



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

HOLA 1 VIÐ LITLALAND, ÖLFUSI  
BORUN, JARBLÖG OG ÞRÝSTIPRÓFANIR

Hrefna Kristmannsdóttir

Jens Tómasson

Þorsteinn Thorsteinsson



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

HOLA 1 VIÐ LITLALAND, ÖLFUSI  
BORUN, JARÐLÖG OG ÞRÝSTIPRÓFANIR

Hrefna Kristmannsdóttir

Jens Tómasson

Þorsteinn Thorsteinsson

### EFNISYFIRLIT

	bls.
1. Ágrip - helstu niðurstöður	
2. Borun	1
3. Jarðlög og lýsing einstakra jarðlaga	1
4. Ummyndun	11
5. Vatnsæðar og hiti	12
6. Fyrstu viðgerðir á holunni	12
7. Vatnsgæfni holunnar og þrýstiprófanir á henni	13
8. Hrun	17
9. Viðgerð á holunni 10.9. - 30.9. '75	18

### MYNDASKRÁ

1. Hitamælingar í borholunni	Fnr.	13382
2. Jarðlagasnið, blöð 1-4	"	13289
3. Dreifing myndbreytingarsteinda með dýpi	"	13421

### TÖFLUSKRÁ

1. Tafla 1	Bls.	15
2. " 2	"	16

## ÁGRIP - HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Unnið var að borun við Litlaland fyrir Þorlákshafnarkauptún frá því Jðtunn hinn nýi bor Jarðborana ríkisins kom til landsins snemma í fyrrasumar og fram í byrjun október 1975. Borverk stóðu yfir tímabilið 29.05.-2.10.75. Holan varð 2187 m djúp. Við borun varð lítið vart við vatnstap við dælingu ofan í holuna. Benti það til þess að holan væri fremur þétt og lítið um vatnsæðar. Var það í samræmi við reynslu frá borholu við Hlíðardalsskóla frá árinu 1966, en þar tókst samt að fá talsvert vatnsrennsli eftir að æðar voru sprengdar út með háum vatnsprýstingi. Hitamælingar á holunni við Litlaland bentu til að vatnsæðar með 60-100°C heitu vatni væru á 500-850 m dýpi og vatnsæðar með 130-160°C heitu vatni á 1100-1500 m dýpi. Neðan 1500 m fundust engar vatnsæðar. Hiti í botni reyndist 190°C. Eftir borun var rennsli úr holunni áætlað um 1 l/s. Vatnsþörf Þorlákshafnar er hins vegar um 20 l/s af 100°C heitu vatni. Vonast var til að auka mætti rennsli úr holunni með því að sprengja vatnsæðar út með háum vatnsprýstingi, en það hefur hins vegar ekki reynst unnt vegna hruns jarðlaga í holunni.

Í borun varð ekki vart við hrun utan lítillaga í kringum 1000 m dýpi. Fljótlega eftir að vinna hófst við að sprengja út vatnsæðar í holunni varð ljóst að hrungjörn jarðlög voru í holunni. Í holunni skiptast á basalt og móbergslög, sem eru talsvert ummynduð neðan við 300 m dýpi. Með samanburði á borsvarfi og hrunsýnum kom í ljós að helstu hrullög eru móbergslög á 560-610 m dýpi. Einnig varð vart við hrun úr leirfylltu basalti, sem sennilega er frá 470 m dýpi. Algengt er að hrun komi fram við borun, en yfirleitt tekst að stöðva það með því að styrkja hrunkaflann með steypu, eða með því að fóðra holuna með járnörum niður fyrir hann. Margítrekaðar tilraunir voru gerðar til að stöðva hrunið í borholunni við Litlaland. Augljóst var orðið að viðgerð mundi verða mjög tímafrek, dýr og óvíst hvort hún tækist. Var því ákveðið að hætta frekari framkvæmdum við holuna.

### BORUN

Byrjað var að bora holu 1 við Litlaland með Jötni þann 29.05.75. Áður hafði verið forborað með höggbor í 27 m dýpi. Borað var með 12 1/4" krónu niður á 316 m dýpi. Var fóðrað á því dýpi með 9 5/8" steyptri fóðringu. Reyndist hún gölluð eins og greint er frá síðar í skýrslunni. Borað var neðan fóðringar með 8 3/4" krónu niður í 494 m og þaðan með 8 1/2" krónu í botn á 2187 m. Borað var með 12-14 tonna álagi niður í 500 m og 15-18 tonna álagi þaðan í botn. Borun lauk 11.07.75 Þetta var fyrsta borverk Jötuns hérlendis og var ekki búið að þjálfa upp fulla áhöfn á hann og var borað fyrst með einni áhöfn og síðar tveim. Miðað við að um þriggja vakta vinnu hefði verið að ræða eru bordagar 26.

### JARÐLÖG

Jarðlagasnið er sýnt á Fnr. 13289, blöðum 1-4 hér að aftan. Lýsing jarðlaga er að mestu byggð á svarfskoðun, en einnig hafa verið skoðaðar um 35 þunnsneiðar.

Fersklegt basalt með þunnum, rauðleitum millilögum er algengasta bergtegundin efstu 300 m í holunni. Gulleit opaliseruð millilög finnast ofan 100 m, það neðsta í 94 m. Þunn, móbergskennð millilög finnast einnig neðan 200 m. Basaltið efst í holunni er aðallega ólivínbasalt, en póleítbasalt finnst einnig. Rétt neðan steypstu fóðringarinnar í 316 m tekur við móbergsbreksía. Er móberg algengasta bergtegundin niður á 510 m dýpi, en basaltlög eru á milli. Basalt er ríkjandi neðan 510 m en móbergslög eru á milli niður á 1230 m dýpi. Neðan 1230 m dýpis skiptast á basaltlög og basaltríkar breksíur. Basaltið neðan 1500 m

í holunni er ýmist þóleít eða ólivínbasalt. Þunn dólerítinnskot finnast, aðallega á dýptarbilinu 950-1700 m.

Lýsing einstakra jarðlaga.

0-27 m. Höggborshola.

27-34 m. Vantar svarf.

34-36 m. Steypa frá höggborsfóðringu.

36-40 m. Gráleitt basalt, plagioklasdílótt. Einnig eru brotkorn af rauðleitu smáblöðróttu og ópalíseruðu basalti.

42-50 m. Basaltlag rauðleitt og blöðrótt efstu 4 metrana. Basaltið er þóleít, plagioklasdílótt. Það er fremur fersklegt, en pyroxeninn er þó að byrja að ummyndast.

50-60 m. Basaltlag, rauðleitt, blöðrótt og ópalíserað efstu 2-4 m.

60-74 m. Basaltlag, rauðleitt og ópalfyllt efstu 2 m.

74-80 m. Rauðleitt millilag (ópalíserað). Í laginu eru basaltmolar af dökku basalti og einnig rauðleitu, frauðkenndu og holufylltu basalti.

80-94 m. Gráleitt basalt, misgróft allt frá glerkenndu með plagioklaslistum og olivínleifum upp í meðalgrófkornótt basalt. Hnyðlingar af anorthosítísku gabbrói finnast í basaltinu. Ummyndum er nokkur í basaltinu, iddingsering á olivíni og endurkristöllun af glerkenndum millimassa. Ópalútfellingar eru nokkuð algengar.

94-100 m. Basalt, dökkt og yfirleitt allferskt. Basaltkornin eru örugglega úr meira en einu basaltlagi, því bæði textúr og steindasamsetning eru breytileg.

100-116 m. Efstu 8 m er svarfið glerkennt, rauðleitt og ósamstætt, en síðan tekur við gráleitt allferskt basalt. Basaltið hefur fenokristalla af ólivíni og er oft aðeins ásýndin eftir nú og einnig eru plagioklasfenokristallar.

116-122 m. Basalt, dökkt á lit fersklegt.

122-138 m. Allblandað svarf, en mest er af gráleitu basalti.

138-144 m. Rauðleitt millilag. Kornin eru mikið oxuð, útfellingar af ópal eru algengar.

144-150 m. Basalt, gráleitt, talsvert ummyndað.

150-152 m. Rauðleitt túffkennt millilag.

152-166 m. Fersklegt basalt.

166-170 m. Brúnleitt millilag í basalti.

170-172 m. Dökkt basalt, fremur fersklegt. Brotkorn af ópal sjást með basaltbrotkornum.

172-190 m. Basaltrík breksía með allmiklu af útfellingum af ópal og öðrum ummyndunarsteindum. Dökkgráleitt fersklegt basalt er ráðandi brotkornagerð, en dreif er af oxuðum brotkornum.

190-210 m. Gráleitt basalt, vel holufyllt. Allmikið er af ópalútfellingum. Brúngráleit brotkorn úr millilagi eða lögum, alloxuð og að miklu leyti úr upprunalegu gleri. Basaltið er ólivíndílótt og er ólivínið lítið ummyndað í sumum kornanna, en aðeins eftir sem ásýnd í öðrum.

210-216 m. Basalt. Rauðleitt efst og talsvert um útfellingakorn í svarfinu.

