí hitastigull í H-1 var talinn geta stafað af tvennu:

- a. Rennsli heits vatns, sem gæti verið komið um langan veg, en streymdi upp í átt til yfirborðsins eftir sprungum í brot-línubeltinu, sem myndar jaðar öskjunnar.
- b. Staðbundinn hita, sem orsakast af hitagjafa í nágrenni holunnar.

Fyrri tilgátan er í samræmi við skýringuna á háum hitastigli, sem virðist víðast eiga við á lághitasvæðum hér á landi. Búizt var við, að væri sú tilgáta rétt, myndi hitastigullinn í miðju öskjunnar vera lægri en í jaðri hennar vegna minna vatnsrennslis. Hins vegar væri hitastigullinn jafn hár eða hærri í miðju öskjunnar en í jaðri hennar, ef um staðbundinn hitagjafa væri að ræða.

Vegna hinna óvenjulegu jarðfræðilegu aðstæðna þótti rétt að kanna þetta nánar og veturinn 1970-1971 voru boraðar þær tvær holur, sem áður voru nefndar. Önnur var staðsett við Tröllafoss, H-2, nálægt miðju öskjunnar, en hin vestan til í öskjunni, við Þverá, H-3.

Niðurstöður af hitamælingum sýna, að hiti var mun lægri í þessum holum en holunni við Stardal. Styður þetta tilgátu a. hér að framan.

Víðtækar viðnámsmælingar voru gerðar á þessu svæði sumurinn 1970 og 1971 til að kanna útbreiðslu jarðhitans innan öskjunnar og umhverfis hana. Yfirleitt reyndist hátt viðnám í öskjunni, en lítið samband fannst milli mælds viðnáms og hitans í borholunum. Mun betra samband fannst milli mælds viðnáms og hita í jarðlögum utan öskjunnar.

Við teljum, að aðal spurningunni um uppruna hitans við Stardal hafi verið svarað. Hinn hái hitastigull stafar af rennsli heits vatns í jarðlögum þar í grennd. Hins vegar hafa þessar rannsóknir vakið nýjar spurningar, sem enn er ósvarað, sérstaklega í sambandi við áhrif jarðfræðilegra aðstæðna á túlkun viðnámsmælinga og áhrifa jarðfræðilegra aðstæðna á rennsli heita vatnsins yfirleitt.

## 2. Jarðfræði

Halli jarðlaga á Esjusvæðinu er yfirleitt suðaustlægur. Elztu jarðmyndanir koma því fram vestast, við Hvalfjörð, en yngjast eftir því sem austar dregur. Esjan er öll mynduð á kvarter og meginhluti hennar varð til á fyrri hluta Matuyama segulskeiðsins, eða á tímabilinu frá 2,5 - 1 millj. ára. Jarðlagastaflinn er myndaður af reglulegum hraunasyrpum frá hlýskeiðum og þykkum móbergsmyndunum frá jökulskeiðum. Á jökulskeiðunum hlóðust upp háir móbergshryggir við sprungugos undir jökli, en á hlýskeiðunum runnu hraun úr gossprungum og dyngjum og fylltu dalina milli

móbergshálsanna, kaffærðu móbergsmýndanirnar og mynduðu síðan víðáttumiklar hraunsléttur eins og sjá má í kolli Esjunnar. Þykkasta móbergsmýndunin, sem er um 400 m, kemur fram í Hrúta-dal í Kjós og í Blikdal, sem gengur til austurs inn í Esjuna frá Hvalfirði. Þykkar móbergsmýndanir koma fram í borholum í Mos-fellssveit allt niður á 1100 m dýpi.

Upphleðsla gosefna á Íslandi er jafnan mest nálægt megineldstöðvum. Í megineldstöð koma kvikuþrærnar nær yfirborði en annars staðar. Þar er gostíðnin meiri, en magnið af gosefnum í hverju gosi gjarnan minna en á dyngju- og sprungugossvæðum. Í megineldstöðvum koma því oft fram við rof svarmar af berggöngum og fjöldi berginnskota á til-tölulega litlum svæðum. Þetta eru gömlu kvikuþrærnar og aðfærslu-æðar eldfjallanna.

Á Esjusvæðinu færðist eldvirknin með tímanum frá vestri til austurs, eða öllu heldur landið rak til vesturs frá virka gosbeltinu, sem færðist lítt úr stað. Þannig eru elztu berginnskotin og gangarnir á Kjalarnesi og í Þverfelli hjá Esjubergi, en yngri í nágrenni Stardals.

Megineldstöðin í Stardal er sýnileg vegna mikils rofs, sem átt hefur sér stað eftir að eldstöðin kulnaði. Í Stardalseldstöðinni er hringlaga sigketill eða askja um 5 - 6 km í þvermál. Útlínur öskjunnar liggja um Þverárkotsháls að vestan, um neðri hliðar Móskaðshnjúka að norðan, Skálafell og Múla austan við Stardal og við rætur Grímmans-fells að sunnan. Askjan myndaðist við að stórar spildur í berggrunninum brotnuðu niður og hallar jarðlögum innan öskjunnar að miðju hennar. Misgengissprungur eru fjölmargar á útlínum öskjunnar og eru berglög þar mjög brotin. Misgengisbrotabeltið er víða tugir metra að breidd og sums staðar 200 - 300 metrar. Fyrst eftir að askjan myndaðist var stöðuvatn í botni hennar og mynduðust þar setlög. En við tíð elds-umbrot á öskjusvæðinu fylltist askjan af gosefnum einkum móbergi.

Eldvirknin í megineldstöðinni var í hámarki, þegar askjan myndaðist og tróðust berggangar og innskot inn í öskjufyllinguna. Gangarnir eru flestir sammiðja, þ.e. keilugangar, og hallar þeim inn að miðju öskjunnar. Flestir keiluganganna hafa halla frá 35° - 45°. Við ofan-vörpun keiluganganna niður kemur í ljós, að pólur þeirra falla þéttast saman á 600 - 700 m dýpi, sem bendir til nær samfellds lags af innskotum á því dýpi. Jarðsveiflumælingar (Guðmundur Pálmason, 1971)

sýna efra borð lags 3 á 500 - 600 m dýpi á þessu svæði. Þyngdar-  
mælingar (Trausti Einarsson, 1954) sýna jákvætt þyngdarfrávik á  
öskjusvæðinu. Samanburður á eðlisþyngd innskotanna og bergsins  
í kring bendir eindregið til þess að innskotin orsaki þyngdar-  
frávikinu. Þyngdarkortið gefur því vísbendingu um útbreiðslu inn-  
skotanna á þeim hluta öskjusvæðisins, sem nú er hulinn yngri jarð-  
myndunum. Á brotlínunum öskjunnar var mikil eldvirkni og sjást  
margir gostappar (berg, sem storknar efst í gosrás eldfjalls við  
lok eldgoss), t.d. Bláhnúkur sunnan í hliðum Móskaðshnúka, í  
Múla austan við Stardal, og vestan Helgufoss undir hliðum Grím-  
mannsfells.

Brothreyfingar á öskjusvæðinu voru um garð gengnar, þegar Móskaðs-  
hnúkar mynduðust. Móskaðshnúkar eru líparítgúlar, sem troðizt  
hafa upp um hraunlagasyrpurnar. Berggangar af sömu gerð líparíts  
finnast nokkrir í austurhluta Esju, og í Grímmannsfelli er gúll  
af sömu gerð og Móskaðshnúkarnir. Þetta bendir til að brotlínur  
öskjunnar hafi nokkru ráðið um uppkomustað líparítsins til yfir-  
borðsins.

Eftir að eldvirkni lauk á Esjusvæðinu surfu jöklar hundruð metra  
af jarðlagastaflanum og mótuðu landið eins og það er í dag. Á ein-  
hverju af síðustu ísaldarskeiðunum myndaðist Mosfellið við gos  
undir jökli á útjaðri Stardalsöskjunnar. Síðar, líklega á hlý-  
skeiðinu fyrir næstsíðasta jökulskeið, rann Reykjavíkurgrágrýtið  
úr dyngju á Mosfellsheiði. Af útbreiðslu grágrýtisins má sjá,  
að landslag var þá mjög líkt því, sem er í dag. Líklega hefur  
verið hæðarhryggur milli Grímmannsfells og Mosfells, því hraunin  
runnu ekki niður í Mosfellsdalinn heldur sveigðu norður fyrir  
Mosfellið og runnu í sjó fram í Kollafirði. Grágrýtishraunin  
eru fjölmörg og hraunlagastaflinn er víða 40 - 60 m þykkur.

### 3. Jarðlagasnið

Sniðin af holunum þremur eru öll á sama formi. Auk einfaldrar jarðlagagreiningar eru eftirfarandi atriði færð inn á sniðin:

- 1) Krónugerð.
- 2) Fóðurrörsbreidd og dýpi.
- 3) Steypingarkaflar í holunum.
- 4) Hitinn í holunum meðan á borun stóð, mælt með hámarks-mæli að morgni áður en borun hófst og oft eftir helgarfrí.
- 5) Vatnsborð í holunum meðan á borun stóð og um leið merkt dýpið á holunni, þegar vatnsborðið var mælt.
- 6) Vatnsæðar (skolvatnstap).
- 7) Borhraði m/klst.
- 8) Dags. á boruninni er skráð fyrir aftan borhraðalínuritið.

