



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**STÓRA-FLJÓT Í BISKUPSTUNGUM**  
**Hola 4, þrýstiprófun**

Jens Tómasson  
Hilmar Sigvaldason  
Ómar Sigurðsson

Unnið fyrir Hitaveitu Reykholtshverfis

OS-91036/JHD-20 B

September 1991



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 611871

**STÓRA-FLJÓT Í BISKUPSTUNGUM**  
**Hola 4, þrýstiprófun**

Jens Tómasson  
Hilmar Sigvaldason  
Ómar Sigurðsson

Unnið fyrir Hitaveitu Reykholtshverfis

OS-91036/JHD-20 B

September 1991

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. JARÐLÖG HOLU RH-04 (mynd 1)	3
3. ÞRÝSTIPRÓFUN	4
3.1 Loftdæling 1	4
3.2 Pökkun 1 (pakkari í 268 m dýpi)	5
3.3 Loftdæling 2	6
3.4 Pökkun 2 (pakkari í 292 m dýpi)	7
3.5 Loftdæling 3	8
4. MÆLINGAR OG VATNSÆÐAR	9
4.1 Mælingar	9
4.2 Hitamælingar og vatnsæðar	9
4.3 Niðurstöður	10
5. AFKASTAMAT	12

## MYNDIR

1. Jarðlög í holu RH-04	13
2. Loftdæling 2, hiti og þrýstingur	15
3. Pökkun 2, afköst og þrýstingur	15
4. Loftdæling 3, hiti og afköst	16
5. Vidd og einfaldað jarðlagasnið	17
6. Hitamæling frá 15. júlí 1991	18
7. Hitamæling frá 30. júlí 1991	19
8. Hitamæling frá 1. ágúst 1991	20
9. Hitamæling frá 6. ágúst 1991	21
10. Hitamæling frá 12. ágúst 1991	22
11. Þrýstingur og afköst í pökkun 1 og 2	23
12. Vatnsborð og afköst í loftdælingu 2 og 3	24

## TÖFLUR

1. Yfirlit yfir ádælingar í pökkun 1 og 2	6
2. Bakþrýstingur eftir pökkun 2	8
3. Listi yfir mælingar í holunni	11
4. Listi yfir fyrirstöður í holunni	11

## 1. INNGANGUR

Fyrstu boranir við Stóra-Fljót í Biskupstungum fóru fram 1972. Þá var boruð 320 m djúp hola á hverasvæðinu í Reykholti. Þessi hola, RH-01 var dýpkuð árið 1974 í 756 m. Hún hefur síðan verið notuð fyrir Hitaveitu Reykholtshverfis. Níttján árum síðar eða í janúar og febrúar 1991 voru boraðar tvær 60 m djúpar hitastigulsholur, RH-02 og RH-03. Í framhaldi af því var hol RH-04 síðan valinn staður við sprungu, sem er sam-síða annarri austlægari sprungu sem RH-01 sker. Þessi staðsetning byggðist á því, að rennsli úr RH-04 hefði sem minnst áhrif á Reykholtshver og holu RH-01. Vestari sprungan fannst með hitamælingum í jarðvegi og tilvist hennar staðfest með borun hitastigulsholnanna sem áður voru nefndar. Hola RH-04 er 22 m vestan við sprunguna, þ.e. álíka langt og hola RH-01 er frá eystri sprungunni.

Þessi skýrsla fjallar um þrýstiprófanir í holu RH-04 við Stóra-Fljót í Biskupstungum. Þrýstiprófanir hafa verið notaðar sem samnefni aðgerða til að örva vatnsgæfni holna og eru þær fólgnar bæði í loftdælingum og ádælingum. Við loftdælingu er myndaður undirþrýstingur í holunni, en við ádælingu myndast yfirþrýstingur. Þegar mynda á mikinn yfirþrýsting í afmörkuðum hluta holu, er notaður pakkari og kallast aðgerðin þá pökkun. Fyrsta stig þrýstiprófunar holu RH-04 við Stóra-Fljót var loftdæling eftir borun.

Árangur loftdælingarinnar var ekki eins góður og vonast var eftir og var því ákveðið að fara í pökkun til að auka vatnsgæfni holunnar. Áður en pakkað var, voru jarðlög greind í holunni.

Skýrslan skiptist því í fjóra aðalkafla, jarðlög, þrýstiprófun, mælingar og afkastamat.

## 2. JARÐLÖG HOLU RH-04 (mynd 1)

0 - 64 m dýpi. Móberg misjafnlega glerríkt og ummyndað, neðsta lagið er líklega gróft set og efst er þunnt basaltlag, en í hinum holunum var set efst, sem ekki finnst í þessari. Í efsta túfflaginu finnst ferskt gler, en annars staðar er glerið allt vatnað.

64-238 m dýpi. Fínkristölluð fremur fersk basaltlög með þykkum set-millilögum sem eru misgróf og misjafnlega móbergsrík.

238-320 m dýpi. Basaltlög með engum millilögum. Basaltlögin eru fremur fínkristölluð og fersk, en mismikið.

320-408 m dýpi. Túffkennt set með dreifikornastærðinni langt undir brotkornastærðinni, gegnumstungin af einu basaltlagi.

408-442 m dýpi. Skiptast á basalt og basaltríkt móberg allummyndað.

442-504 m dýpi. Fínt túffkennt set. Setið er misgróft en þó nærri allt með dreifikornastærð undir brotkornastærðinni. Í því grófasta sjást einstaka dreifikorn sem eru oftast basalt. Einnig eru alltaf öðruhverju stöku brotkorn af basalti, sem hægt væri að túlka sem brot úr steinvölum úr setinu. Setið er gegnumstungið

af einu basaltlagi sem gæti verið gangur eða jafnvel mjög gróft og basaltríkt set. Setið er mjög rautt á köflum, rauðast í fínasta og túffríkasta setinu.

504-540 m dýpi. Misjafnlega gróf ummynduð basaltlög með rauðleitum millilögum, sem eru oftast túffkennt set.

540-602 m dýpi. Móberg gegnumstungið af einu grófkristölluðu basaltlagi. Móbergið er misjafnlega basaltríkt, allt frá hreinu túffi til basaltríks móbergs. Þetta er allt mikið ummyndað og holufyllt.

602-664 m dýpi. Fínkristallað ummyndað basalt ýmist með túffkenndum millilögum eða rauðum karga og setlögum.

664-792 m dýpi. Mjög ummyndað og holufyllt rautt og grænt túff, á köflum er þetta setlag. Hugsanlegt er að þetta sé settúff.

792-824 m dýpi. Fínkristölluð basaltlög sem eru mjög blöðrótt ofantil og holufyllt. Millilögin eru túffkennd og kargakennd.

824-1098 m dýpi. Mest móberg mjög túffríkt, en þó mismikið og virðist móbergið vera talsvert lagskipt. Einnig eru seteinkenni á köflum, svo þetta getur verið meira en eitt samfelt móbergslag. Móbergið er mjög ummyndað og holufyllt, er holufylling á köflum upp í 20-30% af berginu. Móbergið er ýmist grænt eða rautt.

1098-1146 m dýpi. Fínkristölluð ummynduð basaltlög með túff- og kargakenndum millilögum, mikil ummyndun þó mun minna en í móberginu.

### 3. ÞRÝSTIPRÓFUN

Í þrýstiprófuninni eru þrjár loftdælingar og tvær pakkanir.

#### 3.1 Loftdæling 1

Eftir að borun holu 4 lauk var byrjað á því að loftdæla hana dagana 15. og 16. júlí 1991. Framkvæmd loftdælingarinnar var eftirfarandi:

*Fyrsta þrep:* Stangir voru settar niður í 150 m og loftdælt í eina klukkustund 15. júlí. Afköst voru 14,6 l/s af 82°C heitu vatni. Um 20 mínútum eftir loftdælingu fór að renna úr holunni.

*Annað þrep:* Stangir voru settar niður í 206,5 m dýpi 16. júlí. Vatnsborð fyrir loftdælingu var 9,1 m. Dælt var í þrjár klukkustundir og voru afköstin 16 l/s.

*Þriðja þrep:* Strax að lokinni dælingu í öðru þrepi voru stangir settar niður í 263 m dýpi. Dælt var í þrjár klukkustundir og afköstin 19 l/s. Hiti í lok loftdælingar var 92°C. Holan var komin í rennsli eftir 17 mínútur og gos eftir 20 mínútur. Hún var látin gjósa í tvær klukkustundir og voru afköstin 4-5 l/s. Holunni var síðan lokað og farið í frí.

Þetta eru þær upplýsingar, sem bormenn hafa skrifað niður. Kristján Sæmundsson segir að mikill drullutappi hafi komið þegar stangir voru settar niður í 263 m dýpi.

Samkvæmt munnlegum upplýsingum bormanna stóð þrýstimælirinn á loftpressunni alltaf í  $10 \text{ kg/cm}^2$ , nema í síðasta þrepinu, en þá var þrýstingur  $12 \text{ kg/cm}^2$ . Með sam-  
anburði við þrýsting sem mældur var rétt við holutopp ("standpipe") er þrýstimælirinn á pressunni ónýtur, því að hann sýndi alltaf sama þrýsting hver sem þrýstingurinn var við holutopp ("standpipe").

Bormenn komu úr fríi 30. júlí og var þá hafist handa við undirbúning fyrir mælingar og örvunaraðgerðir. Holan var opnuð um kl 11:30 og fór þá strax að renna úr henni. Skömmu síðar var "Kellýið" losað af stöngunum og fór holan þá í stöðugt gos. Gosið náði um 10 m upp í mastur Narfa og var holan látin blása beint upp og á legg til kl 12:30. Ekki var hægt að mæla rennslið þar sem aðeins hluti þess fór um V-yfirfallið. Kellý var svo sett aftur á stangir. Allt rennsli fór þá um V-yfirfallið og varð um 12 l/s kl 12:45. Fljótlega dró úr rennslinu og á hálf tíma jafnaði það sig við rúma 9 l/s. Þannig hélst rennslið þar til holan var kæfð fyrir mælingar um kl 16:50. Eftir að holan hafði verið kæfð var látið leka á hana utan með borstöngum. Ekki dugði sú kæling og byrjaði holan að gjósa rúmum hálf tíma síðar. Hætt var við mælingar að svo stöddu og kelly sett á stangir. Dælt var í holuna um 15 l/s frá kl 18 til kl 20:05, en svo látið leka á hana utan með stöngum meðan hún var hita- og víddarmæld.

### 3.2 Pökkun 1 (pakkari í 268 m dýpi)

Pökkunin hófst kl. 9:55 þann 1. ágúst með því að pakkarinn var þaninn á 268 m dýpi. Pinni fór við  $74\text{-}77 \text{ kg/cm}^2$  þrýsting.