216-226 m. Móbergsbreksía fremur basaltrík.

226-236 m. Basalt, allmikil oxun í laginu og talsvert um glerkennd brotkorn. Útfellingar af ópal, kalsít og zeolítum algengar.

236-246 m. Blandað svarf, sennilega úr seti. Allmikil oxun hefur orðið, en ekki sjást ávöl korn.

246-250 m. Fremur fersklegt þóleít basalt.

250-258 m. Allblandað svarf, en mest er af meðalgrófu talsvert ummynduðu basalti. Rauðleit brotkorn eru fremur algeng. Útfellingar eru nokkuð algengar, m.a. zeolít. Brotkorn af ummynduðu gleri finnast einnig dreift í laginu.

258-316 m. Ummyndað basalt oft talsvert glerkennt. Mikið er um útfellingar. Rauðleit korn finnast dreift í laginu.

320-338 m. Basaltrík breksía. Mikil oxun og erfitt að sjá textúr og steindasamsetningu. Mikill ryðlitur er á svarfinu. Einnig eru rauðbrúnleit korn, svipuð og úr millilögum í basaltinu ofar. Mikið er um útfellingar af kalsíti og kabasíti o.fl. zeolítum.

340-352 m. Fremur fersklegt, grófkornótt basalt og ummyndunarleifar, sem eru sennilega eftir olivín sjást í sumum basaltkornunum. Mikið er um útfellingar af kalsíti og zeolítum. Rauðleit brotkorn eru dreifð í laginu.

354-364 m. Móbergsbreksía með dreif af kornum úr basaltinu ofan við. Breksían verður mun basaltríkari neðstu 4 m.

366-374 m. Móbergsbreksía, talsvert ummynduð. Mikið um útfellingar af zeolítum og kalsíti.

376-380 m. Móbergsbreksía svipuð og fyrir ofan, en heldur meira er um basaltbrotkorn.

382-410 m. Móbergsbreksía, talsvert ummynduð. Mikið er um útfellingar, mest úr kalsíti, en einnig zeolítar.



412-464 m. Móbergubreksía. Yfirleitt hefur glerið að mestu endurkristallast yfir í leirsteindir, kalsít, og zeolíta, en þó finnast kjarnar af mjög fersku gleri. Rauðleit korn finnast dreifð í breksíunni. Mikið er um kalsítútfellingar.

464-474 m. Aðallega brotkorn af fersku dökku basalti. Einnig dreif af kornum úr móbergubreksíu.

474-478 m. Móberg, yfirleitt talsvert ummyndað, en nær ferskt gler finnst líka.

478-498 m. Dökkt fersklegt basalt.

498-512 m. Móbergubreksía, allmikið ummyndað.

512-548 m. Basalt, sem er fínt til meðalgrófkornótt og allummyndað. Basaltið er plagioklasríkt og er plagioklasinn lítið ummyndaður, en dökku steindirnar eru talsvert ummyndaðar. Mikið er um kalsítútfellingar.

548-558 m. Grófkornótt ferskt basalt. Gæti verið gangur.

558-570 m. Móbergubreksía, allummyndað og er glerið algjörlega endurkristallað yfir í leirsteindir, zeolíta og kalsít. Rauðleit brotkorn sjást dreift í breksíunni.

570-586 m. Meðalgróft og fersklegt basalt. Dreif með af breksíubrotkornum. Mikið um kalsítútfellingar.

586-610 m. Móbergubreksía. Glerið er orðið dökkgrænleitt og vaxkennt vegna kristöllum leirsteinda. Talsvert er um útfellingar af kalsíti og zeolítum. Smáir basaltmolar finnast dreift í ummyndaða glermassanum.

610-712 m. Basaltlög, flest ferskleg, en meira ummyndað á milli. Basaltið er allt vel holufyllt með kalsíti og einnig zeolítum.

712-720 m. Setlag. Brotkorn eru ósamstæð, af basalti, ummyndaðu strúktúrlausu bergi og konglómerati af smákornum. Sum kornanna eru ávöl og oxun er algeng.

720-726 m. Dökkt, ferskt og meðalgróft basalt.

726-744 m. Móbergshreksía, allumynduð. Á 736-740 m dýpi er mikið um gjallkennd og rauðleit brotkorn.

744-774 m. Dökkt fersklegt basalt, meðalgrófkornótt og plagioklas-dílótt.

774-778 m. Sams konar basalt og ofar, en mun meira ummyndað.

778-810 m. Basaltlög (5). Lög af fersku dökku basalti skiptast á við ljósara mikið ummyndað basalt. Lagmót sjást illa við skoðun svarfsýna. Mikið er um útfellingar í ummyndaða basaltinu af kalsíti, kvarsi og zeolítum.

810-832 m. Móbergshreksía. Myndbreyting er yfirleitt mikil, en kjarnar af lítið ummynduðu gleri sjást einnig. Mikið er um útfellingar, aðallega af kalsíti.

832-836 m. Dökkt, fersklegt basalt.

838-850 m. Basaltrík móbergshreksía. Basaltið er fínkristallað og oxað og glerið er mikið endurkristallað. Laumontít er áberandi í ljósu útfellingunum. Pyríti finnst í þessu lagi.

850-882 m. Þunn fersk basaltlög eru á um 854 m, 880 m dýpi og sennilega einnig á um 872 m dýpi. Á milli er talsvert ummyndað basalt eða basaltrík hreksía. Allmikið er um útfellingar af kalsíti, pyríti og laumontíti.

882-890 m. Basalt, ummyndað og hreksíerað. Mikið er um útfellingar.

890-902 m. Basalt, fínkornótt og fersklegt.

902-932 m. Móbergshreksía, basaltrík. Mikið er um útfellingar og er laumontít í miklu magni og sömuleiðis kalsít.

932-962 m. Basalt, mjög mikið ummyndað. Mjög mikið er um útfellingar af laumontíti, kalsíti, pyríti. Einnig finnast í þessu lagi rauðleit brotkorn sum setkennd.

962-968 m. Gróft dökkt basalt. Textúr bergsins bendir til að hér sé um að ræða dólerítgang.

968-1012 m. Basaltlög með rauðleitu millilagi á 976-978 m dýpi. Basaltið er grængráleitt og allummyndað, meðalgrófkornótt. Lagmót gætu verið einnig á u.þ.b. 1006-1010 m dýpi, en basaltið á öllu bilinu er mjög líkt.

1012-1016 m. Á þessu bili er dólerítgangur, en auk þess eru brotkorn með af ummynduðu basalti.

1016-1030 m. Basalt. Mikið er um útfellingar af laumontíti.

1030-1040 m. Dólerítgangur. Einnig eru með brotkorn af basalti. Útfellingar af kvarsí, kalsíti og leir.

1040-1084 m. Ummyndað basalt með millilögum. Mikið er um ljósar útfellingar. Talsvert er um grænleit korn, sem virðast vera af gleruppruna og eru sennilega úr millilögum.

1084-1098 m. Basaltrík móbergsbreksía. Grágrænt ummyndað basalt er algengt, en rauðleit og grænleit túffkennd brotkorn eru ráðandi sums staðar á bilinu og eru dreifð um allt lagið. Mikið er af ljósum útfellingum.

1102-1104 m. Basalt, grængráleitt að lit og allummyndað.

1104-1138 m. Basaltrík móbergsbreksía. Mikið um útfellingar af velþróuðum kvarskristöllum, laumontíti og pyríti.

1138-1154 m. Ummyndað basalt með miklu af útfellingum af laumontíti, kalsíti og pyríti. Rauðgul setkennd brotkorn sjást einnig í svarfinu.

1154-1168 m. Dólerítgangur. Dólerítið er fremur grófkristallað, jafnkorna og með brúnleitum óummynduðum pyroxen.

1168-1192 m. Móbergsbreksía. Glerið er algjörlega endurkristallað. Allmikið er um útfellingar af laumontítí, pyrítí o.fl. útfellingasteindum.

1192-1202 m. Dólerítgangur, mjög líkur þeim, sem var á 1154-1168.

1202-1208 m. Móbergsbreksía.

1208-1216 m. Basalt, allummyndað.

1216-1240 m. Móbergsbreksía. Í breksiunni eru neðstu 10 m þunn lög af dökku, fínkristölluðu fersklegu basalti.

1244-1288 m. Basaltlög. Basaltið er allt ummyndað, en í mismiklum mæli. Þunn millilög gætu verið á milli hraunlaga, en vegna mikillar blöndunar í svarfinu er staðsetning lagmóta óviss. Textúr alls basaltsins er mjög líkur.

1288-1330 m. Basaltrík breksía. Brotkorn eru af 2-3 mismunandi basaltgerðum og af grænleitri ummyndaðri glersambreyskju.

1330-1340 m. Basalt, gráleitt, fínkornótt til meðalgrófkornótt og talsvert ummyndað.

1344-1352. Basalt, yfirleitt talsvert myndbreytt, en einnig brotkorn af minna ummynduðu basalti.

1352-1370 m. Basalt, meðalgrófkornótt, grátt að lit og fersklegt. Basaltið er þó vel holufyllt, aðallega með laumontítí.

