



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HEITAVATNSÖFLUN FYRIR HITAVEITU SIGLUFJARÐAR

Rannsóknir og boranir í Skútudal 1976-78

Jens Tómasson
Margrét Kjartansdóttir
Gísli Karel Halldórsson
Guðmundur Ingi Haraldsson
Ragna Karlsdóttir
Ásgrímur Guðmundsson

OS79034/JHD16

Reykjavík, ágúst 1979

HEITAVATNSÖFLUN FYRIR HITAVEITU SIGLUFJARÐAR

Rannsóknir og boranir í Skútudal 1976-78

**Jens Tómasson
Margrét Kjartansdóttir
Gísli Karel Halldórsson
Guðmundur Ingi Haraldsson
Ragna Karlsdóttir
Ásgrímur Guðmundsson**

OS79034/JHD16

Reykjavík, ágúst 1979

ÁGRIP

Boraðar voru þrjár holur í síðasta rannsóknar- og framkvæmdaáfangi fyrir hitaveitu Siglufjarðar, holur 8-10. Gagnakerfi, sem liggur eftir Skútudal, stjórnar upprennisli jarðhitavætnsins og er líklegt að meginhluti vatnsins komi upp með einum gangi sem kortlagður hefur verið með segulmælingum. Ekki hafa fundist óbyggjandi merki í borsvarfi um fyrrnefndan gang en vatnsæðar hafa verið á því dýpi sem búist var við að holur skæru hann. Rekja má nokkur auðkennileg jarðlög á milli holanna. Hitinn í holunum virðist vera óháður staðsetningu þeirra. Hann vex með dýpi í þeim öllum og heitasta holan, hola 8, er jafnframt sú dýpsta.

Dælt hefur verið um 27 l/s úr holu 7, og með auknum niðurdrætti væri hægt að auka vatnsmagnið um 5-8 l/s. Dæla í holu 10 yrði sett á 200 m dýpi og dælunni í holu 7 sökkt neðar.

EFNISYFIRLIT

	bls.
ÁGRIP	3
EFNISYFIRLIT	5
TÖFLUSKRÁ	5
MYNDASKRÁ	6
1 INNGANGUR (JT)	7
2 SEGUMÆLINGAR OG GANGAR (RK/GIH)	7
3 JARÐHITAKERFIÐ (JT)	8
4 JARÐLÖG OG EÐLISVIÐNÁM Í BORHOLUM (MK)	10
5 VATNAFRÆÐI OG PRÓFANIR Á HOLUM (GKH)	10
6 LÝSING EINSTAKRA BORHOLA (ÁG/JT/MK)	14
6.1 HOLA 8	14
6.1.1 Borun	14
6.1.2 Jarðlög	14
6.1.3 Vatnsæðar og hiti	24
6.2 HOLA 9	25
6.2.1 Borun	25
6.2.2 Jarðlög	26
6.2.3 Vatnsæðar og hiti	35
6.3 HOLA 10	37
6.3.1 Borun	37
6.3.2 Jarðlög	37
6.3.3 Vatnsæðar og hiti	4.
7 HELSTU NIÐURSTÖÐUR	42
HEIMILDASKRÁ	43
MYNDIR	45

TÖFLUSKRÁ

6.1 Listi yfir vatnsæðar, hola 8	25
6.2 Listi yfir vatnsæðar, hola 9	36
6.3 Listi yfir vatnsæðar, hola 10	41

MYNDASKRÁ

	bls.
2.1. Gangar við innanverðan Skútudal	47
2.2. Segulkort	49
3.1. Hitamælingar í borholum, holur 7 - 10	51
4.1. Jarðlagasnið frá holu 8 til holu 10	52
4.2. Eðlisviðnám og jarðlagasnið, hola 8 (blöð 1 og 2)	53-54
4.3. Eðlisviðnám og jarðlagasnið, hola 9 (blöð 1 og 2)	55-56
4.4. Eðlisviðnám og jarðlagasnið, hola 10	57
5.1. Vatnsborðslökkun í holu 7	58
5.2. Vatnsborðshækkun við áðælingu, hola 10	59
5.3. Þrepadæling og þökkun, hola 10	60
5.4. Vatnsborðshækkun í holu 7	61
5.5. Vatnsborðslökkun í holu 7 við dælingu úr holum 7 og 10	62
5.6. Vatnsborðslökkun í holu 10 við dælingu úr holum 7 og 10	63
6.1. Jarðlagasnið, hola 8 (blöð 1 - 3).....	64-66
6.2. Ummyndunarsteindir, hola 8	67
6.3. Hitamælingar í holu 8	68
6.4. Jarðlagasnið, hola 9 (blöð 1 og 2)	69-70
6.5. Ummyndunarsteindir, hola 9	71
6.6. Hitamælingar í holu 9	72
6.7. Jarðlagasnið, hola 10 (blöð 1 og 2)	73-74
6.8. Hitamælingar í holu 10	75

1 INNGANGUR

Þessi skýrsla er um boranir og jarðhitarannsóknir í Skútudal við Siglufjörð á árunum 1976-1978. Niðurstöður athugana fyrir 1976 hafa verið birtar í skýrslum jarðhitadeildar og kom fyrsta skýrslan út 1954 (Gunnar Böðvarsson 1954). Jarðhitaboranir hófust 1964 og árið 1975 var búið að bora 7 holur. Árangri af þessum borunum og öðrum jarðhitarannsóknum á svæðinu á árunum 1964-1975 er lýst í skýrslum jarðhitadeildar (Axel Björnsson o.fl. 1976, Stefán Arnórsson 1971a, 1971b, 1975, Stefán Sigurmundsson & Þorsteinn Thorsteinsson 1973). Í þessari skýrslu er lýst borun hola 8-10 og þeim rannsóknum sem fylgdu. Höfundar eru margir og eru upphafsstafir þeirra fyrir aftan kaflaheitin. Fyrstu 5 kaflarnir fjalla almennt um holurnar og jarðhitasvæðið en kafli 6 um einstakar holur.

2 SEGULMÆLINGAR OG GANGAR

Í júlí og um mánaðarmótin ágúst-september 1977, áður en holu 10 í Skútudal var valinn staður, fóru þar fram jarðfræði- og jarðeðlisfræðiathuganir. Þessar athuganir beindust einkum að því að fá heildarmynd af gangakerfi því sem virðist stjórna jarðhitauppstreyminu í Skútudal.

Kortlagðir voru gangar í innanverðum Skútudal, sem sjáanlega stefna á jarðhitasvæðið, eða nálægt því (sjá mynd 2.1). Mun fleiri gangar eru í Skútudal, einkum þó í Hólshyrnu. Alls voru 33 gangar mældir og merktir á kort. Þriðjungur þeirra hefur stefnu $N5^{\circ}-15^{\circ}V$, annar þriðjungur stefnir $N10^{\circ}-15^{\circ}A$ en flestir hinna $N20^{\circ}-25^{\circ}A$. Gangarnir hafa allir austlægan halla en mismikinn, frá 0° og upp í rúmlega 20° .

Árin 1970 og 1975 var segulmælt lítilsháttar í Skútudal til þess að rekja ganginn, sem talinn er stjórna upprennisli heita vatnsins. Þessar gömlu mælingar gáfu þó ekki upplýsingar um gangakerfið í heild. Til að afla þeirra var gert nákvæmt segulkort af öllu jarðhitasvæðinu og næsta umhverfi þess. Mælt var með segulmæli sem mælir heildarstyrk sviðsins (róteindamæli) í 2,5 metra hæð yfir jörðu. Mælt var í neti og voru 20 metrar milli lína og 5 metrar milli mælipunkta á línu. Niðurstöður eru síðan færðar á afstöðukort af svæðinu og jafnsegul-

línur dregnar (sjá mynd 2.2). Gangurinn, sem talinn er stjórna uppstreymi heita vatnsins kemur vel fram á kortinu. Volgrur, sem voru á svæðinu áður en borun hófst, lágu allar við ganginn. Hann sést í gili Skútuár skammt norðvestan við holu 2. Þar virðist hann stefna $N10^{\circ}V$ og halla $15^{\circ}A$. Stefna gangsins var ákvörðuð nákvæmar með segulmælingum og reyndist hún samkvæmt þeim vera $N2^{\circ}V$. Gangur þessi virðist ekki vera frábrugðinn öðrum göngum á svæðinu, sem kannaðir voru. Annar greinilegur gangur kemur fram á kortinu. Stefna hans er nálægt $N18^{\circ}A$ og sker hann fyrrnefndan gang nærri holu 2.

3 JARÐHITAKERFI

Reynt verður hér eftir að skýra hitamælingar og vatnsæðar í borholum út frá því líkani af vatnskerfi sem fyrri rannsóknir hafa gefið af svæðinu. Áður en nýting hófst á svæðinu náði jarðhitavatnið upp á yfirborð og voru þarna $45^{\circ}C$ heitar volgrur sem nú eru horfnar. Jarðfræðirannsóknir og segulmælingar hafa sýnt að jarðhitinn er tengdur gangakerfi sem liggur langs eftir Skútudal. Samkvæmt borholugögnum virðist vatnið aðallega koma upp með einum gangi. Frá og með holu 7 hafa borholur verið staðsettar með tilliti til þessa gangs. Holur 7, 9 og 10 voru staðsettar austan við ganginn og áttu að skera hann, en hola 8 var boruð vestan gangsins og var ekki ætlað að skera hann (Axel Björnsson o.fl. 1976).

Á mynd 4.1 eru samanburðarhitamælingar frá holum 7-10. Mælingar sýna að hitinn í holunum vex með dýpi og er heitasta holan, hola 8, jafnframt sú dýpsta.

Í holu 7 eru öflugar vatnsæðar á svipuðu dýpi og búist var við að holan skæri ganginn eða í 550 m dýpi. Smávatnsæðar voru einnig rétt ofan og neðan þess dýpis (tengdar rauðum millilögum). Einnig var vatnsæð á 1080 m dýpi í rauðu millilagi. Hitinn í vatnsæðinni í 550 m dýpi var $67^{\circ}C$ en neðan vatnsæðarinnar var hann $76-80^{\circ}C$. Þetta var túlkað þannig að gangurinn gæti verið skil tveggja misheitra vatnskerfa (Axel Björnsson l.fl. 1976) (sjá mynd 4.1). Einnig má túlka það þannig að uppstreymi sé frá vatnsæðinni í 1080 m í vatnsæðina í 550 m dýpi, vatnið hiti upp holuna á þessu dýptarbili og gefi hitinn í holunni því enga mynd af berghitanum á þessu dýpi.

Holu 8 var valinn staður samkvæmt tillögu sem færð eru rök fyrir í skýrslu Orkustofnunar OS-JHD-7603 (Axel Björnsson o.fl. 1976), þ.e. í grennd við holu 4, sem hefur mjög háan hitastigul, og vestan við ganginn og var því ekki ætlað að skera hann. Ætlunin var að fá heitara vatn og helst úr dýpri vatnsæðum, sem ekki væru tengdar þeim vatnsæðum, sem þegar væri farið að nýta ofan 600 m dýpis. Engar verulegar vatnsæðar komu fram í holu 8. Hitinn óx með dýpi og mældist hæstur í 1000 m dýpi 86,6°C. Sá hiti er sennilega vegna upprennslis vatnsins í holunni en ekki berghiti á þessu dýpi. Ef hitaferill er framlengdur frá 1000 m í botn (1672 m) myndi hitinn þar vera nálægt 90°C, sem er sami hiti og ótruflaður hitastigull á þessu svæði gefur (sjá mynd 4.1) (Kristján Sæmundsson 1977). Þetta gæti gefið til kynna að búið væri að bora í gegnum jarðhitakerfið og við tæki illa lekt berg með ótruflaðan hitastigul en hugsanlegt er einnig að komið sé í jarðhitakerfi sem sé um 90°C.

Hola 9 var staðsett austan við ganginn og átti að skera hann á um það bil 600 m dýpi. Engin veruleg vatnsæð kom fram á þessu dýpi, því er hugsanlegt að holan hafi verið svo skökk að hún hafi aldrei skorið ganginn. Stærstu vatnsæðarnar, sem komu fram í borun, voru á 1200-1300 m dýpi. Rennsli úr þessum vatnsæðum virtist minnka ört með tíma. Sennilega hefur verið mikill þrýstingur á æðunum og þær því gefið nokkurt vatn í fyrstu. Leiðni bergsins er hins vegar mjög lítil og því hefur rennsli minnkað fljótt. Hitamælir komst ekki neðar en í 1010-1020 dýpi, þar mældist hitinn 82,5°C. Sá hiti stafar af uppstreymi heits vatns frá dýpri jarðlögum og er hærri en berghiti á þessu dýpi (sjá mynd 4.1).

Hola 10 var staðsett austan við ganginn með það í huga, að hún skæri hann á 500-700 metra dýpi. Hún er í nokkurri fjarlægð frá holu 7 en ætlað að ná vatni úr sama vatnskerfi án þess þó að draga frá hinni holunni. Ef miðað er við bestu vatnsæðarnar í holu 10 er líklegt að holan hafi skorið ganginn á um 450 metra dýpi. Hitinn er þar svipaður og í holu 7, 66-68°C (sjá mynd 6.8).

4 JARBLÖG OG EBLISVIÐNÁM Í BORHOLUM

Reynt var að tengja jarðlögin milli hola 7, 8, 9 og 10 (sjá mynd 4.1). Efst í öllum holunum er nokkuð grófkornótt ólivínbasaltsyrpa, sem nær niður á rösklega 200 m dýpi. Inn í syrpuna ganga ýmis lög, svo sem mjög ljóst finkornótt berg með plagióklasdílum. Í holu 7 er þetta lag einkennilega flagað. Þá er finkornótt basalt. Það er þó ekki að finna í öllum holunum. Á um 300 m dýpi eru plagióklasdílótt lög sem eru eins í öllum holunum. Einnig er töluvert af áberandi ljósum lögum og eru sum þeirra plagióklasdílótt. Á 700-800 m dýpi eru plagióklasdílótt lög sem hægt er að rekja milli holanna. Í holu 9 er á 550 m dýpi ferskt og finkornótt berg, líklega gangur, og nokkur þunn fersk lög eru einnig á 350 m - 450 m dýpi í holu 7. Á 450-500 m dýpi í holu 8 er gangur sem kemur fram í svarfi og viðnámsmælingu. Á rúmlega 900 m dýpi eru áberandi blágráleit basaltlög í öllum holunum. Plagióklasdílótt basalt finnst á liðlega 1300 m dýpi í holum 9 og 8 en lagið er mun þykkara og gleggra í þeirri síðarnefndu.

Samkvæmt greiningu holufyllinga er komið í laumontítbelti á tæplega 600 m dýpi í holu 8 og á um 1000 m í holu 9. Í holu 7 virðist komið í laumontítbeltið á rúmlega 800 m dýpi (sjá myndir 6.2 og 6.5).

Haustið 1978 voru holur 8, 9 og 10 viðnámsmældar (sjá myndir 4.2, 4.3 og 4.4). Mjög gott samræmi kom fram milli holanna og má rekja viðnámsfrávikin frá einni holu til annarrar. Áberandi lágt viðnám er á 200-250 m dýpi í holum 8 og 9. Vatnsað er á þessu dýpi í holunum. Lágt viðnám er einnig á 370-600 m dýpi í holu 9, einkum ofan til. Í holu 8 er lágt viðnám á 600-700 m dýpi og á 660-700 m dýpi í holu 10, en þar nær mælingin ekki lengra niður. Tveir mjög sterkir toppar koma fram á 815 og 835 m dýpi í holum 8 og 9. Ef miðað er við að þessar holur séu lóðréttar er jarðlagahalli um 14° á 300 m dýpi samkvæmt þessum tengingum og 19° á 800 m dýpi.

5 VATNAFRÆÐI OG PRÓFANIR Á HOLUM

Að lokinni borun holu 10 var dælt úr henni með lofti. Við loftdælinguna runnu 5 l/s úr holunni og í ljós kom að samgangur er milli hola

7 og 10 þar eð vatnsborðið í holu 7 lækkaði við dælinguna. Mynd 5.1 sýnir vatnsborðslækkunina í holu 7 með tíma. Leiðnin milli holanna mældist $T = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Að lokinni loftdælingu var þrepaðelt í holuna. Þrepaðæling er í því fólgin að ákveðnu vatnsmagni, t.d. 5 l/s, er dælt í holu. Dælt er samfelld í klukkutíma og fylgst með hvernig vatnsborðið hækkar í holunni við ádælingu. Vatnsmagn er síðan aukið í t.d. 10 l/s. Þessu magni er dælt samfelld í klukkutíma og fylgst með vatnsborðshækkuninni. Þá er dæling aukin enn og fylgst með hækkun vatnsborðs. Þrepaðæling sem þessi sýnir eiginleika holunnar, hvernig vatnsborðið muni breytast þegar dælt er úr holunni, og hvað megi taka mikið úr henni.

Hola 10 var prófuð með þrepaðælingu að lokinni borun. Í fyrsta þrepi var 5 l/s dælt í holuna, í öðru þrepi 10 l/s og í þriðja og síðasta þrepi var dælt 12 l/s í holuna.

Mynd 5.2 sýnir hvað vatnsborðið í holu 10 hafði hækkað mikið við klukkutíma dælingu í hverju þrepi. Þegar 12 l/s var dælt í holuna hækkaði vatnsborðið í henni um 60 m. Ef dæla væri sett í holuna og 12 l/s dælt úr henni, mætti gera ráð fyrir að vatnsborðið í henni lækkaði um 60 m eftir klukkutíma dælingu, og myndi síðan smám saman lækka eftir því sem lengur væri dælt úr holunni.

Reynt var að auka vatnsgæfni holunnar með þökkun. Í þökkun er þakkari eða tappi settur í holuna á ákveðnu dýpi. Síðan er dælt undir eða ofan á þakkarann með miklum þrýstingi og reynt að auka vatnsgæfni holunnar á þann hátt. Þakkað var í holuna í 203 m, 535 m og 774 m dýpi. Mynd 5.3 sýnir mótstöðu holunnar fyrir neðan hvern þökkunarstað. Fylgst var með hvernig vatnsborðið hækkaði í holu 7 þegar 11,6 l/s var dælt undir þakkara á 535 m dýpi í holu 10. Mynd 5.4 sýnir hvernig vatnsborðið í holu 7 hækkaði eftir því sem lengur var dælt.

Eftir þökkun var þrepaðelt í holuna að nýju til að athuga áhrif þökkunarinnar (sjá mynd 5.2). Við 12 l/s dælingu hækkaði vatnsborðið um 52 m. Vatnsborðshækkunin varð minni eftir þökkun en áður, sem bendir til þess að holan hafi batnað.

Þegar vatni er dælt úr svæðinu lækkar vatnsborðið í borholunum. Vatnsborðslækkunin er háð leiðni, T (transmissibility) og stærð svæðisins. Leiðni svæðisins er mæld með því að fylgjast með vatnsborði í einni eða fleiri athugunarholum þegar dælt er úr öðrum. Niðurstöður dæluprófana bentu til að leiðni jarðhitasvæðisins væri $2-3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, en það er lítil leiðni sem veldur mikilli vatnsborðslækkun. Þegar meta skal stærð jarðhitasvæðisins er gerð dæluprófun og dælt samfelld í langan tíma. Fylgst er með vatnsborðslækkun í athugunarholum samfara nýtingu. Mælingarnar eru síðan túlkaðar, og geta þær gefið upplýsingar um hvort og hvernig jarðhitasvæðið sé takmarkað. Einnig geta þær gefið upplýsingar um rennsli inn í jarðhitasvæðið eða endurnýjun vatnsins. Prófun sú sem gerð var á jarðhitasvæðinu eftir borun holu 10 tók skamman tíma, og er ekki nothæf til að meta stærð jarðhitasvæðisins eða segja til um mörk þess.

Myndir 5.5 og 5.6 sýna hvernig vatnsborðslækkun gæti verið á svæðinu ef leiðnin T er $2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ eða $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, og gert ráð fyrir að svæðið sé ekki umlukið neinum vatnsheldum skilum. Mynd 5.5 sýnir áætlaða vatnsborðslækkun í holu 7, þegar 25 l/s er dælt úr holu 7, og 10 l/s úr holu 10.

Línur "A" er vatnsborðslækkun ef leiðnin er $T = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, og línur "B" er vatnsborðslækkun ef leiðnin er $T = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Lína 1 er vatnsborðslækkun í holu 7 við 10 l/s dælingu úr holu 10. Lína 2 er vatnsborðslækkun í holu 7 við 25 l/s dælingu úr henni sjálfri. Lína 3 er vatnsborðslækkun vegna dælingar úr holu 7 og 10, þ.e. lína 1 + lína 2.

Á sama hátt sýnir mynd 5.6 áætlaða vatnsborðslækkun í holu 10 við 25 l/s dælingu úr holu 10 og 10 l/s dælingu úr holu 7.

Vatnsborðslækkun verður mjög mikil á svæðinu samfara vinnslu og er því nauðsynlegt að hafa dælur á miklu dýpi. Því var ákveðið að fóðra holu 10 niður á um 200 m dýpi til þess að hafa möguleika á að setja dælu niður á það dýpi.

Veturinn 1978-'79 var svo dælt úr svæðinu um 25 l/s. Vatnsborð í holunum fór þá niður í 115 m. Síðastliðið sumar og haust (1979) hefur dæling verið 23-25 l/s. Vatnsborð í holu 7 er nú (26. nóv. 1979) á 118

m dýpi. Með aukinni dælingu lækkar vatnsborðið. Ef dæling væri aukin t.d. í 40 l/s, mundi vatnsborðið í holu 7 falla niður í um 200 m. Dæla í holu 7 er á 134 m dýpi. Reynt var að setja hana neðar en við það settist dælan á einhverja ójöfnu á 140 m dýpi. Einhverjar tilfæringar getur þurft til að koma dælunni neðar, jafnvel bor til að rýma holuna.

Dæla var sett í holu 1 á 196 m dýpi. Dælan gekk í 15 daga en þá brotnuðu dælurör. Talið er að dælurör hafi verið undin og bogin, og það valdið titringi sem olli því að dælurnar brotnuðu. Fyrirhugað er að fá ný dælurör og setja dæluna á um 200 m dýpi. Ef jafnframt væri hægt að setja dælu í holu 7 á 170 m dýpi væri hægt að auka vatns-
vinnslu úr svæðinu í ca 34 l/s.