Jarðlagasnið af H-1, borholunni við Stardal, er sýnt á mynd 2. Borað var á nyrðri bakka Leirvoggsár, nokkru vestan við heimreiðina að Stardal. Skipta má jarðfræði holunnar í þrjá hluta. Efst er Reykjavíkurgrágrýtið, grágrýti án nokkurra zeólíta, niður á 31 m dýpi, en þar er þunnt lag (2 m) af blágrýti með nokkru af zeólítum, þar fyrir neðan er svo set. Setið, sem nær niður í 46 m dýpi, er misgróft, mistuffkennt, með nokkuð af ávölum basaltvölum. Fyrir neðan setið og niður á botn á holunni er blágrýti með zeólítum og nokkurri myndbreytingu. Myndbreytingar-mineralarnir eru bland mineröl af montmorilloníti og klóríti auk zeólíta, en ekkert epidót hefur fundizt. Sigurður Steinþórsson og Guðmundur E. Sigvaldason (1971) hafa rannsakað kjarna (60-140 m) úr þessari holu bergfræðilega og er stuðst við niðurstöður þeirra.

Jarðlagasnið af H-2, borholunni við Tröllafoss er sýnt á mynd 3. Borað var á syðri bakka Leirvoggsár, ofan við fossinn, rétt við móbergsklöpp. Byrjað var á því að bora í laust set, en í 6 m dýpi var komið í móbergið, síðan skiptast á móbergsbreksía og dólerítinnskot. Nokkuð finnst af grófkristölluðum basalt eða dólerít brotkornum í móbergsbreksíunni, en þessi korn hafa líklega hrunið úr holuveggjum meðan á borun stóð. Dólerítið er nokkuð misgróft og er einna grófast í 80 og 190 m dýpi.



Ekki hefur fundizt ólívín eða merki eftir ólívín í dólerítinu og er þetta í fullu samræmi við keilugangana og innskotin, sem koma fram í gljúfrum Leirvogsár neðan við Tröllafoss. En þar sem brotkornin í borsvarfinu eru smá og dólerítið grófkristallað, gætu merki eftir ólívín leynzt í brotkornum úr myndbreytingargraut. Myndbreyting: Í dólerítinu er pýroxenið byrjað að myndbreytast yfir í grænt leirmineral með háu tvíbroti og einnig finnst kalkspat. Í móberginu er allt gler myndbreytt yfir í rauðbrúnt leirmineral með fremur lágu tvíbroti. Nokkuð er af zeólítum í móberginu (kapasít, mesólít o.fl.) og einnig kalkspat, en ekkert epidót hefur fundizt í þessari holu.

Jarðlagasnið af H-3, borholunni við Þverá er sýnt á mynd 4. Borað var á nyrðri bakka Leirvogsár nálægt ármótum Þverár og Leirvogsár. Eins og í H-1 er hægt að skipta jarðlögum í þrjá hluta. Reykjavíkurgrágrýti efst, síðan set og neðst myndbreytt blágrýti. Í botni holunnar kemur fram dólerítgangur. Þessi gangur er frábrugðinn göngunum í H-2 í því, að greinileg eru merki ólívíns, þótt það sé myndbreytt yfir í leirminerala. Í blágrýtinu er myndbreyting mikil og finnst meðal annars epidót frá 40 m dýpi.

Jarðlög í holunum við Tröllafoss (H-2) og Þverá (H-3) eru í fullu samræmi við það, sem gert var ráð fyrir áður en þær voru boraðar, og staðfesta holurnar þá mynd, sem hugsuð hafði verið af byggingu öskjunnar, áður en þessar holur voru boraðar. Hóla 2 er í öskjufyllingunni, en holur 1 og 3 eru við sinn hvorn barm öskjunnar, sjá snið A - B á mynd 1. Nokkur munur er á myndbreytingu á blábrýtislögum í H-1 og H-3. Mun meiri myndbreytingar gætir í H-3, þar finnst epidót, sem er háhita mineral, en það finnst ekki í H-1. Þessi munur stafar sennilega af mismunandi aldri bergsins. Hafa roföflin skorið miklu dýpra niður í blágrýtismyndunina við Þverá (H-3) en við Stardal (H-2). Myndbreyting bergsins gefur til kynna miklu hærri hita og er í engu sambandi við núverandi hita á svæðinu.

#### 4. Hiti og vatnsæðar

Holurnar voru hitamældar með hámarkshitamæli meðan á borun stóð. Niðurstöður af þessum hitamælingum eru settar inn á jarðlagasniðin (myndir 2 - 4). Allar holurnar voru hitamældar með termistormæli, þegar hlé varð á borun og eftir borun. Fram komu truflanir vegna rennslis milli vatnsæða niður eftir holunum, sem kæla þær. Steypingar í holunum voru gerðar til að stöðva slíkt rennslí á milli æða.

#### Einstakar holur og mælingar.

Hola 1: Fyrsta termistormælingin í Stardalsholunni var gerð, þegar holan var 64 m djúp, eftir 7 daga hlé á borun (vegna jóla-leyfis bormanna). Ef litið er á hitaferilinn (sjá mynd 5) sést, að tvær vatnsæðar eru í holunni, önnur á 26 m dýpi, hin á 60 m dýpi. Ekki er getið um neinar vatnsæðar á þessum stöðum í bordagbók, en þess er getið að bergið á 26 m dýpi hafi verið sprungið og einnig var það sprungið á 60 m dýpi, en þar er tekið fram að holan hafi verið þétt, svo þetta er lítil vatnsæð. Efri vatnsæðin (26 m) er greinilega tengd lagamótum á setinu og Reykjavíkurgrágrýtinu. (sjá mynd 3).

Þegar holan var 64 m djúp, var vatnsborðið í 17 m og er það sennilega þrýstingurinn í vatnsæðinni í 26 m, sem gefur þetta vatnsborð, því að í 69 m er getið um aðra vatnsæð (skolvatnstap) og hrapar þá vatnsborðið niður í 35-36 m dýpi. Þetta vatnsborð hélzt þangað til komið var í næstu vatnsæð í 94 m dýpi, þá fór vatnsborð niður í 54 m dýpi (mælt þegar holan var 100 m djúp). (sjá mynd 3) Tapið í þessari vatnsæð var sennilega 2 - 3 l/sek., því að í bordagbók segir að skolvatn komi aðeins að nokkru leyti upp, en afköst bordælunnar eru um 5 l/sek. Við næstu vatnsæð frá 113 - 120 m varð algjört skoltap, þ.e. heildartapið er meira en 5 l/sek. Holan var hitamæld 2.2.1970, eftir um tveggja sólarhringa hlé á borun vegna helgarleyfis bormanna (sjá mynd 6). Holan var þá 138 m djúp og vatnsborðið var í 57 m dýpi. Hefur því vatnsborðið lítið breytt frá 94 m dýpi. Á þessari mælingu (sjá mynd 6) kemur fram, að vatnsæðanet nær niður í 120 m, en þar fyrir neðan hitnar holan mjög ört, og frá 130 m dýpi er engin kæling (engin vatnsæð). Eftir þessa hitamælingu var borað niður í 143 m dýpi. Síðan varð um 2 mánaða

hlé á borun og var hitamælt í lok þessa hlés, 1.4.'70. Þá hafði orðið mikil breyting á vatnsborði og hita í holunni (sjá mynd 6), sem ekki verður skýrð með öðru en vatnsæð í botni holunnar, sem gefi þetta lága vatnsborð, og kólnunin mun stafa af rennsli úr efri vatnsæðum niður í þessa vatnsæð. Eftir þetta var holan þétt með steypu og síðan boruð áfram niður í 200,5 m dýpi. Í 169 m dýpi var talsvert vatnstap, en þó ekki algjört tap, svo að vatnsæðin er eitthvað minni en 5 l/sek. Þessi æð þéttist að miklu leyti af svarfi meðan á borun stóð, en mun þó sennilega vera aðalvatnsæðin í holunni nú í dag. Vatnsborðið í holunni við lok borunar var ekki mælt. Borun lauk 9.4.1970 og var holan hitamæld 12.5.1970 (sjá mynd 6). Mældist þá 90°C í botni. Vatnsborðið virðist ekki hafa verið mælt. Hins vegar byrjar hitamælingin í 70 m og er líklegt að það sé nærri vatnsborði.

Að lokinni þessari mælingu gerði Guðmundur Pálmason yfirlit það sem sýnt er á mynd 7 og er hitastigullinn eingöngu dreginn eftir punktum, sem mældir voru í botni holunnar í borun, og þá eingöngu þegar borað var í þéttu bergi. Þetta gaf hitastigullinn 470°C/km. Næst var holan mæld 12.11.'71 (sjá mynd 6). Vatnsborðið var þá mælt í 68 m. Hefur vatnsborðið í holunni sennilega ekkert breytt frá 12.5.'70. Hitinn í holunni var mjög líkur 12.11.'71 og 12.5.'70, nema í ósteypta kaflanum í holunni, en þar hafði orðið nokkur kólnun, líklega vegna rennslis á milli vatnsæða. Mynd 6 bendir til þess að meðalhitastigullinn í holunni sé um 420°C/km.

Hola 2: Holan við Tröllafoss er miklu kaldari en holan við Stardal (sjá mynd 8). Hitastigullinn virðist vaxandi niður eftir holunni, en að meðaltali er hann um 100°C/km. Lítið eða ekkert vatnstap var í holu 2, hins vegar sýna breytingar á vatnsborði meðan á borun stóð að bergið hlýtur að hafa einhverja lekt. Til að koma í veg fyrir niðurrennsli var holan að mestu steypð þannig að nú er hún aðeins opin í botni og ákvarðast núverandi vatnsborð eingöngu af vatnskerfinu þar.