1374-1480 m. Basalt, svipað og í laginu ofan við en meira ummyndað. Allmikið er um útfellingar. Dreif finnst af pyrítí og talsvert er um útfellingar af kalsítí og zeolítum (laumontít, stilbít, sennilega líka heulandít).

1480-1482 m. Dólerítgangur.

1482-1504 m. Basalt, dökkgrátt, fersklegt ólivín-basalt. Blöndun er mikil í svarfinu og eru brotkorn af bæði fínkornóttu póleíti og grófkornóttara ólivínbasalti og eru lagmót ekki vel afmörkuð.

1504-1526 m. Gráleitt, fínkornótt, smásprungið basalt. Lagmót og þunnt millilag er á um 1518 m dýpi.

1532-1554 m. Basaltrík breksía. Brotkorn af basalti af ýmsum gerðum og af ummynduðum sambreyskjum af gleruppruna. Talsvert er um útfellingar af kvasi í velþróuðum kristöllum, zeolítum og pyríti.

1556-1594. Basalt, dökkgrátt, allgrófkristallað, talsvert ummyndað. Einnig finnast brotkorn af sams konaren fínkristallaðra basalti. Talsvert er um útfellingar. Nokkuð ber á hruni úr efri jarðlögum.

1594-1660 m. Gráleitt, myndbreytt basalt. Talsverð blöndun vegna hruns. Epidót sést fyrst efst í þessu lagi. Rauðleitt basalt og aukið magn útfellinga sést aðallega á tveim dýptarbilum og gætu verið lagmót þar.

1660-1666 m. Basalt, gráleitt, meðalgrófkornótt.

1666-1668 m. Dólerítgangur.

1668-1682 m. Basalt, meðalgrófkornótt, allmyndbreytt. Nokkuð ber á hruni.

1682-1764 m. Basaltrík breksía, eða breksíerað, myndbreytt basalt með þunnum millilögum. Svarfið er mjög blandað.

1764-1824 m. Mjög blandað svarf og talsvert ber á hruni. Greint sem ummyndað basalt, breksíerað.

1824-1866 m. Basaltrík móbergsbreksía. Upprunalegt gler í breksíunni er algjörlega myndbreytt. Allmikið um útfellingar. Epidót finnst í þessu lagi.

1874-1902 m. Gráleitt basalt. Brotkorn af dóleríti finnast einnig dreift. Allmikið er um útfellingar í basaltinu.

1906-1932 m. Basaltrík móbergsbreksía.

1932-1956 m. Basalt, meðalgrófkornótt, breksíerað efst og all-myndbreytt. Basaltið er vel þettað af útfellingum af laumontíti, kalsíti o.fl. Í basaltinu eru gabbróhnyðlingar.

1958-2034 m. Basalt, myndbreytt fremur fínkornótt til meðalgrófkornótt þóleít, þettað af útfellingum. Í því finnast gabbróhnyðlingar. Talsvert ber á hruni.

2040-2050 m. Dökkt, fremur fínkornótt basalt, fremur ferskt. Allmikið um útfellingar.

2056-2164 m. Hér er svarfið orðið mjög blandað og talsvert hrun og járndrasl sennilega úr fóðurrörum finnast í svarfinu. Bergið virðist vera aðallega dökkt, fremur fínkristallað basalt, en ómögulegt er að greina lagskipti í því.

2164-2187 m. Vantar svarf. Af borhraða má sjá, að basalt er áfram niður í botn holunnar á 2187 m.

### UMMYNDUN

Basaltið efstu 300 m sniðsins er allferskt. Ólivín í basaltinu hefur oftast ummyndunarrönd meðfram kristaljöðrum, en er stundum nær alveg endurkristallað yfir í ummyndunarsteindir. Móbergslögin á 316-510 m dýpi eru nokkuð fersk á köflum en oftast talsvert ummynduð yfir í leirsteindir og með miklu af kalsít og zeolítaútfellingum. Basaltlögin á þessu bili eru fremur lítið ummynduð, en sum eru sprungin og leirfyllt. Móbergslög neðan þessa dýpis eru talsvert ummynduð og ekki finnast lengur í þeim kjarnar af fersku gleri. Móbergið er ummyndað yfir í leirsteindir (smektít), en fremur lítið er um zeolíta í því. Basaltið er fremur fersklegt ofan 900 m dýpis. Það er þó holufyllt og leirsteindir hafa myndast á kornmörkum og á kostnað ólivíns. Neðan 900 m dýpis er basaltið allmyndbreytt. Lög af fersklegra basalti finnast þó af og til niður á um 1500 m dýpi. Yfirlit yfir greiningar á ummyndunarsteindum er sýnt á fnr. 13421.

Dreifing zeolíta sýnir ekki mjög reglulega beltaskiptingu. Lítið er um zeolít á bilinu 400-800 m. Þar fyrir ofan finnast kbasít og tomsonít, en neðan þessa dýptarbils er laumontít ráðandi og analsím finnst dreift með. Neðan 1500 m er wairakít algengt og laumontít finnst niður á botn holunnar. Tomsonít og skolesít finnst á bilinu 1600-2000 m og gyrolít finnst í einu sýni á 1710 m dýpi. Þessi zeolít gætu verið ættuð úr efri jarðlögum.

Ópall finnst í efstu 100-150 m.

Kalsít finnst í öllu sniðinu.

Kvars finnst samfelld á sama dýptarbili og laumontít.

Ankerít fannst í nokkrum sýnum á 300-1700 m, aðallega á um 600 m dýpi.

Myndunarskilyrði þess eru ekki vel þekkt og mun þetta vera í fyrsta sinn, sem þessi steind finnst í ummynduðu bergi hér á landi.

Epidót finnst öðru hverju neðan 1600 m.

Smektít er ráðandi leirsteind í öllu sniðinu, en blandlagssteindir finnast ásamt því á 800-1000 m dýpi og svellandi klórít í sumum sýnum neðan 1000 m.

Ummyndunarstig bergsins er í öllu sniðinu innan smektít-zeolíta beltis. Efri hitastigsmörk þess beltis hafa verið áætluð um 200°C. Í neðri hluta sniðsins er epidót farið að myndast staðbundið og leirsteindir af svellandi klóríti orðnar algengar og bendir það til þess að ummyndunarstig sé að nálgast blandlagssteinda (prenít) belti. Er þetta einnig í samræmi við mælt hitastig í borholunni.

#### VATNSÆÐAR OG HITI

Vart varð við mjög lítið skoltap við borun holunnar og engar vatnsæðar fundust í borun. Benti það til að hún væri fremur þétt og lítið um vatnsæðar. Var þetta í samræmi við það, sem búist hafði verið við frá fyrri reynslu við borun við Hlíðardalsskóla 1966. Allar hitamælingar, sem gerðar voru á holunni eru sýndar á fnr. 13382. Eru þær sumar slitróttar vegna þess að of lítið var til af mæliútbúnaði á þessum tíma. Mælingabíll var bilaður og því aðeins til 500 m mælikapall fyrir termistormæli, og lághitaamaradaelement voru ekki til. Hitamælingar sýna að hitastig á 2050 m dýpi er um 190°C. Frá þeim má einnig ráða, að vatnsæða sé að vænta á 500-850 m dýpi og gæfu þær 60-110 stiga heitt vatn. Á dýptarbilinu 1100-1500 m mætti einnig vænta vatnsæða með 130-160°C heitu vatni. Neðan 1500 m eru sennilega engar vatnsæðar.

#### FYRSTU VIÐGERÐIR Á HOLUNNI

Fóðringin í 316 m dýpi reyndist gölluð. Þau einu fóðurrör, sem fánleg voru í landinu, voru úr lélegra efni og þynnri en gert var ráð fyrir við hönnun holunnar. Steyping fóðringarinnar tókst einnig illa. Voru 76 1/2 m niður á steypu utan fóðringar, sem fyllt var upp með svarfi. Neðri fóðurrörsendinn steypmistist illa og varð eftir fóðrun holunnar stöðugt vart við fyrirstöðu á um 308 m, þegar sett var niður króna.

Við lokaupptekt borsins festust um 390 m af borstöngum niðri í holunni og þurfti að beita 200 tonna átaki til að losa þær. Þessi festa er talin stafa af því að í borun nuddaði borstangalengjan göt á fóðurrörin og inn um þessi göt hrundi á milli borstanga og holuveggja. Eitthvert hrún gæti líka hafa orðið við fóðurrörsenda, en hann var laus og sennilega boginn við neðstu rörasamskeyti. Eftir 4 daga vinnu við að losa úr þessari festu fór boráhöfn í sumarfrí þann 18.07.1975.



Að loknu sumarfríi bormanna var hafist handa um að ganga frá holunni. Byrjað var á að reyna að þétta göt, sem vitað var um í efri hluta fóðringar. Ekki vildu bormenn hætta á að steypa við fóðurrörsenda vegna hættu á að borinn lenti út úr holunni, þegar steypan yrði boruð út. Var áætlað að eftir pökkun og prófanir yrði sett mjórri raufuð hengifóðring í holuna. Þéttun fóðringar tókst ekki fullkomlega, en frekara grjóthrun úr rifunum var stöðvað.