6 LÝSING EINSTAKRA BORHOLA

6.1. Hola 8

6.1.1. Borun

Holan var boruð með Narfa frá 18. júní - 3. september 1976. Borað var með 381 mm krónu niður á 7 m dýpi og holan fóðruð með 356 mm víðu fóðurröri. Frá 7 m og í botn á 1672 m dýpi var borað með 200 mm krónu. Í lokin var loftdælt og náðu stangir í 67 m. Holan var pökkuð á 859 m dýpi.

6.1.2. Jarðlög (sjá mynd 6.1.)

- | | |
|------------|--|
| 6-14 m. | Grófkornótt og ummyndað og morkið þóleiit-basalt. Efst og neðst ber lítillega á oxun. |
| 14-24 m. | Finkornótt grásvart þóleiit. |
| 24-48 m. | Ólivín-þóleiit basalt. Neðst er þunnt lag af áberandi ljósu basalti. Á 32-36 m dýpi er svarfið grófara og rauðgulur millilagsmoli mjög linur bendir til millilags. |
| 48-52 m. | Oxaður kargi og fáein rauð millilagskorn. Neðarlega í laginu sjást zeólítarnir heulandít og mesólít. |
| 52-70 m. | Efst er aðallega finkornótt þóleiit, þá ólivín-þóleiit basalt. Á um 60 m dýpi virðast vera stórir plagióklas kristallar. |
| 70 m. | Gulleitt þunnt setlag. |
| 70-80 m. | Finkornótt þétt þóleiit basalt. Pýrit, mesólít og skólesít finnast í laginu. |
| 80-100 m. | Ólivín-þóleiit basalt. Nokkuð blandað finkornóttu þóleiiti. Pýrit sést af og til. |
| 100-102 m. | Oxaður kargi. |
| 102-106 m. | Finkornótt þétt þóleiit. |
| 106-108 m. | Oxaður kargi. |

- 108-142 m. Ólivín-þóleiít basalt. Þýrít sést dreift, skólesít og heulandít eru á um 140 m dýpi.
- 142-144 m. Dreif af rauðum millilagsmolum.
- 144-168 m. Fínkornótt þóleiít.
- 168-170 m. Oxaður kargi.
- 170-178 m. Fínkornótt þóleiít.
- 178-190 m. Fremur ljóst meðalgróft smádílótt basalt.
- 190-194 m. Oxaður kargi með fáeinum millilagsmolum.
- 194-206 m. Ólivín-þóleiít basalt.
- 206-208 m. Rautt millilag.
- 208-226 m. Ólivín basalt svipað og ofar í holunni nema eilítið rauðleitara og ef til vill blöðróttara. Á 200-226 m dýpi er nokkur oxun.
- 226-230 m. Ólivín-þóleiít basalt svipað og áður nema öllu dekkra.
- 230-238 m. Grá- og grænleitt fínkornótt setlag, allt lagið er blandað basalti.
- 238-250 m. Grátt og svart meðalgróft dílótt basalt.
- 250-254 m. Oxað basalt.
- 254-264 m. Meðalgróft nokkuð ummyndað basalt. Stilbít og þýrít sést og er öllu meira af því fyrirnefnda.
- 264-266 m. Rautt millilag.

- 266-284 m. Áberandi ljóst fínkornótt basalt með smáum plagióklasdílum. Allmikið er af ummyndunarsteindum á um 270 m dýpi og er bergið lítið eitt oxað.
- 284-290 m. Rautt millilag, hugsanlega þynnra en 6 m.
- 290-306 m. Fínkornótt ummyndað plagióklasdílótt basalt, pyrítt er dreift um lagið.
- 306-330 m. Meðalgrófkornótt, ljóst, ummyndað basalt.
- 330 m. Rautt millilag.
- 330-336 m. Ljósgrátt fínkornótt ummyndað póleiitt.
- 336-352 m. Dökkt, glansandi, fínkornótt póleiitt.
- 352-354 m. Lítið eitt oxað basalt og vottur af þunnu, rauðu millilagi.
- 354-360 m. Fínkornótt, fersklegt, dökkt póleiitt. Nokkuð er af oxuðu bergi í neðstu metrunum.
- 360-378 m. Meðalgróft, áberandi ljóst basalt.
- 378-380 m. Þunnt, rautt millilag með kalsedón.
- 380-384 m. Fínkornótt, grátt basalt.
- 384-396 m. Fínkornótt, meðalgrófkornótt, ef til vill plagióklasdílótt basalt.
- 396 m. Þunnt, rautt millilag.
- 396-408 m. Nokkuð oxað, fínkornótt, blöðrótt basalt. Mikið er um holufyllingar.
- 408-432 m. Fínkornótt, dökkt og gljáandi póleiitt.

- 432-434 m. Rautt millilag.
- 434-450 m. Grófkornótt basalt.
Þunnsneið nr. 6726, 440 m dýpi. Grófkornótt og jafnkornótt nokkuð ummyndað basalt. Leirsteindir eru nokkuð áberandi og pýroxen er grænleitur af ummyndun en þó greinilegur.
- 450-458 m. Fínkornótt, blöðrótt, oxað basalt.
- 458-464 m. Grásvart, fínkornótt þóleiit.
- 464-466 m. Oxað basalt og vottur af rauðu millilagi.
- 466-502 m. Mjög fín malað svarf. Grófkristallað basalt.
Þunnsneið nr. 6730, 480 m dýpi. Grófkornótt basalt að mestu mulið niður í frumsteindir. Lítil ummyndun, leirsteindir eru víða á jöðrum plagióklass, en pýroxen er lítið ummyndaður. Textúr bergsins er dólerítiskur. Einnig má sjá fínkornótt nokkuð ummyndað basalt, pýroxen er að miklu leyti horfinn og plagióklas er víða nokkuð étinn.
- 502-504 m. Rautt og grænt millilag, líklegast þunnt og þá í karga.
- 504-520 m. Áberandi ljóst meðalgrófkornótt basalt. Mikið ber á svörtum smáum pýroxenum.
Þunnsneið nr. 6731, 510 m dýpi. Fínkornótt basalt, nokkuð ummyndað. Allmikið hefur verið af gleri í berginu sem nú er ummyndað yfir í zeólíta og leirsteindir.
- 520-522 m. Þunnt, rautt millilag og oxaður kargi. Nokkuð ber á holufyllingum.
- 522-530 m. Fínkornótt, glansandi basalt.
- 530-532 m. Rautt millilag.

- 842-872 m. Meðalgróft basalt. Sjá má stóra kristalla af pýroxen og plagióklas, laumontíti, skólesíti og stilbíti dreift um bergið.
- Punnsneið nr. 6736, 850 m dýpi. Fínkornótt-meðalgrófkornótt basalt með ófitískan textúr lítið ummyndað, þó vottar fyrir preníti. Fáeinir dílar, þá aðallega plagióklas, þvers og kruss. Í öðru lagi nokkuð ummyndað og upphaflega allglerjað basalt með flóðtextúr. Hugsanlega er þetta úr sama laginu, það síðarnefnda úr efra og neðra borði lagsins.
- 872-878 m. Mjög oxað berg, líklega lagamótakargi. Fáeinir millilagsmolar sjást.
- 878-888 m. Fínkornótt basalt, dökkt í miðjunni en ljósara við lagamótin.
- 888-890 m. Þunnt, rautt millilag með zeolítum.
- 890-898 m. Grásvart, fínkornótt basalt.
- 898-900 m. Líklega þunnt, rautt millilag.
- 900-908 m. Samskonar basalt og á 890-898 m dýpi.
- 908-910 m. Þunnt, rautt millilag með nokkru af zeolítum.
- 910-916 m. Ljósleitt basalt, nokkuð ummyndað.
- 916-928 m. Mjög dökkt, fersklegt og glansandi grófkornótt basalt eða dólerít.
- 928-934 m. Fínkornótt, ljósgráleitt nokkuð ummyndað basalt. Laumontít og stilbít sjást við lagamótin.
- 934-936 m. Vantar svarf.
- 936-940 m. Svart, meðalgróft basalt.
- 940-942 m. Dreif af rauðum millilagsmolum í basaltinu, einnig er nokkuð af laumontíti.

- 942-946 m. Svart, meðalgróft-gróft, glansandi basalt.
- 946-950 m. Grátt, fínkornótt, nokkuð ummyndað basalt og mjög zeolítaríkt, einkum er laumontít algengt. Einnig er flöskugræn steind, apofyllít.
- 950-954 m. Svart, meðalgrófkornótt-grófkornótt basalt.
- 954-962 m. Grátt, fínkornótt ummyndað basalt með zeolítum, aðallega laumontíti.
- 962-982 m. Svart, glansandi, meðalgrófkornótt-grófkornótt basalt, samskonar og grófa bergið hér að ofan. Hugsanlega er hér verið að bora í gang.
- 982-994 m. Grátt, fínkornótt, mjög ummyndað og zeolítafyllt basalt.
- 994-996 m. Nokkuð oxað basalt og því líkleg lagamót.
- 996-1004 m. Grátt, fínkornótt, ummyndað basalt, talsvert ber á zeolítum.
- 1004-1006 m. Oxað basalt, sem bendir á lagamót.
- 1006-1024 m. Ljósgrátt, fínkornótt basalt. Blöðrur bergsins eru fylltar zeolítum og kalsedóni.
- 1024-1026 m. Þunnt, rautt millilag.
- 1026-1038 m. Dökkt, glansandi, fínkornótt basalt, fínulið. Fáein grófkristölluð brotkorn sjást, líklega ættuð ofan frá. Laumontít sést ásamt fáeinum pýrít molum.
- 1038-1044 m. Rautt millilag, blandað oxuðu basalti, en megin hluti svarfsins er úr gráu, ummynduðu, fínkornóttu basalti.
- 1044-1072 m. Grátt, fínkornótt, ummyndað basalt. Talsvert er af zeolítum, einkum skólesíti og laumontíti.

- 1072-1102 m. Basalt, fínkornótt, grásvart og ummyndað. Oxað berg er á um 1090 m dýpi.
- 1102-1106 m. Rautt millilag og oxað basalt. Í setbrotunum eru zeólítar.
- 1106-1112 m. Grátt, ummyndað, fínkornótt basalt.
- 1112-1142 m. Þessi kafli er nokkuð blandaður og er því ekki hægt að sjá lagamót með vissu. Bergið er dökkt, glansandi með stórum kristöllum. Einnig er fínkornótt, gráleitt basalt.
- 1142-1148 m. Oxaður kargi með miklu af zeólítum. Neðst eru nokkur græn millilagskorn.
- 1148-1156 m. Mjög blandað svarf. Aðallega svart, glansandi, meðalgrófkristallað basalt, oxaður kargi og gráleitt, fínkornótt basalt.
- 1156-1166 m. Grásvart, fínkornótt basalt.
- 1166-1168 m. Svarf vantar.
- 1168-1170 m. Samskonar svarf og á 1156-1166 m dýpi.
- 1170-1174 m. Rautt millilag blandað basalti.
- 1174-1184 m. Grásvart, sprungið, meðalgrófkornótt basalt. Á um 1184 m dýpi eru nokkur millilagskorn.
- 1184-1186 m. Vantar svarf.
- 1186-1190 m. Sama og í laginu á 1174-1184 m dýpi. Fáein millilagskorn sjást í þessu bili.
- 1190-1192 m. Rautt millilag.
- 1192-1206 m. Grásvart, gljáandi, sprungið, fínkornótt basalt.

- 1206-1208 m. Vantar svarf.
- 1208-1216 m. Fínkornótt, gráleitt basalt. Efst í laginu er mikið um rauð setkorn og oxun. Grænleit ummyndun er í basaltinu. Dreif er af plagíóklas.
- 1216-1240 m. Basaltið virðist breytast í útliti og verða dekkra, sem þó ekki er öruggt vegna blöndunar. Fáeinir pýrít molar sjást og zeolítar.
- 1240-1242 m. Þunnt, ljósgrátt eða ljósgrænt basaltlag. Gæti verið setlag.
- 1242-1248 m. Meðalgrófkornótt-grófkornótt, dökkt basalt. Gæti verið gangur.
- 1248-1254 m. Fínkornótt, allummyndað, ljósgrátt-grænleitt basalt. Talsvert ber á zeolítum svo sem laumontíti, heulandíti og stilbíti.
- 1254-1280 m. Grófkornótt, dökkt glansandi basalt eða dólerít. Dreif er af zeolítum. Svarfið er yfirleitt fínkalað.
- 1280-1288 m. Annaðhvort setlag eða fínkornótt, ljósgrátt-grænleitt þóleiit, talsvert er af millilagskornum.
- 1288-1326 m. Þessi kafli er allblandaður, mest ber á dökku, glansandi, grófkornóttu basalti eða dóleríti, en fínkornóttur milli-massi sést víða. Einnig má sjá rauð setkorn, oxað basalt og gráleitt, ummyndað basalt. Á um 1300 m dýpi er plagíóklasdílótt basalt.
- 1326-1330 m. Oxað basalt og örfá setkorn.
- 1330-1342 m. Samskonar kafli og á 1288-1326 m dýpi.
- 1342-1344 m. Rautt millilag.
- 1344-1356 m. Svipað og bergið á 1288-1326 m dýpi.

- 1356-1360 m. Grátt, finkornótt, ummyndað basalt með stöku plagióklas-díl. Zeolítafyllingar eru víða í laginu.
- 1360-1364 m. Dökkt, svartgljáandi basalt, líklega ólivín þóleitt.
- 1364-1418 m. Mjög blandað svarf. Mest er af linu grængráu basalti, mjög ummynduðu, hugsanlega að einhverju leyti set. Talsvert er um zeólíta, þá helst skólesít og stilbít.
- 1418-1420 m. Rautt og grænt millilag.
- 1420-1490 m. Aðallega grágrænleitt, ummyndað, finkornótt basalt. Á um 1440-1446 m dýpi er grófkornótt basalt áberandi. Þar fyrir neðan má sjá rauð og græn millilagskorn sem erfitt er að staðsetja vegna blöndunar.
- 1490-1672 m. Fersklegt, grófkristallað basalt eða dólerít. Einnig er talsvert af fínkristölluðu basalti og zeólítum. Blöndunin er heldur minni fyrir neðan 1570 m, þar er grófkristallaða bergið nær alls ráðandi.

Holufyllingar voru greindar með röntgentæki. Á mynd 6.2 má sjá dreifingu þeirra með dýpi. Samkvæmt henni er komið í laumontítbelti á tæplega 600 m dýpi.

6.1.3. Vatnsæðar og hiti

Hitamælingar eru á mynd 6.3. Hóla 8 hefur verið hitamæld 5 sinnum, þar af þrisvar eftir að borun lauk. Dýpst nær mæling, sem gerð var inni í borstöngum eða niður á 1350 m dýpi. Mæling eftir þrýstidælingu náði 1100 m dýpi, en síðustu tvær mælingarnar náðu niður á 1000 m dýpi. Á þessu dýpi er nú fyrirstaða í holunni annað hvort hrun eða skápur. Í síðustu mælingunni var hitinn á 1000 m dýpi 86,6°C, sem er langhæsti hiti sem mælst hefur á þessu dýpi á svæðinu. Jafnframt er þetta dýpsta holan og ber hitaferillinn merki um vatnsuppstreymi. Líklegt er að þessi hiti sé ekki berghiti heldur sé holan hituð upp af vatni sem streymir upp frá dýpri hluta holunnar. Ef þetta vatn er komið frá botni holunnar hefur það kólnað eitthvað á leiðinni. Ef hita-

ferillinn er framlengdur niður í botn með sama halla og er á honum á 700-1000 m dýpi yrði hitinn í botni rúmlega 90°C. Þetta gæti þýtt að vatnskerfið neðan 800 m dýpis hefði vaxandi hita með dýpi og stigul sem væri 20°C/km. Í vatnskerfi er þetta hár stigull og gefur til kynna mjög lítið vatnsrennsli í berginu. Tafla 1 sýnir vatnsæðar í holunni en engin þeirra er verulega stór.

TAFLA 1 - Listi yfir vatnsæðar í holu 8

Dýpi m	Aukning á skolvatni l/s	Berggerð skv. svarfgreiningu	Einkenni á hitaferli (í sviga: fjöldi mælinga)
125 m	0	basalt	stallur (3)
194 m	<1 x	basaltbreksía	stallur (1)
460 m	0	lagamót	stallur (2)
530 m	0	rautt millilag	stallur hitatoppur (1)
650 m	0	basalt	stallur (3)
1100	0	millilag	stallur (1)
1461	1/2 x	millilag ¹⁾	engin hitamæling nær þessu dýpi.

x = frítt rennsli úr holunni

¹⁾ Byggt á upplýsingum um borhraða.

6.2. HOLA 9

6.2.1. Borun

Narfi boraði holuna frá 4. september til 11. desember 1976. Borað var með 381 mm krónu í 11 m og holan fóðruð með 356 mm víðu róri. Þaðan var borað með 200 mm krónu í botn holunnar á 1354 m dýpi. Á 385 m dýpi festist borinn en ákveðið var að fóðra holuna vegna skápa á 90-160 m dýpi. Holan var því fóðruð með 254 mm víðu róri í 163 m. Holan var loftdæld 22. nóvember og gaf hún í fyrstu 10-15 l/s en rennsli minnkaði síðan ört í 3 l/s. Þrýstiprófað var fyrir neðan 660 m dýpi.

6.2.2 Jarðlög (Sjá mynd 6.4)

- 10-18 m Allmikið er um holufyllingar og oxun er talsverð efst í laginu. Græn ummyndun líklega smektít. Basaltið er meðalgrófkornótt og allummyndað.
- 18-20 m. Oxaður kargi og er grænleit slikja á flestum kornanna.
- 20-24 m. Efst eru gulbrún og ljósrauð millilagskorn, en síðan dökkt ólivín basalt.
- 24-28 m. Fínkornótt, ljósgrátt, mikið sprungið og ummyndað basalt. Efst er bergið oxað og fáein rauð millilagskorn.
- 28-46 m. Meðalgrófkornótt, ljósgrátt basalt, efst er vottur af oxun.
- 46-50 m. Oxaður kargi og græn og rauð millilagskorn. Dreif er af zeolítum, aðallega stilbíti og analsími.
- 50-74 m. Fremur dökkt, fínkornótt basalt, efst er grænleitur blær á basaltinu og er það talsvert sprungið.
- 74-80 m. Rautt millilag og oxaður kargi.
- 80-88 m. Fínkornótt, dökkt basalt.
- 88-94 m. Grófkornótt, dökkt basalt.
- 94-96 m. Grásvalt, fínkornótt, ummyndað basalt.
- 96-108 m. Grófkornótt, grásvalt basalt, dreif er af zeolítum, einkum skólesíti, thomsoníti og stilbíti.
Þunnsneið 6782, 106 m dýpi. Grófkornótt basalt með ófitískan textúr, plagíóklas og pýroxen eru allstórir. Fáein korn hafa dólerítískan textúr.
- 108-118 m. Fínkornótt, grátt og grásvalt basalt, dreif er af zeolítum. Neðstu 2 m eru fínmuldir og grófkristallaðir, líklega tvö lög.

- 118-124 m. Oxuð basaltbreksía.
- 124-142 m. Dökkt ólivín basalt og fínkornótt basalt. Lítið sem ekkert er af zeolítum.
- 142-148 m. Fínkornótt, dökkt basalt.
- 148-166 m. Basaltið er meðalgrófkristallað og plagióklasdílótt. Mjög lítið er af zeolítum. Þunnsneið nr. 6783, 160 m dýpi. Plagióklasdílótt basalt, meðalgrófkornótt og fersklegt. Dílarnir eru þó örlítið farnir að eyðast og grænleit ummyndunarslikja er á pýroxen.
- 166-172 m. Fínkornótt, dökkt basalt, oxað við efri lagmótin. Stilbít finnst í laginu.
- 172-180 m. Fínkornótt, grásvart basalt. Í efstu 2 m lagsins er dreif af zeolítum, þar er bergið oxað.
- 180-186 m. Vantar svarf.
- 186-190 m. Fínkornótt, grásvart basalt.
- 190-204 m. Meðalgróft-gróft, plagióklasdílótt basalt. Einkum er neðri hluti lagsins grófkristallaður. Þunnsneið nr. 6784, 200 m dýpi. Plagióklasdílótt basalt. Dálítið ber á oxun og leirsteindum. Grænleit slikja er á pýroxen.
- 204-206 m. Fínkornótt, grásvart basalt.
- 206-208 m. Grágrænt og þunnt setlag. Talsvert ber á zeolítum svo sem skólesíti, stilbíti, heulandíti og analsími.
- 208-220 m. Talsvert ummyndað, leirfyllt ólivínbasalt.
- 220-232 m. Dólerít. Þunnsneið nr. 6785 m dýpi. Ofurlítið ummyndað og oxað dólerít.

- 232-238 m. Mjög blandað svarf. Fínkornótt basalt, ljósbrúnleit setbrotkorn, grófkornótt basalt og dreif af zeolítum.
- 238-244 m. Fínkornótt basalt, allmikið oxað á efra og neðra borði. Talsvert er af zeolítum.
- 244-254 m. Grásvart, fínkornótt basalt.
- 254-258 m. Rautt og grænt millilag ásamt gulum brotkornum og zeolítum.
- 258-260 m. Vantar svarf.
- 260-286 m. Fínkornótt, grásvart, plagióklasdílótt basalt, nokkuð sprungið. Nokkuð er af zeolítum efst í laginu.
- 286-288 m. Rautt millilag.
- 288-300 m. Grásvart, fínkornótt, basalt. Við neðri lagamótin er þunnt, rautt millilag.
- 300-324 m. Fínkornótt, gráleitt, plagióklasdílótt basalt.
- 324-350 m. Áberandi ljósgrátt, fínkornótt-meðalgrófkornótt basalt.
- 350-354 m. Fagurrautt millilag með fáeinum zeolítum.
- 354-374 m. Svart, fínkornótt basalt, fersklegt neðst.
- 374-382 m. Aðallega oxaður kargi og rauðir millilagsmolar. Dreif er af zeolítum svo sem thomsoníti, skólesíti og stilbíti.
- 382-428 m. Svart, meðalgrófkornótt basalt. Á 404-424 m dýpi er basaltið allsprungið og zeolítafyllt.
- 428-442 m. Fínkornótt, gráleitt basalt er verður dekkra er neðar dregur.