Hola 3: Vatnsborðið var uppi í stút í holunni eftir 12.1.'71, en þá var holan 32 m djúp. Smávatnsæðar eru á mótum setsins og myndbreytta basaltsins, og er vatnsæð í 32 m, skv. hitamælingu bormanna,

tiltölulega heit, mældist þarna  $15^{\circ}\text{C}$  á botni. Eftir þetta hitnaði holan lítið og mældu bormenn  $18^{\circ}\text{C}$  á botni. Nokkur munur er á termistormælingum og mælingum bormanna. Virðast hámarksælarnir sýna  $3^{\circ}\text{C}$  of háan hita, er því sennilegt að hitaferill í síðustu hitamælingum frá 10.7.'71 sé nærri því að gefa rétta mynd af berg-hitanum í holunni (sjá mynd 9). Þó er einhver upphitun á efri hluta holunnar vegna uppstreymis af vatni. Hitastigullinn er um  $110^{\circ}\text{C}/\text{km}$ , en þar sem hitaferillinn er mjög truflaður af rennsli vatns í berginu gefur þessi hitastigull varla góða mynd af hitanum á miklu dýpi.

## 5. Viðnámsmælingar

Sumurin 1970 og 1971 voru gerðar all víðtækar viðnámsmælingar á Stardalssvæðinu, og var þetta liður í könnun á útbreiðslu jarðhita á hitaréttindasvæði Hitaveitu Reykjavíkur í Mosfellssveit og allt til Reykjavíkur. Viðnámsmælingarnar eru dýptarmælingar með 900 - 1500 m straumarmi. Mynd 1 sýnir staðsetningu þessara mælinga og sýna pílurnar lengd og legu armanna. Hér fer á eftir lausleg jarðfræðileg túlkun á hverju viðnámsniði fyrir sig (sjá einnig mynd 10).

### D-28 Austur af Norður-Gröf.

Ung myndun (Rvíkurgrágrýti) niður á 10 m dýpi, síðan líklega basaltsyrpa, sem nær niður í 90 m, en þar fyrir neðan er móberg niður í um 600 m og þar tekur við basalt. Þetta er mjög hitalegt.

### D-7 Leirvogsa, sunnan við Þverárkotsháls.

Ungt niður í 70 m. Viðnámið fer síðan ört lakkandi niður í 700 m og er þetta fremur hitalegt, þótt viðnámið fari ekki mjög langt niður.

### D-30 Hrafnhólar.

Hátt viðnám og mjög lítill hiti. Þetta er í litlu samræmi við holuna við Þverá, því þar er hitastigullinn  $>100^{\circ}\text{C}/\text{km}$ . Þarna er mjög ummyndað basalt á yfirborði, sem ætti að hafa viðnám um 200  $\Omega\text{m}$ , ef það er kalt, og þetta er einmitt viðnámið, sem mælist í botni prófílsins.

D-27 Þverárdalur.

Hugsanlega móberg frá 90 m niður í 400 m. Ekki vottur af hita á þessum stað.

D-26 Á milli Skarðsár og Þverfells.

Fremur hátt viðnám og skrykkjótt ofan til, en fyrir neðan 600 m fer viðnámið aðeins lakkandi, en þetta er lítið hitalegt.

D-24 Tröllafoss.

Lagamót koma engin fram. Við borun kom fram móberg niður í botn holu í 242 m, en keilugangar koma fyrir öðru hvoru í móberginu. Lítið hitalegt.

D-5 Stardalur.

Ung myndun niður í 60 m (Reykjavíkurgrágrýtið). Einnig eru sennilega einhver lagamót í 500 m dýpi.

D-4 Stardalur.

Ung myndun niður í 80 m (Reykjavíkurgrágrýti). Lítið hitalegt. Þetta væri talið fremur óefnilegt svæði skv. viðnámsmælingum, en hitastigull í borholu var mjög hár ( $470^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ). Hér er því mikið ósamræmi á milli viðnámsmælinga og raunverulegs hita.

D-25 Við Skálafellssafleggjara.

Ung og tiltölulega fersk myndun niður í 110 m. Síðan tekur við móberg og er ekki hægt að greina lagamót neðar, fyrr en e.t.v. í 1000 m. Þetta er mjög hitalegt, enda er jarðhiti á yfirborði nærri nyrðri armi prófílsins.

D-29 S-A af Sauðafelli.

Rvíkurgrágrýti efst, síðan sennilega basalt niður í 180 m dýpi með háu viðnámi. Fyrir neðan 180 m eru engin lagamót (móberg), en einhver hiti fyrir neðan það dýpi.

D-8 Við Leirvogsvatn.

Ung myndun (Rvíkurgrágrýti) niður í 200 m. Viðnámið er hátt, en fer mjög ört lakkandi, sem getur þýtt hvort heldur hita eða mikla ummyndun.

D-14 Seljabrekka.

Móbergsserían nær niður í 1000 m og er köld. Í 1000 m eru lagamót, en ekki er hægt að sjá hvað tekur við af móberginu. Viðnámið er heldur lægra en í venjulegu basalti og getur ummyndun valdið því.

D-32 Norðan við Bringur.

Ung myndun (Rvíkurgrágrýti) nær niður í 100 m, en þar fyrir neðan sjást engin lagamót. Einhver hitavottur (viðnámið er u.þ.b. 3 x lægra en í köldu myndbreyttu basalti).

D-18 Gljúfrasteinn.

Móbergið nær niður í um 600 m. Prófillinn er hitalegur fyrir neðan 600 m.

D-20 Skeggjastaðir.

Ung myndun niður í 50 m (Rvíkurgrágrýti). Einhver lagamót gætu hugsanlega verið í 600 m, en eru óskýr. Mjög lítil merki um hita.

D-35 Hrísbjú.

Um 5-6 m af jarðvegi efst, síðan tekur við ungt gosberg, Mosfellsmyndunin, sem nær niður í 250 m. Önnur lagamót í 600 m. Viðnámið hátt og lítið hitalegt.

Mælilínurnar D-17, D-6, D-16 og D-21 tilheyra jarðhitasvæðinu á Reykjum í Mosfellssveit og verða þar ekki ræddar hér.

## Almennt um viðnámið:

Háviðnáms hryggur liggur þvert í gegnum svæðið frá Mosfelli yfir í Stardalshnúk, en einnig er hátt viðnámið fyrir norðan Stardalshnúk og upp með Þverá. Þetta háviðnámið er ekki tengt einni og sömu jarðmyndun. Vestast er þetta tengt Mosfellsmynduninni, sem er mjög ung myndun, og er bergið ferskt og mjög gropið. Bergið gæti því innihaldið mikið magn af vatni, sem út frá viðnáminu mætti atla að væri fremur kalt (þ.e. að kalt vatn orsakaði hið háa viðnámið).

Ekki er þetta einhlít skýring, því að hugsanlegt er að gangasvarmur sé í gamla öskjurímanum undir Mosfellsmýnduninni, en gangarnir myndu orsaka háviðnám.

Háviðnámið við Tröllafoss og Þverá getur varla stafað af köldu vatni í berginu, því þar er hitastigullinn yfir  $100^{\circ}\text{C}/\text{km}$ . Við Tröllafoss er líklegast að þetta háviðnám stafi af innskotunum, sem eru mjög þétt um og fyrir neðan 600 m dýpi. Hjá Þverá er þetta ekki eins ljóst. Þar er að vísu mikið af göngum, þó ættu þeir ekki að vera eins þéttir og við Tröllafoss. Óvíst er að framlengja megi hitastigullinn niður í mikið dýpi við Þverá, því að vitað er um vatnsrennsli á litlu dýpi í holu 3 og verið gæti, að hitinn í holunni stafaði eingöngu af vatnsrennsli á litlu dýpi. Þó að viðnámið við Stardal sé nokkru lægra en við Tröllafoss, er það samt mun herra en búast mætti við út frá þeim hita, sem mældur er í H-1 (Stardal). Líklegt er, að tiltölulega ferskt berg í keilugöngum tilheyrandi öskjumýnduninni valdi því, að svo hátt viðnám mælist við Stardal. Hins vegar er munur á viðnámi á milli Stardals og Tröllafoss vegna hitamunar á þessum stöðum.

Háviðnámið norðan Stardalshnúks (D-26 og D-27 á mynd 1) má einnig skýra með göngum og innskotum.

Á öskjusvæðinu er samræmi milli viðnámsmælinganna og hitamælinganna í því, að lægsta viðnámið er þar sem hitinn er mestur. Hins vegar er ekki eðlilegt samræmi milli mælds hita og mælds viðnáms í samanburði við "venjuleg" svæði á Íslandi. Viðnámið, sem svarar til ákveðins hitastigs er mun herra á öskjusvæðinu heldur en eðlilegt má telja. Við teljum að keilugangarnir og innskotin innan öskjunnar orsaki þetta.

Sams konar ósamræmi milli hitastigs og mælds viðnáms hefur fundizt áður við Húsafell í Borgarfirði og við Kálfá í Gnúpverjahreppi. Á báðum þessum stöðum eru basaltgangasvarmar.

Gangberg er að öðru jöfnu mun þéttara en hraunlög og móberg. Gangbergið ummyndast því mun hægar en grannbergið, sem gangarnir skera, jafnvel þótt vatnsrennsli sé mikið við gangana. Í rústum megineldfjalla má oft sjá tiltölulega ferska bergganga í mjög ummynduðu grannbergi.