*Ádæling 1:* Klukkan 10 var byrjað að dæla niður fyrir pakkarann með bordælum og var eingöngu dælt með þeim til kl. 11:45 eða í einn klukkutíma og fjörutíu og fimm mínútur. Ádæling var stöðug um 30 l/s, en þrýstingur jókst lítillega frá 22-23,5  $\text{kg/cm}^2$  (tafla 1).

*Ádæling 2:* Klukkan 11:45 var steypudæla Jötuns sett í gang. Gekk illa að stilla saman dælnar og vildi drepast á bordælunum, þegar steypudælan var keyrð upp í 1800 snúninga á mínútu. Minnka varð snúningshraðann á steypudælunni niður í 1600 snúninga og gekk þá dælingin. Þá var dælt nærri öllu því vatnsmagni sem fæðidælan dældi að bornum, sem hefur sennilega verið um 50 l/s. Þessi tala er þó mjög óviss. Þrýstingurinn var frá 52-45  $\text{kg/cm}^2$ . Það er einnig nokkur óvissa með þrýsting því þrýstimælirinn, sem þessi þrýstingur var lesinn af, reyndist bilaður í lok dælingarinnar og stóð fastur við 11  $\text{kg/cm}^2$ . Þrýstimælirinn á bornum sýndi þrýsting, sem ómögulegt var að trúa, þ.e. tæp 9  $\text{kg/cm}^2$  við 30 l/s dælingu, en það er minni þrýstingur en samsvarar áætluðu þrýstiviðnámi í borstöngum (sjá síðar). Í mestu dælingunni sýndi bormælirinn sama og hinn mælirinn, 52  $\text{kg/cm}^2$ . Bormenn töldu að olíu vantaði á mælinn og hann stæði á sér við lágan þrýsting, en við hærri þrýsting væri hann réttur. Bættu þeir olíu á mælinn fyrir næstu ádælingu og var mælirinn þá mun réttari. Sem sagt hvorki afköst né þrýstingur eru nákvæmlega mæld í þessari ádælingu.

*Framhjápökkun:* Klukkan 10:45 fóru að leka upp úr holunni 2-3 l/s. Hélt þessi leki óbreyttur þó að dæling væri aukin. Ekki er víst að þetta sé allt framhjápökkun (það er vatn sem fer upp með pakkara). Hitamælingin, sem var gerð eftir ádælinguna á holuna, bendir til þess að það hafi runnið úr vatnsæð í 140 m inn í holuna meðan á pökkuninni stóð. Þrýstingur í þessari vatnsæð hefur því vaxið meðan dælt var í holuna.

TAFLA 1. Yfirlit yfir ádælingar í pökkun 1 og 2

Pökkun nr.	Ádæling nr.	Tími í klst.	Afköst l/s	Þrýstingjur kg/cm <sup>2</sup>	Magn í tonnum
1	1	1:45	30	22-23,5	189
	2	4:10	50 <sup>x</sup>	45 <sup>x</sup>	750
				Samtals	939
2	3	5:35	31		623
	4	5:14	53-59-56	52-61-56	1180
				Samtals	1803

Samtals í 4 ádælingum 2742 tonn

x Þessar tölur eru mjög óvissar

Þrýstingur í þessari æð hefur verið hærri en þrýstingur á kaldri vatnssúlu frá holutoppi, og niður í 140 m dýpi. Hins vegar verður ekkert fullyrt hvort allt vatnið, sem rann upp úr holunni hafi komið frá þessari æð, það gæti vel verið framhjá pökkun einnig. Klukkan 15:55 stoppaði fæðidælan og treystu bormenn á staðnum sér ekki til að gera við hana. Dælingu var því hætt og afpakkað.

*Bakþrýstingur:* Bakþrýstingur var talsverður í lok dælingar og var um 35 mínútur að falla, en eins og áður sagði stóð þrýstimælirinn fastur í 11 kg/cm<sup>2</sup>. Byrjunar bakþrýstingur gæti verið um 11 kg/cm<sup>2</sup>. Vatnsborð í holunni eftir 2 klukkustundir var 38,25 m miðað við rótary (36 m miðað við yfirborð). Eftir 4 klukkustundir var það í 37,42 m og um morguninn 2. ágúst var það í 24,1 m.

Eins og sést í töflu 1. var dælt í holuna í um það bil 6 klukkustundir og samtals var dælt í hana rúmlega 900 tonnum. Eftir upphaflegri áætlun hefði átt að pakka aftur, því í henni var gert ráð fyrir að samtals yrði dælt í holuna í 20-25 klst. á tveim dögum. Þar sem árangur af pökkuninni var óviss vegna óvissu í mælingum á vatnsmagni og þrýstingi, var ákveðið að fara í loftdælingu til að meta afköst holunnar. Ef afköst hennar ykjust það mikið að menn væru ánægðir með þann árangur sem náðst hefði, þá yrði hætt við síðari pökkunina.

### 3.3 Loftdæling 2

Loftdælt var 6. ágúst 1991. Byrjað var að loftdæla klukkan 13:53 og lokið klukkan 18. Vatnsborð var mælt klukkan 11. Fyrst eftir að holulokinn var opnaður var vatnsborðið í 5,2 m, en hækkaði upp í 5 m meðan verið var að mæla. Þetta vatnsborð er miðað við yfirborð. Loftdælt var í þremur þrepum.

Fyrsta þrep: Stangir voru settar í 60 m dýpi og loftdælt í 37 mínútur. Afköst voru 12-13 l/s og niðurdráttur 33-35 m, miðað við 5 m vatnsborð. Hiti á vatninu sem kom upp var 73-81,2°C.

Annað þrep: Stangir hafðar á 100 m dýpi. Afköst voru 14-16 l/s, og niðurdráttur 58-59 m miðað við 5 m vatnsborð, eða vatnsborð á 63-64 m dýpi. Hiti vatnsins var 87,8 til 84,8°C. Meðan stangir voru settar niður í 157 m dýpi vætlaði upp úr holunni.

Þriðja þrep: Stangir hafðar á 157 m dýpi. Dælt var í 2 klukkustundir og afköst 15-16 l/s, nema fyrsta mæling sem gaf 19 l/s. Vatnsborð var á 95-98 m dýpi miðað við yfirborð. Fljótlega eftir loftdælinguna fór að vætla úr holunni. Rennslíð jókst með tíma og eftir 38 mínútur mældist það 2 l/s. Síðar fór svo holan í gos og gaus á 3 mínútna fresti. Á mynd 2 er sýnt hvernig afköst og hiti breytist með tíma í loftdælingunni.

Ljóst var eftir þessa loftdælingu að engan veginn hafði verið náð þeim árangri sem stefnt var að með þrýstiprófuninni. Var því ákveðið að fara í aðra pökkun. Samanburður á milli fyrstu og annarar loftdælingar er erfiður því það vantar upplýsingar um vatnsborð og hvernig afköst breytast með tíma í fyrstu loftdælingu. Holan gæti hafa breyst eitthvað á milli fyrstu og annarar loftdælingar, en sennilega innan skekkjumarca mælinganna.

Þann 8. ágúst var pakkað aftur í 268 m, en pakkari hélt ekki þrýstingi og því tekið upp og annar pakkari settur niður. Látið var leka á holuna frá því um miðjan dag 7. ágúst þangað til pakkað var aftur 9. ágúst og tók holan við 10 l/s.

### 3.4 Pökkun 2 (pakkari í 292 m dýpi)

Þann 9. ágúst var pakkað í 292 m dýpi klukkan 9:15 og fór pinni úr við 116 kg/cm<sup>2</sup> þrýsting, en eingöngu var dælt með bordælunni. Á mynd 3 eru sýnd afköst og þrýstingur við þessa pökkun. Afköstin voru mæld þannig; áður en dæling hófst var mælt það vatnsmagn sem fæðidælan dældi til borsins með V-yfirfalli og á sama hátt voru afköstin mæld í loftdælingu. Síðan var mælt reglulega það vatn sem ekki fór í holuna og þar með var fundið vatnsmagnið sem fór í holuna, því stillingin á fæðidælunni var alltaf sú sama. Þrýstingur var mældur með tveim mælum, það er þrýstimæli borsins og mæli sem bætt var við. Þrýstimælum bar saman með þrýstibreytingar, en mælir borsins sýndi nokkru lægri þrýsting og verður að telja þrýstibreytingar vel mældar að þessu sinni.

*Ádæling 3:* Byrjað var að dæla með bordælunni og klukkan 9:40 var steypudælan sett í gang, en kl. 10:15 varð að stöðva hana vegna bilunar. Reyndist stykki í dælunni vera bilað og var það tekið úr og sent til Reykjavíkur til viðgerðar. Haldið var áfram að dæla en eingöngu með bordælunum fram til kl. 13:35, en þá stoppuðu bordælurnar vegna bilana. Dælurnar komust aftur í gang kl. 14:15 og var dælt til kl. 16:46. Afköst voru 30-31 l/s, sjá töflu 1 og mynd 3.

*Ádæling 4:* Klukkan 16:46 var steypudælan sett í gang aftur eftir viðgerð. Illa gekk að láta bordælurnar ganga á móti steypudælunni, en um kl. 17:15 lét borstjórinn aðeins aðra bordæluna vera í gangi. Með þessu fékkst aukin dæling og virtist einnig fara betur með tæki. Dælt var síðan samfelld með báðum dælum til klukkan 22, en þá varð að hætta. Afköst voru 56-59 l/s, sjá töflu 1 og mynd 3.

Eins og sést í töflu 1 var dælt í nærri 11 klukkustundir. Afköstin fóru upp í 59 l/s og var 1800 tonnum af köldu vatni dælt í holuna, svo framkvæmd þessarar pökkunar heppnaðist mun betur en sú fyrri, þrátt fyrir bilun. Alls var því dælt í holuna í báðum pökkunum um 2700 tonnum.

*Þrýstingur og þrýstifall:* Þrýstibreytingar eru vel mældar, en hins vegar var dæling nokkuð ójöfn og þurfti að endurstilla ganginn öðru hvoru í steypudælunni. Meðan dælt var



með bordælum einum jókst þrýstingur smám saman frá 22-24 kg/cm<sup>2</sup>. Eftir að byrjað var að dæla með steypudælunni aftur varð þrýstingur og dæling ójafnari. Þrýstingur við 57-59 l/s dælingu fór upp í 62-63 kg/cm<sup>2</sup>, en þrýstingur við 56 l/s fór aldrei upp fyrir 60 kg/cm<sup>2</sup> og fór niður í 57 kg/cm<sup>2</sup>. Þetta gæti verið bæði þrýstifall í holunni og mismunandi dæling. Þó eru tvær þrýstibreytingar sem ekki verður séð að standi í neinu sambandi við breytingar á dælingarmagni. Það er þrýstifall við 57 l/s kl. 18:10, en þá féll þrýstingur um 3 kg/cm<sup>2</sup> úr 63 kg/cm<sup>2</sup> og í lok dælingar á síðasta klukkutímanum, er dæling var 56 l/s, féll þrýstingur smám saman um tæplega 1kg/cm<sup>2</sup>.