- 442-452 m. Grófkornótt, brúnsvart basalt.
Þunnsneið nr. 6787, 448 m dýpi. Grófkornótt basalt eða dólerít, lítið ummyndað.
- 452-470 m. Fínkornótt, grásvart basalt, nokkuð sprungið.
- 470-476 m. Fínkornótt, gráleitt basalt.
- 476-488 m. Grófkornótt, brúnsvart basalt.
- 488-500 m. Fínkornótt-meðalgrófkornótt basalt.
- 500-502 m. Millilag, talsvert fyllt af svörtum leir.
- 502-526 m. Þessi lagamót eru fremur ógreinileg. Mest ber á fínkornóttu, dökku basalti en einnig er talsvert af grófkornóttu basalti. Svartur leir er alláberandi í berginu.
- 526-570 m. Fersklegt, mjög dökkt, fínkornótt basalt. Hvorki lagamót né zeolítar sjást í þessum kafla.
- 570-584 m. Setlag, efst er það ljósbrúnt en á 578 m dýpi verður setlagið grátt og fínkornótt.
Þunnsneið nr. 6788, 584 m dýpi. Dulkornótt, allummyndað basalt. Leirsteindir og kalsít eru í nokkru magni, einnig ógegnæ stór korn.
- 584-594 m. Svart,meðalgrófkornótt-grófkornótt basalt.
- 594-606 m. Gráleitt og brúnleitt, fínkornótt, sprungið basalt, mjög morkið og lint.
- 606-610 m. Rautt og grænt millilag, aðallega þó grænleitt.
- 610-616 m. Ljósgrátt, fínkornótt, sprungufyllt basalt.
- 616-618 m. Grænt og rautt millilag.

- 618-640 m. Fínkornótt, mjög ummyndað og morkið grábrúnt basalt, gæti verið set. Lítið ber á holufyllingum. Punnsneið nr. 6789, 624 m dýpi. Mjög ummyndað, fínkornótt eða dulkornótt basalt. Nokkuð mikið er af fyllingum úr leirsteindum.
- 640 m. Örpunnt grænt og rautt millilag.
- 640-670 m. Fínkornótt, grásvart basalt. Talsvert er af zeolítum við efri lagamótin. Á um 650 m dýpi er basaltið ljósgrátt.
- 670 m. Rautt og brúnt millilag.
- 670-692 m. Fínkornótt, allummyndað basalt svipað og áður. Helstu zeolítar eru stilbít, skólesít og thomsonít.
- 692-696 m. Grásvart, fersklegt, fínkornótt basalt, nokkuð oxað. Líklega er þunnt, rautt millilag við efri lagamótin.
- 696-700 m. Grátt, fínkornótt basalt. Mikið er af zeolítum svo sem skólesíti, laumontíti og stilbíti.
- 700-702 m. Rautt millilag.
- 702-720 m. Fínkornótt, gráleitt basalt, allummyndað við lagamótin. Töluverð dreif er af zeolítum.
- 720-722 m. Rautt millilag.
- 722-724 m. Fínkornótt, grátt, ummyndað basalt. Talsvert ber á zeolítum svo sem skólesíti.
- 724-726 m. Rautt millilag.
- 726-732 m. Fínkornótt, grásvart, sprungið, leirfyllt basalt. Við neðri lagamótin er mikið af zeolítum.
- 732-734 m. Oxaður kargi og líklega þunnt, rautt millilag.

- 734-742 m. Grátt, fínkornótt-meðalgrófkornótt, plagióklasdílótt basalt. Mikið er af zeolítum, einkum skólesíti og stilbíti.
- 742-744 m. Oxaður kargi og þunnt grænt millilag.
- 744-752 m. Meðalgrófkornótt basalt með dreif af grófkornóttu basalti eða dóleríti.
- 752-758 m. Fínkornótt, allummyndað, grátt basalt. Talsverð oxun er í neðri hluta lagsins og mikið er um zeolíta.
- 758-770 m. Fínkornótt, grásvart basalt. Zeolítar eru algengir í neðri hluta lagsins, einkum skólesít og stilbít/heulandít.
- 770-774 m. Rautt millilag, oxaður kargi og allmikið af zeolítum.
- 774-782 m. Svart, sprungið, fínkornótt, plagióklasdílótt basalt.
- 782-784 m. Mestmegnis oxaður kargi, talsvert ber á zeolítum.
- 784-794 m. Grásvart, fínkornótt, ummyndað basalt.
- 794-796 m. Rautt millilag og fáeinir zeolítar.
- 796-806 m. Fínkornótt, grásvart basalt, nokkuð er af zeolítum.
- 806-814 m. Dökkt, smádílótt, fínkornótt basalt, nokkur oxun er við efri lagamótin.
- 814-826 m. Grátt, fínkornótt, ummyndað basalt. Zeolítar eru einkum í efri hluta lagsins.
- 826-834 m. Talsvert blandað svarf. Brúnleitt sandsteinslag með talsverðu af zeolítum. Einnig eru rauð setbrotkorn og basaltbrotkorn.

- 834-848 m. Líklega tvö basaltlög. Það efra er dökkt en það neðra grágrænt. Bæði lögin eru fínkornótt.
- 848-856 m. Efstu metrar basaltsins eru mjög oxaðir, þar gæti verið millilag. Basaltið er fínkornótt, grábrúnt og zeolítaríkt.
- 856-858 m. Rautt millilag.
- 858-876 m. Dökkt, meðalgróft, smádílótt, sprungufyllt basalt.
- 876-878 m. Zeolítafylltur kargi.
- 878-882 m. Millilag, fínkornótt og zeolítafyllt.
- 882-884 m. Rautt millilag.
- 884-886 m. Vantar svarf.
- 886-890 m. Rautt og grænt millilag.
- 890-900 m. Meðalgrófkornótt basalt með fáeinum plagióklas- og pýroxen-dílum. Neðst eru nokkrir millilagsmolar. Lagamót gætu verið á 896 m dýpi, þar fyrir neðan er basaltið mikið sprungið.
- 900-904 m. Grágrænt, ummyndað, fínkornótt basalt, með nokkuð af zeolítum, svo sem laumontíti, stilbíti og skólesíti.
- 904-910 m. Grásvart basalt, fínkornótt og talsvert oxað.
- 910-912 m. Rautt og grænt millilag.
- 912-918 m. Fínkornótt, grágrænt og ummyndað basalt. Helstu zeolítar eru laumontít og stilbít.
- 918-920 m. Dökkt, fínkornótt, meðalgrófkornótt basalt.
- 920-924 m. Mjög ummyndað og morkið basalt, gæti jafnvel verið set.

- 924-932 m. Dökkt eða svart, fínkornótt basalt. Dreif er af zeolítum við botn lagsins.
- 932-936 m. Aðallega oxaður og zeolítafylltur kargi.
- 936-944 m. Grásvart, fínkornótt basalt. Grænan leir má sjá á sprunguflötum basaltsins.
- 944-946 m. Líklega kargi og þunnt rautt setlag.
- 946-950 m. Grátt, mjög ummyndað og morkið basalt eða set.
- 950-974 m. Dólerít eða mjög grófkornótt basalt.
- 974-982 m. Fínkornótt, grátt og sprungið basalt.
- 982-992 m. Fínkornótt, grásvart basalt með zeolítafyllingum, einkum laumontíti.
- 992-1000 m. Dökkt, meðalgróft basalt.
- 1000-1012 m. Vantar svarf.
- 1012-1024 m. Fremur ljóst, fínkornótt, smádílótt basalt. Nokkur dreif er af zeolítum, einkum laumontíti.
- 1024-1032 m. Mjög ummyndað, fínkornótt, grænleitt basalt, líkist nokkuð seti. Mikið er af zeolítum sérstaklega laumontíti.
- 1032-1040 m. Fínkornótt, grásvart basalt, stundum má sjá grænleita sliktu utan á brotkornunum.
- 1040-1048 m. Grátt, fínkornótt og sprungið basalt. Zeolítar eru í talsverðu magni, einkum við lagamótin.
- 1048-1050 m. Mestmegnis holufyllingar, einnig er dreif af oxuðum karga.
- 1050-1064 m. Grásvart, smáplagióklasdílótt basalt. Laumontít er dreift um lagið.

- 1064-1068 m. Rautt millilag, oxaður kargi og laumontít.
- 1068-1088 m. Aðallega fínkornótt, grængrátt basalt. Laumontít finnst í laginu.
- 1088-1102 m. Grásvart, fínkornótt og ummyndað basalt. Nokkur dreif er af zeolítum.
- 1102-1104 m. Oxað basalt og rautt millilag.
- 1104-1116 m. Grásvart, fínkornótt og sprungið basalt, grænleit slikja er á sumum brotkornanna.
- 1116-1128 m. Efst er oxaður kargi, þá er fínkornótt, grágrænt basalt, talsvert sprungið.
- 1128-1164 m. Efst er oxaður kargi og rauð setkorn, síðan grágrænt, fínkornótt basalt. Á um 1140 m dýpi verður basaltið dekkra, lagamót sjást ekki að öðru leyti.
- 1164-1202 m. Grásvart, fínkornótt og sprungið basalt, talsvert er um zeolíta. Ógreinileg lagamót eru á 1174 m og 1186 m dýpi. Þar verður aukning á zeolítum og oxun er þar nokkur.
- 1202-1204 m. Vantar svarf.
- 1204-1206 m. Dökkt, fínkornótt basalt.
- 1206-1208 m. Vantar svarf.
- 1208-1214 m. Grásvart, fínkornótt basalt, nokkuð er um zeolíta, aðallega laumontít.
- 1214-1252 m. Grófkornótt, dökkt basalt eða dólerít.
- 1252-1260 m. Grágrænt, ummyndað basalt með zeolítadreif, aðallega laumontít og stilbít.
- 1260-1262 m. Vantar svarf.

- 1262-1288 m Grágrænt, ummyndað basalt með zeolítadreif. Á 1270 m dýpi og 1280 m dýpi eru líklega lagamót, því þar ber meira á oxun og millilagsmolum.
- 1288-1302 m. Fremur dökkt, fínkornótt basalt. Einnig er mjög mikið af grófkornóttu bergi, blöndun er mikil.
- 1302-1322 m. Fersklegt dólerít.
- 1322-1330 m. Grásvart, fínkornótt basalt og dólerít, mikil blöndun.
- 1330-1338 m. Grófkornótt dólerít, fersklegt.
- 1388-1354 m. Grátt, fínkornótt, plagióklasdílótt basalt.

Holufyllingar voru greindar með röntgentæki. Á mynd 6.5 má sjá dreifingu þeirra. Samkvæmt greiningunni er komið í laumontít belti á um 1000 m dýpi en laumontít finnst fyrst á um 700 m dýpi. Þetta er talsvert meira dýpi en í holu 7, þar sem beltið virðist byrja á rúmlega 800 m dýpi og í holu 8, á tæplega 600 m dýpi.

6.2.3. Vatnsæðar og hiti

Hitamælingar eru sýndar á mynd 6.6. Margar hitamælingar eru til úr holunni en aðeins tvær ná niður í botn. Eftir þrýstiprófun hafa hitamælar stöðvast í 1020 m dýpi, annaðhvort í útvíkkun eða hruni. Mældur hiti á þessu dýpi í síðustu mælingunni var 82,5°C. Þetta er sennilega ekki berghiti heldur uppstreymishiti vatns frá dýpri hlutum holunnar á sama hátt og í holu 8. Ef vatnið hefur komið frá botni er hitinn þar líklega um 85°C. Í töflu 2 eru skráðar vatnsæðar sem komu fram í borun og í hitamælingum í holunni.

TAFLA 2 - Listi yfir vatnsæðar í holu 9

Dýpi m	Aukning á skolvatni l/s	Berggerð skv. svarfgreiningu	Einkenni á hitaferli (í sviga: fjöldi mælinga)
100	?	rautt setlag	
165	0	lagamót	kælipunktur (1)
220	0	lagamót	stallur, kælipunktur (3)
340	0	millilag	kælipunktur (1)
385	0	millilag	kælipunktur (2) stallur
505	0	millilag	kælipunktur (3)
570	0	lagamót	kælipunktur (3)
620	0	millilag	kælipunktur (3)
655	x	lagamót	stallur (1)
830	0	rautt setlag	kælipunktur og hitatoppur (3)
940	0	rautt setlag	kælipunktur (1)
990-1020	0		kælipunktur (2) hitatoppur
1120	0	millilag	kælipunktur (1)
1142	0,9 ^x	basalt	kemur ekki fram
1201	7,2	basalt	" " "
1214	4,3	lagamót	" " "
1260	0	lagamót dólerit	kælipunktur (2)

^x Fritt rennsli úr holunni.

6.3. Hóla 10

6.3.1. Borun

Glaumur boraði holuna 20. september til 16. desember 1977. Borað var með 381 mm krónu niður á rúmlega 5 m dýpi og holan fóðruð með 356 mm víðu röri. Síðan var holan boruð í botn á 1098 m dýpi með 200 mm krónu. Í lokin voru efstu 152 m holunnar rýmdir með 311 mm krónu og holan fóðruð með 273 mm víðu fóðurröri.

6.3.2. Jarðlög (sjá mynd 6.7)

- | | |
|------------|--|
| 0-6 m | Höggborshola |
| 6-12 m | Fínkornótt, dökkt, þóleiitt basalt. Í neðstu 2 m lagsins eru setbrotkorn. |
| 12-64 m. | Ólivín-þóleiittbasalt. Áberandi mikið er af grænleitum leir í berginu. Rauð setbrotkorn eru á 14 m dýpi og á 54 m dýpi er bergið rauðbakað. Hvítar útfellingar eru á 40 m dýpi.
Þunnsneið nr. 7448, dýpi 46 m. Ólivín-þóleiitt. |
| 64-87 m. | Meðalfínkornótt basalt, sums staðar er svarfið allgróft og að einhverju leyti þóleiitt basalt.
Þunnsneið nr. 7449, dýpi 80 m. Fínkornótt, fersklegt þóleiitt basalt með stöku plagióklasdíl. Einnig eru fáein korn með stefnubeindar plagióklasnálar í svo til ógegnumsæjum massa. Sumir molarnir eru oxaðir. |
| 87-114 m. | Efst er rauðleit gjallbrot, þá ólivínbasalt. Neðst er basaltið oxað og fáein rauð millilagskorn.
Þunnsneið nr. 7450, dýpi 106 m. Ólivínbasalt, nokkuð fersklegt, þó ekki jafn auðkennilegt og ofar í holunni. Einnig er mjög fínkornótt basalt með flóðtextúr. |
| 114-128 m. | Fersklegt, meðalgróft basalt við botn lagsins og á 120 m dýpi er talsvert af oxuðu basalti og rauðum setmolum. |

- 128-198 m. Basalt, talsvert gróft. Á 144 m dýpi eru lagamót. Þar fyrir neðan er basaltið heldur fínna og ummyndað. Þunnsneið nr. 7451, dýpi 182 m. Talsvert ummyndað basalt með hálfófitískan textúr.
- 198-222 m. Basalt, ekki mjög fínkornótt, nokkuð fersklegt. Efst er dreif af rauðum setmolum. Á 205-208 m dýpi og 214-222 m dýpi er basaltið oxað.
- 222-260 m. Efri hlutinn er úr fremur grófu, ljósleitu bergi en sá neðri er úr dökku, fínkornóttu basalti, víða fyllt blá-grænleitum leir. Þunnsneið nr. 7452, dýpi 252 m. Basalt talsvert ummyndað. Mest er af þóleiít basalti, en einnig sést ólivín basalt.
- 260-280 m. Fersklegt dólerít. Svarfið er rauðleitt og mjög mikið brotið niður. Dreif er af laumontíti og kalsíti. Þunnsneið nr. 7403, dýpi 280 m. Dólerít. Erfitt er að sjá textúr bergsins vegna þess hve svarfið er mikið brotið niður. Einnig eru brotkorn úr fínkornóttu basalti.
- 280-282 m. Gráleitt, fínkornótt basalt og oxuð basaltbrot.
- 282-284 m. Samskonar berggerð og er á 260-280 m dýpi.
- 284-286 m. Fínkornótt, dökkgrátt basalt með grænleitum fyllingum.
- 286-288 m. Samskonar berg og er á 260-280 m dýpi.
- 288-296 m. Einsleitt, grátt, fínkornótt þóleiítbasalt með litlu af holu- og sprungufyllingum.
- 296-308 m. Í efstu 4 m er rauðoxað basalt og útfellingar, en neðar er fínkornótt, grágrænt, plagíóklasdílótt basalt. Þunnsneið nr. 7454, dýpi 302 m. Fínkornótt, nokkuð ummyndað basalt með stórum plagíóklasdílum.
- 308-336 m. Meðalgróft basalt. Á 316-318 m dýpi og 326-328 m dýpi er basaltið grófkornóttara og örlítið oxað.

- 336-342 m. Ljóst basalt en svarfið er ákaflega fín malað svo erfitt er að greina það.
Punnsneið nr. 7455, dýpi 340 m. Fín malað svarf, talsvert þó leiðtlegt basalt.
- 342-354 m. Mest er af fínkornóttu, dökku basalti og oxuðu basalti.
- 354-370 m. Basalt, allljóst, plagíóklasríkt.
Punnsneið nr. 7456, dýpi 360 m. Talsvert ummyndað basalt með hlutfallslega mikið af plagíóklas brotum.
- 370-396 m. Einkennilega ljóst basalt. Á 370-378 m dýpi og 386-394 m dýpi er oxað gjall og í neðra bilinu eru rauð setbrotkorn.
Punnsneið nr. 7457, dýpi 384 m. Mjög plagíóklasríkt berg með nokkrum ummynduðum plagíóklasdílum.
- 396-402 m. Þétt, fínkornótt, gráleitt þó leiðt basalt.
- 402-436 m. Efst er gjallkargi og örfá rauð setbrotkorn, en neðar til-
tölulega ljóst berg.
Punnsneið nr. 7458, dýpi 426 m. Fersklegt berg. Talsvert er af málm, plagíóklas sýnir óverulegan flóðtextúr.
- 436-464 m. Mjög svipað og lagið á undan nema öllu dekkra. Á um 450 m dýpi er svarfið gróft.
Punnsneið nr. 7459. Öllu meira ummyndað berg hvorki plagíó-
klas dílar né flóðtextúr til staðar. Í berginu eru sela-
dónítfyllingar og fallega fjaðraður leir, en ekki í miklu magni.
- 464-474 m. Í efstu 6 m er töluverð dreif af rauðum brotkornum, en mest er af gráleitu basalti.
- 474-496 m. Efst er rauðgult millilag, þá meðalfínkornótt, grænleitt basalt á 490 m dýpi og neðst er talsverð dreif af rauð-
oxuðu basalti. Á 492-502 m dýpi er mjög mikið af kalsíti.
- 496-502 m. Dökkt basalt og dreif af rauðoxuðu basalti.

- 502-510 m. Dökkt, fremur fínkornótt basalt. Engar útfellingar eru á þessu bili.
- 510-568 m. Fínkornótt þóeliitbasalt. Oxuð lög eru á 518-526 m dýpi og á 560-562 m dýpi. Á um 540 m dýpi er bergið nokkuð ljóst og grófara. Í efstu 8 m eru hvítar útfellingar.
- 568-574 m. Basalt breksía, holufyllingar hvítar og oxaðar.
- 574-595 m. Gráleitt, meðalgróft basalt. Víða er það rauðoxað.
- 595-652 m. Frekar gróft þóleiit. Á 615 m dýpi er talsvert af kalsíti og laumontíti.
Þunnsneið nr. 7461, dýpi 606 m. Talsvert gróft þóleiit basalt, einnig nær ógegnsætt, mjög fínkristallað basalt.
- 652-658 m. Fínkornótt basalt.
Þunnsneið nr. 7462, dýpi 656 m. Nær alveg ógegnsætt, mjög fínkornótt basalt.
- 658-698 m. Frekar fínkornótt basaltlag.
- 698-710 m. Mjög fínkalað svarf, gæti verið nokkuð grófkornótt og því erfitt að átta sig á berggerðinni.
- 710-780 m. Mjög fínkalað svarf, mest þó fínkornótt basalt, lagamót eru sett þar sem dreif er úr millilagi eða karga.
Í 762-772 m dýpi er basaltið nokkru grófara og ljósara.
- 780-790 m. Dílótt basalt, mjög fínkalað svarf.
- 790-830 m. Basalt, dökkt og fínkornótt.
- 830-942 m. Vantar svarf.
- 942-1096 m. Mjög fínkalað svarf, yfirleitt fínkornótt basalt með rauðum millilögum, sem þó er ómögulegt að staðsetja.
Basaltið er yfirleitt fínkornótt, víða er dreif af hvítum útfellingum og mest er af laumontíti. Einnig má víða sjá gljáandi svartan leir.

6.3.3 Vatnsæðar og hiti

Vart var aðallega við tvær vatnsæðar í borun. Önnur var á 445 m dýpi og töpuðust 10 l/s, vatnsborðið í holunni var á 74 m dýpi. Hin var á 578 m dýpi og jókst tapið um 4 l/s eða upp í 14 l/s og hélst það til loka borunar. Báðar þessar vatnsæðar koma mjög vel fram í hitamælingunum, sérstaklega sú efri, sem er langstærsta vatnsæðin í holunni. Í þrepaðalingunni tók þessi vatnsæð á móti megin hluta vatnsins, sem dælt var niður í holuna. Nokkrar fleiri vatnsæðar koma fram í hitamælingum (sjá töflu 3). Þeirra stærst er vatnsæðin í 620 m dýpi, sem kemur mjög greinilega fram á nokkrum hitamælingum. Hitinn í holunni er svipaður og í hinum holunum eins og sést á mynd 6.8. Hitinn í vatnsæðinni í 445 m er um 66°C en neðan við æðina er hitinn 71°C vegna vatnsuppstreymis frá neðri vatnsæðum. Svipaður hitastallur er í öðrum holum, t.d. 6 og 7, sem stafar einnig af streymi misheits vatns í holunum sjálfum en ekki frá streymi vatns í berginu. Hitinn í botni er um 78°C.

TAFLA 3 - Listi yfir vatnsæðar í holu 10

Dýpi	Aukning á skolvatni l/s	Berggerð skv. svarfgreiningu	Einkenni á hitaferli (í sviga: fjöldi mælinga)
445-460	10	millilag ¹⁾	kælipunktur, hitatoppur, stallur (8)
510	0	"	stallur (1)
578	4	basalt	kælipunktur, stallur (5)
620	0	millilag ²⁾	hitatoppur, stallur (7)
710	0	"	kælipunktur (3)
960	0	"	hitatippur, stallur (3)

1) Byggt á upplýsingum um borhraða

2) Byggt á upplýsingum um borhraða auk svarfgreiningar.