6. Niðurstöður

- a. Jarðhitinn við Stardal orsakast af rennsli heits vatns, sem líklegt er að streymi upp eftir sprungum í brotabeltinu, sem myndar austurjaðar Stardalsöskjunnar.
- b. Útbreiðsla jarðhita á grunnu dýpi við Stardal er sennilega á takmörkuðu svæði. Viðnámsmælingarnar benda til þess, að jarðhitinn fylgi útlínunum öskjunnar til suðurs frá Stardal og vestur með Grímmannsfelli (sbr. viðnámsmælingar D-8, D-32 og D-18). Volgra við rætur Grímmannsfells norðvestanverðs og hiti í borholu í Hraðastaðalandi styður þessa niðurstöðu og bendir til sambands jarðhita á öskjujaðrinum og jarðhitans í Helgadal og á Reykjasvæðinu.
- c. Hið lága vatnsborð í holunum H-1 og H-2 gæti bent til þess, að holurnar séu í sambandi við heitt kerfi. Einnig er vatnsborðið svipað í holunum þannig að þær gætu vel verið tengdar sama vatnskerfi þó hitinn sé misjafn.
- d. Viðnámsmælingar á vesturjaðri öskjunnar, norðan við Mosfell (D-28 og D-7) eru mjög athyglisverðar. Ef til vill er þarna um að ræða rennsli volgs vatns undan Esju (hitastigull  $60^{\circ}\text{C}/\text{km}$  mundi gefa  $54^{\circ}\text{C}$  við rætur 900 m fjalls). Frekari athuganir þarna munu væntanlega falla undir jarðhitakönnun í Kjalarnesshreppi.
- e. Við teljum að basaltgangasvarmur á öskjusvæðinu valdi ósamræmi milli mælds hitastigs og mælds viðnáms. Hvorki er vitað hversu hátt rúmmálshlutfallið gangar/grannberg þarf að vera til að ósamræmi í viðnámsmælingum verði teljandi, né hvaða stig ummyndunar á grannbergi og göngum er afgerandi. En þar til ítarlegri rannsóknir hafa farið fram á túlkun viðnámsmælinga, teljum við ekki ráðlegt að treysta um of á niðurstöður viðnámsmælinga á svæðum þar sem mikið er um ganga og innskot. Viðnámsmælingar geta bent á hita á slíkum svæðum, en alls ekki útilokað hita.
- f. Framhaldsrannsóknir. Sjálfsagt virðist að næsta skref í rannsóknunum á þessu svæði sé að bora við Stardal eða í næsta nágrenni 600 - 1000 m djúpa holu. Með slíkri holu ætti að fást svar við því, hver er botnhitinn á svæðinu og upplýsingar um vatnsgæfni svæðisins.



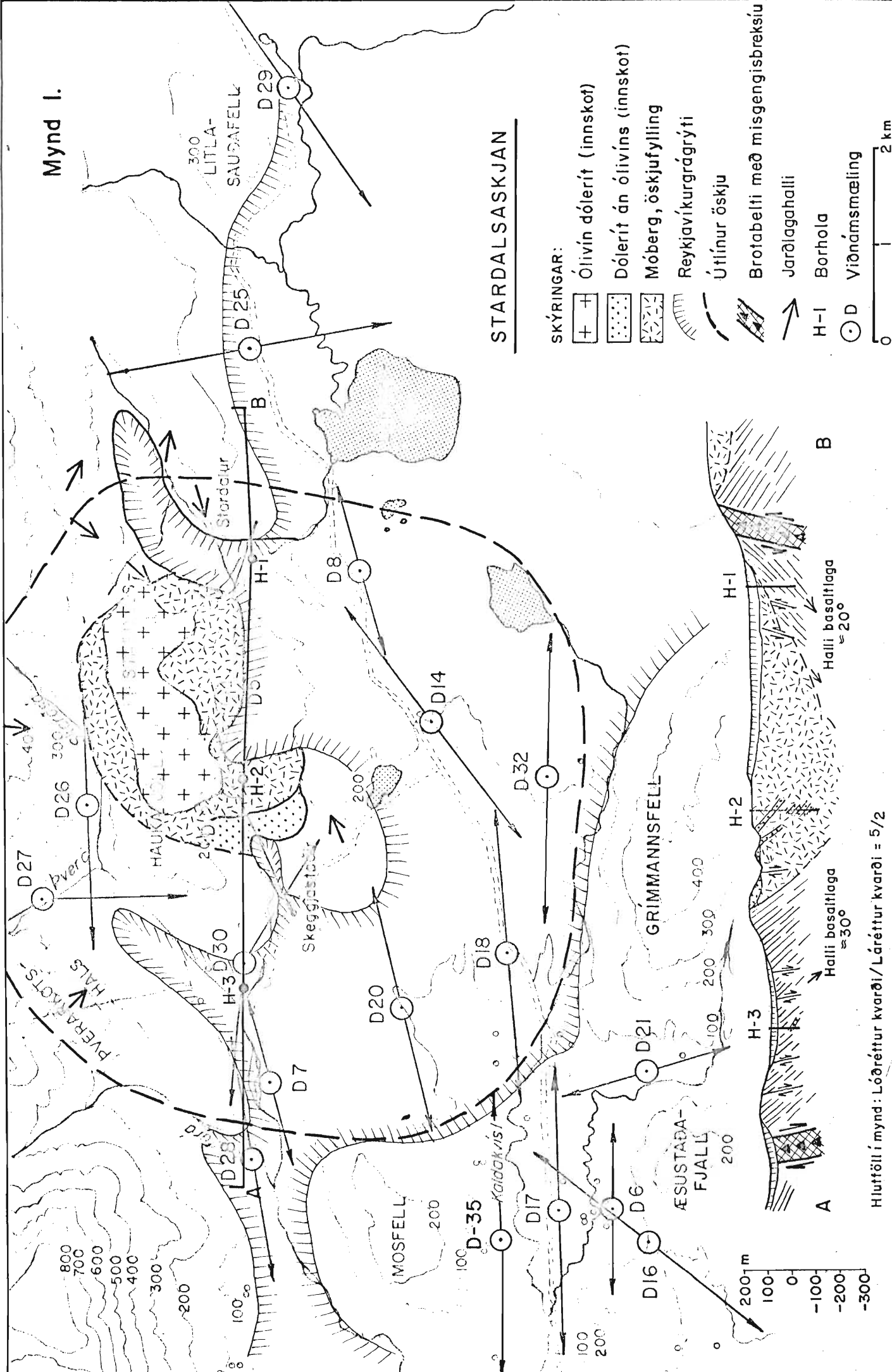
Heimildarrit

Guðmundur Pálmason, 1971. Crustal Structure of Iceland from  
Explosion Seismology. Vísindafélag Íslendinga, Rit XL.

Sigurður Steinþórsson og Guðmundur E. Sigvaldason, 1971.  
Skýrsla um bergfræðirannsóknir við Stardal.  
Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, Jarðfræðastofa.

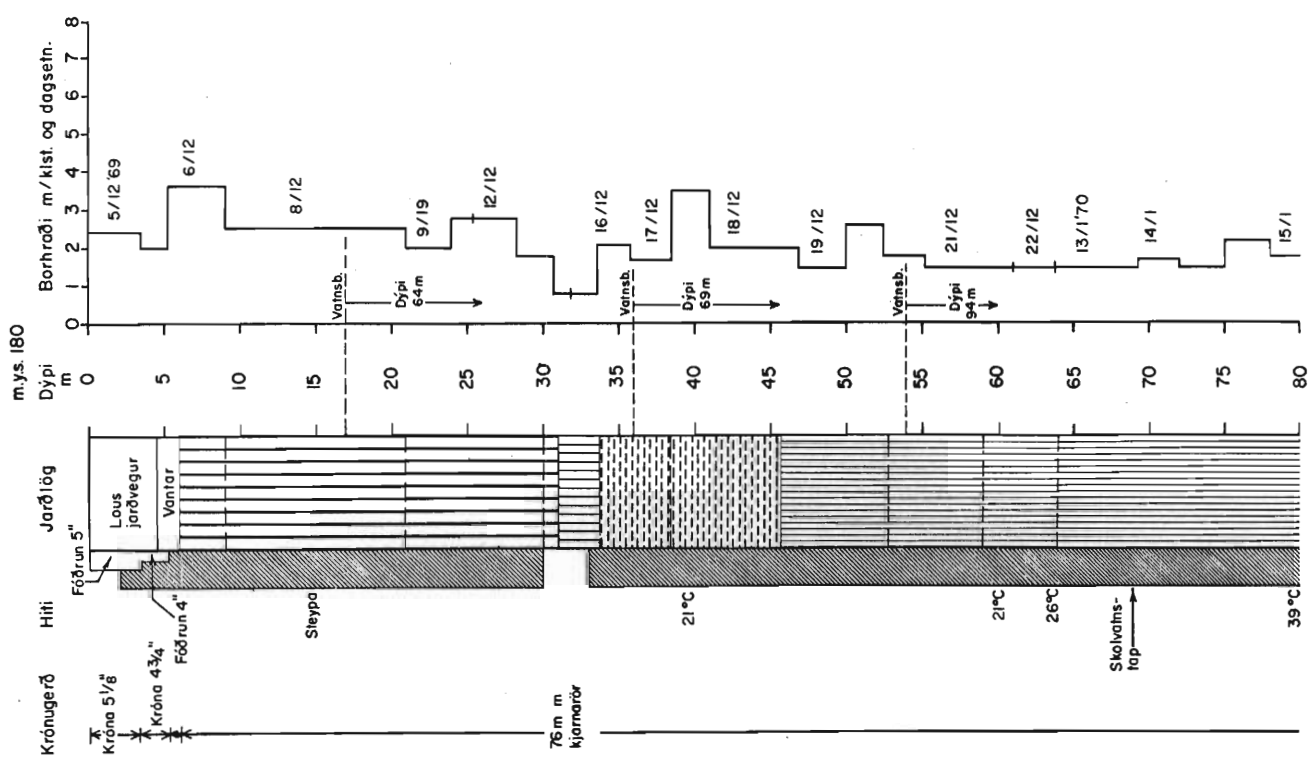
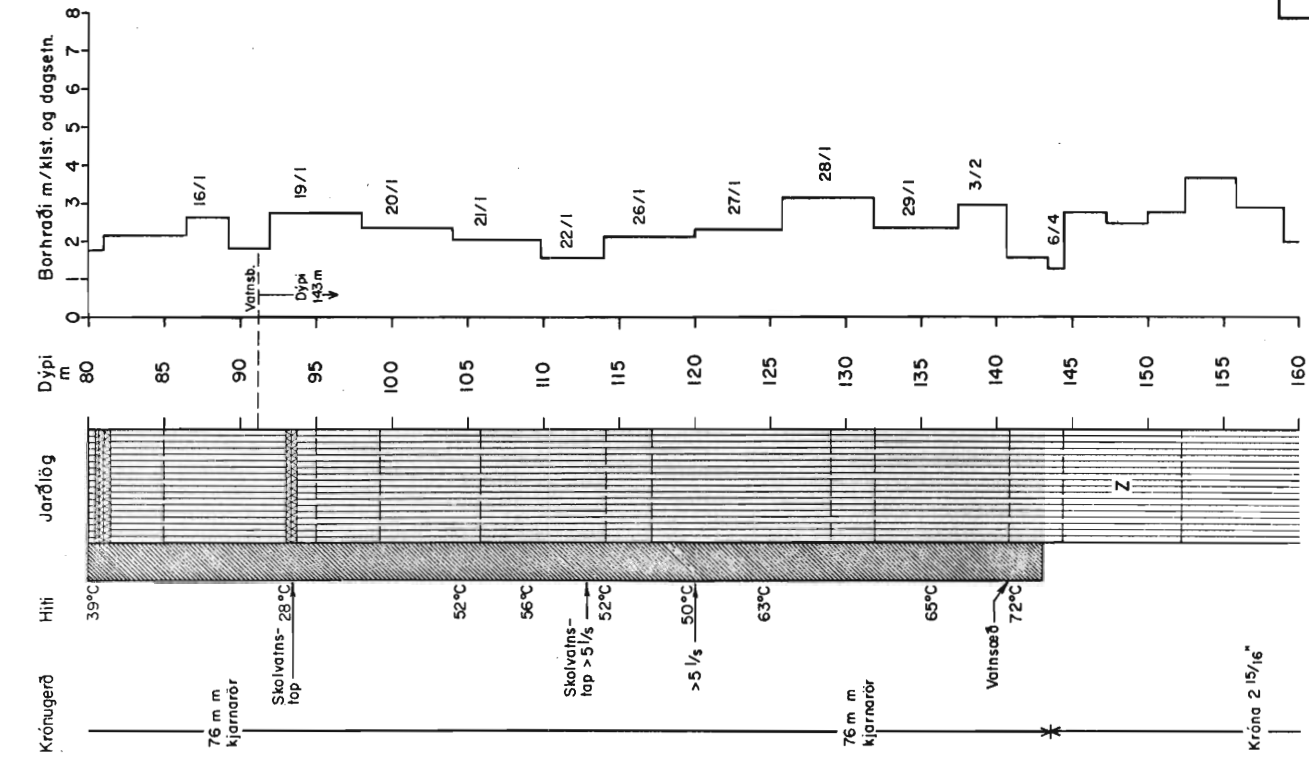
Trausti Einarsson, 1954. A Survey of Gravity in Iceland.  
Vísindafélag Íslendinga, Rit XXX.