*Framhjápökkun:* Ekkert rann upp úr holunni meðan ádælingin stóð yfir fyrr en kl. 18:53 eða tveimur klukkustundum eftir að dæling með steypudælunni hófst. Þetta rennsli var aðeins brot úr sekúndulíttra. Hitinn á þessu vatni var til að byrja með 14,4°C, en hitinn á vatninu sem dælt var niður var 11,2°C. Vatnið sem upp kom fór kólnandi eftir því sem á leið dælinguna, en var þó heitara en vatnið sem dælt var niður.

*Bakþrýstingur:* Bakþrýstingur var mældur í 15 mínútur eftir að dælingu var hætt. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 2.

TAFLA 2. Bakþrýstingur eftir pökkun 2

Mínútur eftir dælingu	Þrýstingur kg/cm <sup>2</sup>
0	11
1	10
2	9
5	7,7
10	6,5
15	5,4

Klukkan 22:15 var opnað fyrir rennsli í gegnum kelly og kl. 22:20 var rennslið mælt 6 l/s. Hiti vatnsins mældist 21,5°C kl. 22:25, en rennsli var þá minnkandi og hætti kl. 22:27. Afpakkað var kl. 22:30 og kl. 22:33 var vatnsborð í 3 m. Nokkru síðar eða kl. 22:45 var vatnsborð í 14,5 m.

Mótstaða í borstöngum var mæld eftir afpökkun 15,5 kg/cm<sup>2</sup> við 31 l/s dælingu. Tapið í þessari dælingu var 6 l/s. Vatnsborð 10. ágúst klukkan 8:00 var í 25,7 m.

### 3.5 Loftdæling 3

Þriðja loftdælingin var gerð 12. ágúst og loftdælt í tveimur þrepum frá 11:15 til 16:28. Vatnsborðið í holunni áður en loftdæling hófst var 12,9 m, en eftir loftdælingu 11,4 m. Á mynd 4 eru sýnd afköst og hiti í þessari loftdælingu.

*Fyrsta þrep:* Stangir settar í 73 m og dælt í 30 mínútur. Afköst voru 19-22 l/s með 33 m vatnsborðslækkun. Hiti vatnsins hækkaði úr 55,5°C í 75,9°C.

*Annað þrep:* Stangir í 150 m og dælt í rúmar 4 klukkustundir. Afköst fyrstu 20 mín. voru 28 l/s, en minnkuðu síðan í 25 l/s. Niðurdráttur var 84-85 m og hiti vatnsins tæpar 82°C.

Vatnsborð þremur klukkustundum eftir lok loftdælingar var 11,4 m.

## 4. MÆLINGAR OG VATNSÆÐAR

### 4.1 Mælingar

Nokkrar mælingar voru gerðar í holunni meðan á borun og þrýstiprófun stóð eða 17 hitamælingar og 2 víddarmælingar. Vídd holunnar eins og hún var í þessum tveimur víddarmælingum er sýnd á mynd 5 ásamt einfölduðu jarðlagasniði. Listi yfir mælingarnar er í töflu 3. Erfiðlega gekk að mæla niður í botn holunnar eftir að borstrengur hafði verið tekinn úr holunni og stöðvuðust mælar á ýmsum stöðum í holunni. Í töflu 4 eru þeir staðir þar sem mælir stöðvaðist í hitamælingum. Í tveim síðustu mælingunum var notast við 5" miðjustilli neðan á hitamælinn, sem auðveldar honum að komast framhá skápum í holunni. Í hitamælingunni frá 12. ágúst sat steinvala í miðjustillinum þegar hitamælirinn kom upp úr holunni. Líklegast er að þessi steinn hafi komið inn í miðjustillinn á 728 m dýpi, þegar verið var að skarka með mælinn á fyrirstöðunni þar, þótt steinninn hafi fallið úr holuveggnum ofar (skv. jarðlagagreiningu líklega úr ca. 150 m dýpi).

### 4.2 Hitamælingar og vatnsæðar

Efsta æðin, sem getið er um í borskýrslu bormanna, er á 140 m dýpi, en þar varð vart við smáæð í borun. Þessi æð kemur vel fram eftir pökkun á 268 m dýpi. Einnig kemur þessi æð fram í hitamælingum í borun. Æðin er í glerjuðu basalti eða í setkenndu millilagi.

Á mynd 6 sést hitamæling frá 15. júlí 1991 strax þegar lokið var við að taka borstrenginn úr holunni. Daginn áður lauk borun í 1146 m. Á myndinni sést að æð í 980 m er mjög kæld af borun og að neðsta æðin er í 1126 m.

Vatnsæðin í 980 m er eina æðin þar sem tap hefur verið mælt (8 l/s). Fram að því dýpi er tekið fram í borskýrslum að holan sé pottþétt og holan haldist full á stangarskiptum, en vatnsborð fór niður í 36 m eftir að þessi æð opnaðist. Æðin er í basaltríku móbergi sem einnig gæti verið gróft set. Þegar borað var niður fyrir 980 m dýpi geta bormenn um leka öðru hvoru, t.d. segja þeir að holan hafi verið lek á milli 1036 og 1058 m. Ekki koma fram neinar vatnsæðar á þessu dýptarbili í hitamælingunum og stafar þetta líklega af mismikilli lekt í 980 m æðinni. Þá kemur fram í borskýrslum að lekinn í holunni fari minnkandi eftir 1030 m, en eftir það er líklegt að svarf setjist í æðarnar við áframhaldandi borun. Æðin í 1126 m er í basalt jarðlögum, en gæti verið í millilagi. Dýpi jarðlaga á mynd 1 eru miðuð við hvenær svarf kom upp á yfirborð og ekki er tekið tillit til þess tíma sem svarfið er að fara upp holuna í borun.

Mynd 7 sýnir hitamælingu frá 30. júlí 1991, en þá hefur holan staðið lokuð í tvær vikur. Dælt var á holuna í nokkra klukkutíma áður en mæling hófst til að kæfa hana, en hún gaf 9,2 l/s þegar hún var opnuð.

Mynd 8 sýnir hitamælingu frá 1. ágúst 1991 eftir pökkun í 268 m dýpi. Það sést vel á mælingunni að æðin á 1126 m hefur tekið við vatninu í pökkuninni auk æðarinnar í

980 m. Þá kemur einnig fram að æðar nálægt 500 m gefa vatn inn í holuna og rennur það niður í 980 m. Æðin í 490 m dýpi kom ekki fram í borun, þvert á móti er það sérstaklega tekið fram að holan sé pottþétt á þessu dýpi. Æðin er í setlagi.

Mynd 9 sýnir hitamælingar frá 6. ágúst 1991 eftir rúmlega 4 klst loftdælingu. Holan gaus á um 3 mínútna fresti meðan á mælingum stóð. Þar sem rúmlega 1 klst líður á milli mælinganna sést að holan er að hitna fyrir ofan 490 m dýpi en kólna fyrir neðan þetta dýpi. Þótt mælir stöðvist í 1067 m dýpi verður að ætla að æðin í 1126 m hafi gefið eitthvað inn í holuna í loftdælingunni, vegna þess að holan er að kólna á kaflanum 980-1067 m. Rennsli er úr æðum nálægt 500 m (490-500) niður í 980 m og kólnar vatnið á leiðinni.

Mynd 10 sýnir hitamælingar frá 12. ágúst 1991 eftir loftdælingu. Loftdælingu var hætt kl. 16:30 og var síðan mælt kl. 17:20 og aftur kl. 19:00. Með því að bera saman þessar hitamælingar sést að æðin í 490 m hitnar nokkuð hratt, en kaflinn ofan við 440 m kólnar niður, þar sem ekki rennur neitt úr holunni. Þá er að sjá að æð sé í um 550 m sem gefur inn í holuna og rennur það niður. Af hitamælingum má því ráða að aðalæð holunnar sé í 980 m. Æð í 490 m hefur gefið 2-3 l/s í sjálfrennsli eftir loftdælingu en líklega eru æðarnar í 550 m og 1126 m minni.

Ekki varð vart við neina vatnsæð í 550 m dýpi í borun, en bormenn geta þess að bergið hafi harðnað í 550 m, sem passar við jarðlagasniðið. Vatnsæðin hefur því komið á lagmótum móbergs og grófkornaðs basalts, sem gæti verið gangur. Staðsetning vatnsæðanna er sýnd á mynd 1.

### 4.3 Niðurstöður

Ekki er ljóst hvers vegna svo illa gengur að koma hitamælunum niður í botn holunnar. Ef litið er á víddarmælinguna er ekki að sjá neina stóra skápa í holunni neðan 700 m. Svo virðist sem holan sé mjög slétt og felld í kringum 728 m og kemur það mjög á óvart að mælir skuli stöðvast á þessu dýpi. Í 977 m dýpi er óverulegur skápur í holunni sem ætti ekki að vera fyrirstaða fyrir hitamæli, en hugsanlegt er að holunni halli nokkuð og það sé ástæðan fyrir þessum erfiðleikum. Ekki er hægt að útiloka að hrun eða einhver aðskotahlutur sé í holunni. Það er eitthvað sem skagar inn í holuna á 922 m dýpi í víddarmælingunni (mynd 5) og settist hitamælir þar. Annars er eftirtektarvert, að hitamælirinn stöðvast aldrei á sama stað í hitamælingunum. Hitamælingar virðast ekki benda til að holan sé lokuð eða hrunin saman, en loftdæling gæti bent til að þrenging sé í henni.

Það verður að teljast mjög bagalegt að ekki skuli hafa verið farið með borkrónu í botn holunnar eftir að aðgerðum lauk til að tryggja að holan sé hrein í botn.