#### VATNSGÆFNI HOLUNNAR OG ÞRÝSTIPRÓFANIR Á HENNI

Ekki var unnt að mæla vatnsgæfni holunnar af neinni nákvæmni né endanlegan blöndunarhita vatnsins vegna gallana á fóðurrörinu. Eins og nefnt var hér að framan urðu því sem næst engin skoltöp í holunni á meðan á borun stóð. Eftir að borun lauk fór þann 20.07.1975 að koma upp vatn í holunni með þrýstingi á milli fóðringa. Var þá settur niður 1 standur og gengið frá holunni með öryggisloka. Næstu tvo daga á eftir voru svo settar niður stangir í áföngum og holan kæld með vatni. Á milli þess sem stungið var niður stöngum rann úr holunni. Jafnvægi náðist þegar settar höfðu verið niður stangir í 740 m. Var síðan dælt á holuna 6-8 l/s af vatni á meðan á sumarfríi stóð. Rennslið úr holunni eftir að hún kom upp var áætlað um 1 l/s. Vonir stóðu til að með pökkun tækist að auka vatnsgæfni holunnar. Var gerð áætlun um pökkun og strax að lokinni viðgerð á efri hluta fóðurrörs var byrjað að pakka. Pakkarar þeir, sem til voru í heldur lélegu ástandi, höfðu verið notaðir miklu oftari en reiknað er með að þeir endist og var því talið, að þeir myndu ekki þola meira en hámarksþrýsting 98-105 kg/cm<sup>2</sup> undir pakkara. Ekki var von á nýjum pökkurum til landsins fyrr en í fyrsta lagi eftir 1-2 mánuði. Var því ekki talið vonlegt að pakka á miklu dýpi. Fyrsta pökkun var reynd í 768 m þ. 27.08.1975. Pakkarinn festist á leiðinni niður í u.þ.b. 600 m. Tókst að losa hann með því að taka á (án þess að snúa). Splittið fór úr við u.þ.b. 126 kg/cm<sup>2</sup> þrýsting, en þá kom vatn strax upp með honum. Pakkarinn var þá tekinn upp og hafði hann rifnað og stórar steinvölur fundust innan í pakkargúmminu. Eftir þetta var sett niður 8 1/2" króna.

Vart var við fyrirstöðu í 308 m eins og var oft áður. Rýmað var og síðan var farið aftur niður með krónu og reyndist vera fyrirstaða í 1115 m dýpi. Þegar verið var að taka upp varð vart við fyrirstöðu í 760 m. Aftur var sett niður og var þá fyrirstaða í 580-600 m. Lóðað eftir það og var stopp í 722 m, þá var skolað og lóðað aftur og var stopp í 832 m.

Sú fyrirstaða, sem nú hvað eftir annað varð vart við, var af bormönnum fyrst skýrð sem leifar af tappa, sem settur var niður í holuna, þegar steipt var og einnig var talið, að syllur gætu verið í holunni eða útvíkanir. Hrun úr ákveðnum lögum var einnig möguleiki, en það var ekki fyrr en nokkrum tíma síðar að við sannfærðumst um að um umfangsmikið stöðugt hrun væri að ræða.

Því var haldið áfram með pökkun á holunni og var pakkað í 522 m dýpi 1.-3.9.1975. Yfirlit yfir pökkunina er sýnt í töflu 1. Var dælt í samtals 42 tíma 42-53 l/s, samtals 7313 tonnum af vatni, og var þrýstingur 55-96 kg/cm<sup>2</sup>. Í síðasta dælubílinu, sem var 14 tímar, var dælt 53 l/s við 96 kg/cm<sup>2</sup> þrýsting. Bakþrýstingur var 56 kg/cm<sup>2</sup>. Þar sem þrýstingurinn hækkaði ekki jafnt og þétt við dælingu var talið líklegt að pökkunin hefði einhvern árangur borið, þótt ekki hefði tekist að opna holuna mikið. Við nánari athugun og miðað við niðurstöður þrepaðælinga er þó talið líklegast að þrýstingurinn hafi náð jafnvægi við þunga yfirliggjandi jarðlaga og vatnið því farið út mótstöðulaust, en lokast strax og hætt var að þrýsta á. Þetta er algengt fyrirbrigði og hefur oft komið fyrir við pakkanir t.d. á Reykjjasvæðinu.

Þar sem fóðring var óþétt var ekki unnt að þrepaðæla í holuna á venjulegan hátt. Var þá notuð sú aðferð að pakkari var festur innan í fóðurrör á 276 m dýpi, en þaðan var fóðring þétt, og síðan þrepaðælt undir hann. Niðurstöður tveggja slíkra þrepaðælinga eru sýndar í töflu 2. Fyrri prófunin er fyrir pökkun og sú síðari eftir pökkun. Gefa báðar prófanirnar svipaða niðurstöðu en þó heldur lakari í þeirri síðari. Er þetta vísbending um að fyrirstaða sé þá ofar í holunni, í 561 m dýpi, en í fyrri dælingunni fyrir pökkun, 722-832 m dýpi. Út frá þessum prófunum voru afköst holunnar áætluð um 5 l/s miðað við 100 m niðurdrátt. Sú áætlun er þó mjög óviss, vegna þess hve stuttar prófanirnar voru og eins vegna þess að vitað er um steypugalla við fóðurrörsenda þar sem talsverður hluti vatnsins gæti komist upp með fóðurrörinu.

TAFLA 1.

Hola nr. P-1 Prýstiprófun dagana 1/9 - 3/9 '75 Pakkari í dýpi m. 522 m

Dælt í bil m-n	Dæling nr.	Dæling frá kl. - kl.	Dæling tími	Dælt l/sek 10% afsl.	Mældur prýst. kg/cm <sup>2</sup>	Útreikn. prýst. kg/cm <sup>2</sup>	Bakbrýst. eftir 2 mín. kg/cm <sup>2</sup>	Magn í tonnum
522-2187	1	18 <sup>55</sup> -21 <sup>00</sup>	2 <sup>05</sup>	42	55-76	49	315	
"	2	21 <sup>15</sup> -23 <sup>20</sup>	2 <sup>05</sup>	42	74-78-77	49	315	
"	3	23 <sup>30</sup> -12 <sup>00</sup>	12 <sup>30</sup>	45	82-85	53	2025	
"	4	12 <sup>30</sup> -24 <sup>00</sup>	11 <sup>30</sup>	48	84-90-88		1987	
"	4	24 <sup>00</sup> -14 <sup>00</sup>	14 <sup>00</sup>	53	96	56	2671	
						Samtals	7313	

TAFLA 2.

Hola nr. Þ-1 Þrýstiprófun dagana 1: 29/8-75 2: 9-10/9-75 Pakkari í dýpi m 276

m-n	Dæling nr	Dæling frá kl - kl	Dæling tími mín	Dælt l/sek kg/cm <sup>2</sup>	Útreikn.þrýst. kg/cm <sup>2</sup>	Bakbrýst. eftir 2 mín kg/cm <sup>2</sup>	Magn í tonnum
276-2187	1	19 <sup>50</sup> -20 <sup>20</sup>	20	42,5	18,7-19,9		51
"	"	20 <sup>10</sup> -20 <sup>40</sup>	30	44	19,4-19,6		79
"	"	20 <sup>40</sup> -21 <sup>00</sup>	20	42,5	11,7	10,6	51
"	"	22 <sup>15</sup> -22 <sup>30</sup>	15	30	11,1-13,1	9,9	27
"	"	23 <sup>15</sup> -23 <sup>30</sup>	15	20	6,2-10,8		18
Samtals							226

276-2182	2	20 <sup>30</sup> -21 <sup>30</sup>	60	9,7	1,3-4,1	3,4	35
(316-561?)	"	21 <sup>40</sup> -22 <sup>40</sup>	60	19,8	8,0-13,3		72
"	"	22 <sup>40</sup> -23 <sup>40</sup>	60	29,2	16,3-17,2	14,5	105
"	"	0 <sup>00</sup> -0 <sup>27</sup>	27	39,4	18,5-20,3	14,5	64
Samtals							276

## HRUN

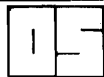
Sjálfb borun holunnar gekk vel, en þó varð vart við lítilsháttar hrun á um 1000 m og í borsvarfi fundust stöðugt hrunmolar neðan þessa dýpis og jókst magn þeirra, er neðar dró í holuna. Vera má, að sökum hins mikla dælukrafts, sem Jötunn hefur yfir að ráða, hafi hrunið ekki ollið örðugleikum við sjálfa borunina.

Eftir að vinna hófst við viðgerð á fóðringu og tilraunir til að sprengja út vatnsæðar í holunni varð stöðugt vart við fyrirstöður í holunni neðan 500 m dýpis og varð ljóst, að þessar fyrirstöður stöfuðu af mjög miklu hruni í holunni. Frá sýnum, sem fengust af hruninu var hægt að staðsetja helstu hrunkaflana, sem reyndust vera móbergslög á 560-610 m dýpi. Áður en rifurnar á fóðringunni voru þéttar fundust einnig bergmolar frá efstu 100 m í holunni. Síðar, eftir að tilraunir til viðgerða höfðu staðið í nærfellt einn mánuð (30.9. '75) varð einnig vart við hrun úr leirfylltu basaltlagi á um 470 m dýpi.