Mynd I.



Hlutféll í mynd: Lóáréttur kvarði/Láréttur kvarði = 5/2

# Mynd 2.

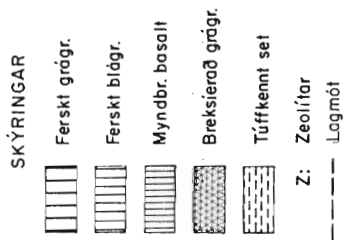
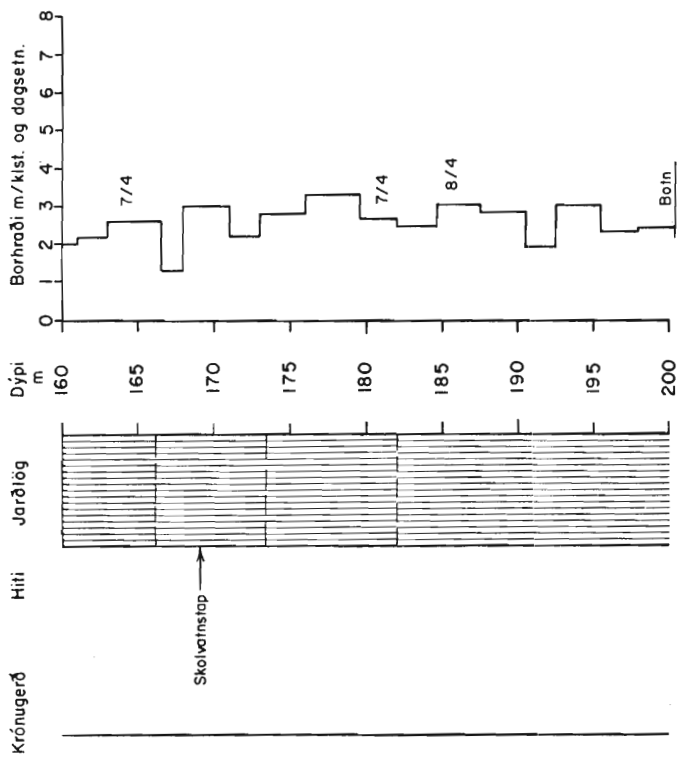