TAFLA 3. Listi yfir mælingar í holunni

Mæling	Dagsetning	Upphafsdýpi	Lokadýpi	Mælitæki
Hiti (°C)	29-APR-91	10.0	158.0	RH
Hiti (°C)	30-APR-91	10.0	260.0	RH
Hiti (°C)	02-MAY-91	10.0	340.0	RH
Hiti (°C)	03-MAY-91	10.0	408.0	RH
Hiti (°C)	12-MAY-91	1.0	409.0	R47453
Hiti (°C)	30-JUN-91	10.0	460.0	RH
Hiti (°C)	15-JUL-91	20.0	1145.0	R47453
Hiti (°C)	15-JUL-91	20.0	1145.0	R47453
Hiti (°C)	30-JUL-91	.0	1020.0	R47453
Holuvídd (mm)	30-JUL-91	268.0	1020.0	R47453
Holuvídd (mm)	31-JUL-91	160.0	330.0	R47453
Hiti (°C)	01-AUG-91	.0	1146.0	R47454
Hiti (°C)	06-AUG-91	.0	1067.0	R47454
Hiti (°C)	06-AUG-91	.0	1067.0	R47454
Hiti (°C)	06-AUG-91	.0	1067.0	R47454
Hiti (°C)	12-AUG-91	.0	728.0	R47453
Hiti (°C)	12-AUG-91	.0	728.0	R47453
Hiti (°C)	12-AUG-91	.0	728.0	R47453
Hiti (°C)	12-AUG-91	.0	728.0	R47453

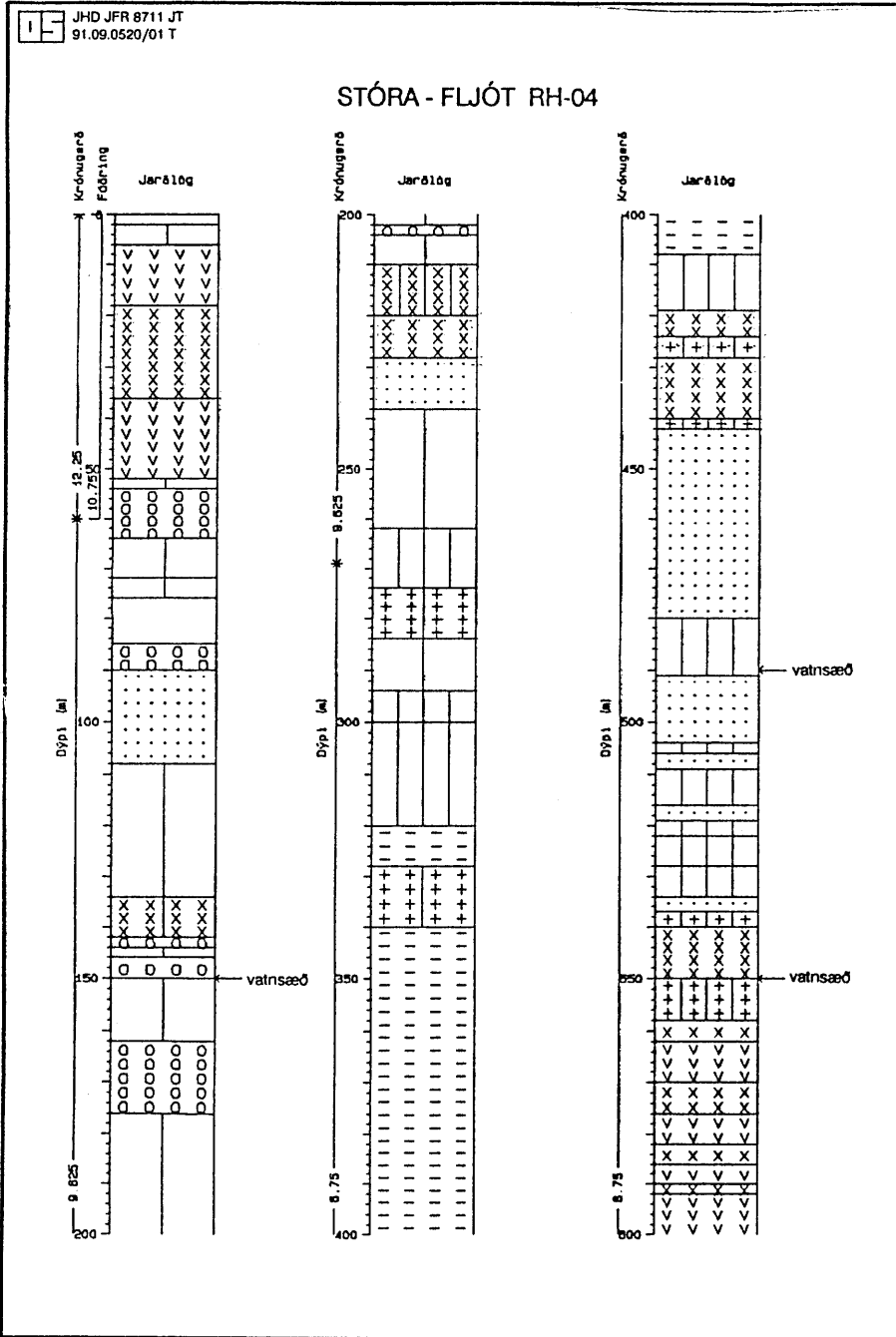
TAFLA 4. Listi yfir fyrirstöður í holunni

Dagsetning	Fyrirstöður
15. júlí 1991	250, botn (1146 m)
30. júlí 1991	262, 922 settist en komst áfram
01. ágúst 1991	977, 1040, botn (1146 m)
06. ágúst 1991	1067 komst ekki áfram
12. ágúst 1991	728 komst ekki áfram

## 5. AFKASTAMAT

Áður en byrjað var að örva holuna var sjálfrennsli hennar rúmir 9 l/s. Örvunaraðgerðirnar fólust í pökkunum og loftdælingum eins og lýst er framar, en hér verður reynt að leggja mat á áhrif þessara aðgerða út frá þrýstiviðbrögðum holunnar við breytilegri dælingu. Mynd 11 sýnir breytingar á raunþrýstingi miðað við holutopp í pökkunum, en þá hefur þrýstítap í borstöngum og öðrum búnaði verið dregið frá mældum þrýstingi við holutopp. Gengið er út frá að þrýstítap í borstöngum og öðrum búnaði sé um 15,5 bar við 31 l/s dælingu, eins og mælt var í lok seinni pökkunar. Þá voru notaðar að hluta til grennri borstangir (70 m af 3 1/2" stöngum), þannig að samsvarandi þrýstítap er áætlað um 11,6 bar í fyrri pökkuninni. Þrýstingurinn vex mikið með dælingu í pökkunum, en þó mun minna í þeirri síðari og munar þar nærri helming. Gæfni holunnar hefur því batnað milli fyrri og seinni pökkunar. Einnig sést á myndinni að þrýstingur vex minna en búast mætti við þegar dæling er aukin. Þetta gæti merkt að gæfni holunnar sé að batna meðan á pökkuninni stendur.

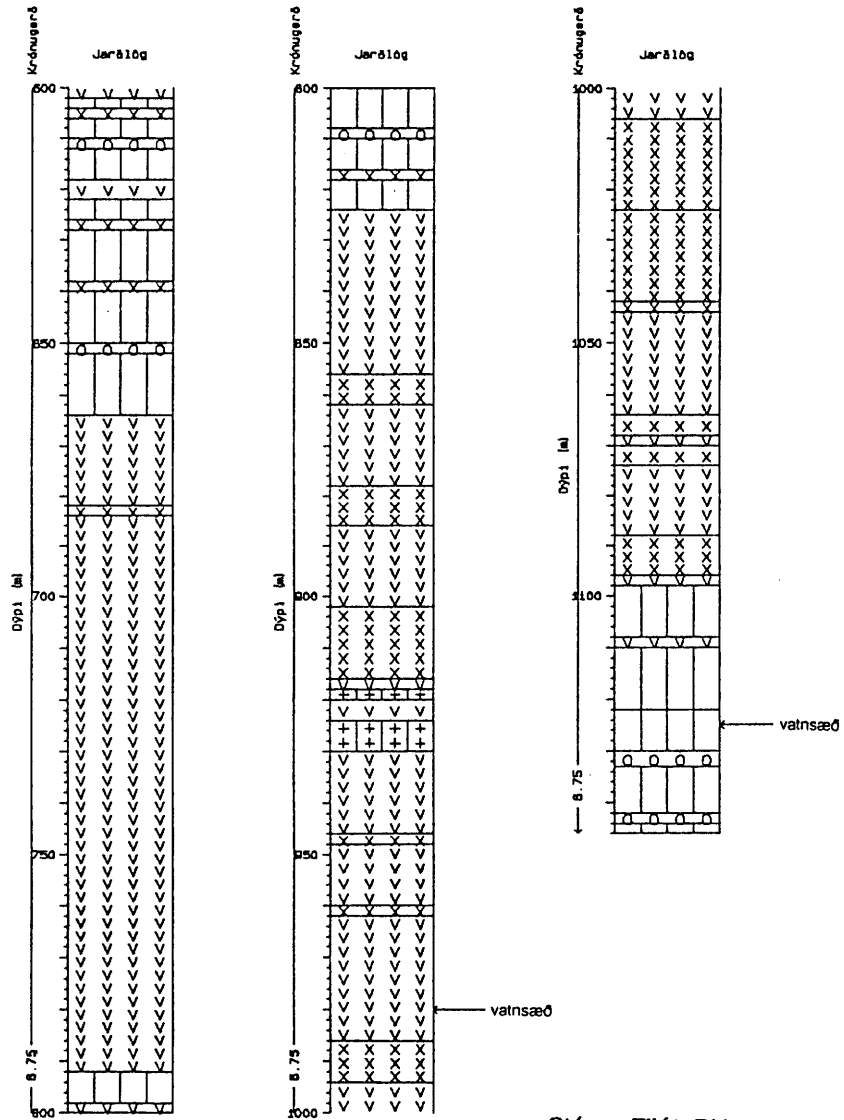
Mynd 12 sýnir aftur á móti áætlað vatnsborð í holunni út frá þrýstingi á borstöngum við loftdælingarnar. Einnig er sýnt sjálfrennsli holunnar og áætlaður toppþrýstingur. Fyrir örvunaraðgerðir var sjálfrennsli holunnar rúmir 9 l/s og hiti vatnsins um 128°C. Holan var loftdæld 6. ágúst, en fyrri pökkunin fór fram 1. ágúst. Fljótlega eftir þá loftdælingu fer holan í sjálfrennsli og renna þá af henni um 2 l/s. Holan er þá ekki orðin fullheit eftir pökkunina og sjálfrennslið því lítið. Þegar litið er á mynd 12 sést að vatnsborð fellur mjög ört þegar dæling er aukin umfram 12 l/s, sem bendir til verulegrar rennslistregðu í eða við holuna. Loftdælingin eftir fyrri pökkunina bendir þannig til að sú pökkun hafi litlu breytt um gæfni holunnar. Rennslistregðan er jafnvel það mikil, að um fyrirstöðu (hrun) gæti verið að ræða í holunni sjálfri. Síðari loftdælingin bendir til, líkt og sést í síðari pökkuninni, að gæfni holunnar hafi batnað. Þó er enn veruleg rennslistregða í holunni sem verður áberandi við meiri dælingu. Breytingin í rennslistuðli holunnar (productivity index) milli loftdælinganna er innan við 40%. Þannig má ætla að sjálfrennsli holunnar verði um 12-14 l/s, þegar holan hefur hitnað aftur eftir pökkunina.