Auka má vatnsvinnslu úr jarðhitasvæðinu í Skútudal með því að setja dælur í meira dýpi í holunum og lækka vatnsborðið á jarðhitasvæðinu. Æskilegt er að fá bor til að rýma holu 7, þannig að hægt sé að setja dælu niður á 170-200 m dýpi. Ef dælu í holu 10 er einnig sökkkt niður undir 200 m, má auka vatnsvinnslu úr svæðinu verulega.

Við boranir hafa stærstu vatnsæðarnar fundist við einn og sama ganginn. Hitinn í þessum vatnsæðum er 64-68°C óháð dýpi. Talsvert finnst af smáum vatnsæðum fyrir utan ganginn. Einnig er hiti allstaðar hærri en ótruflaður hitastigull svæðisins niður í 1600 m dýpi, en þar fyrir neðan gæti tekið við þurrt berg með ótruflaðan hitastigul. Einnig er hugsanlegt að fyrir neðan 1600 m dýpi taki við vatnskerfi sem sé 90°C heitt eða heitara.

Árangur af borun fleiri hola er vafasamur. Helst kemur til greina að skera ganginn sem heita vatnið kemur upp með á 1000-1200 m dýpi í stað 500-600 m dýpi í fyrri holum. Vegna landþrengsla er þetta erfitt. Ef slík borun heppnaðist mundi sennilega fást heitara vatn. Ef boruð verður ný hola er rétt að dýpka og þrýstiprófa holu 9.

HEIMILDASKRÁ

Axel Björnsson, Ragna Karlsdóttir, Kristján Sæmundsson og Haukur Jóhannesson 1976: Jarðhitarannsóknir og boranir í Skútudal við Siglufjörð 1975. Orkustofnun, OS-JHD-7603, 13 s.

Gunnar Böðvarsson 1954: Skýrsla um athugun á jarðhita í Skútudal við Siglufjörð. Orkustofnun, 10 s.

Kristján Sæmundsson 1977: Skýrsla um hitastigulsboranir á árinu 1976. Orkustofnun, OS-JHD-7731, 16 s.

Stefán Arnórsson 1971: Boranir og athuganir á jarðhita í Skútudal fyrir Siglufjarðarkaupstað. Orkustofnun, 10 s.

Stefán Arnórsson 1971: Jarðhiti í Skútudal. Boranir 1971 og dælu-
prófun á borholu 6. Orkustofnun, 7 s.

Stefán Arnórsson 1975: Varðar öflun heits vatns handa Hitaveitu Siglufjarðar. Greinargerð. Handrit í vörslu Jarðhitadeildar Orkustofnunar.

Stefán Sigurmundsson og Þorsteinn Thorsteinsson 1973: Dæluprófun í Siglufirði 19.- 27.09. Orkustofnun, 6 s.

MYNDIR



ORKUSTOFNUN

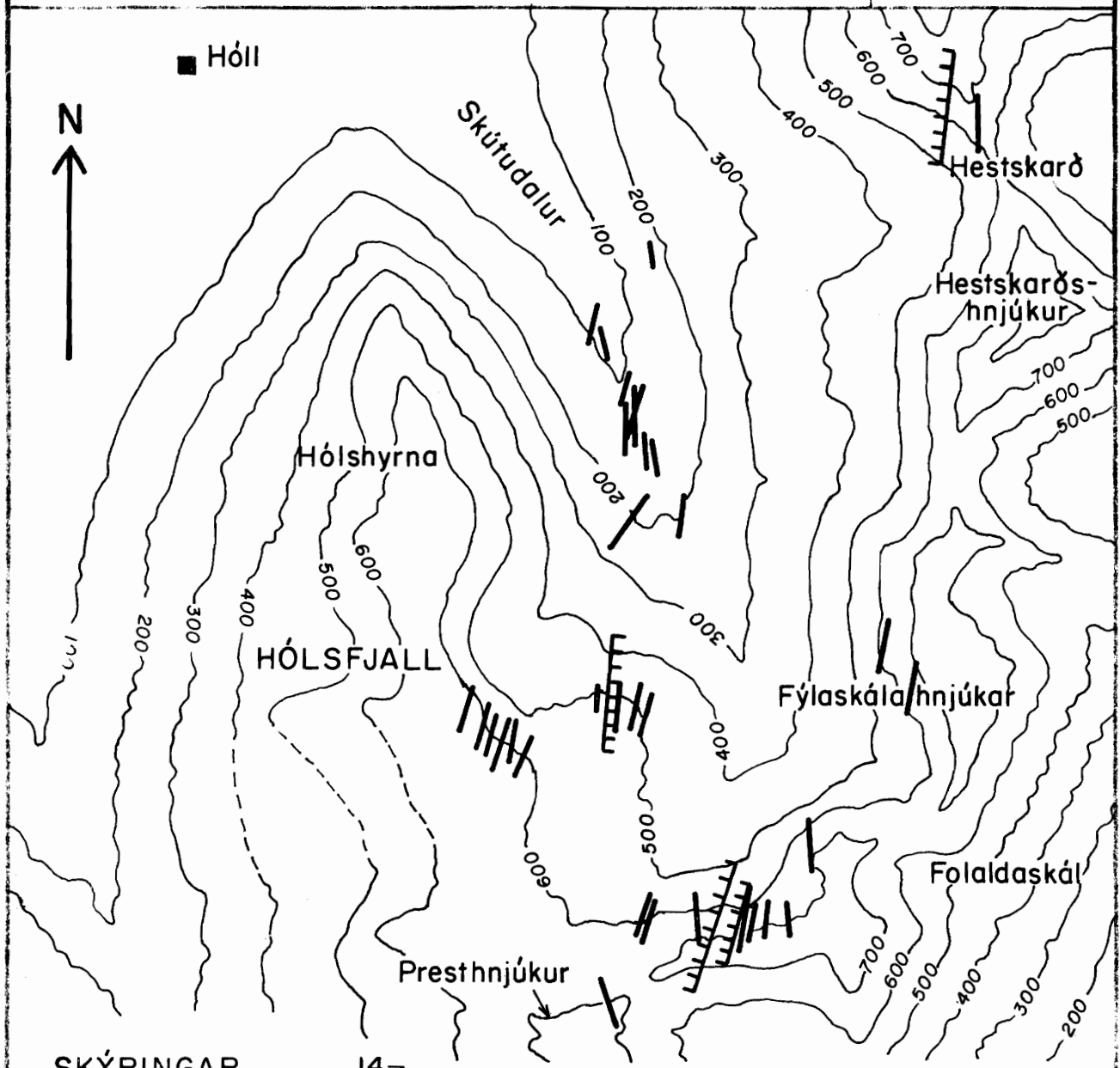
77.9.14. G.I.H/EK.

T-57



Siglufj.

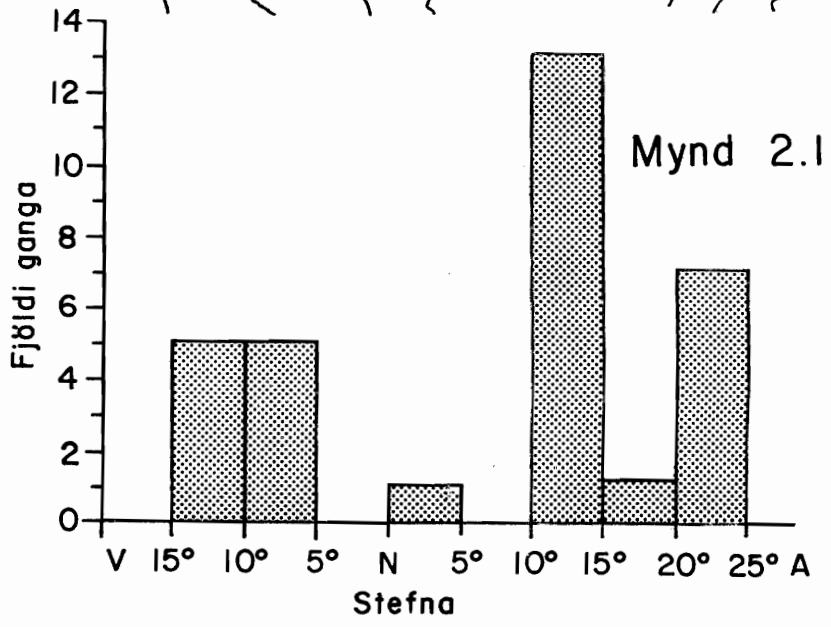
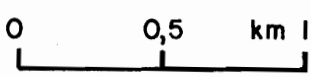
F-16101

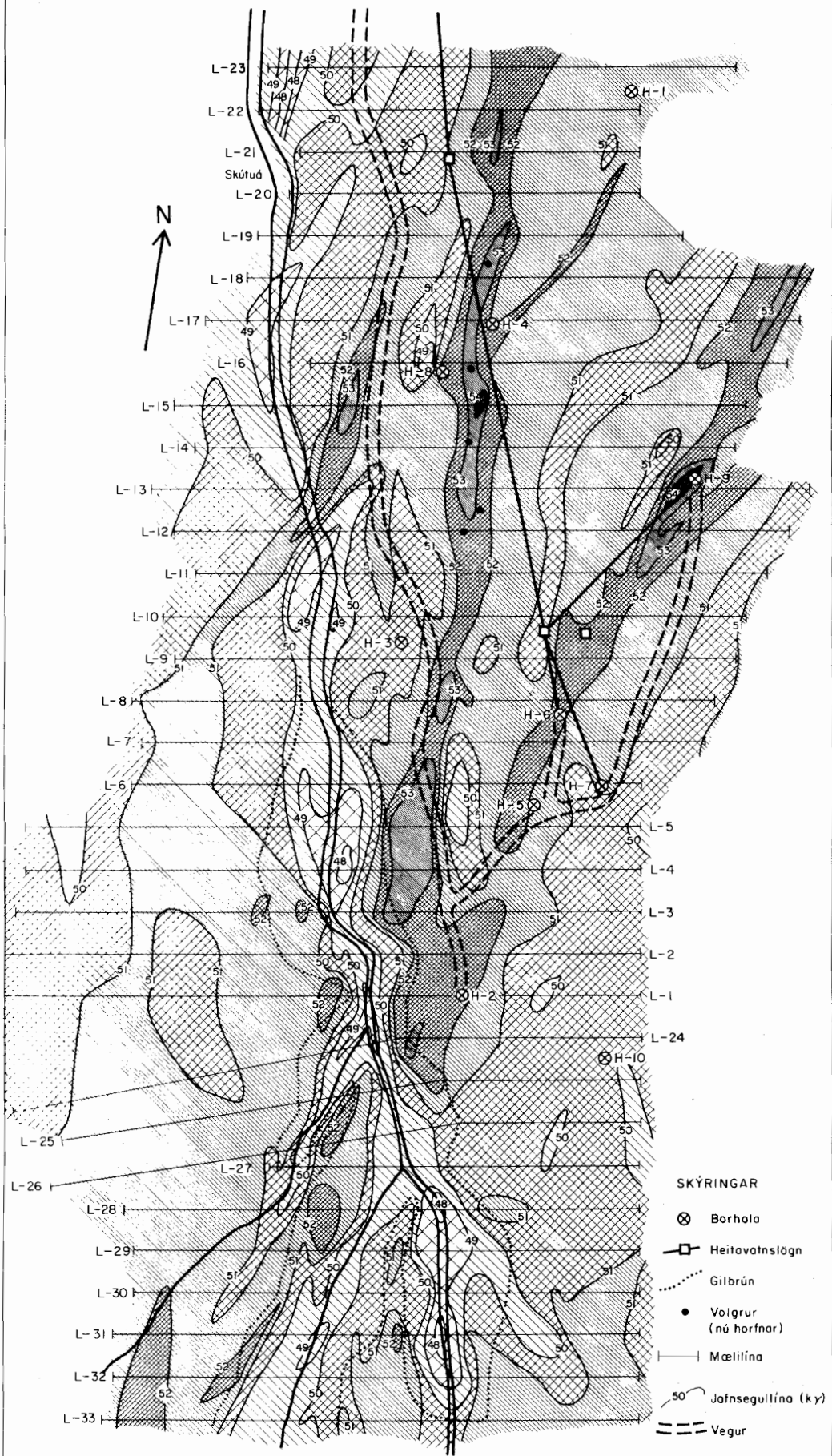
Gangar við innanverðan Skútudal



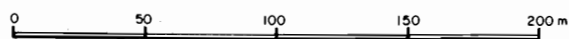
SKÝRINGAR

-  Gangur
-  Misgengi





Mynd 2.2





ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

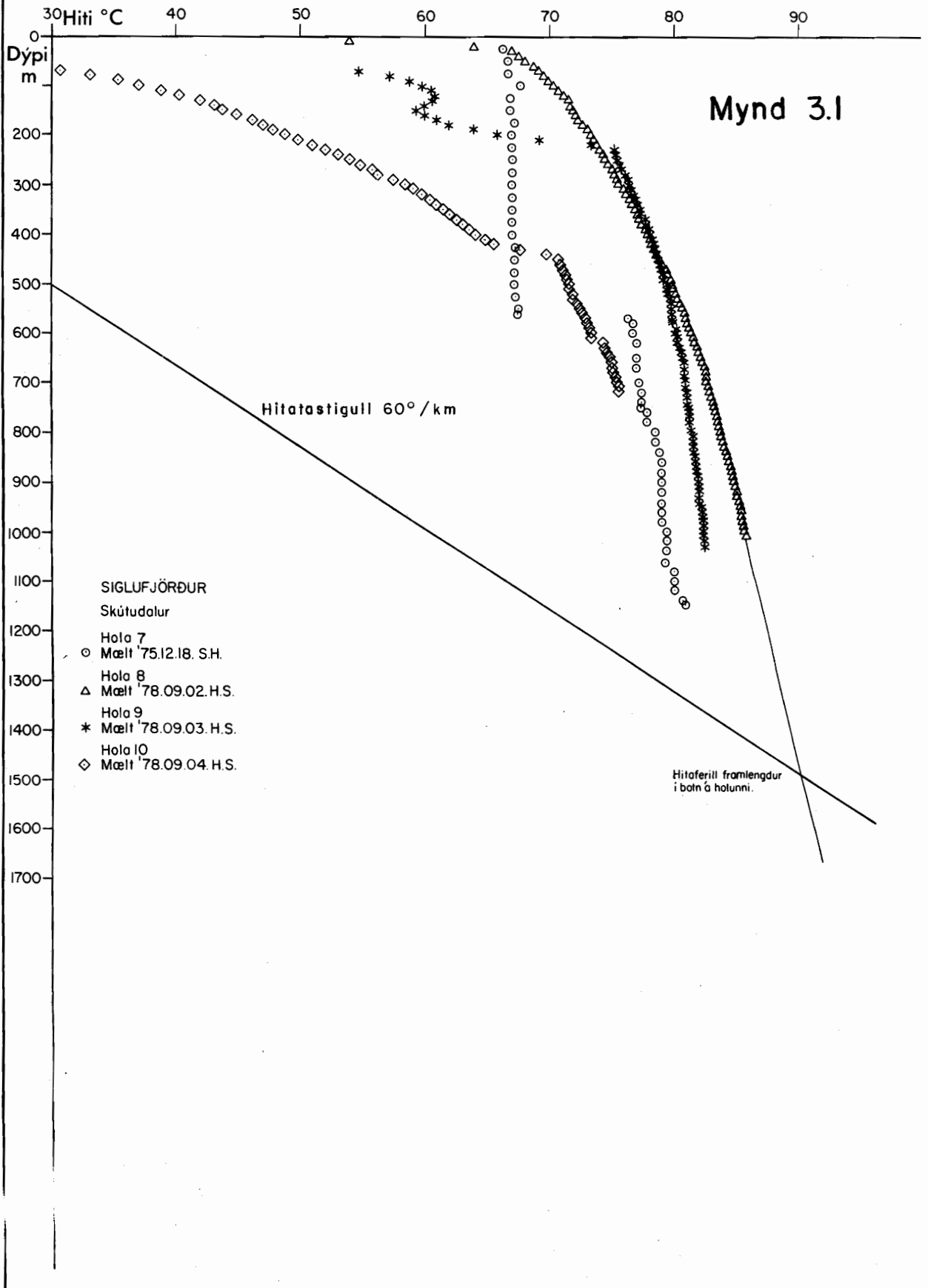
'79 06.28

JT/IB

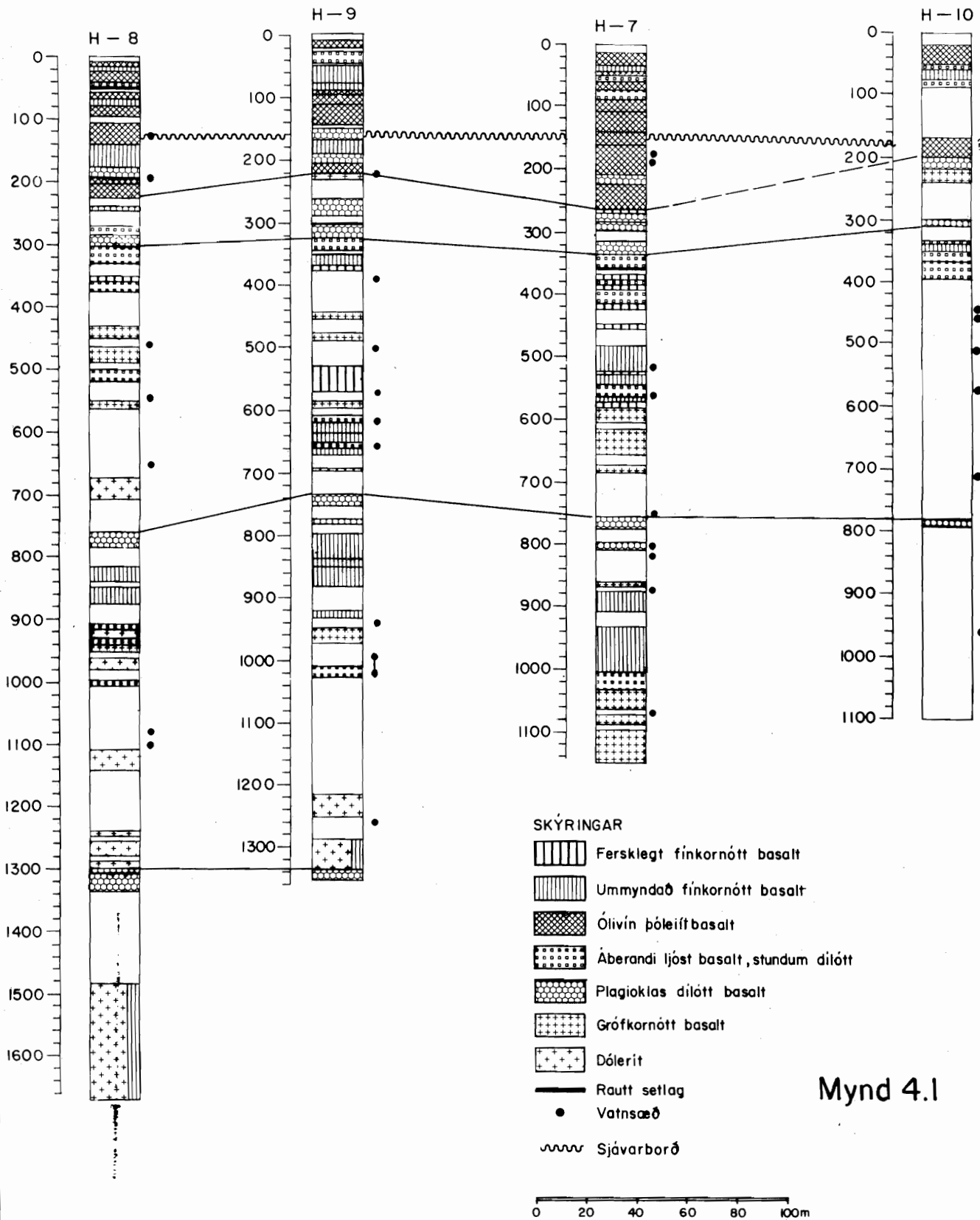
Siglufj. Hitam.