**ORKUSTOFNUN**

Kjalarne shreppur - Stordalur  
 Hóla 1 (1969-70) Jarðlagasnið

7.7.71 J/T/AG/IS Tm. 99  
 Blað 1 af 2 J-Mostellsh. Fnr. 9897

# Mynd 2.

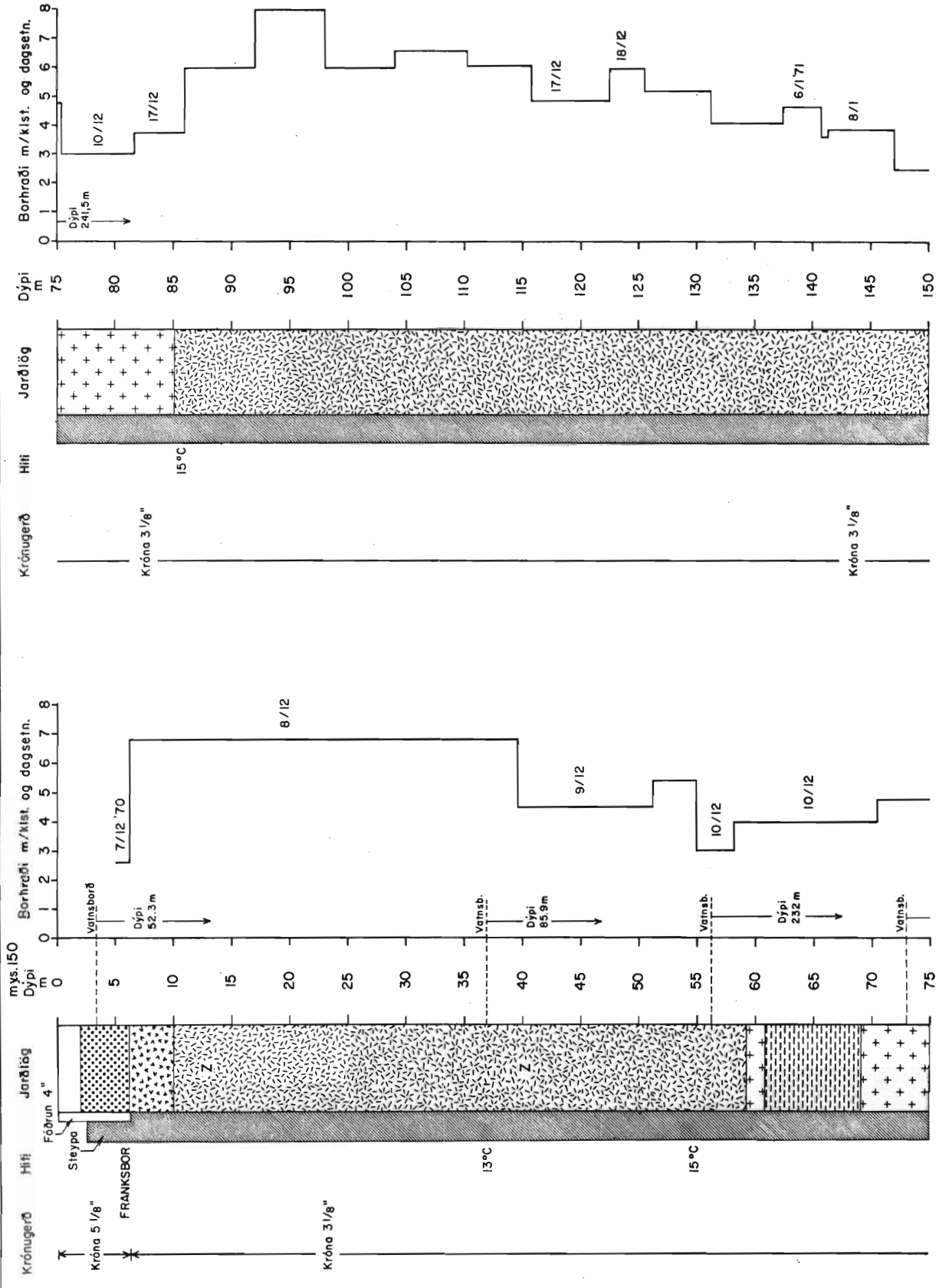


ORKUSTOFNUN

Kjalarneshreppur - Stordalur  
Hala I (1969-70) Jarðlagasnið

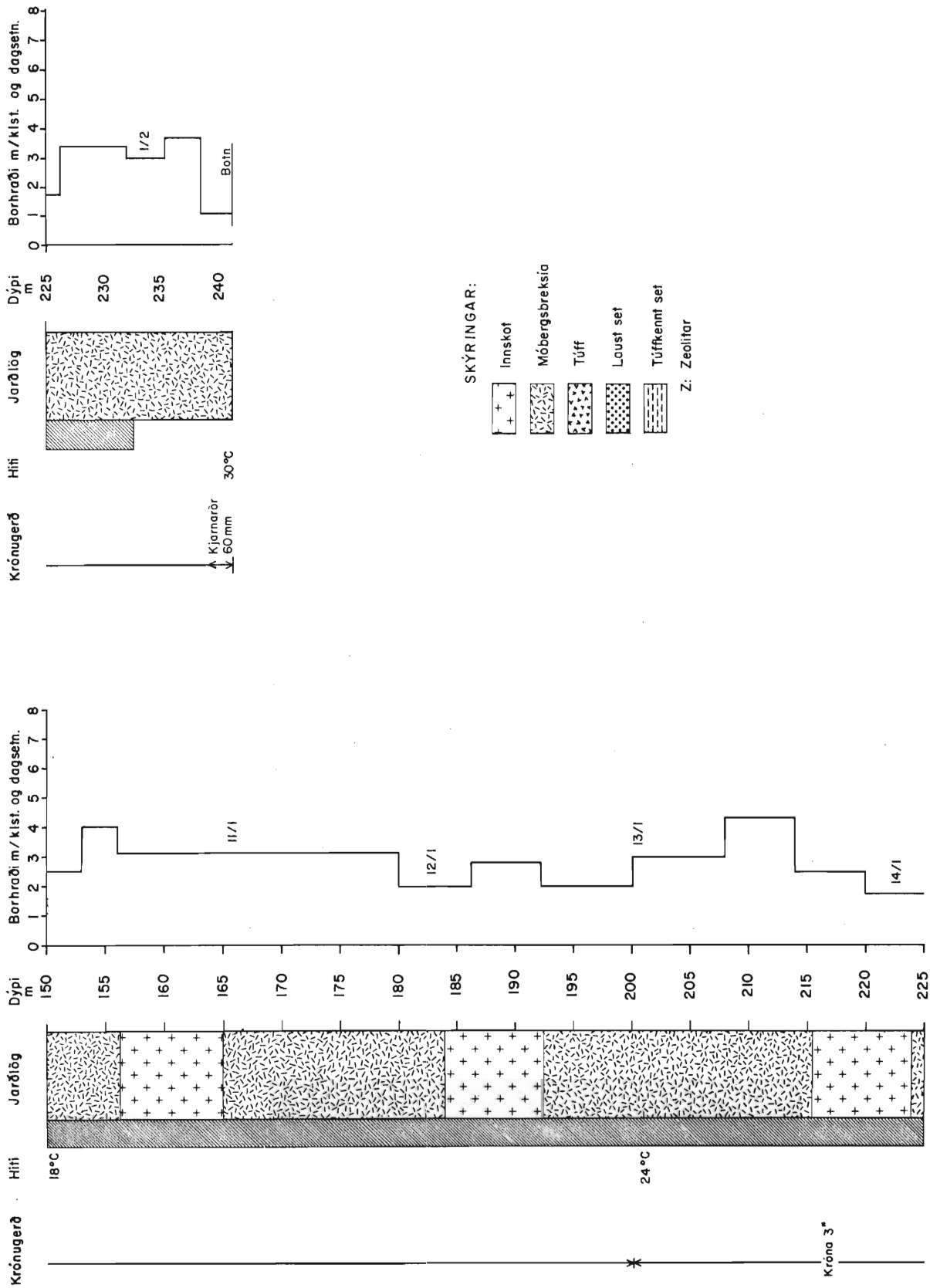
7.7.71 J.T./A.T.G./S. Tr. 99  
Blað 2 af 2 J.-Mosiell'shr. Fnr. 9897

# Mynd 3.

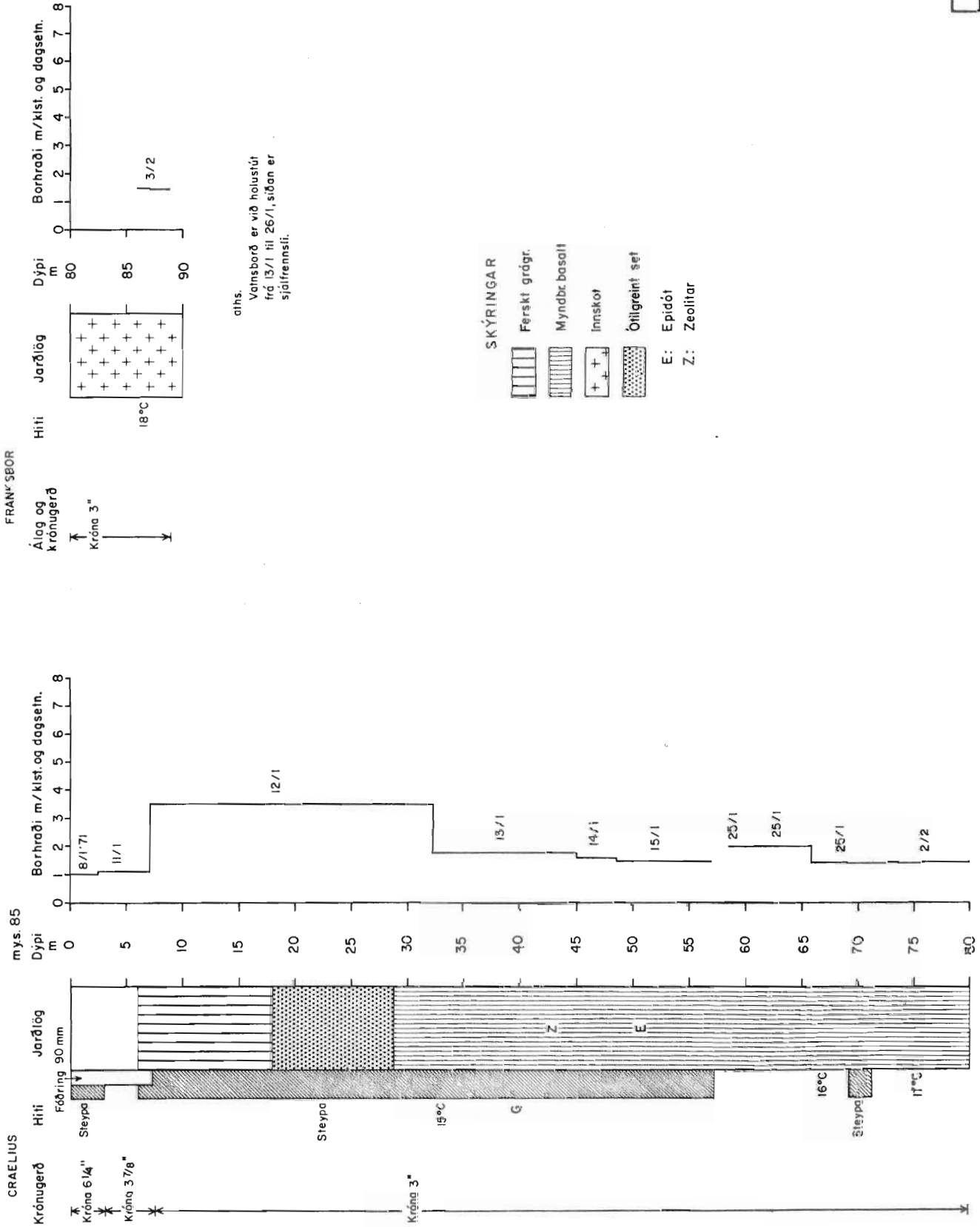


<b>ORKUSTOFNUN</b>	
Mosfelliðhreppur - Tröllafoss	
Hala 2 (1971) Jarðtagasnið	
K4571/JT/ATG/IS	Tnr. 98
Blað 1 af 2	J-Mosfelliðhr. Fnr. 9895