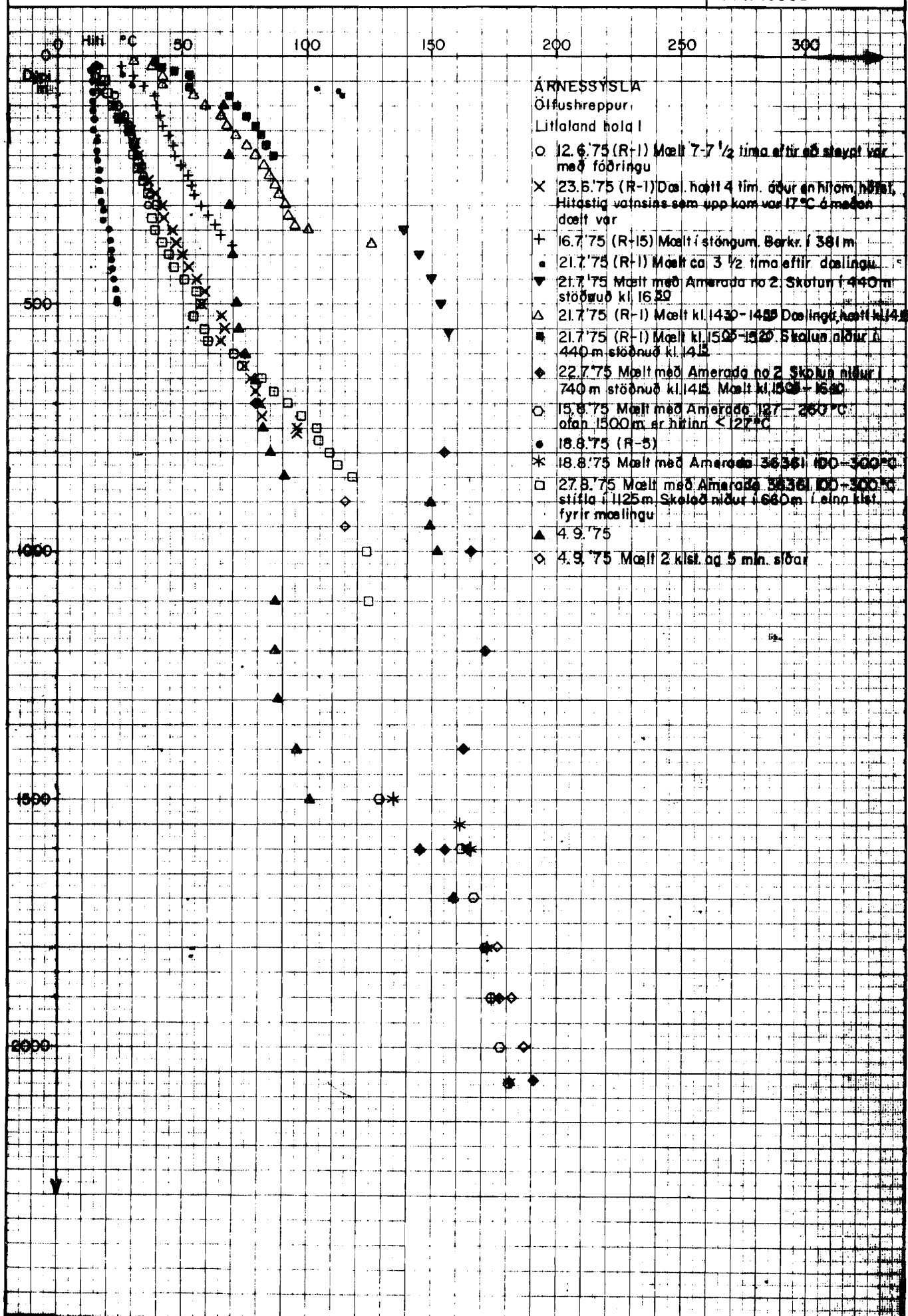
## VIÐGERÐ Á HOLUNNI 10.9. - 30.9. '75.

Eftir sumarfrí bormanna hafði verið áfráðið að reyna fyrst að þetta efri hluta fóðringar, en láta frekari frágang bíða uns búið væri að pakka og fá nánari hugmynd um vatnsgæfni holunnar. Eftir hinar misheppnuðu pökkunartilraunir og stöðugar festur, þegar farið var í holuna, var orðið fullsannað að mikið hrun, aðallega frá 560-610 m dýpi og e.t.v. einnig úr fóðurrörsenda, væri orsök þessara erfiðleika. Var því talið nauðsynlegt að stoppa þetta hrun til að tryggja að holan héldist opin. Ósennilegt var talið, að unnt yrði að koma raufuðu 7 1/2" röri niður í 800-1000 m, sem hefði verið góð leið til að stoppa hrunið og geta jafnframt fengið vatn úr æðum, sem virtust vera á 500-850 m dýpi. Jarðborunarmenn höfðu talið, að steypa neðan fóðurrörsendans væri varasöm, en þar þyrfti að byrja til að stoppa hrun þar og laga fóðurrörsendann. Úr þessu var þó viðgerð á fóðurrörsenda og steypingar í hrunkaflanum talin eina hugsanlega leiðin til að nýta holuna. Það mundi að vísu loka öllum vatnsæðum á því dýptarbili, en ekki var annarra kosta völ úr þessu. Síðan voru gerðar botnfallsprófanir til að staðsetja útvíkanir í holunni. Fundust tvær

greinilega á um 570 m og um 620 m. Var síðan fyllt upp með sandi og steyppt tvívegis í 350-279 m. Var síðan boruð út steyppan og holan hreinsuð niður á 560 m dýpi. Þar kom upp mjög gróft hrun (allt að 5 cm hnullungar). Síðan var steyppt aftur úr 150 pokum af sementi. Við þriðju steypingu á þessu dýptarbili kom hrun ofan á stangirnar og festist krónan. Losnaði hún loks eftir að beitt hafði verið 90 tonna álagi. Hrunið, sem upp kom, var af basalti, skriðsprungnu og ~~berg~~<sup>leir</sup> fylltu, með talsverðu af kalsítút<sup>e</sup> fyllingum í holum og sprungum. Svipað basalt er í 470 m dýpi, en á fleiri stöðum er ekki ólíkt basalt t.d. í 500 m. Eftir þetta var ákveðið að gera kostnaðaráætlun um hugsanlega frekari viðgerð og voru einnig ræddar horfur á að viðgerð gæti tekist. Varð niðurstaða þessara umræðna sú, að viðgerð á holunni mundi kosta 14,5-20 millj. kr., en þó óvíst hvort hún tækist. Með hliðsjón af því hve holan var lítið vatnsgæf og ekki miklar líkur á að unnt yrði að sprengja út vatnsæðar í henni eftir viðgerð, var ákveðið að hætta við holuna.