MYND 1. Jarðlög í holu RH-04



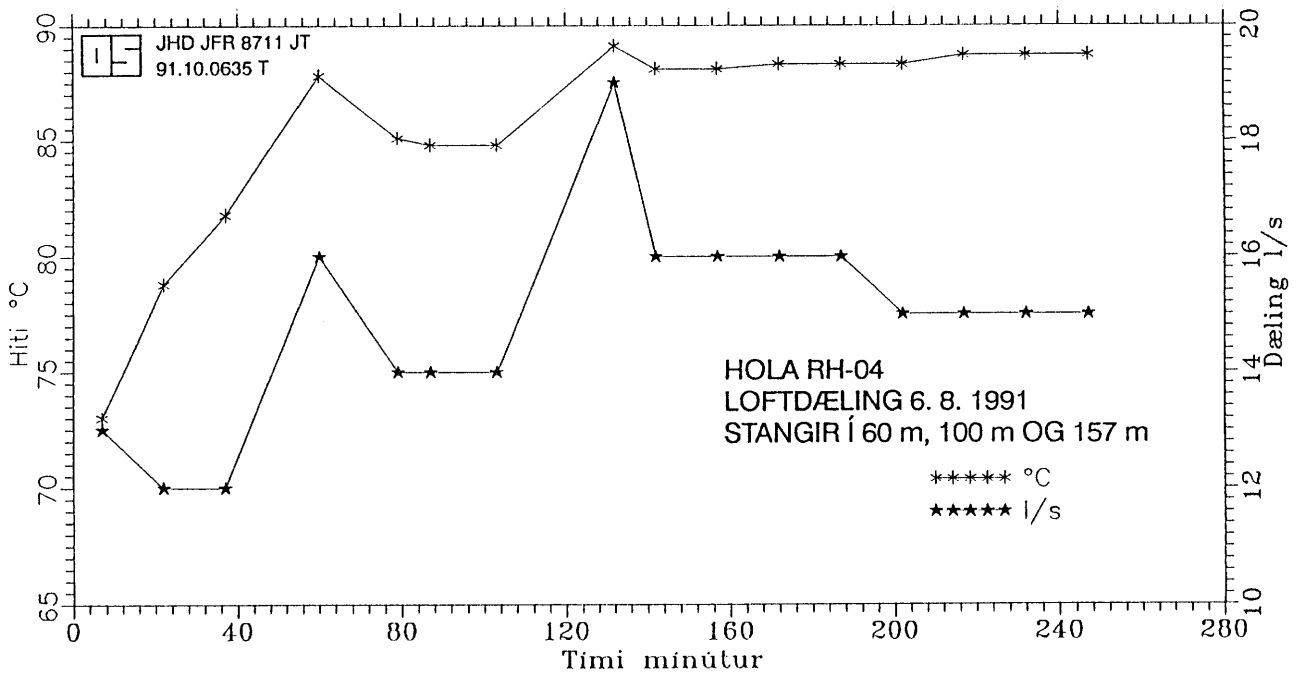
JHD JFR 8711 JT  
91.09.0520/02 T



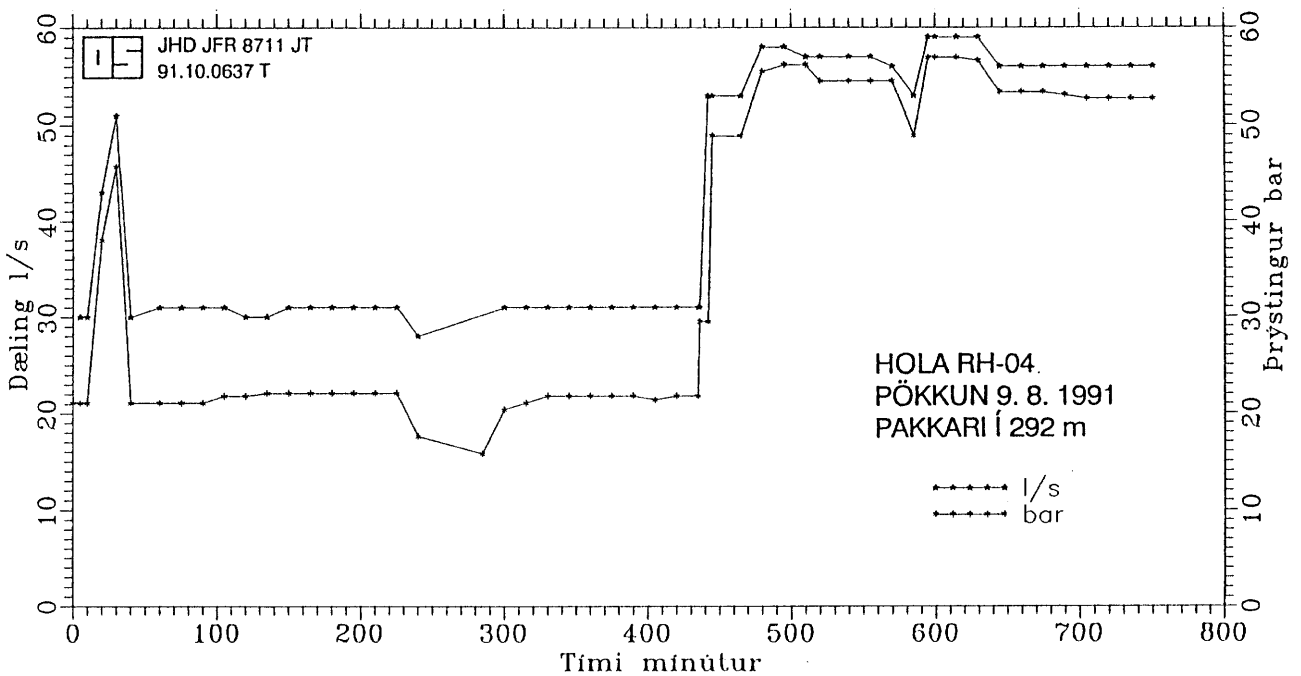
Stóra - Fljót RH-04

- |  |                                  |  |                          |  |                 |
|--|----------------------------------|--|--------------------------|--|-----------------|
|  | Fersklegt fin-meðalkorna basalt  |  | Fersklegt glerjað basalt |  | Finkornótt set  |
|  | Ummyndað fin-meðalkorna basalt   |  | Ummyndað glerjað basalt  |  | Grófkornótt set |
|  | Fersklegt meðal-grófkorna basalt |  | Basaltrik breksía        |  | Túffriket set   |
|  | Ummyndað meðal-grófkorna basalt  |  | Túff                     |  | Svarf vantar    |

MYND 1. Jarðlög í holu RH-04, frh.

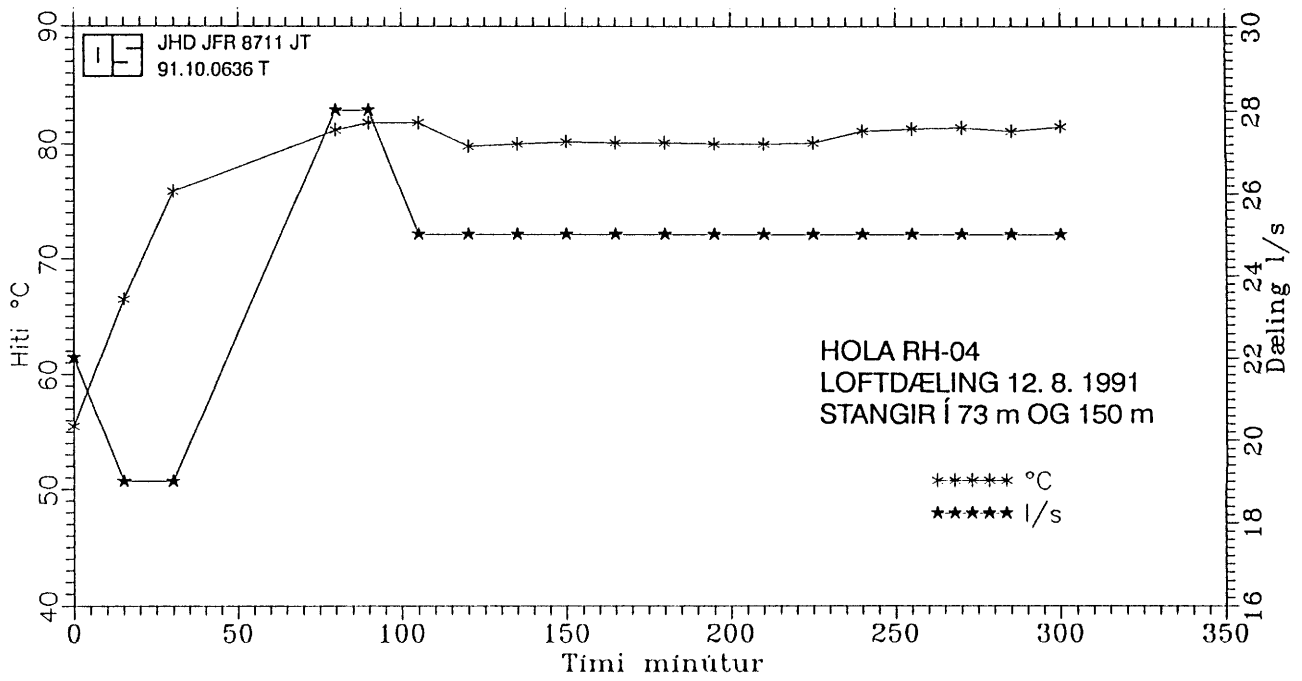


MYND 2. Loftdæling 2, hiti og þrýstingur.