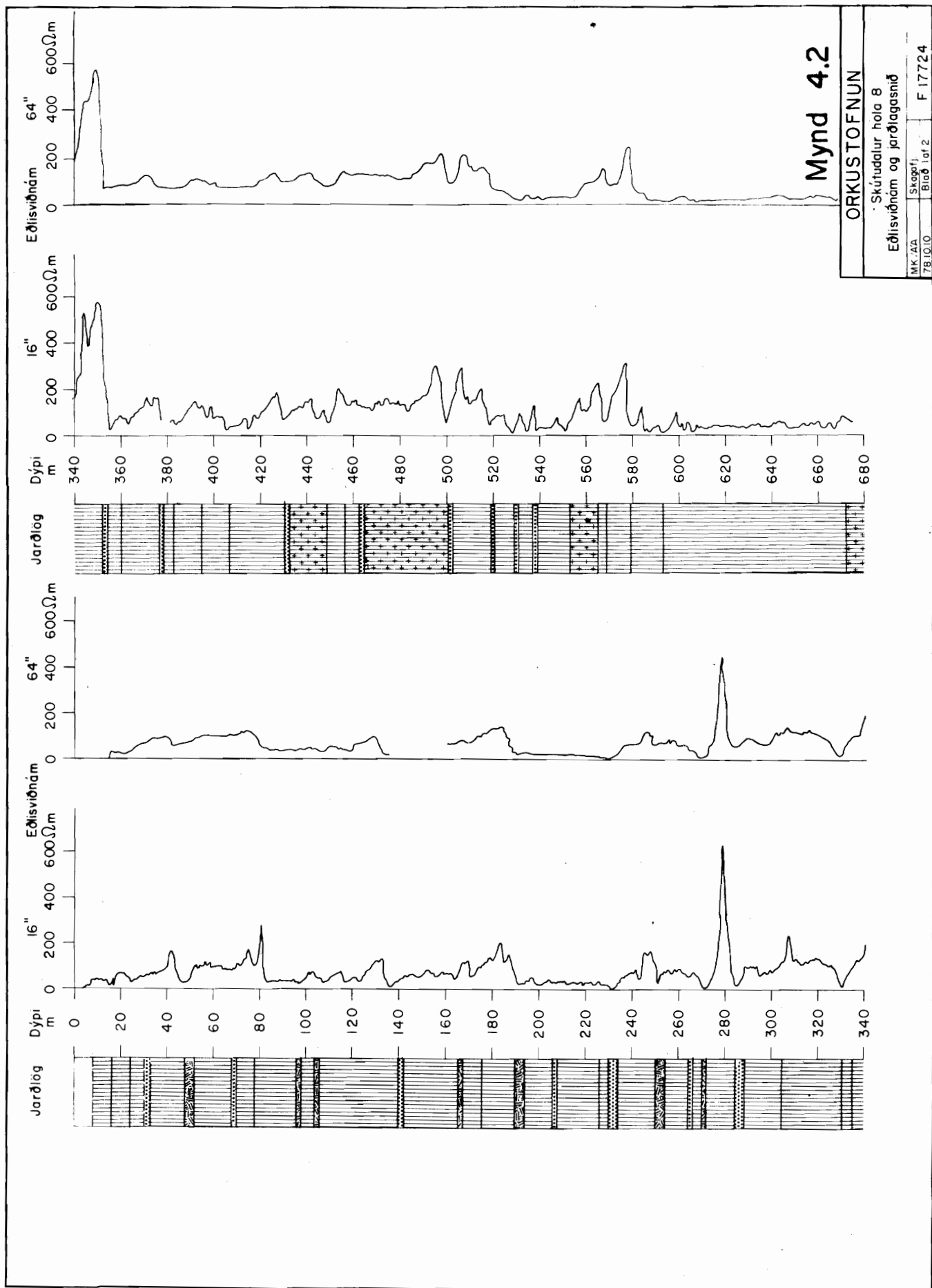
F 18536

Hitamælingar í borholum

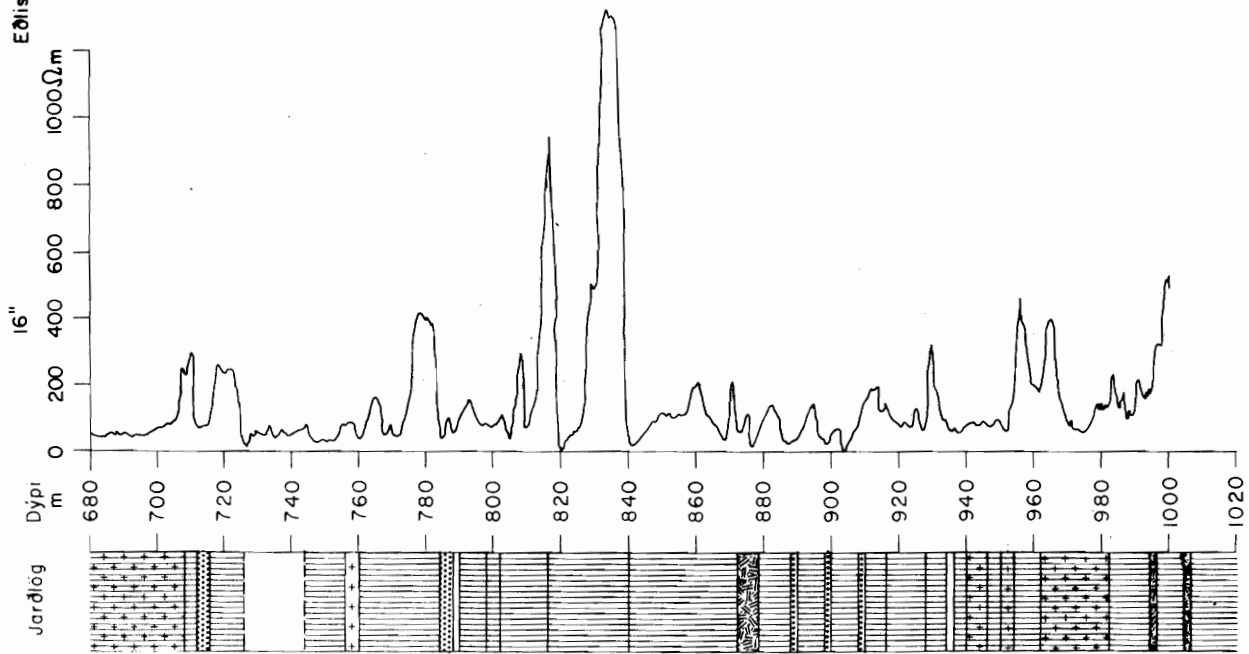
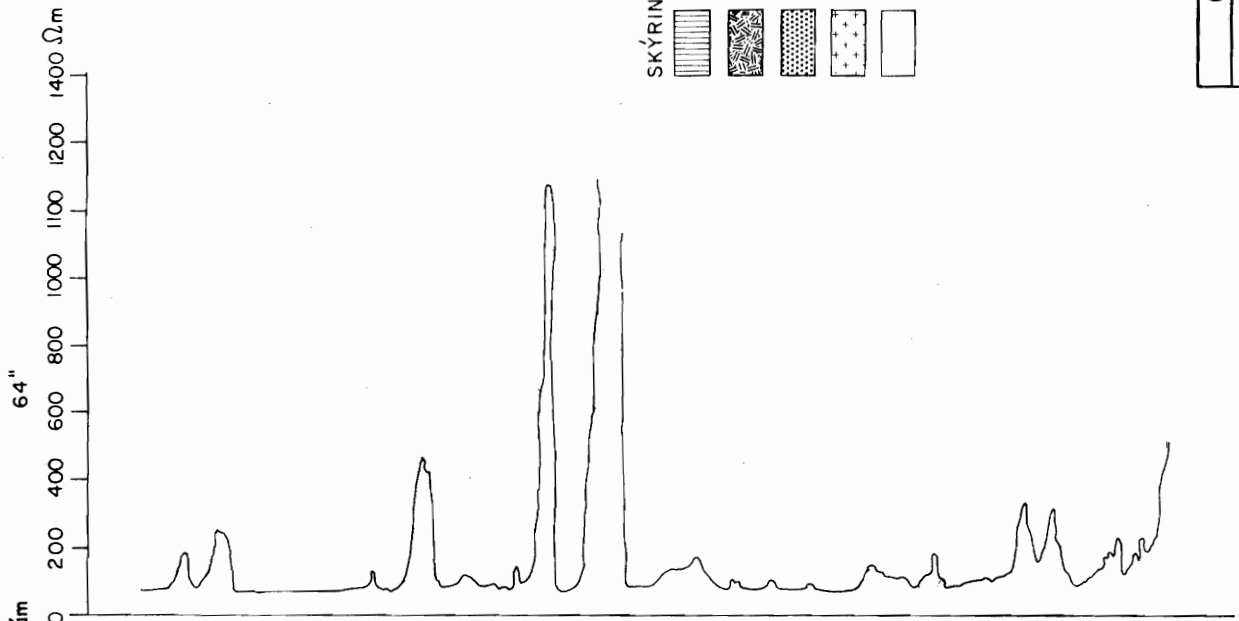


Siglu fjörður - Skútudalur Jarðlagatenging milli borhola





Mynd 4.2



- SKÝRINGAR
- Ummyndað basalt
 - Basaltísk breksia
 - Ótligreint set
 - Innskot, dólérít
 - Vantar svarf
 - Botn holunnar er á 1672 m dýpi

Mynd 4.2

ORKUSTOFNUN

Skútdalur hola 8

Eðlisviðnám og jarðlagasníð

MK/AA 78.10.10 Skogafj. Blað 2 af 2 F 17724

Mynd 4.3

ORKUSTOFNUN

Skútdalur hola 9

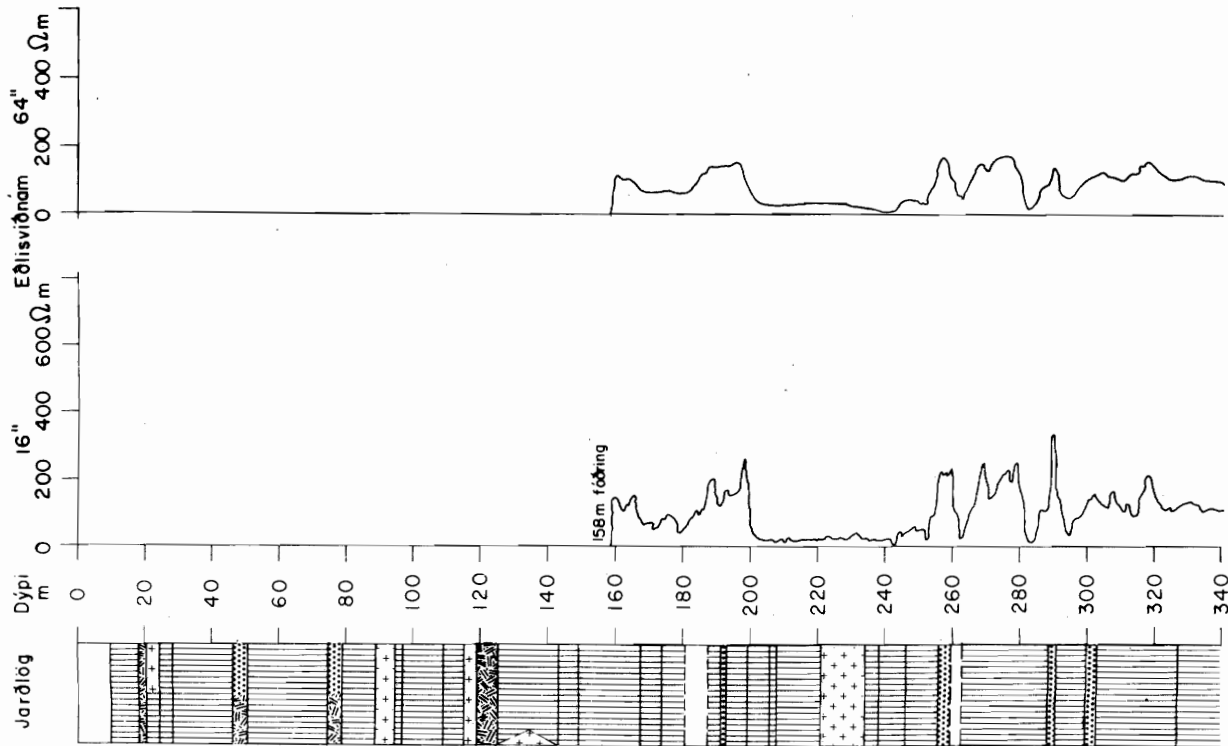
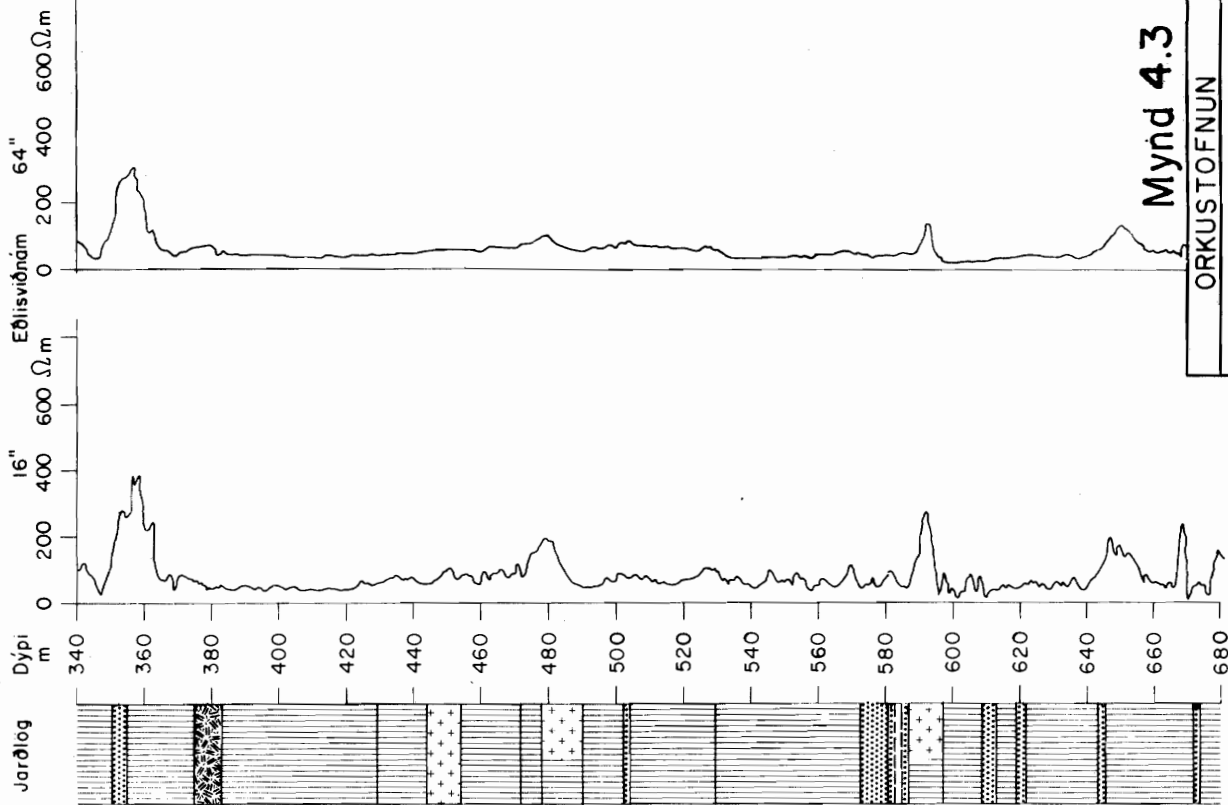
Eðlisviðnám og jarðlagsmið

MK/AA

Skogafj.

Blöð 1 af 2

F 17725








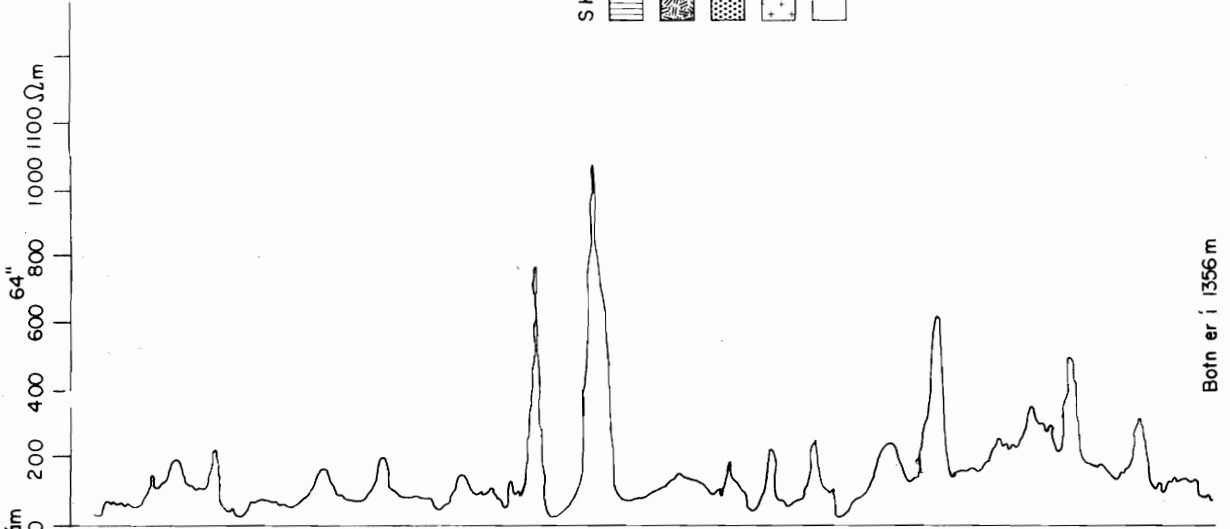
Mynd 4.3

ORKUSTOFNUN

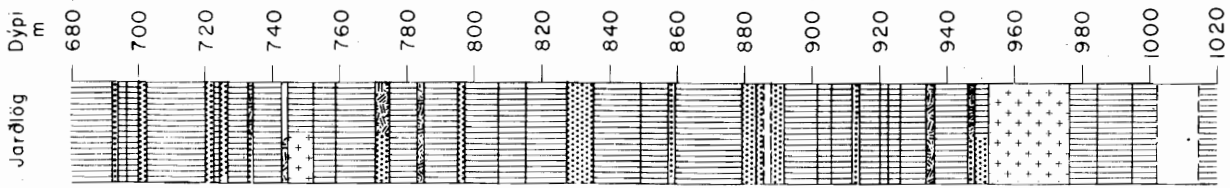
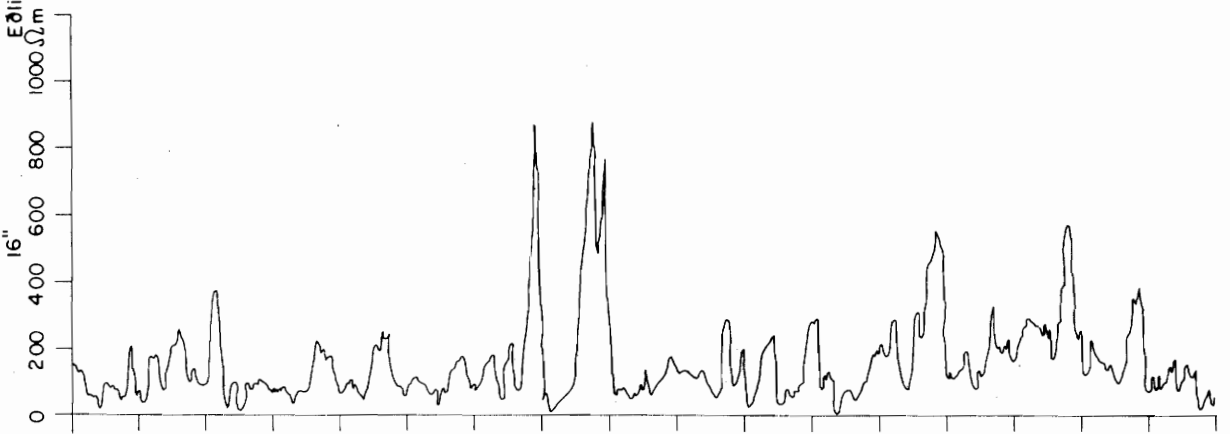
Skútudalur hola 9
Eðlisviðnám og jarðlagasnið

MK/AA Skagfir
78 10 10 Blað 2. af 2. F 17 725

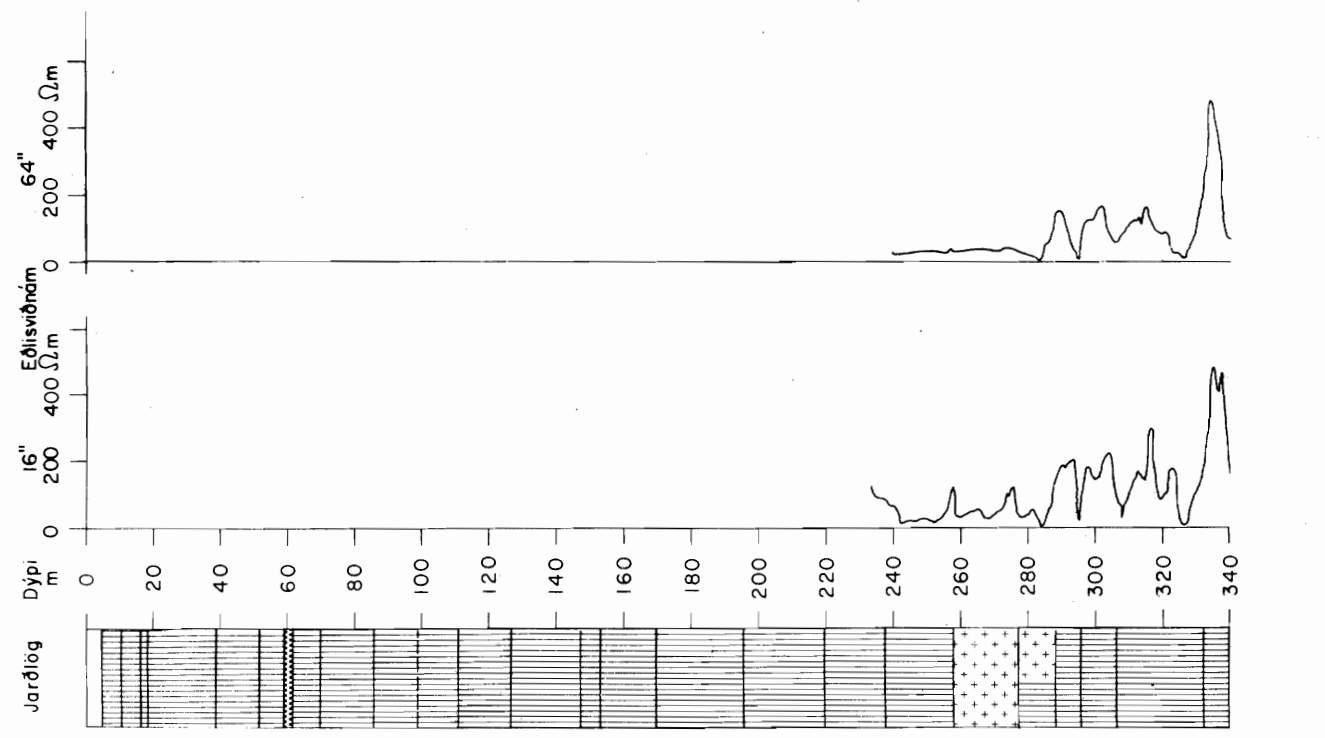
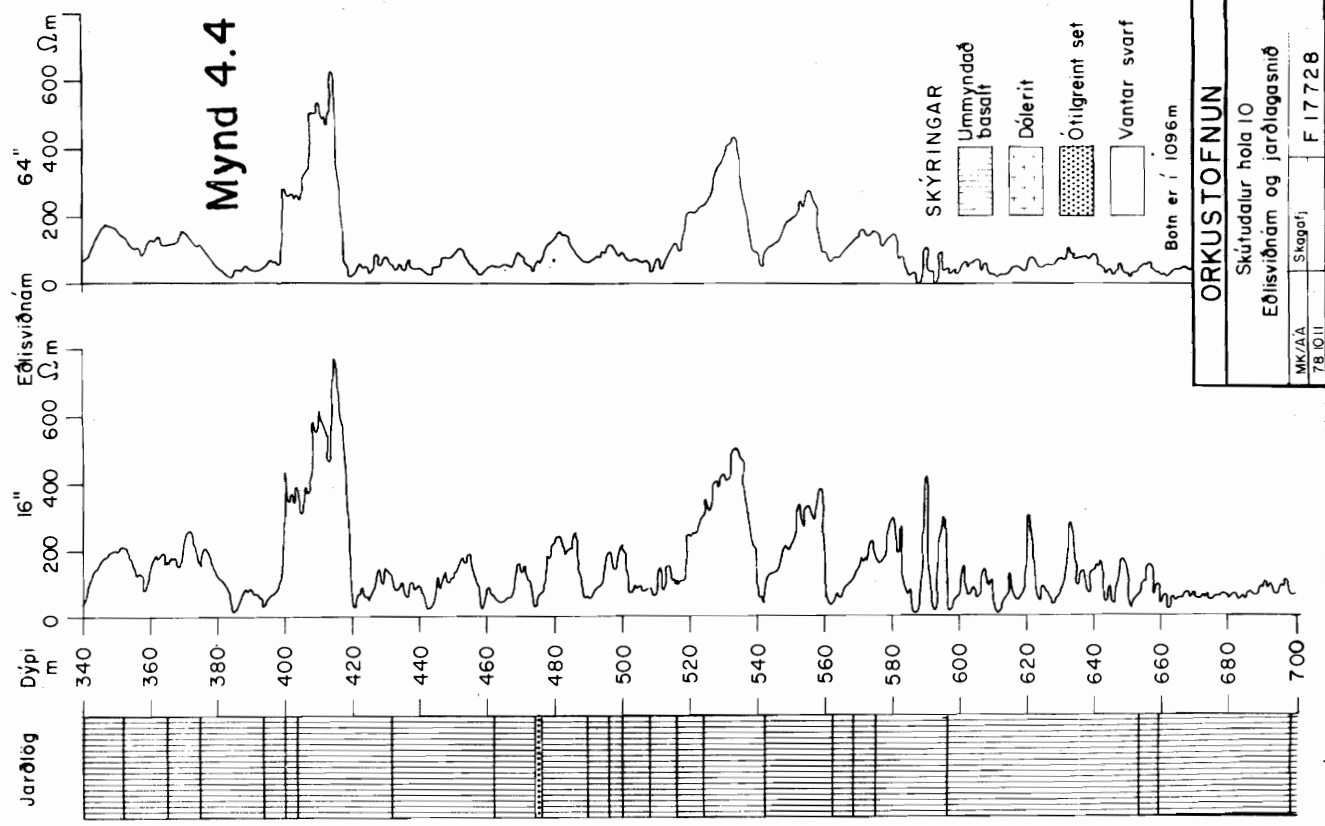
- SKÝRINGAR
-  Ummyndað basalt
 -  Basaltík breksía
 -  Ótilgreint set
 -  Innskot, dólérít
 -  Vantar svarf