Hitamælingar í borholum

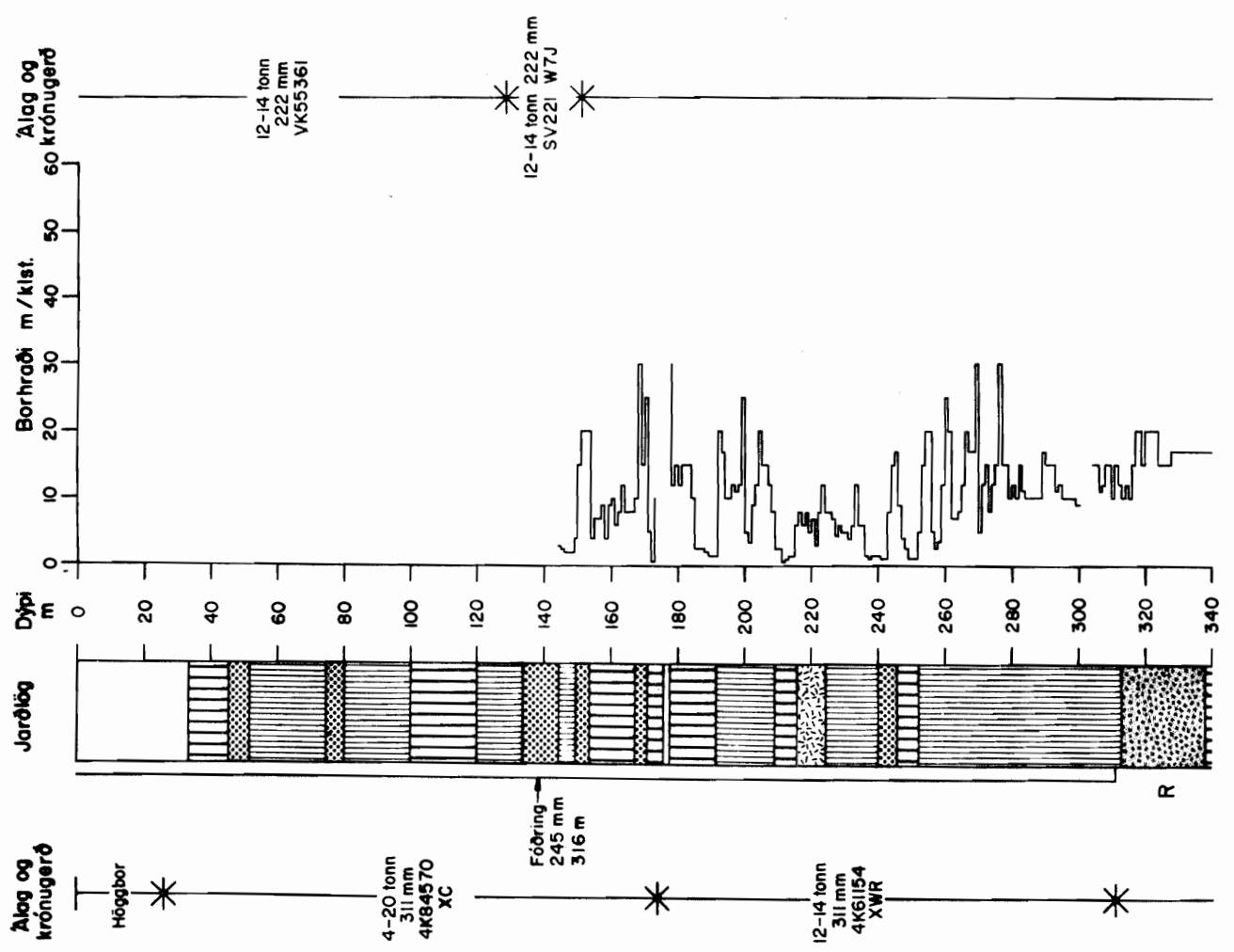
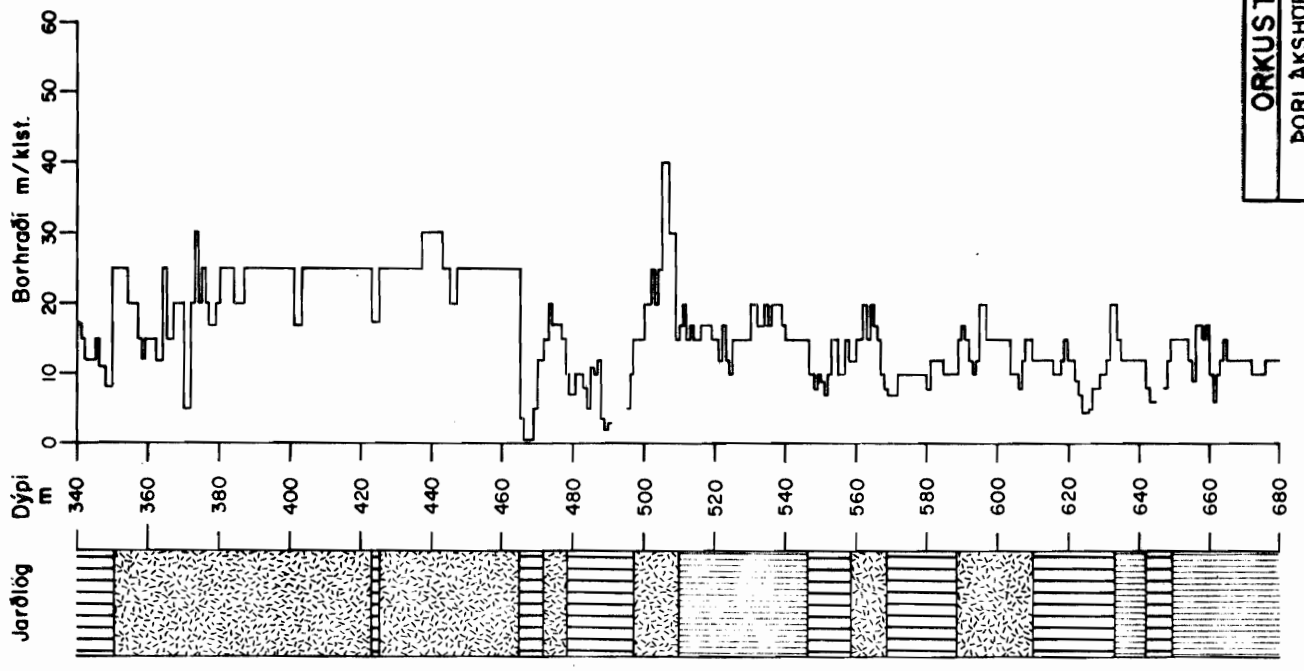


- ÁRNESSÝSLA  
Ölfushreppur,  
Litfaland hold I
- 12.6.75 (R-1) Mælt 7-7 1/2 tíma eftir að steypt var með fóðringu
  - × 23.6.75 (R-1) Dæ. hölt 4 tím. áður en hlóm hölt. Hitastig vatnsins sem upp kom var 17°C á meðan dælt var
  - + 16.7.75 (R-15) Mælt í stöngum. Berkr. í 381 m
  - 21.7.75 (R-1) Mælt ca 3 1/2 tíma eftir dælingu
  - ▼ 21.7.75 Mælt með Amerada no 2. Skotun í 440m stöðnuð kl. 16.29
  - △ 21.7.75 (R-1) Mælt kl. 1430-1455 Dælingu hölt kl. 14.55
  - 21.7.75 (R-1) Mælt kl. 1505-1520 Skotun niður í 440m stöðnuð kl. 14.15
  - ◆ 22.7.75 Mælt með Amerada no 2 Skotun niður í 740 m stöðnuð kl. 14.15. Mælt kl. 1505-16.00
  - 15.8.75 Mælt með Amerada 127 = 250°C ofan 1500m er hitinn < 127°C
  - 18.8.75 (R-5)
  - \* 18.8.75 Mælt með Amerada 36361 100-300°C
  - 27.8.75 Mælt með Amerada 36361 100-300°C stífla í 1125m Skotun niður í 680m í eina klst. fyrir mælingu
  - ▲ 4.9.75
  - ◇ 4.9.75 Mælt 2 klst. og 5 mín. síðar