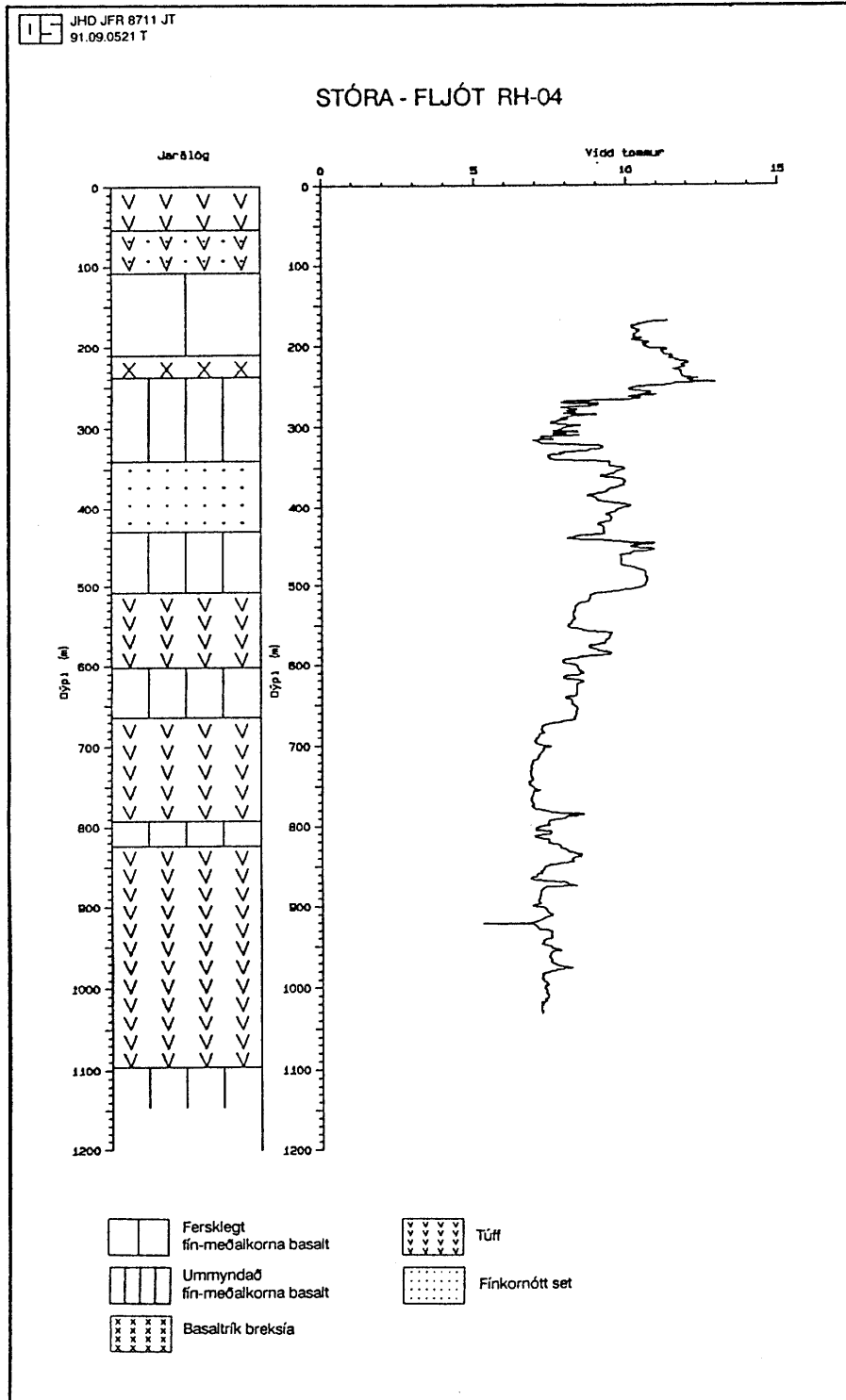


MYND 3. Pökkun 2, afköst og þrýstingur.





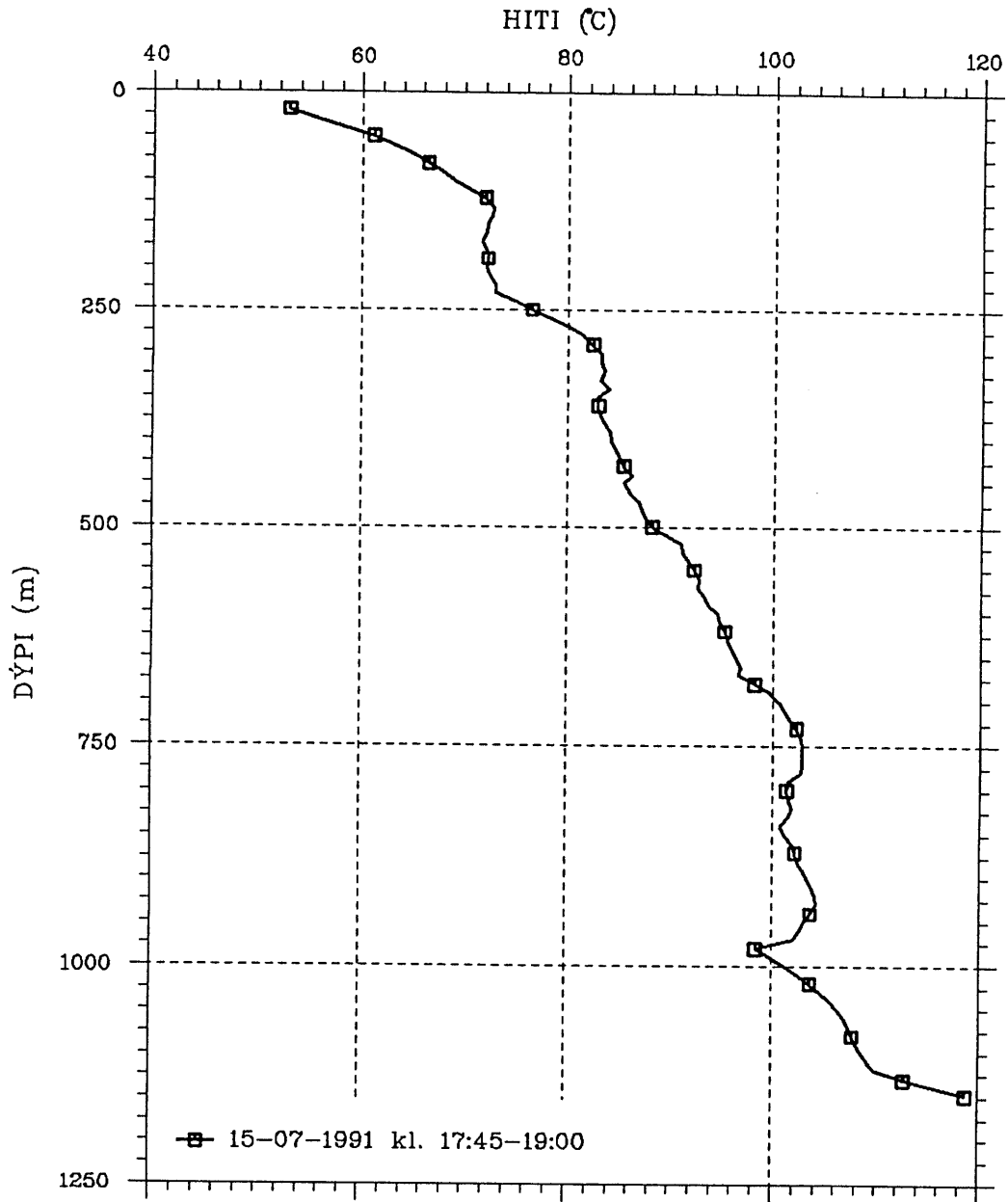
MYND 4. Loftdæling 3, hiti og afköst.



MYND 5. Vidd og einfaldað jarðlagasnið.

15 3 Oct 1991 hs  
L= 91692 Oracle

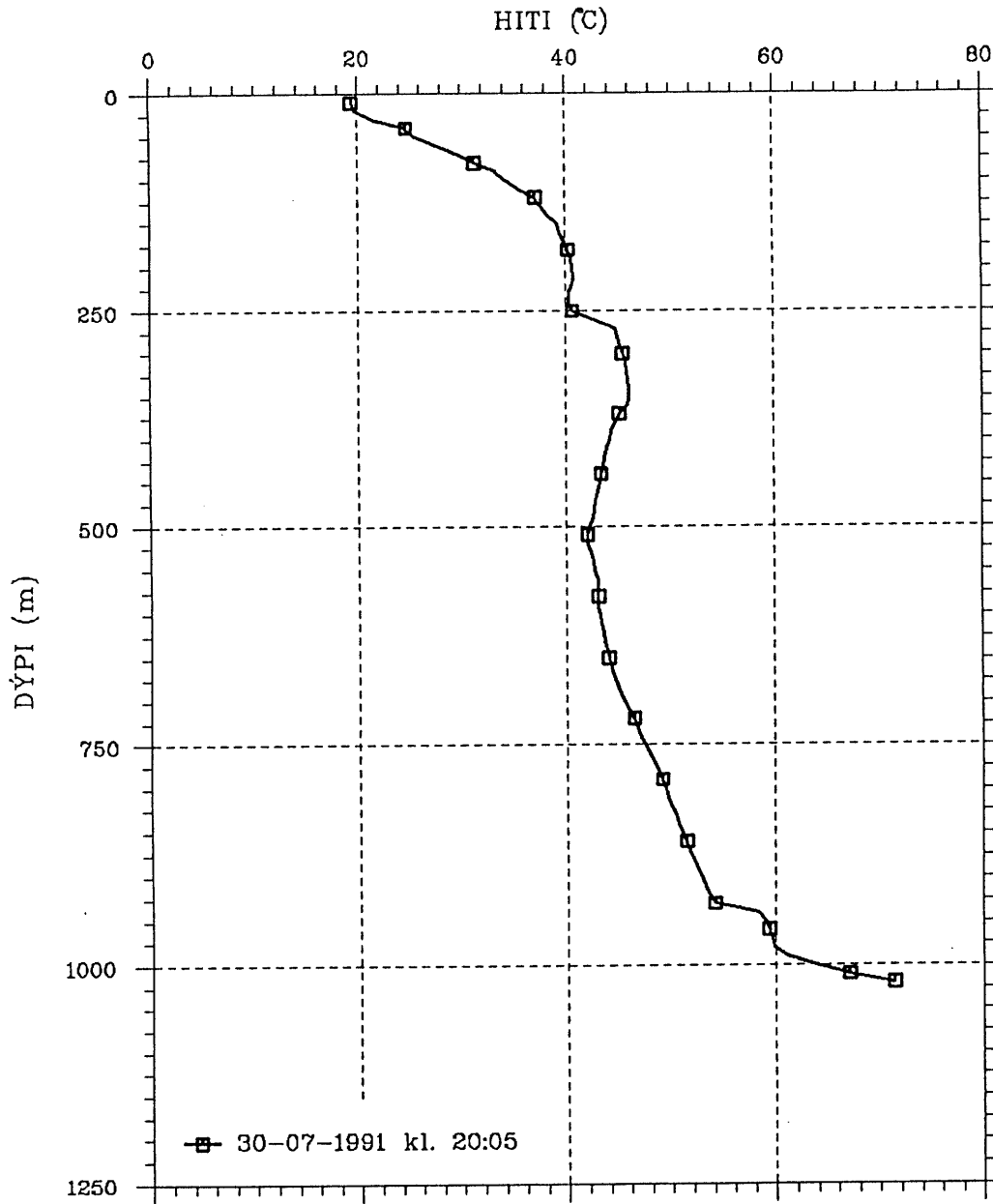
Stóra-Fljót Biskupstungnahreppi  
Hóla RH-04  
Hitamæling 15. júlí 1991



MYND 6. Hitamæling frá 15. júlí 1991.