Botn er í 1356 m



Mynd 4.4



ORKUSTOFNUN

Skútaalur hola 10

Eðlisviðnám og jarðlagasnið

MK/AA 78 011

Stigafrj

F 17.728

SIGLUFJÖRÐUR

Vatnsborðslækkun í holu 7

Vatnsborðslækkun í holu 7 vegna loftdælingar í holu 10.
Dælt er 5 l/s úr holu 10.


$$T = \frac{2,3 \cdot 0,005}{4 \cdot \pi \cdot 4,2} = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$T = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

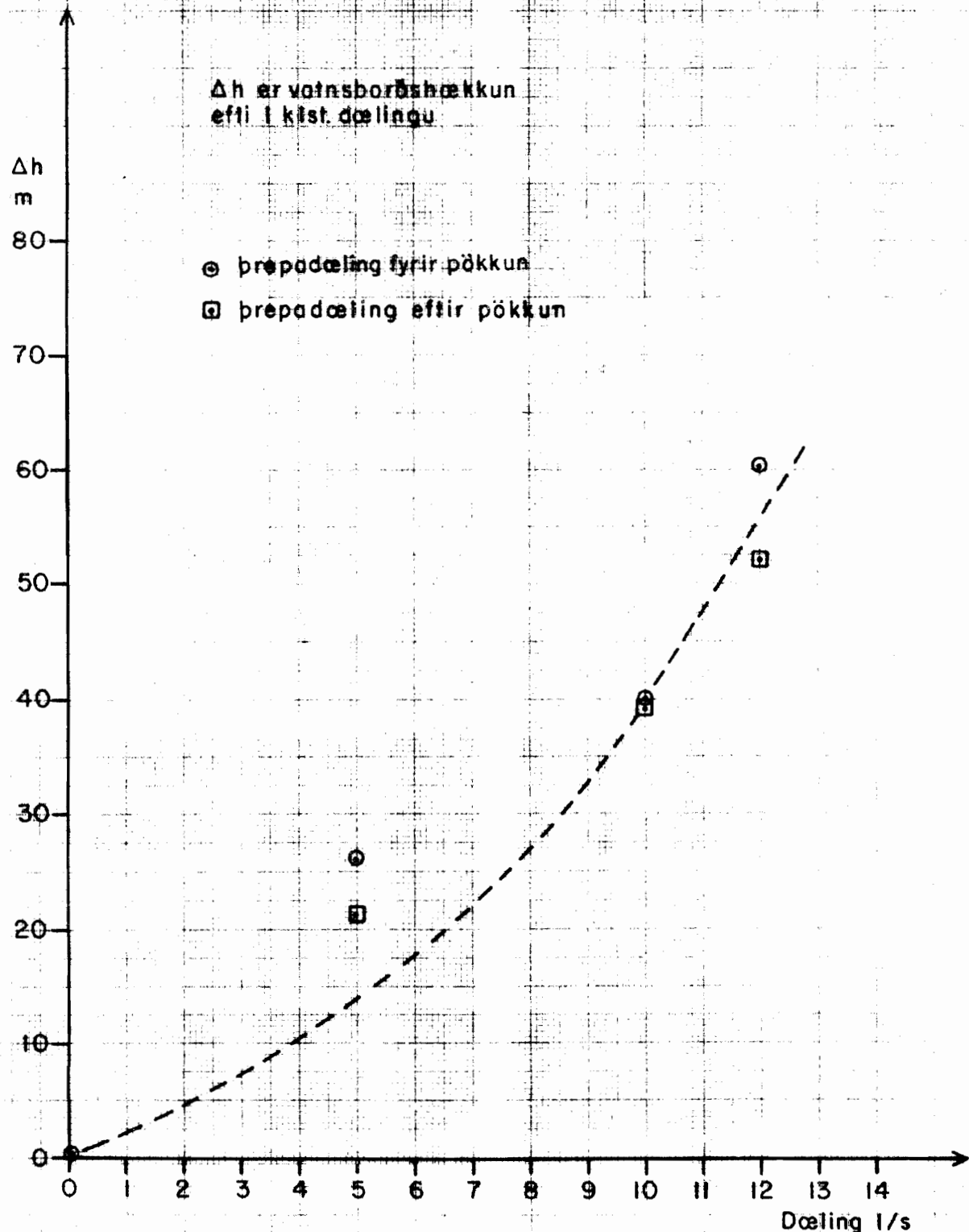
Δt tími frá því byrjað var að loftdæla

Mynd 5.1

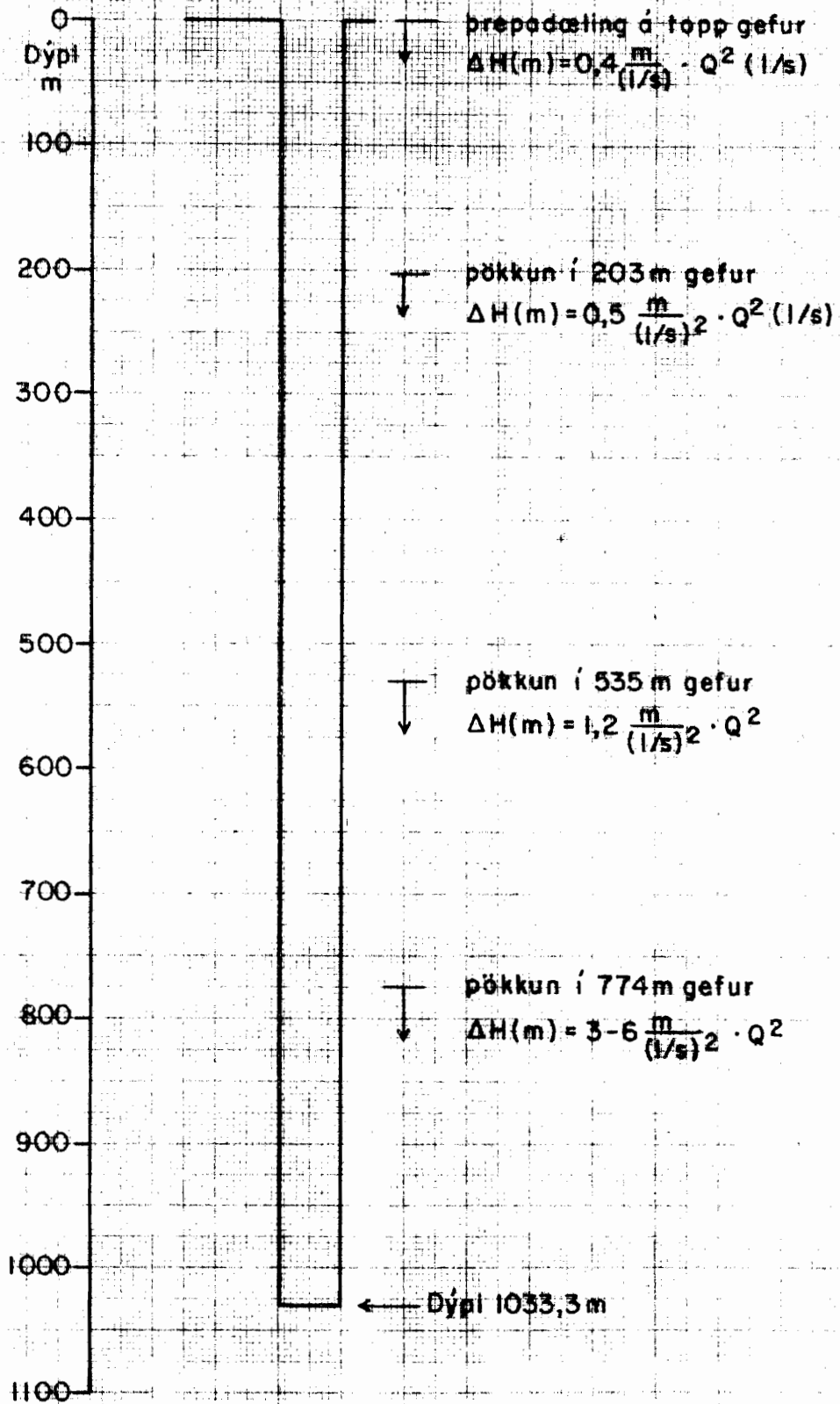
77-12-22 GK/IS
T-64 Siglufj.
F-16415

	ORKUSTOFNUN	77-12-29 GK/IS
	Jarðhitadeild	T-77
	Hola 10 Siglufirði	Siglufjörður
	Vatnsborðshækkun við ádælingu	F-16474