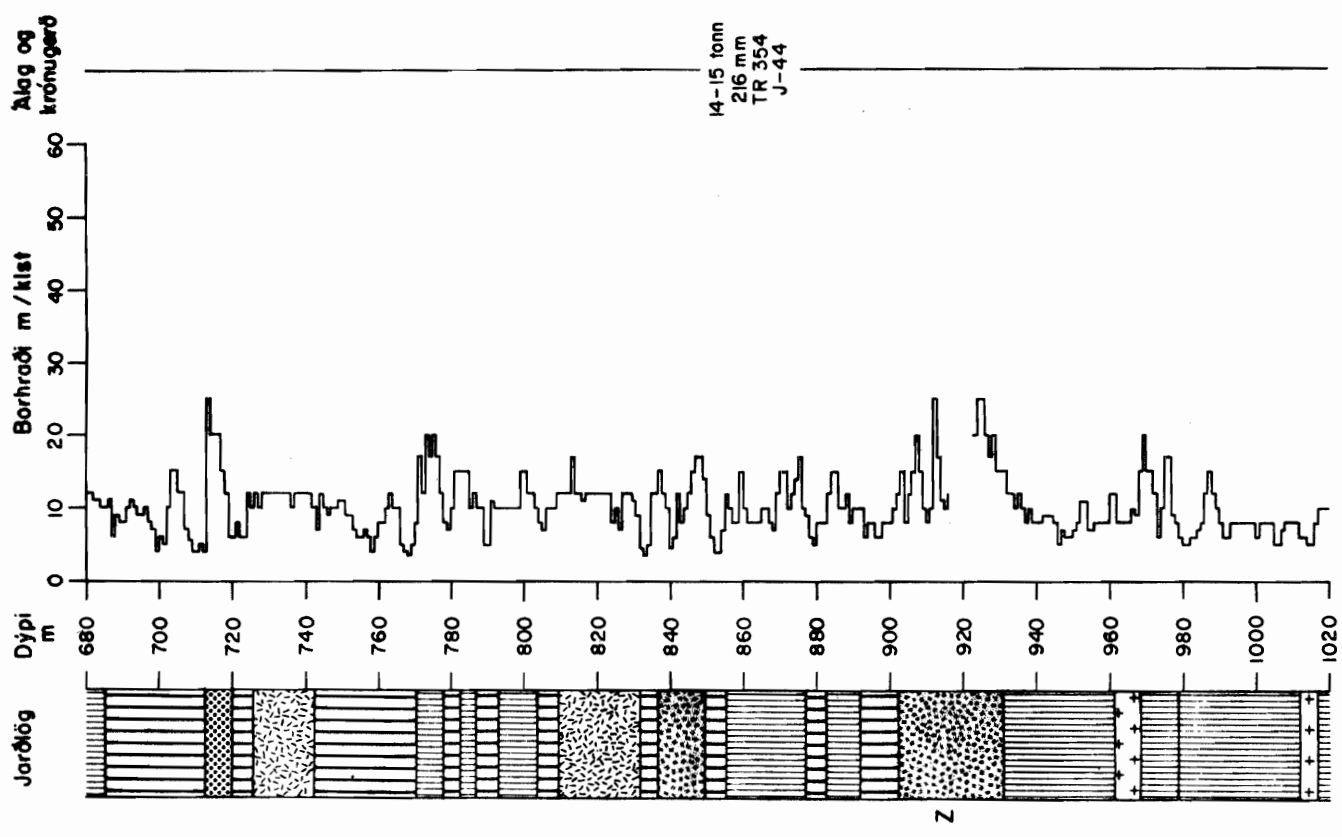
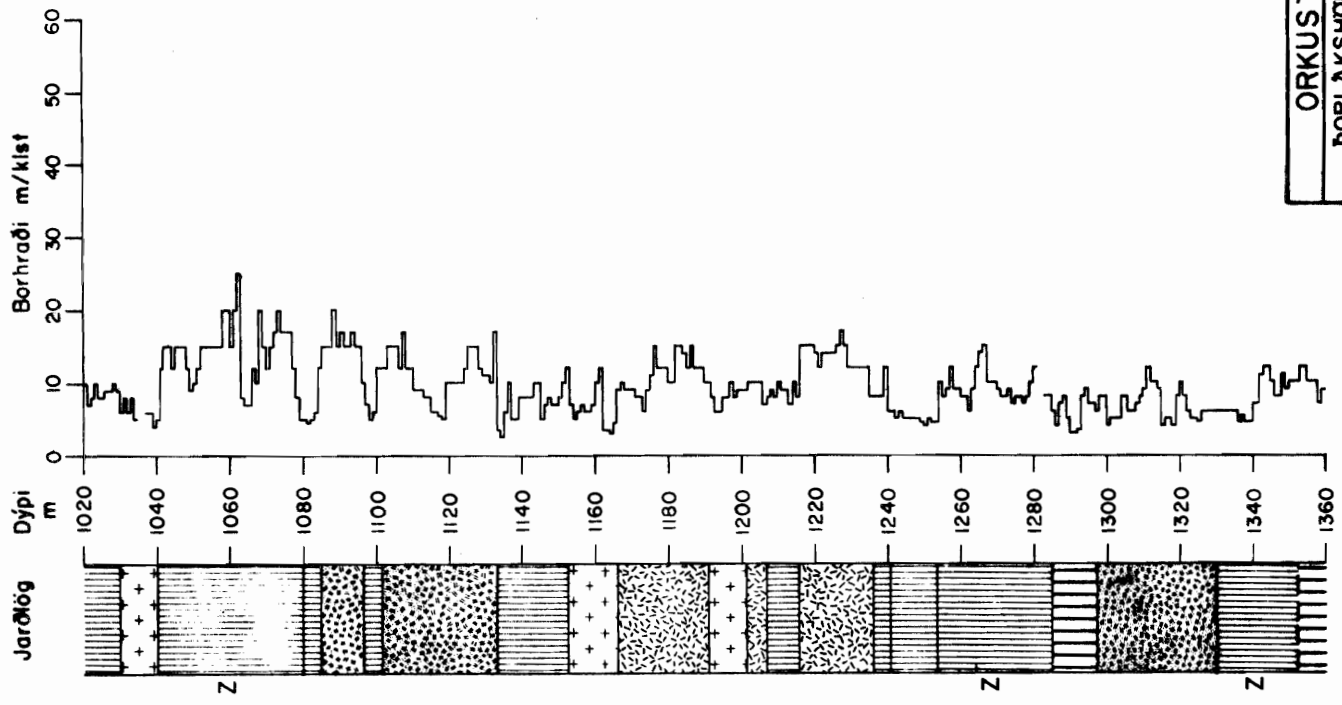
**ORKUSTOFNUN**

ÞORLÁKSHÖFN HOLA ÞJ-1  
Jardlagasnið

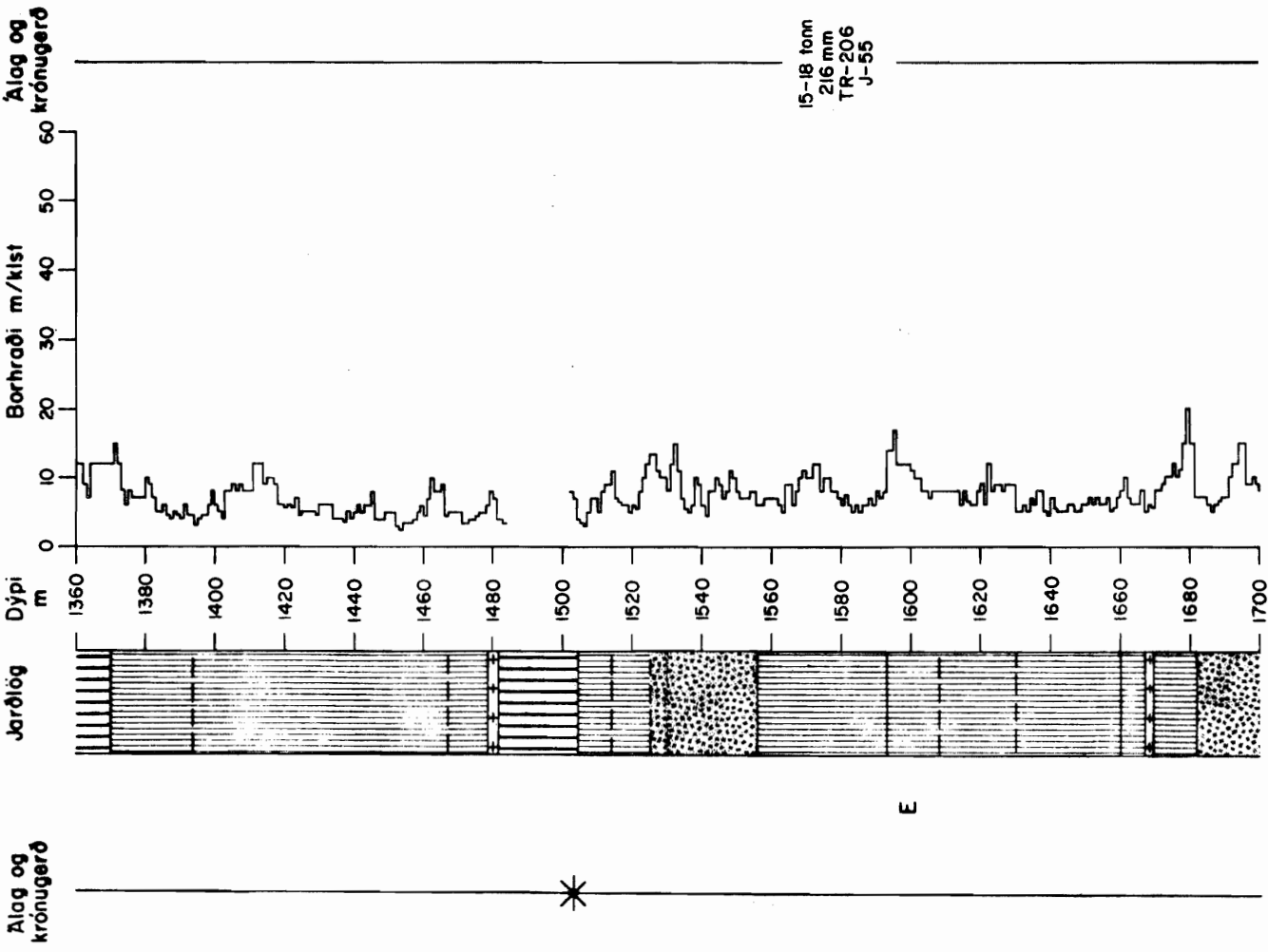
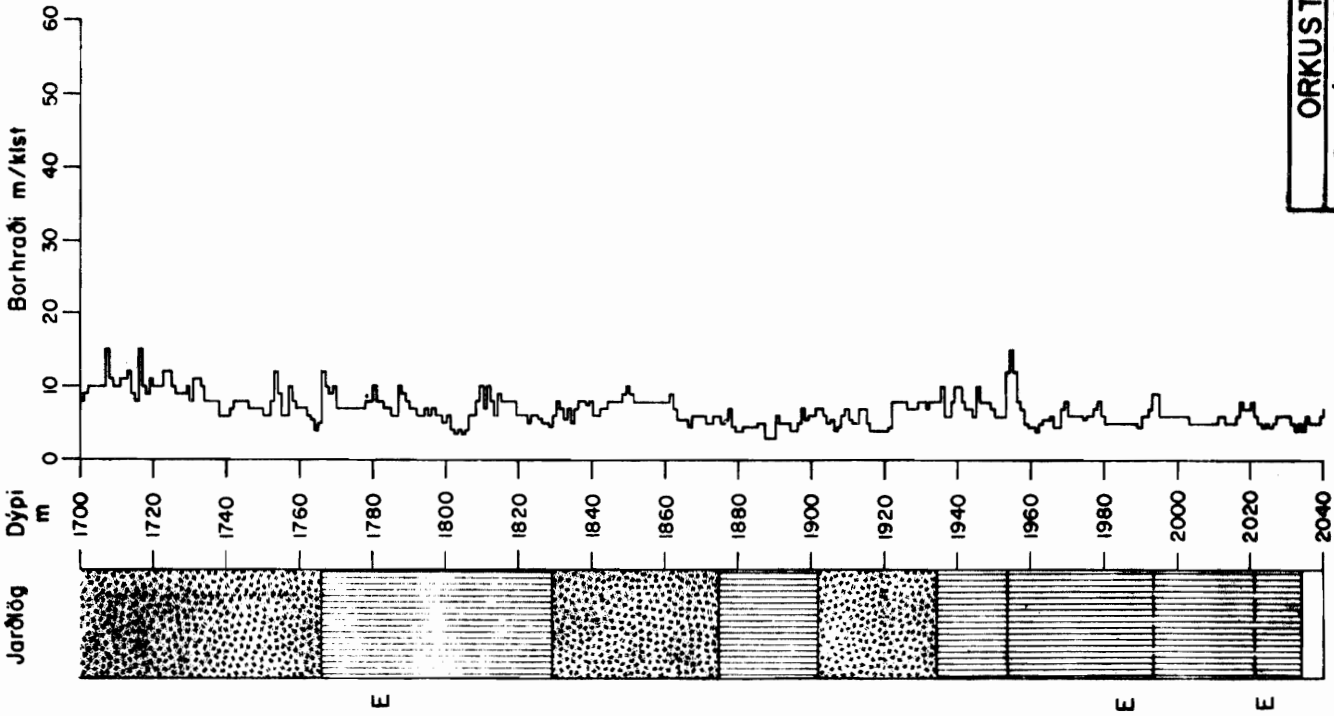
26.8.75 HK/HO Tr. 44  
Bl. 1 af 4 B-175 Fnr. 13289