3 Oct 1991 hs  
L= 91692 Oracle

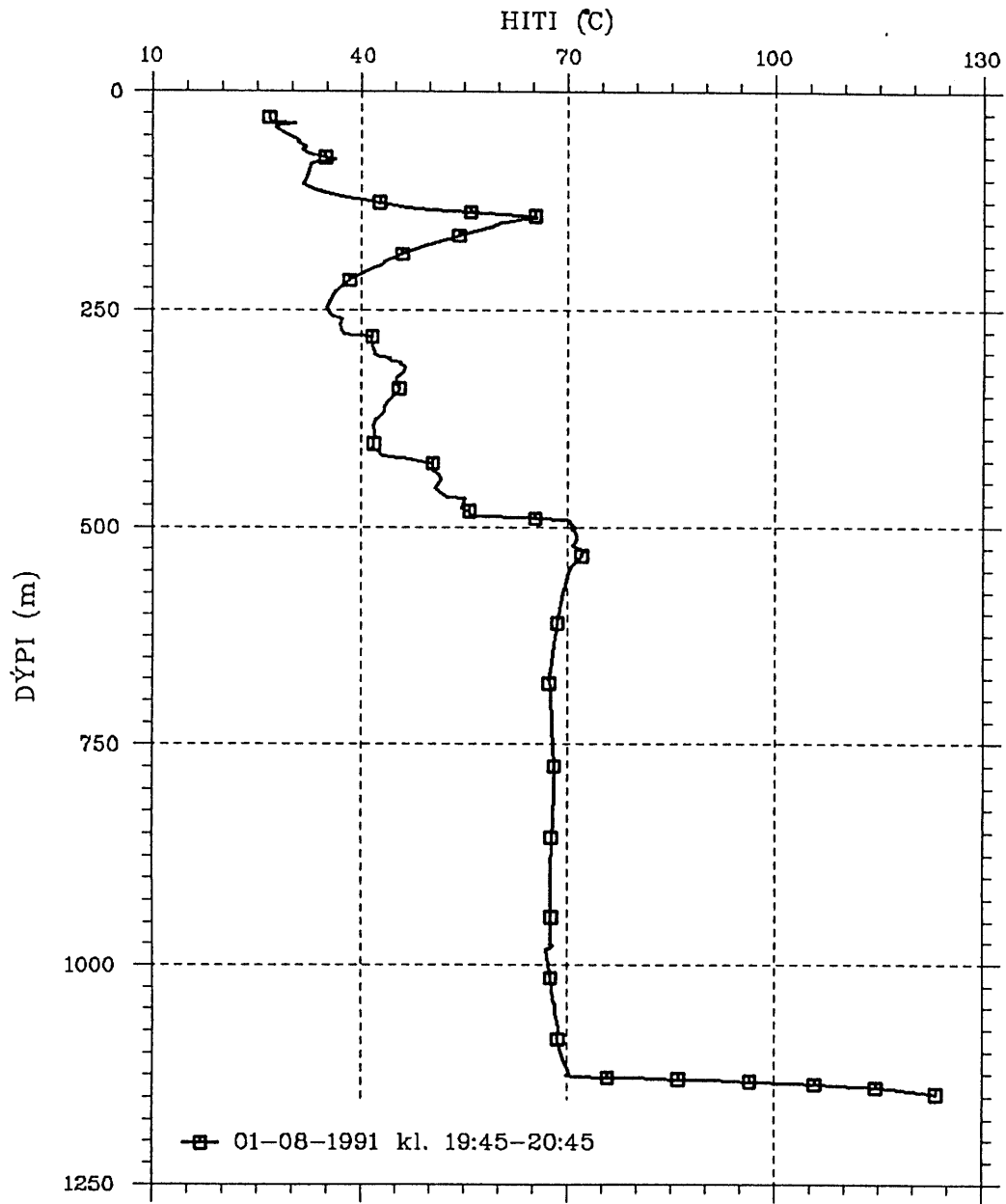
Stóra-Fljót Biskupstungnahreppi  
Hóla RH-04  
Hitamæling 30. júlí 1991



MYND 7. Hitamæling frá 30. júlí 1991.

3 Oct 1991 hs  
L= 91692 Oracle

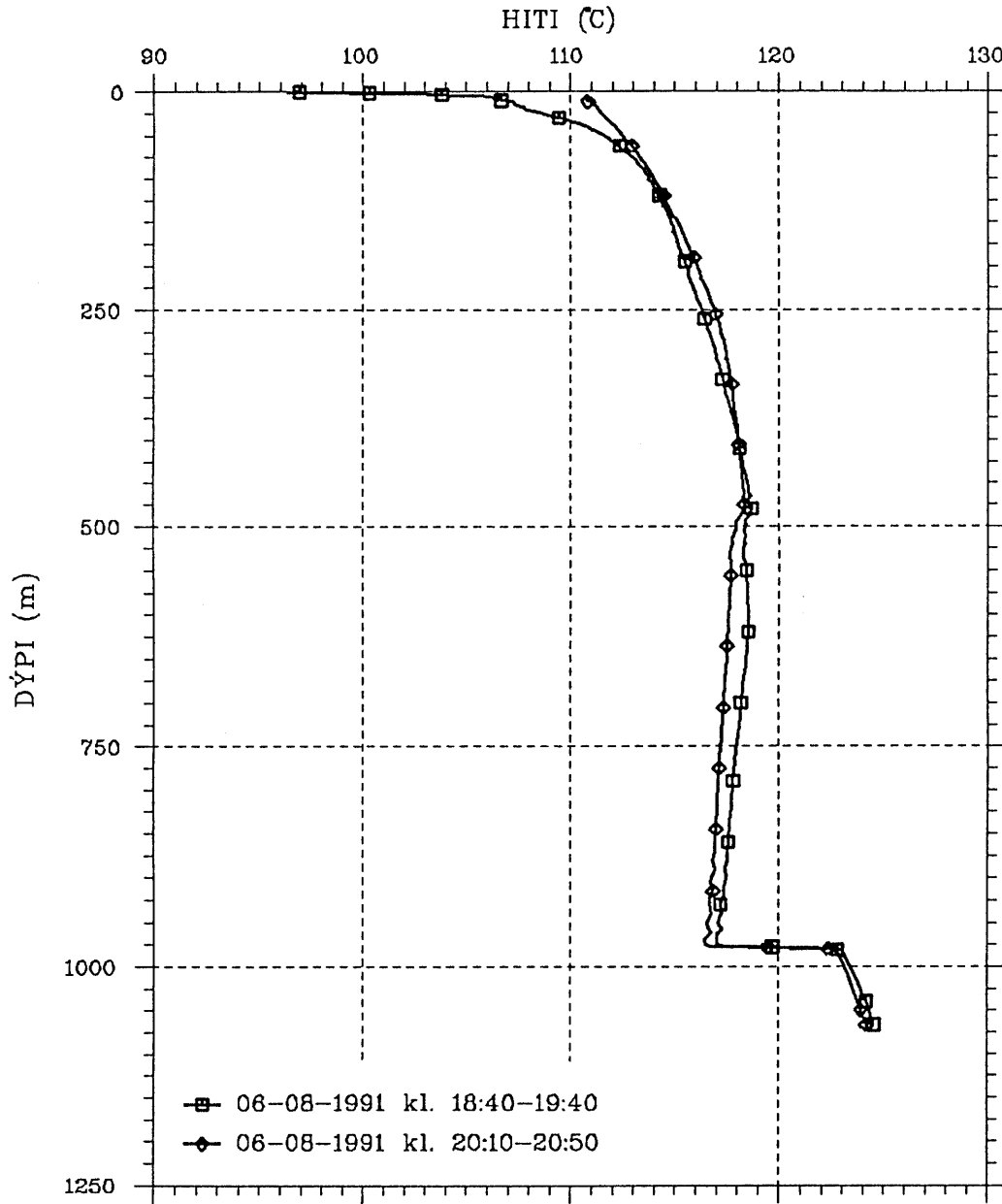
Stóra-Fljót Biskupstungnahreppi  
Hóla RH-04  
Hitamæling 1. ágúst 1991



MYND 8. Hitamæling frá 1. ágúst 1991.