Mynd 5.2

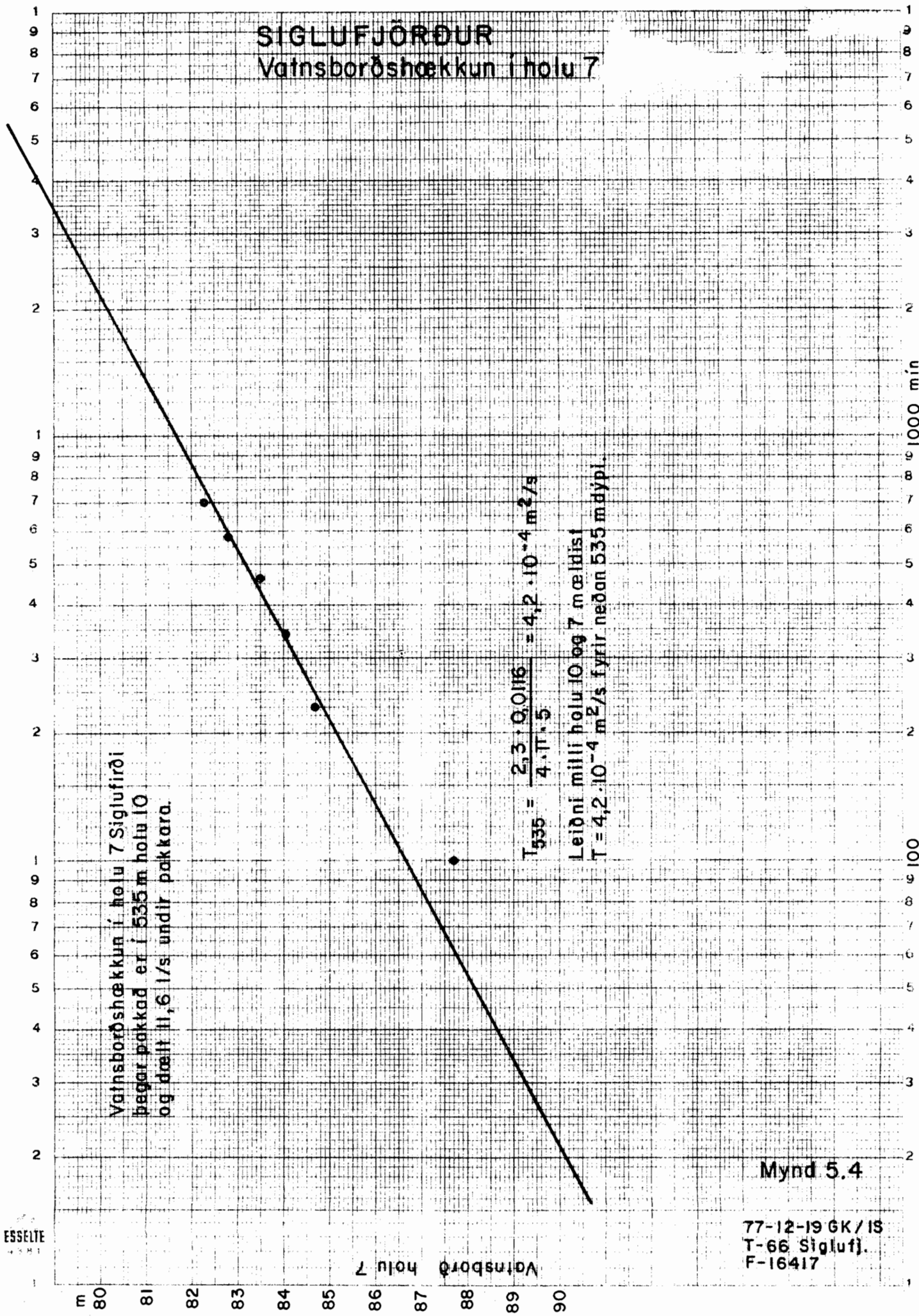


Mynd 5.3



SIGLUFJÖRÐUR

Vatnsborðshækkun í holu 7

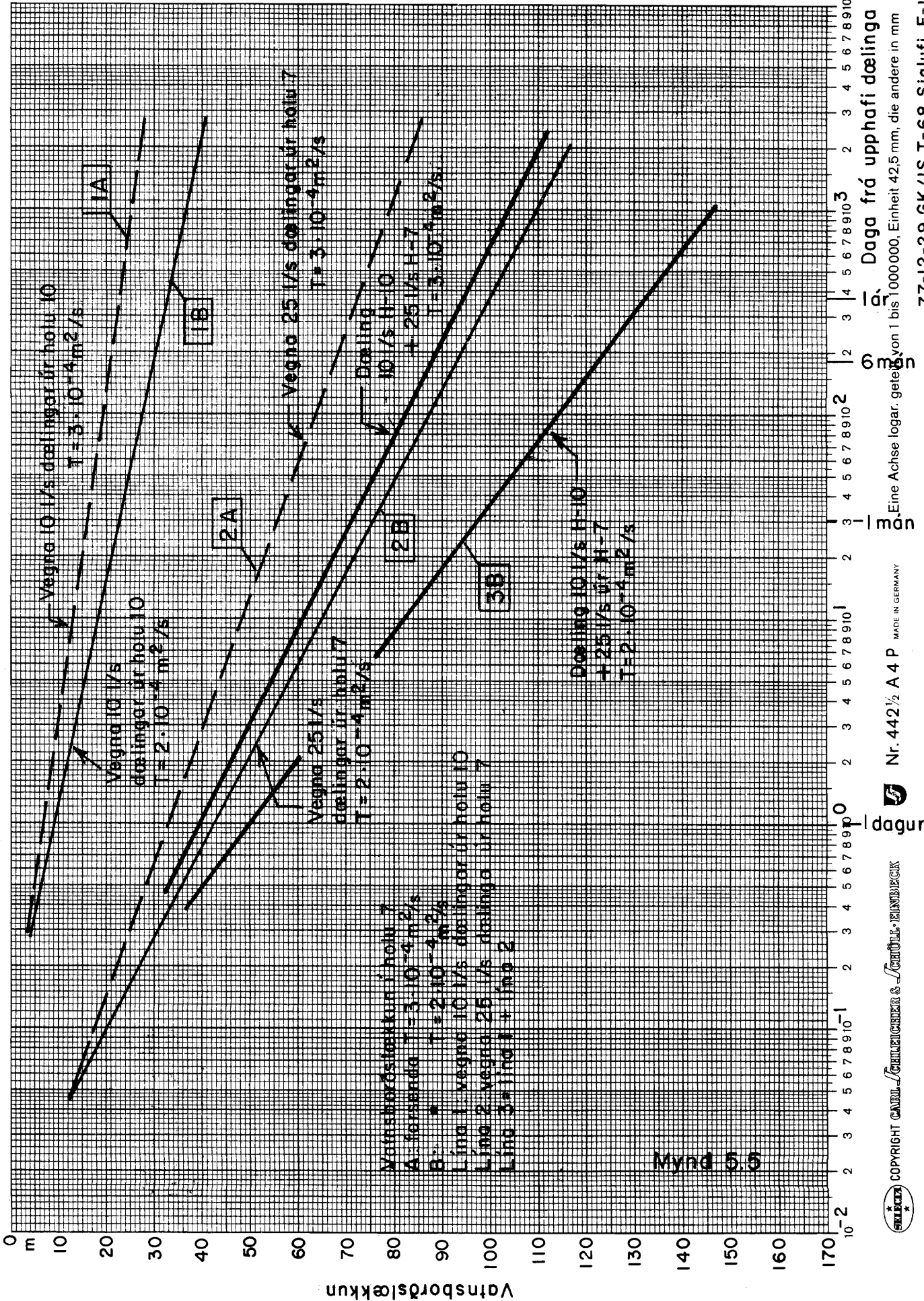


Mynd 5.4

77-12-19 GK/IS
T-66 Siglufj.
F-16417

SIGLUFJÖRÐUR

Vatnsborðs lækkun í holu 7 við dælingu úr holum 7 og 10



Daga frá upphafi dælinga

3 4 5 6 7 8 9 10

2 3 4 5 6 7 8 9 10

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

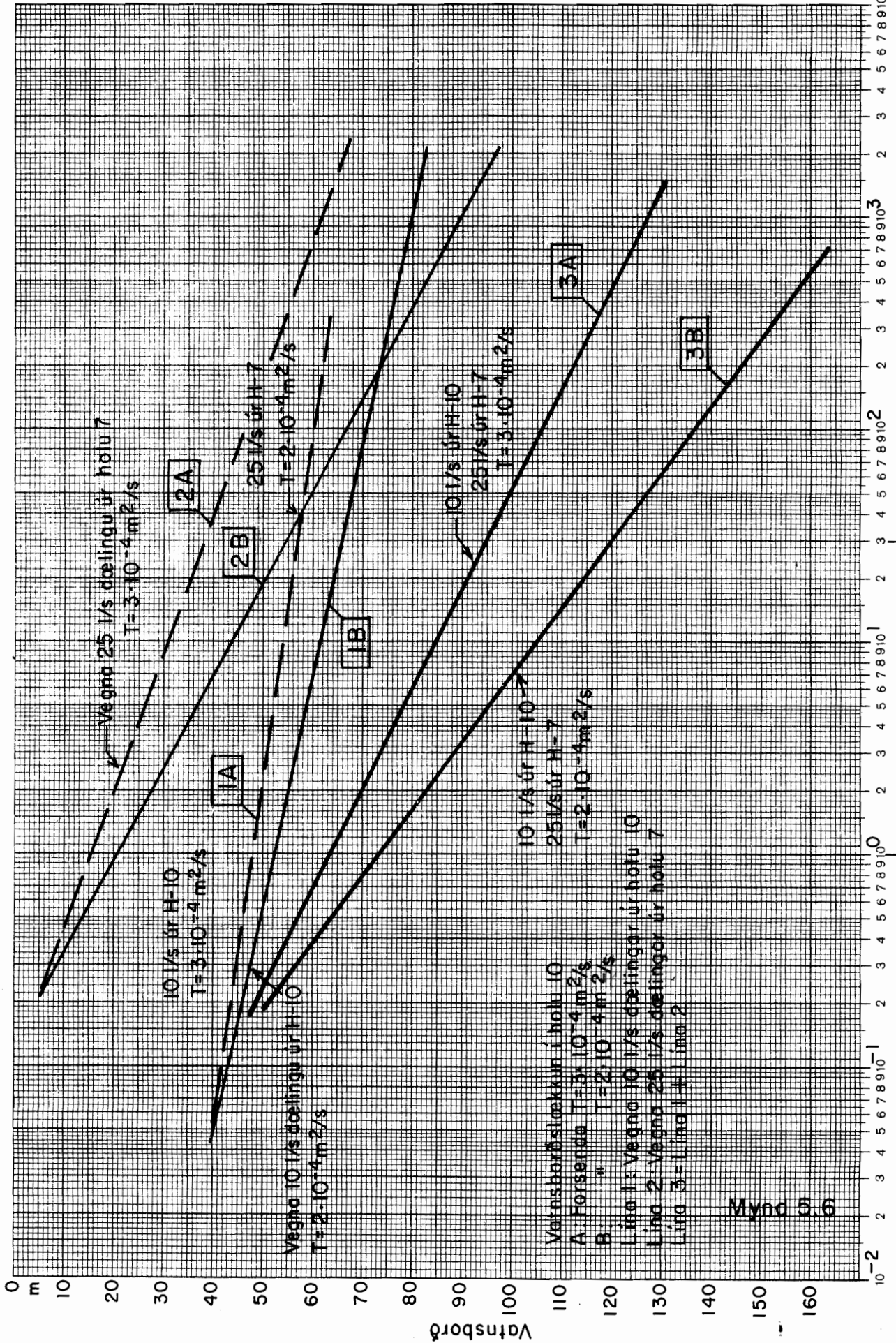
Nr. 442 1/2 A 4 P MADE IN GERMANY

COPYRIGHT CARL SCHLICKER & SCHÜLL-KINBECK

77-12-29 GK/IS T-68 Siglufj. F-16433

SIGLUFJÖRÐUR

Vatnsborðslækkun í holu 10 við dælingu úr holum 7 og 10



Mynd 3.6

Daga frá upphafi dælinga

Eine Achse logar. geteilt von 1 bis 1000000. Einheit 42,5 mm, die andere in mm

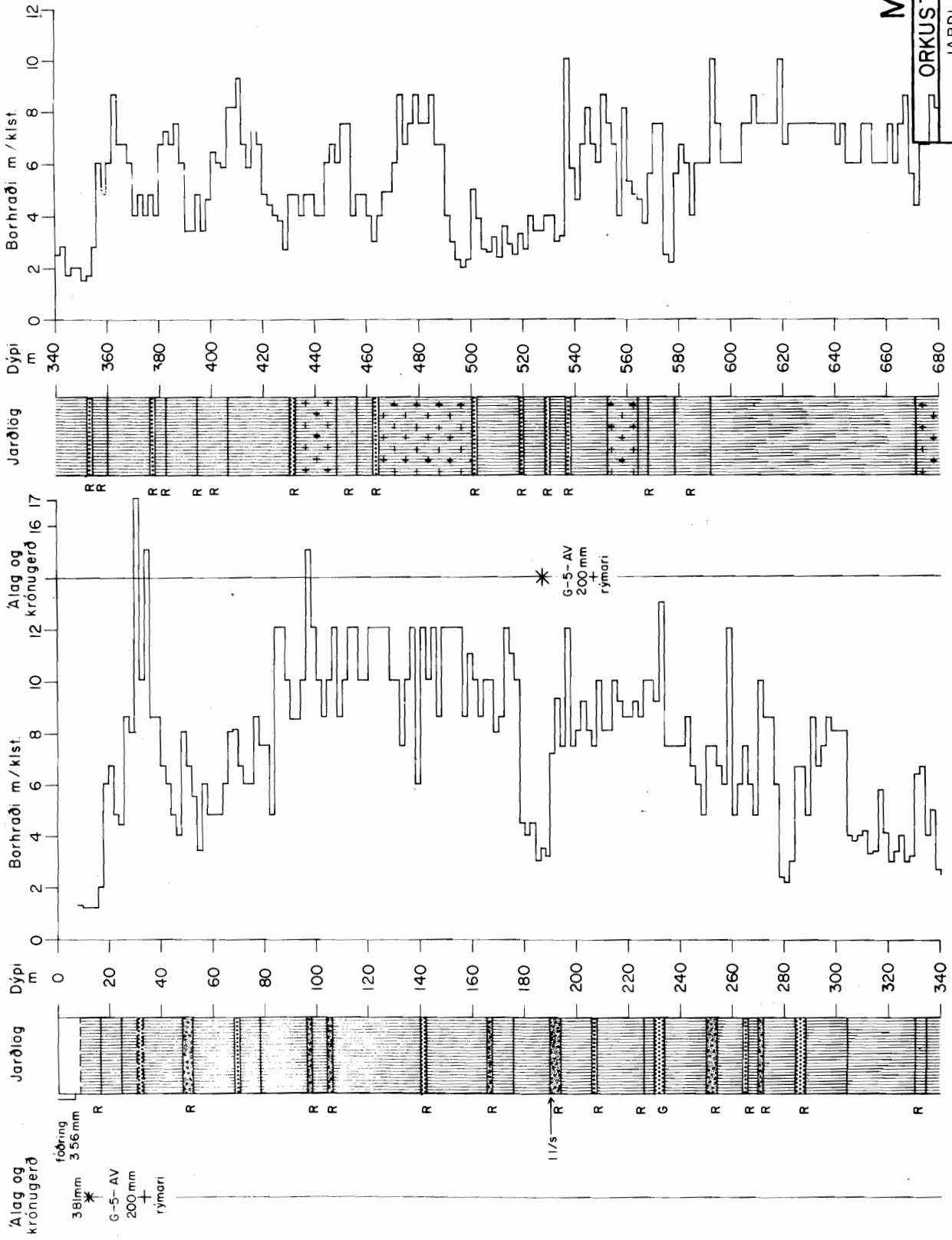
Nr. 442 1/2 A 4 P



COPYRIGHT CARL SCHLEICHER & CO. KARLSRUHE, BADEN



77-12-29 GK/IS T-69 Siglufj. F-16434



Mynd 6.1

ORKUSTOFNUN
 JARÐLAGASNIÐ
 Skútdalur, Siglufirði, Hala 8
 T. 127
 Blað 1 af 3 Skopgrá
 F. 15358

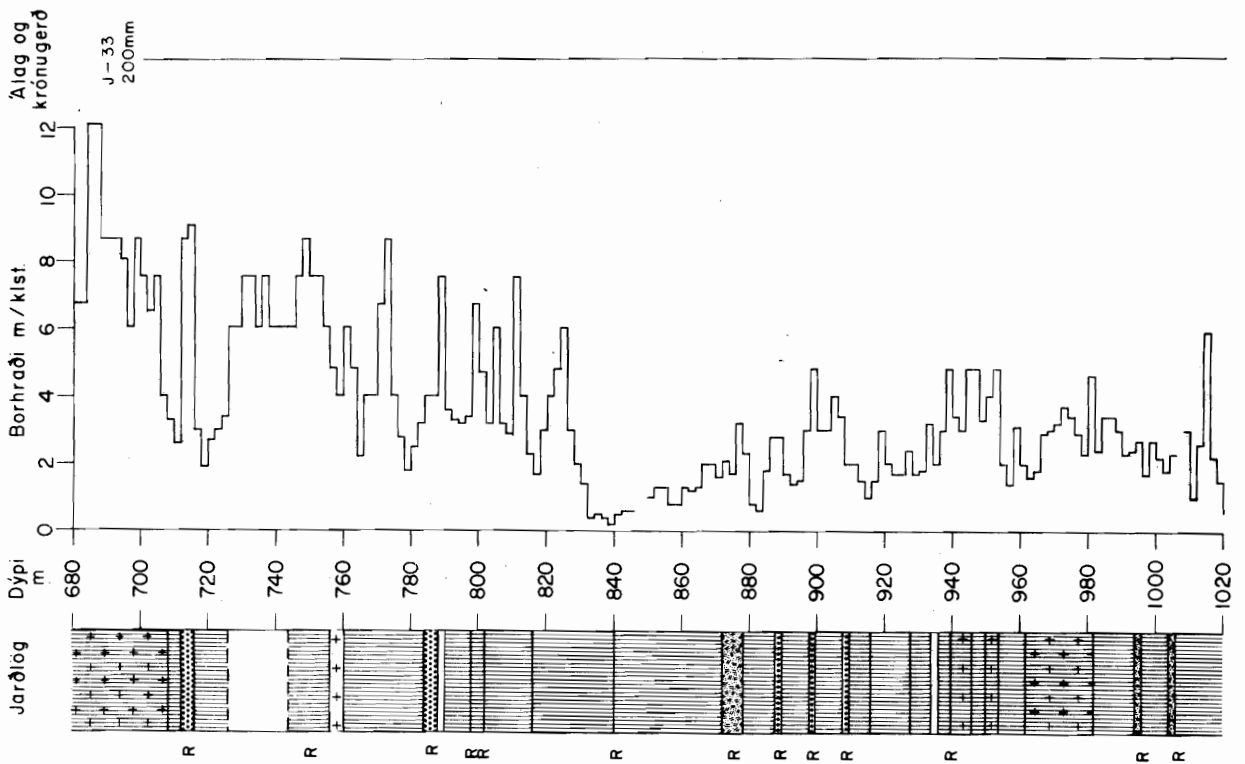
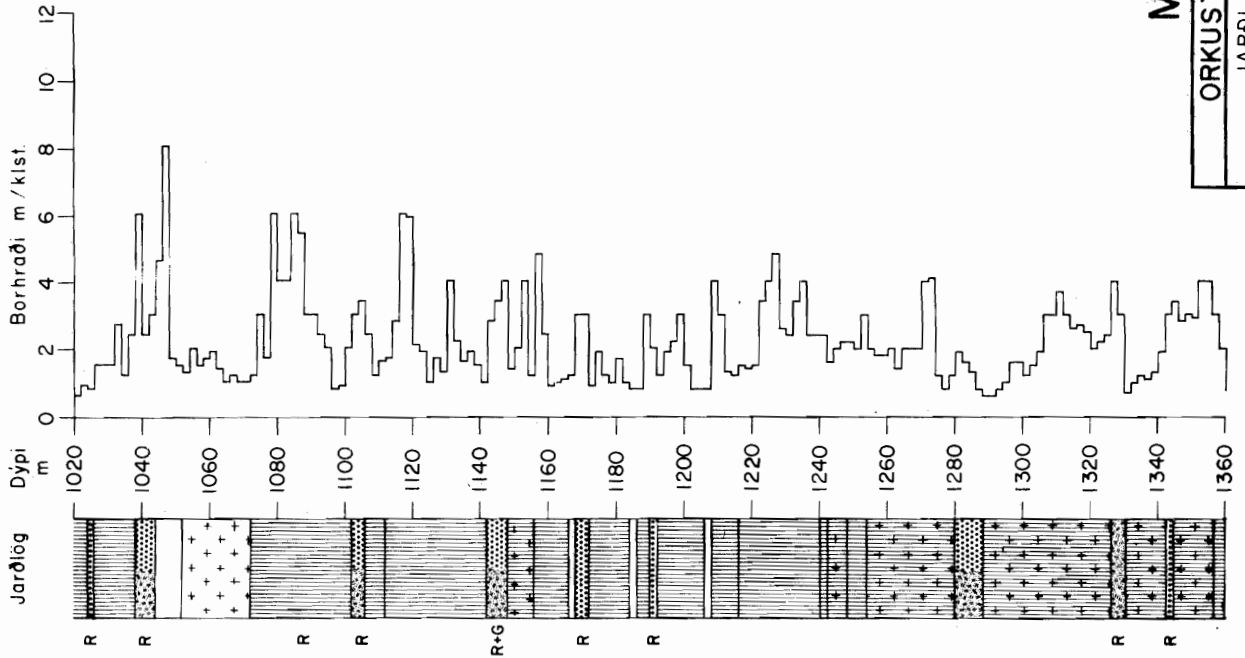
Mynd 6.1

ORKUSTOFNUN

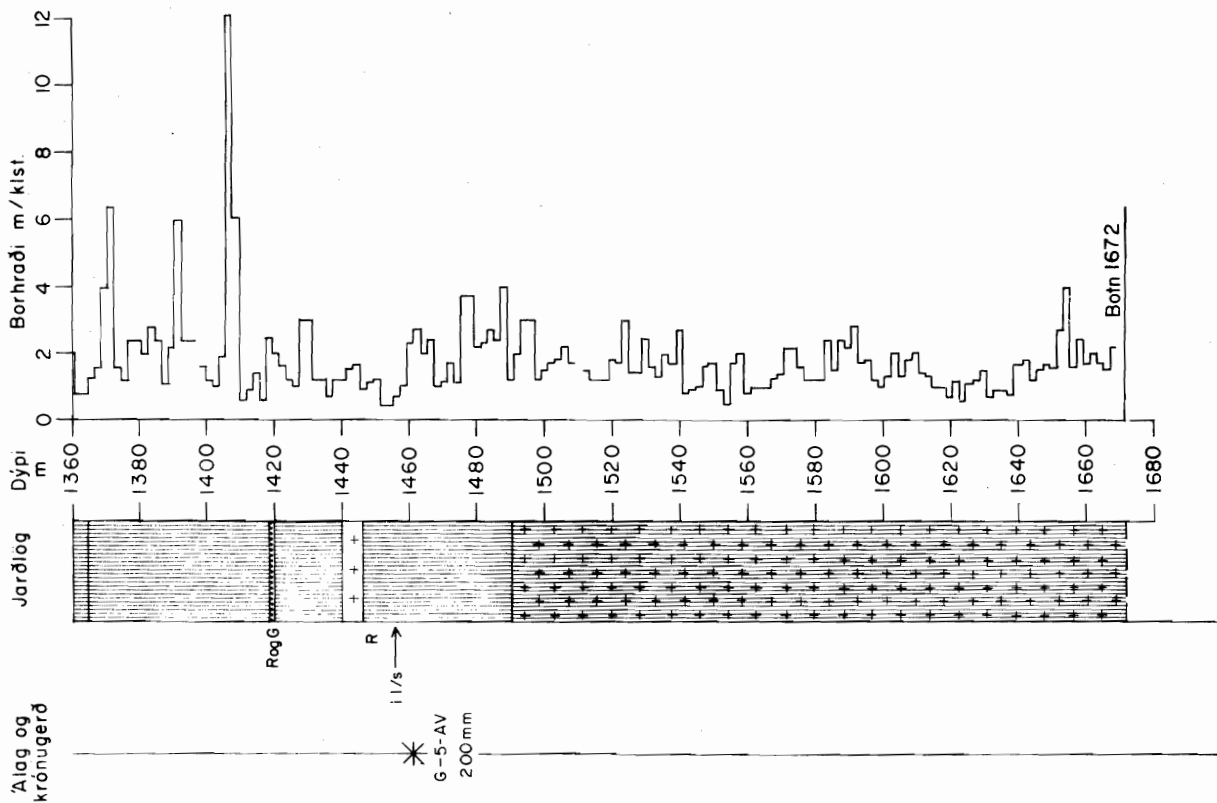
JARÐLAGASNIÐ

Skútdalur, Siglufirði, Hóla 8

770315 A/rge/SJ T.127 Skagefj. Blad 2 af 3 F. 15358



*
 G-5-AV
 200mm
 +
 rýmari



Mynd 6.1

ORKUSTOFNUN

JARÐLAGASNIÐ

Skútdalur, Siglufirði, Hala 8

7703 15 Ag/06/SJL T.127

Blad 3 af 3

Skopgrfi

F. 15358



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

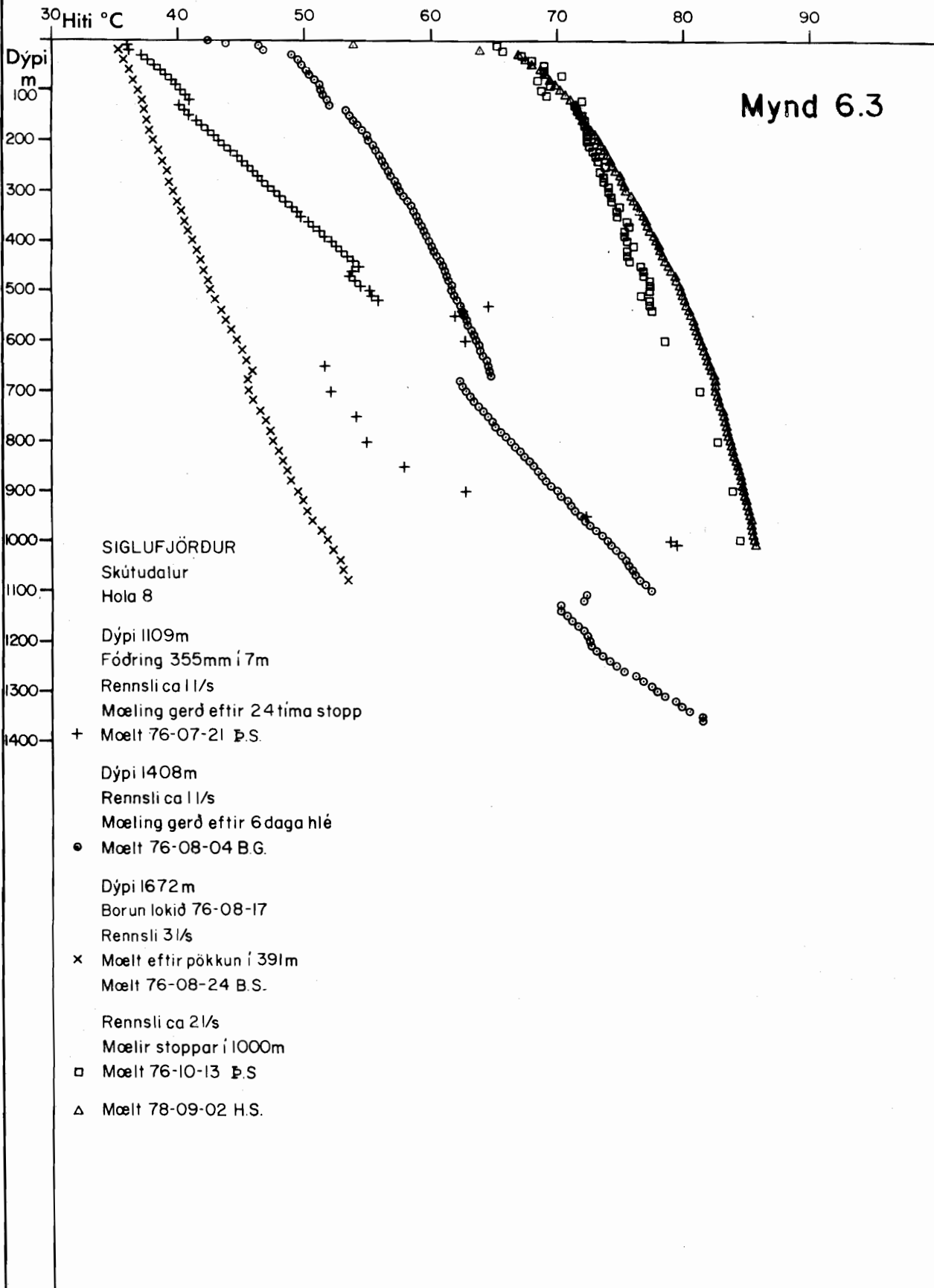
78-02-02 J.T./Sy.J.

T 61 T 2046

Síglufj. Hitam.