# Mynd 3.



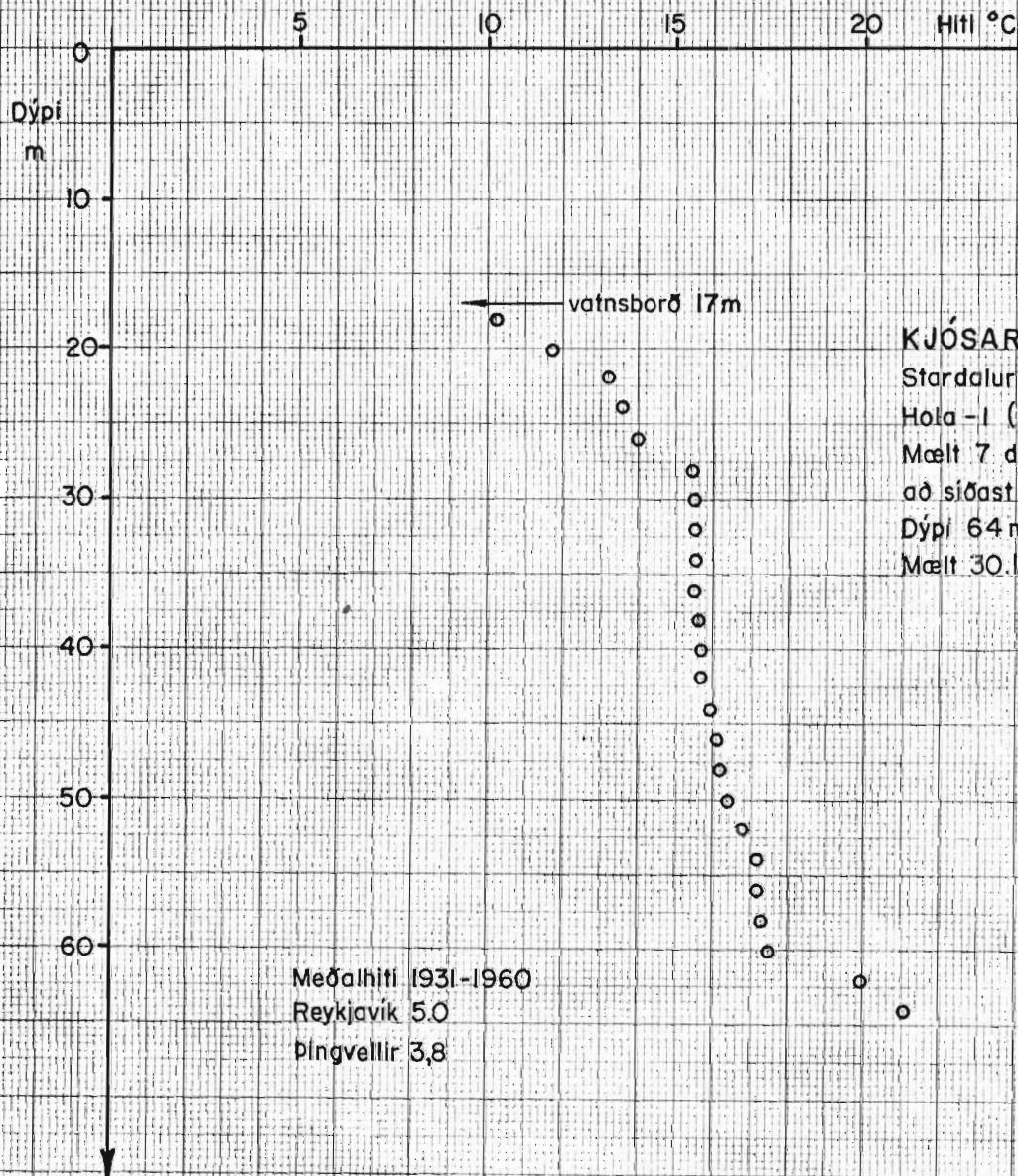
# Mynd 4.





Hitamæling í borholum.

Mynd 5.

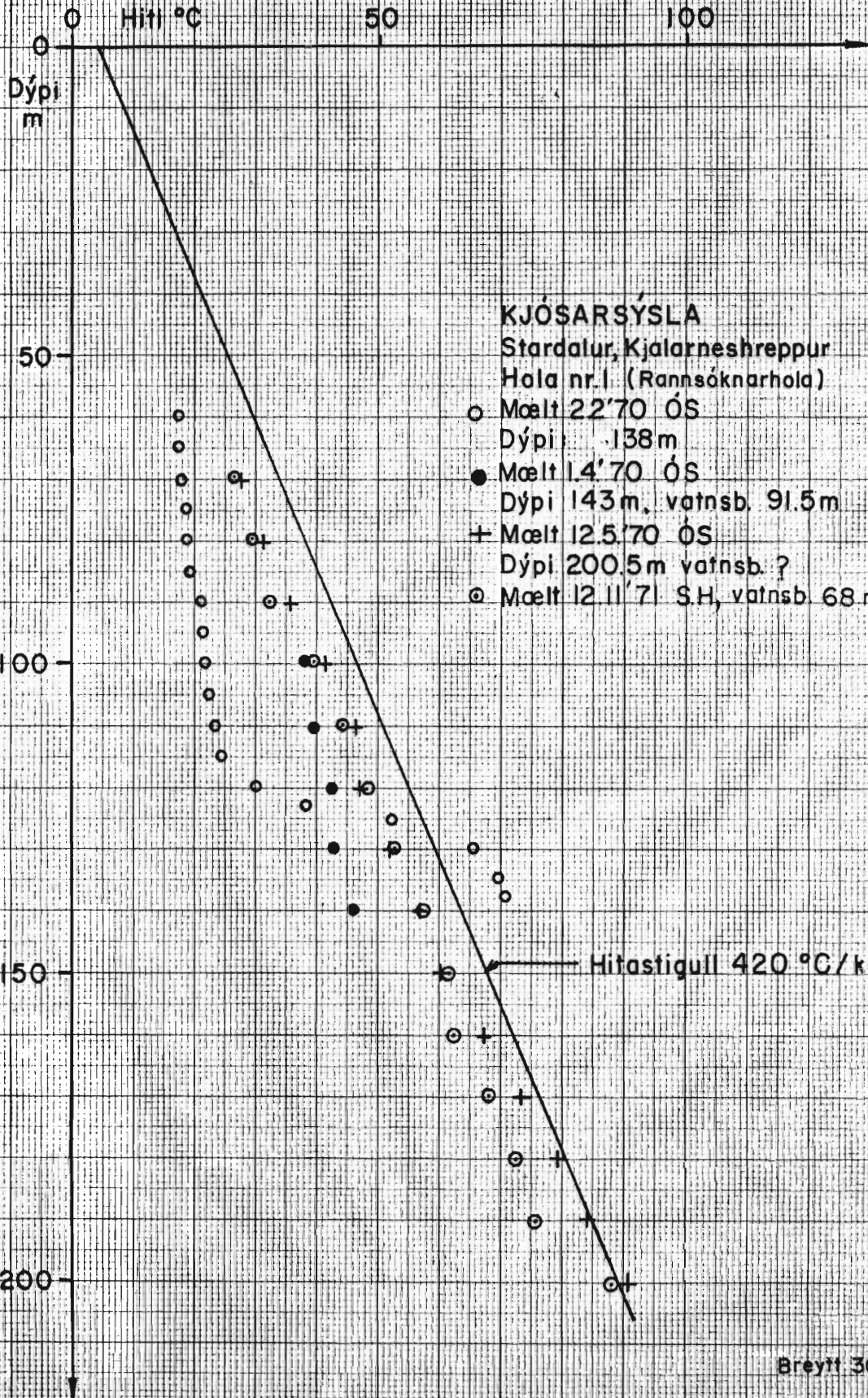






# Hitamælingar í borholum

Mynd 6.



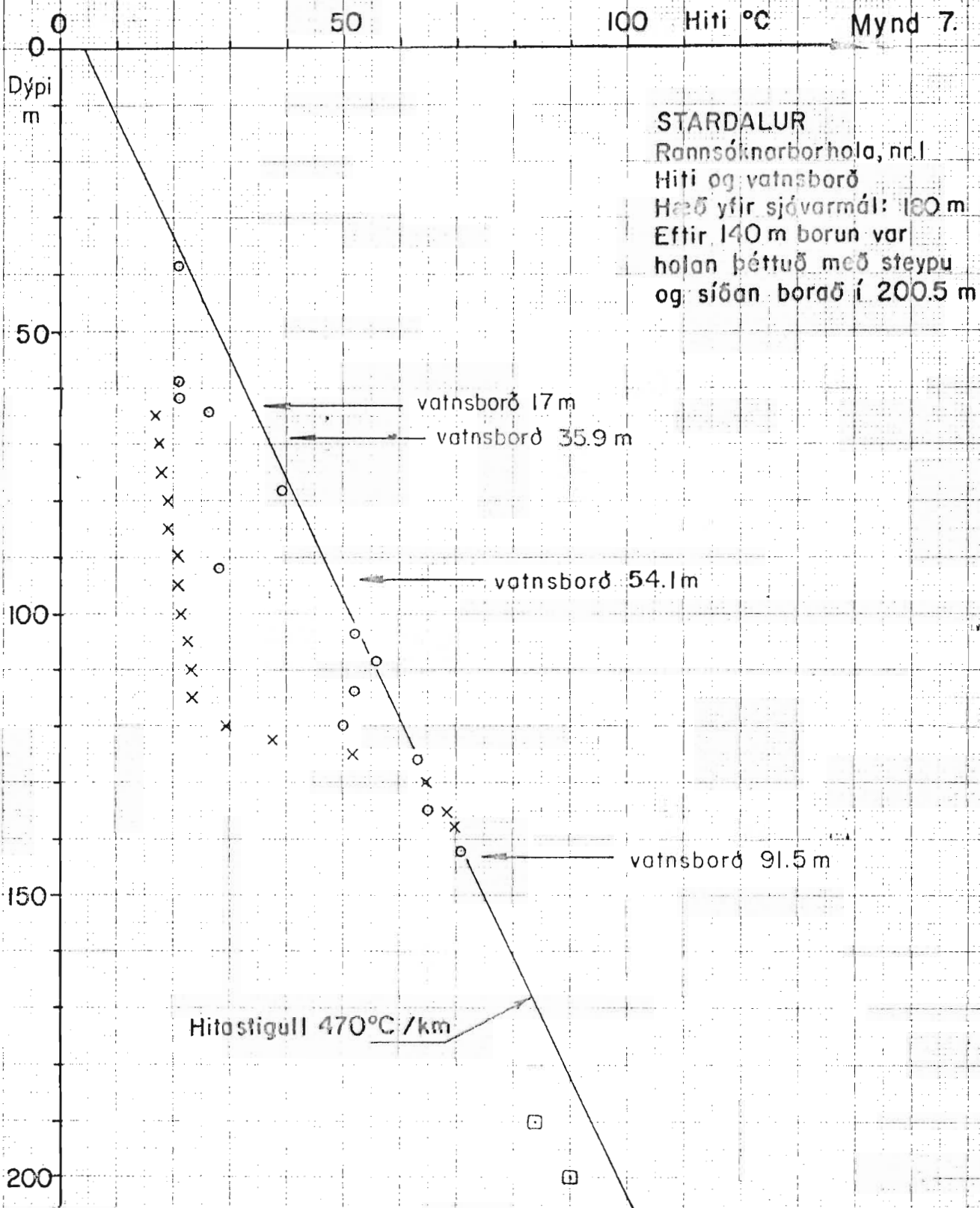
**KJÓSARSÝSLA**  
Stardalur, Kjalarneshreppur  
Hala nr.1 (Rannsóknarhola)

- Mælt 22'70 ÓS  
Dýpi: 138m
- Mælt 14'70 ÓS  
Dýpi 143m, vatnsb. 91.5m
- + Mælt 12.5'70 ÓS  
Dýpi 200.5m vatnsb. ?
- ⊙ Mælt 12.11'71 S.H, vatnsb 68 m

Hitastigull 420 °C/km

### Hitamælingar í borholum

Mynd 7.