3 Oct 1991 hs  
L= 91692 Oracle

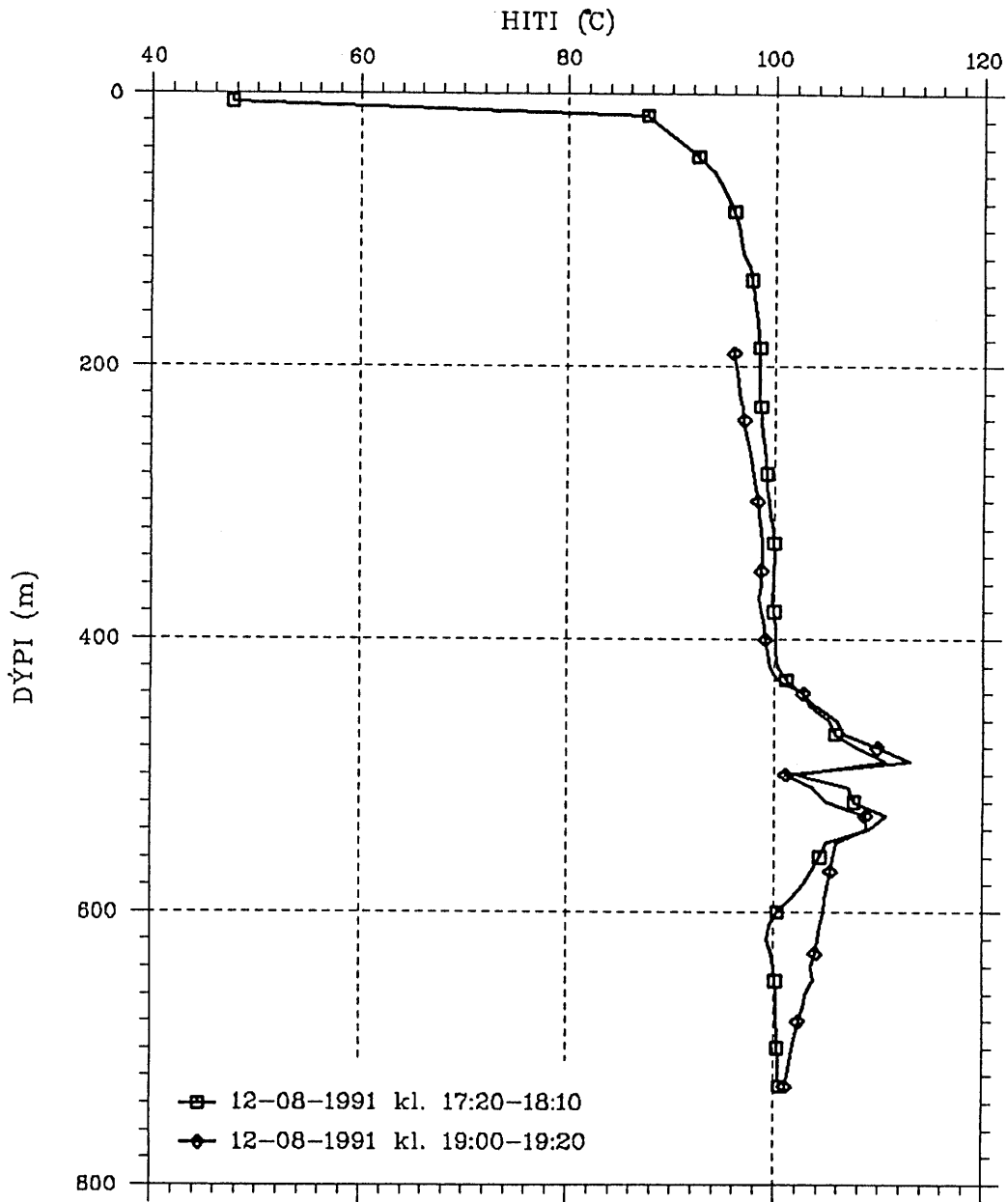
Stóra-Fljót Biskupstungnahreppi  
Hóla RH-04  
Hitamælingar 6. ágúst 1991



MYND 9. Hitamæling frá 6. ágúst 1991.

3 Oct 1991 hs  
L= 91692 Oracle

Stóra-Fljót Biskupstungnahreppi  
Hóla RH-04  
Hitamælingar 12. ágúst 1991

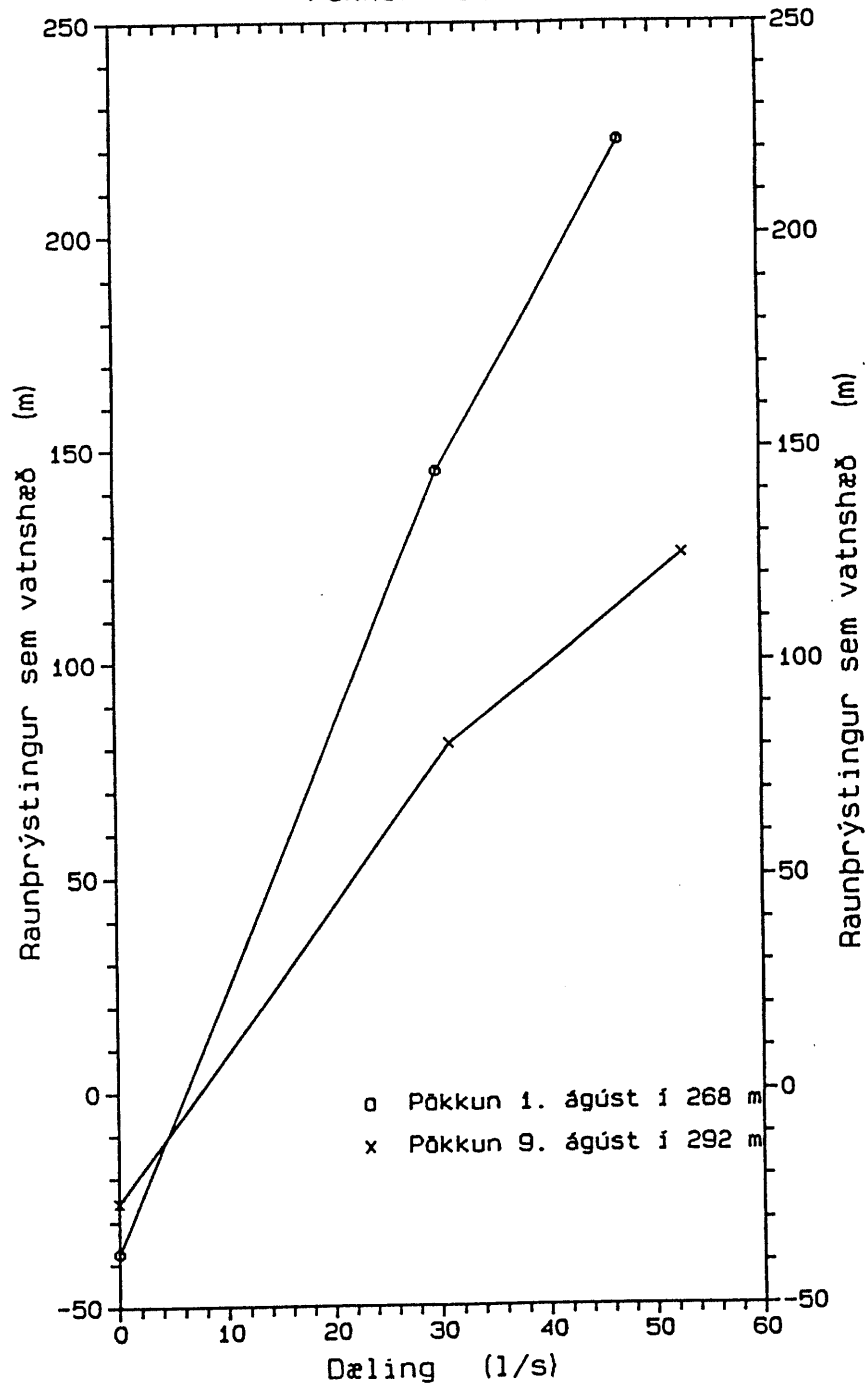


MYND 10. Hitamæling frá 12. ágúst 1991.

JHD-BM-8711-0mar  
91.09.0429 T

Stóra Fljót, Biskupstungum

Pökkun holu 4

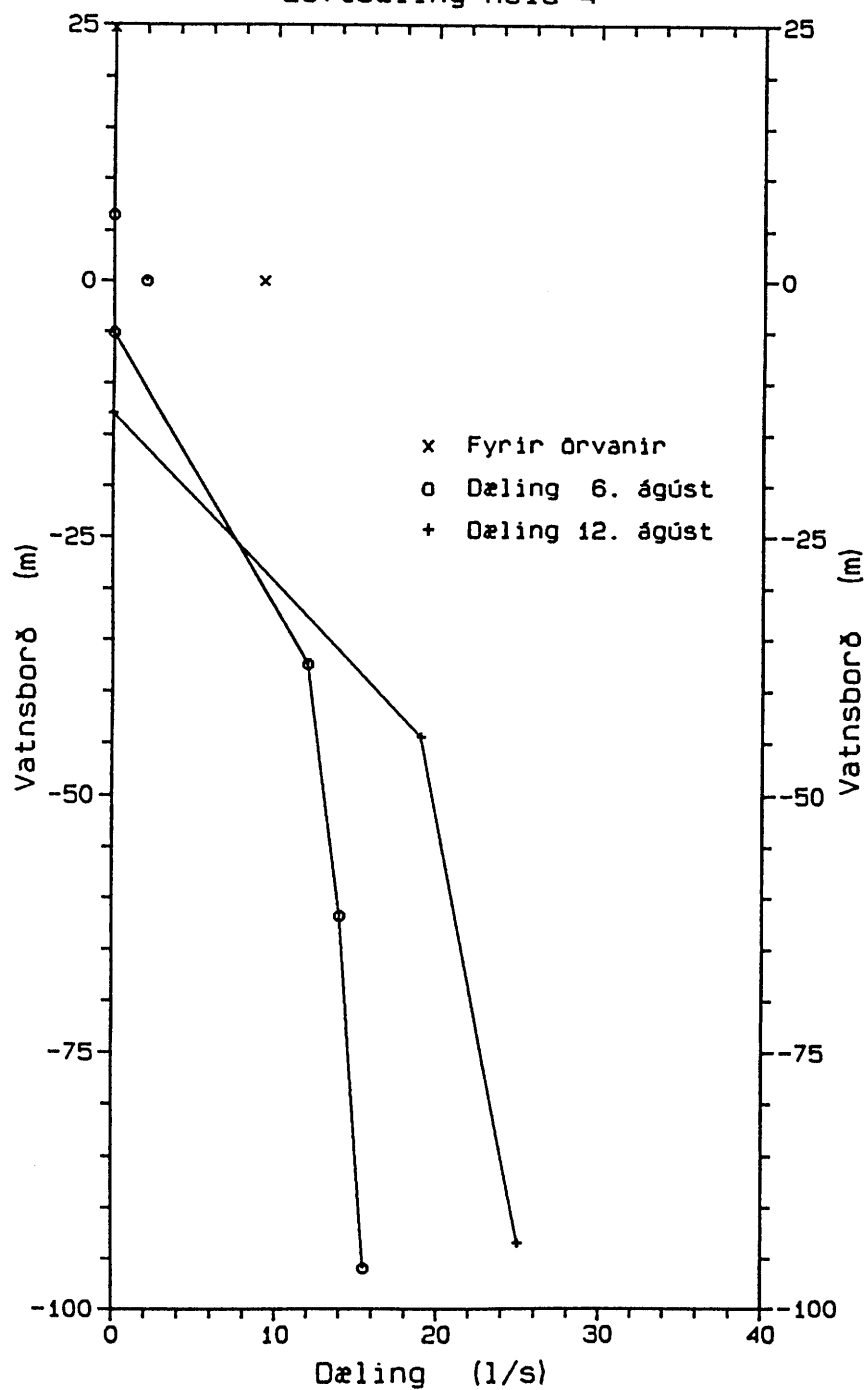


MYND 11. Þrýstingur og afköst í pökkun 1 og 2.



JHD-BM-8711-Omar  
91.09.0430 T

Stóra Fljót, Biskupstungum  
Loftdæling holu 4



MYND 12. Vatnsborð og afköst í loftdælingu 2 og 3.