F 16412

Hitamælingar í borholum



Mynd 6.4

ORKUSTOFNUN

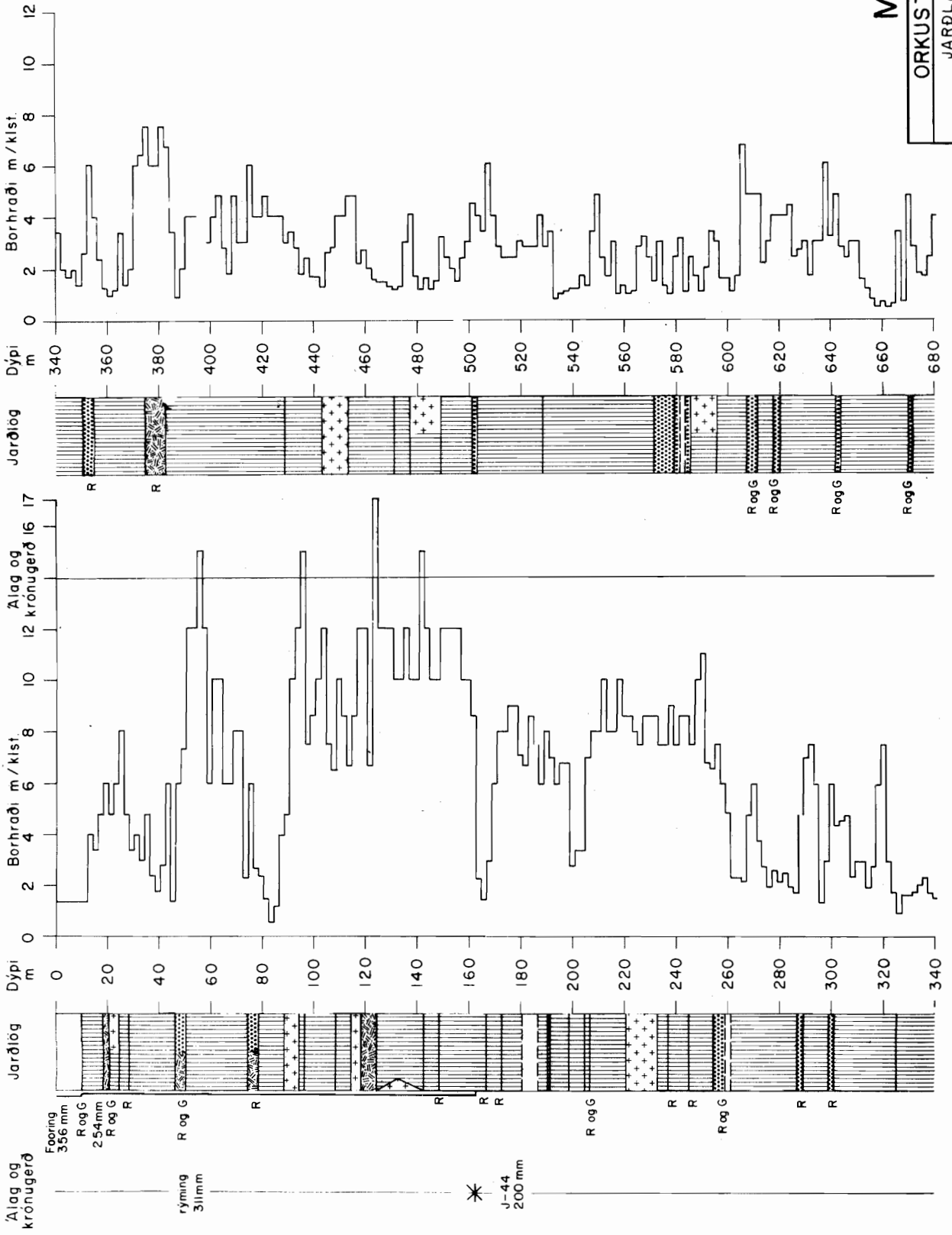
JARÐLAGASNIÐ

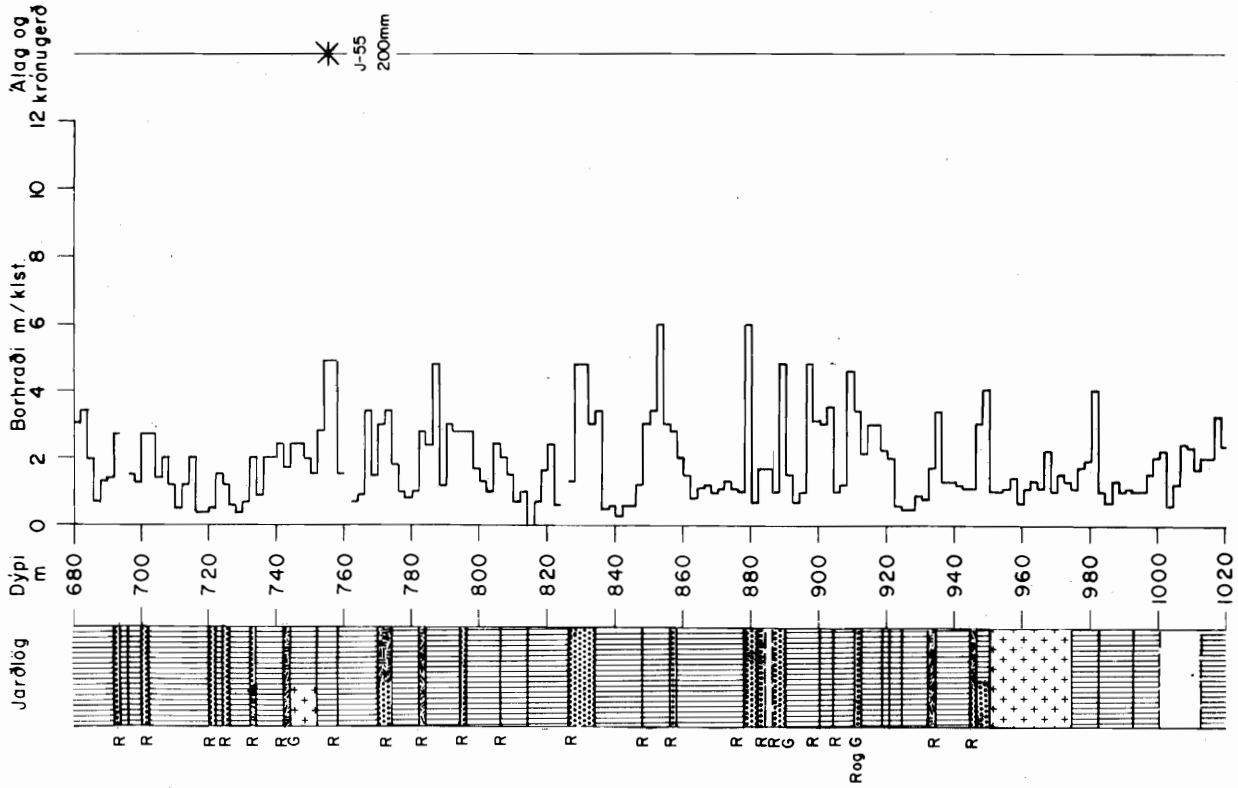
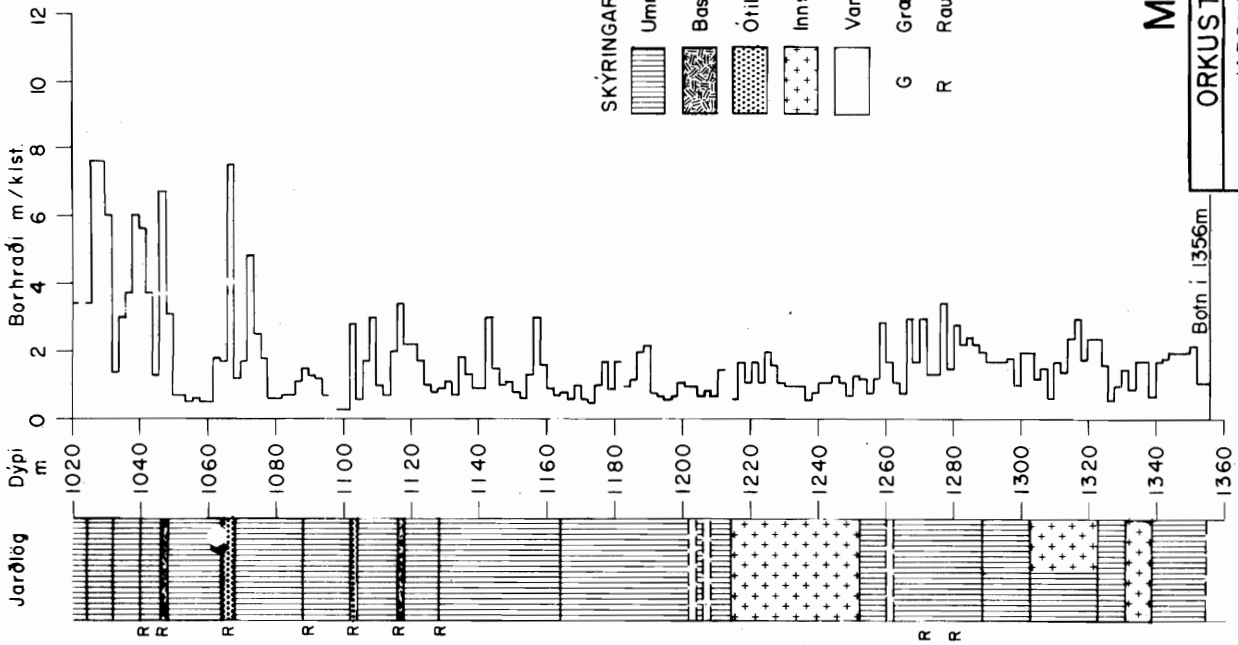
Skútdalur Siglufirði hola 9

7705 II. ÁG/AA/ T.126

Brú Tar 2 Skoðal

F 15357





SKÝRINGAR

- Ummyndað basalt
- Basaltbreksia
- Ótilgreint set
- Innskot, dólerit
- Vantar svarf

G Grænleitt

R Rauðleitt

Mynd 6.4

ORKUSTOFNUN

JARÐLAGASNIÐ

Skúttalur Siglufirði hola 9

770512 AG/AA T 126

Blöð 2 af 2 Skýgöf

F 15357

Álag og krónugerð
 * J-44
 200mm

* J-55
 200mm



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SIGLUFJÖRÐUR HOLA 9
Ummyndunarsteindir

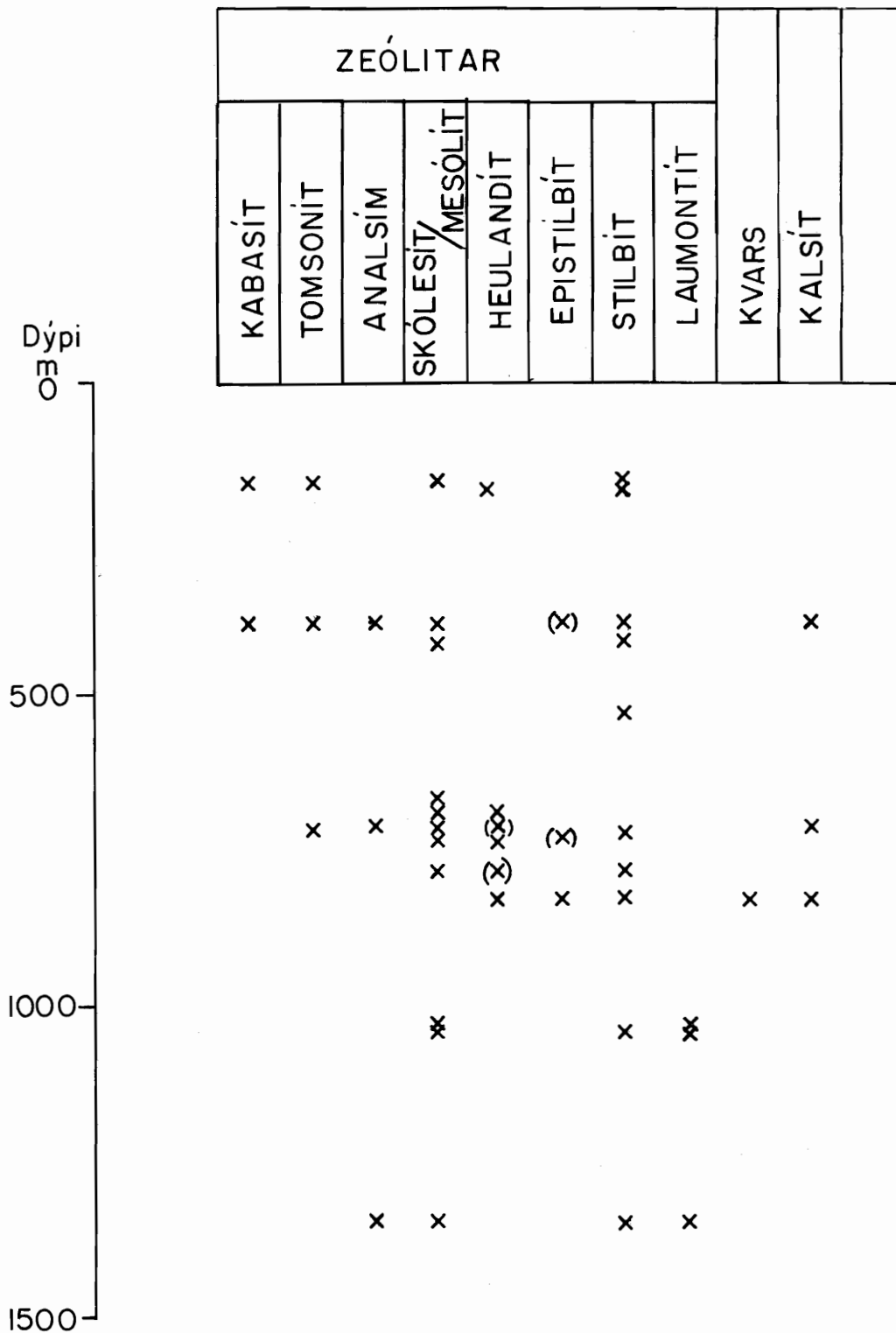
77.06.13 ÁG / AÁ

T 79

Siglufj.

F 15803

Greiningar með röntgendiffrakjon



Mynd 6.5



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

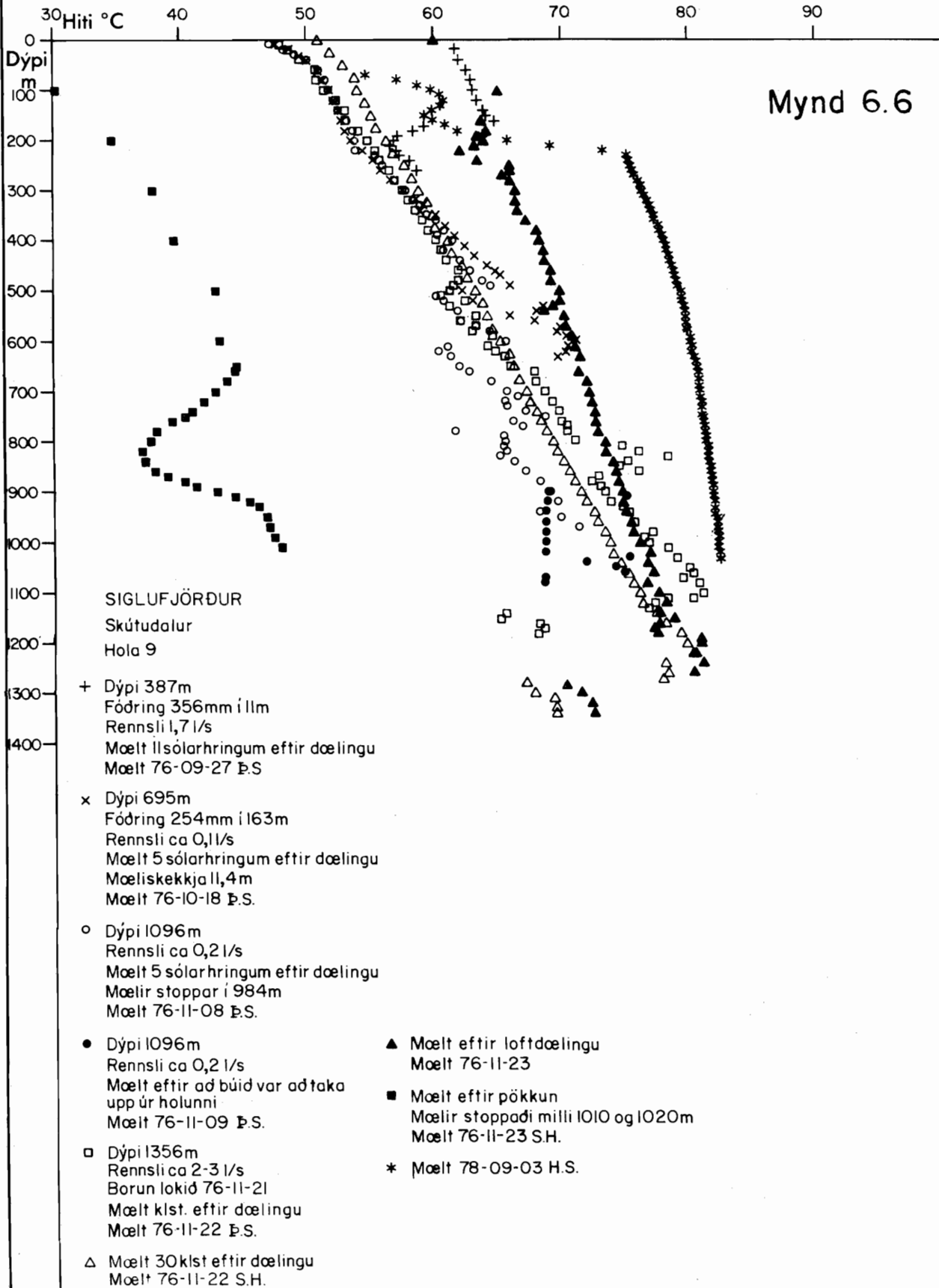
78-02-03 JT/Sy.J.

T 62 T 2047

Siglufj. Hitam

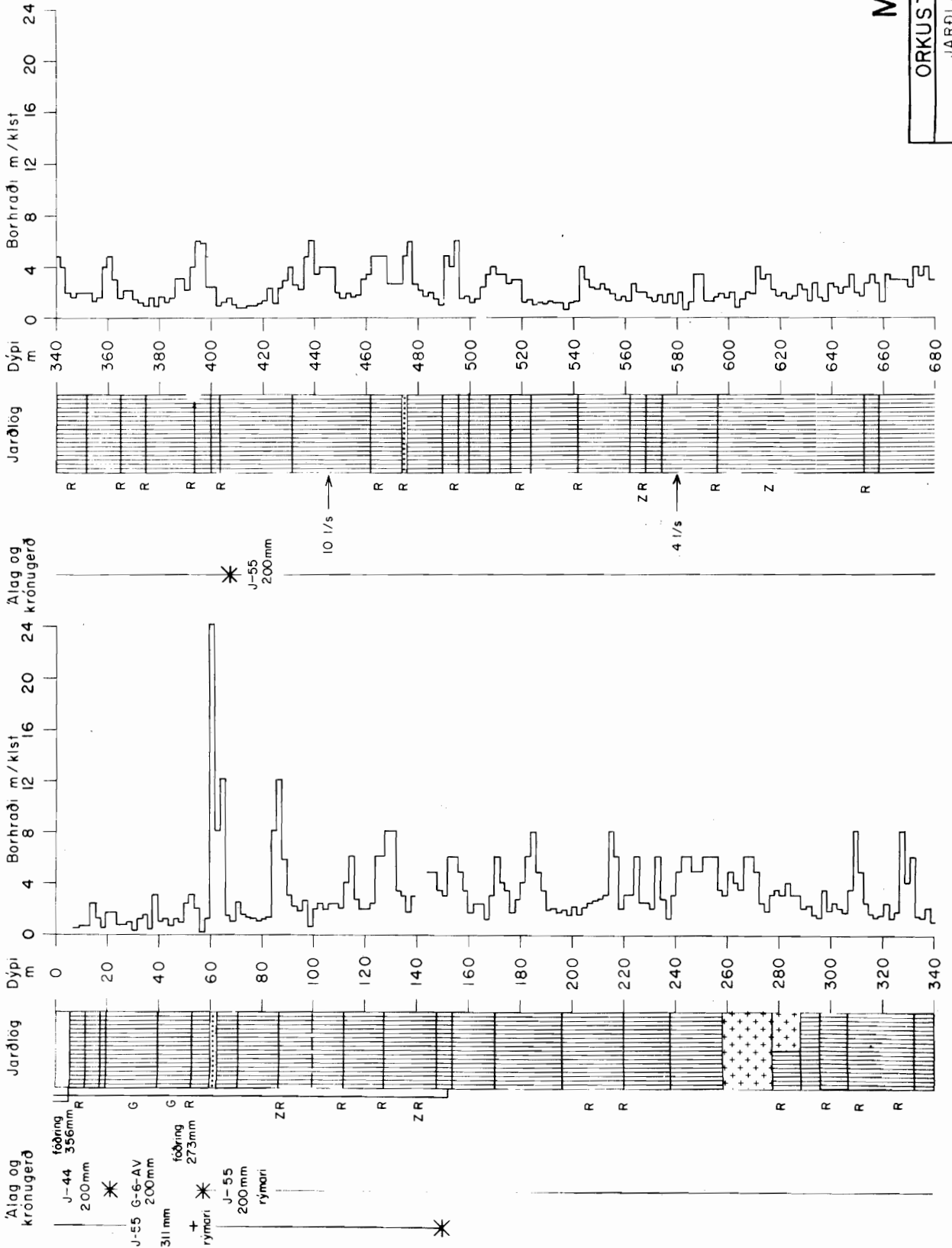
F 16413

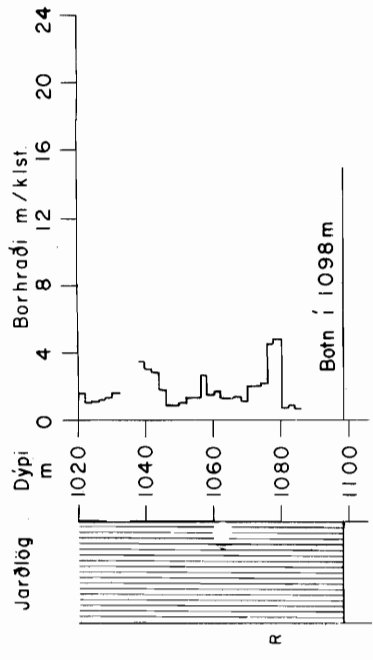
Hitamælingar í borholum



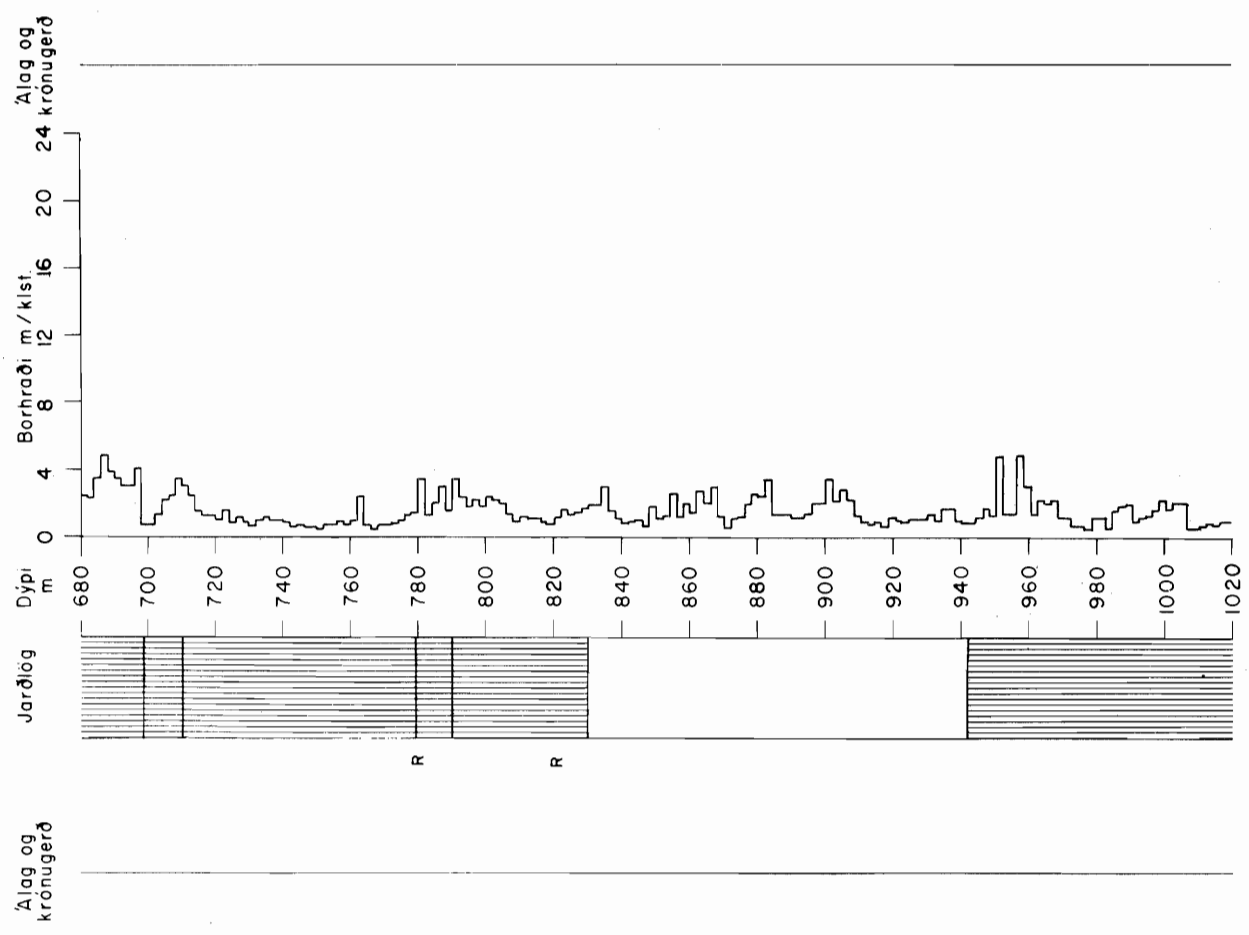
Mynd 6.7

ORKUSTOFNUN
 JARÐLAGASNIÐ
 Skutudalur hola 10
 78 04 26 MK/AA T 80
 Blað 1 af 2 Siglufj.





- SKÝRINGAR
- Ummyndað basalt
 - Innskot, dólerít
 - Ófilgreint set
 - Vantar svarf
 - G Grænleitt
 - R Rauðleitt
 - Z Zeolítar



Mynd 6.7

ORKUSTOFNUN	
JARÐLAGASNIÐ	
Skútdalur hola 10	
78 04 26MK/AA	T.80
Blöð 2 af 2	Sigurj.
F 16764	



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

'77 03 17 JT / A A

T 2093 T 78

Hitam Siglufjörður

F 16757

Hitamælingar í borholum