- Mæling á botnhita á mismunandi dýpi
- × Termistormæling er hola var 140 m djúp (niðurreansli ofan við 120 m)
- Termistormæling 12.05'70

# Hitamælingar í borholum

0 Hití °C 5 10 15 20 25 30 Mynd 8.

Dýpi  
m

20

40

60

80

100

120

140

160

180

200

220

240

KJÓSARSÝSLA

Tröllafoss, Mosfellshreppur

Rannsóknarhola 2

Dýpi 241,5 m

Fóðring 4"

Borun lokið 8.2.'71

Meðalhiti, Elliðaárstöð 5°C, Þingv. 38°C

Thermistor KΩ

+ Mælt 13.1.'71 SH

o Mælt 25.1.'71 SH

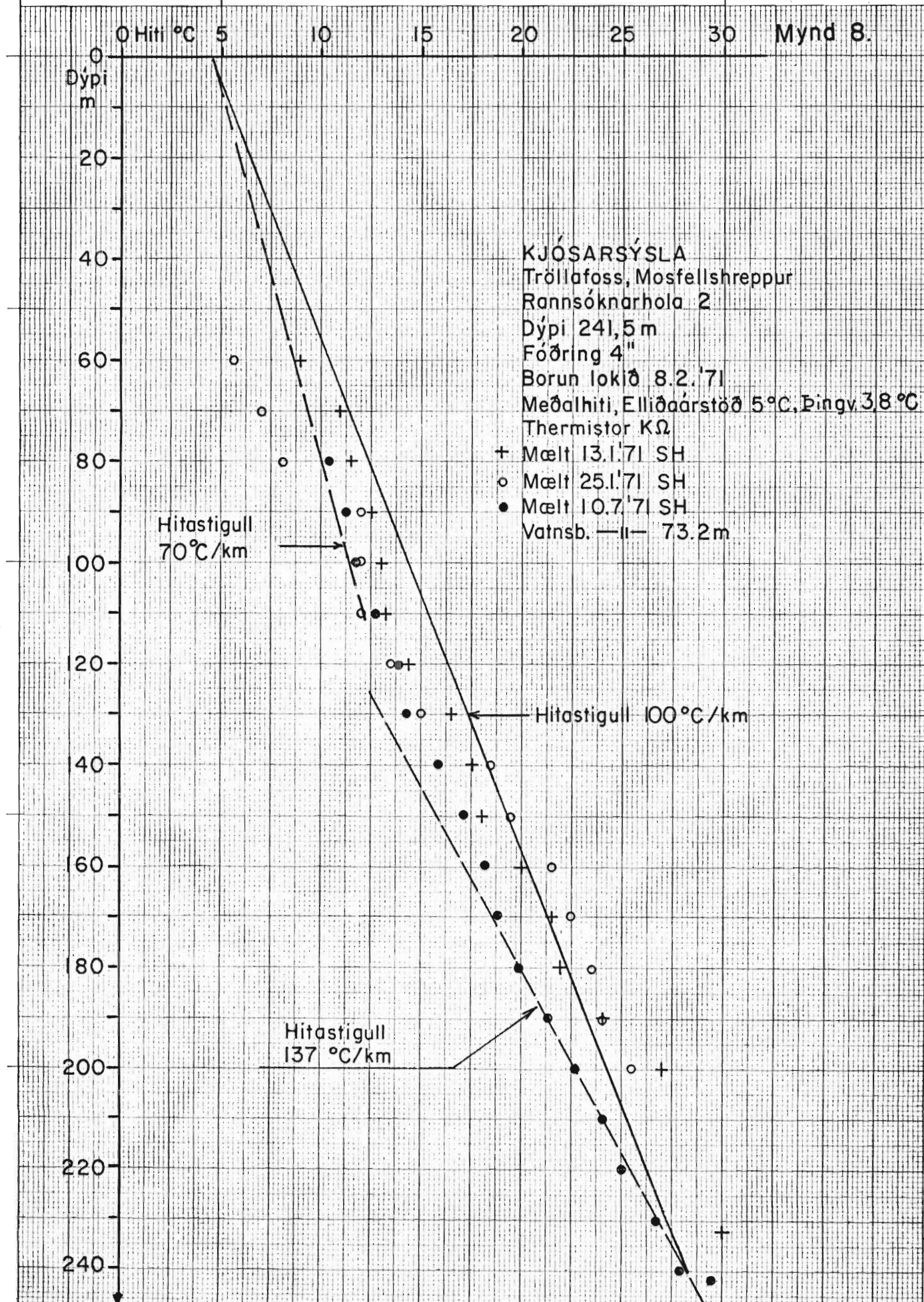
• Mælt 10.7.'71 SH

Vatnsb. —||— 73.2 m

Hitastigull  
70°C/km

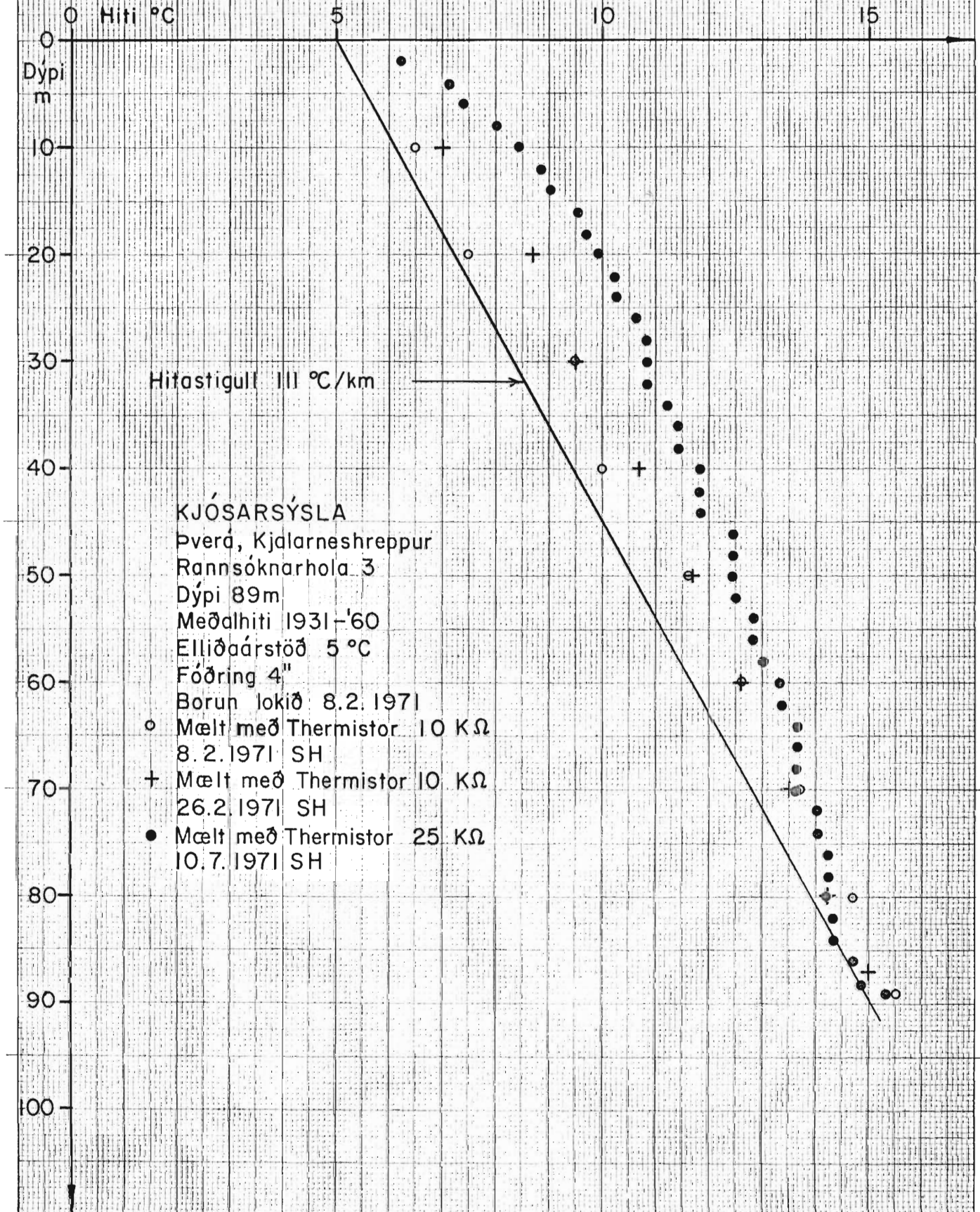
Hitastigull 100°C/km

Hitastigull  
137°C/km



# Hitamælingar í borholum

Mynd 9.



**KJÓARSÝSLA**  
Pverá, Kjalarneshreppur  
Rannsóknarhola 3  
Dýpi 89m  
Meðalhiti 1931-'60  
Elliðaárstöð 5 °C  
Fóðring 4"  
Borun lokið 8.2.1971

- Mælt með Thermistor 10 KΩ  
8.2.1971 SH
- + Mælt með Thermistor 10 KΩ  
26.2.1971 SH
- Mælt með Thermistor 25 KΩ  
10.7.1971 SH

Mynd 10.