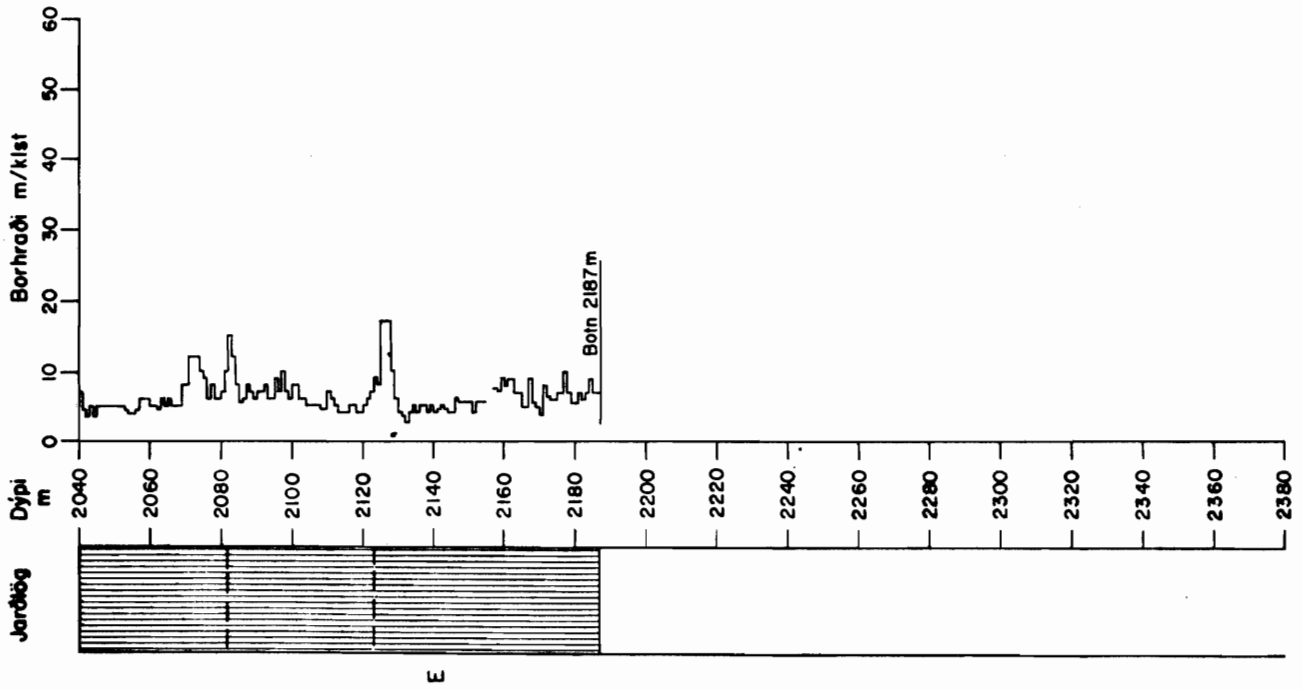










Álag og krónugerð



Álag og  
krúnugerð



SKÝRINGAR:

-  Ferskt basalt
-  Myndbreytt basalt
-  Dólerít
-  Öfilgreint set
-  Móbergbreksía
-  Basaltík breksía

R Rauðleitt

Z Zeolít

E Epidót

ORKUSTOFNUN

ÞORLAKSHÖFN HOLA ÞJ-1  
Jarðlagasnið

2.9.75 HK/HÖ | Tr. 44  
Bl. 4 af 4 | B-175

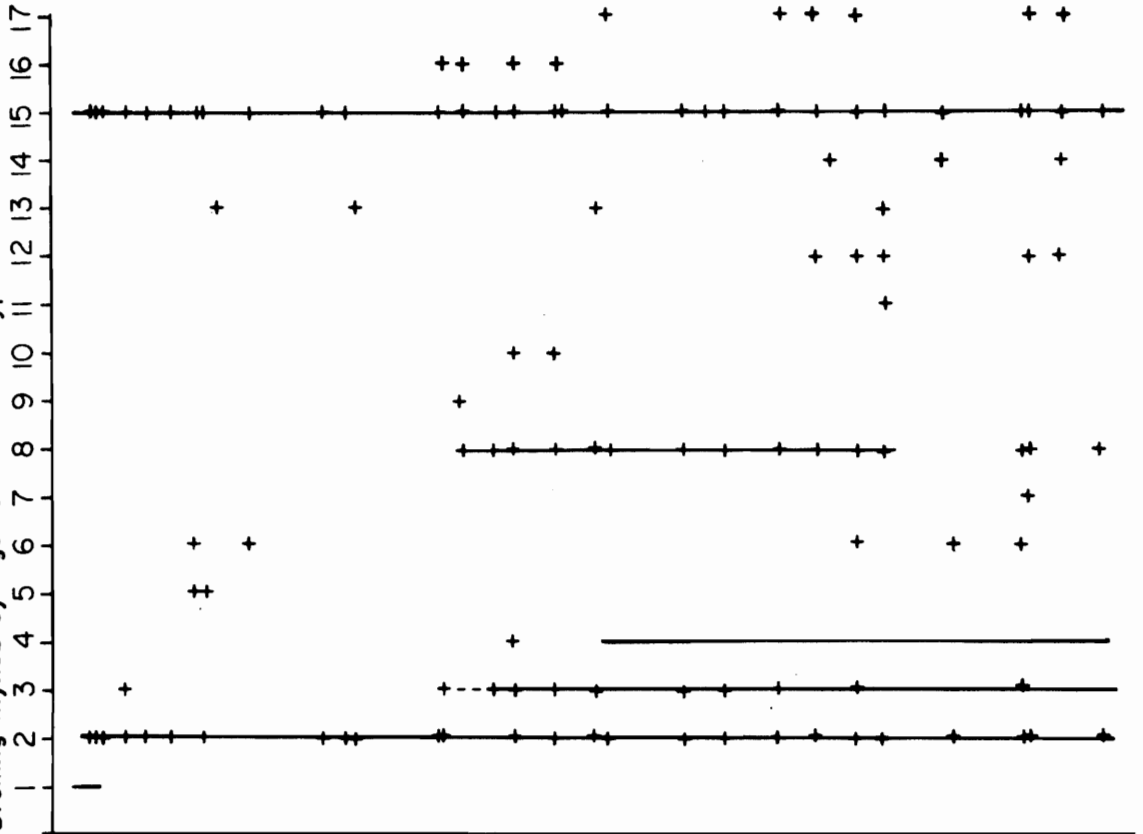
Fnr. 13289

Dýpi  
m

Einf. jörð-  
lagasnið



Dreifing myndbreytingar steinda með dýpi



Áætlaður berghitafærni  
°C



Skýringar:

1. 'Opall
  2. Kalsít
  3. Kvars
  4. Pýrit
  5. Kabasít
  6. Tomsónít
  7. Skólesít
  8. Laumontít
  9. Mordenít
  10. Analsím
  11. Gyrolít
  12. Wairakit
  13. Ankerít
  14. Epidót
  15. Smektít
  16. Blandlags steindir
  17. Syellandi klórít
- Basalt  
 Mobergsbreksia  
 Basalttrik breksia, eða breksierað bas.  
 Innskot (dóttirft)