



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

Benedikt Steingrímsson  
Guðmundur Ómar Friðleifsson  
Einar Gunnlaugsson  
Guðjón Guðmundsson  
Hjálmar Eysteinnsson  
Ómar Sigurðsson

## **KOLVIÐARHÓLL, HOLA KhG-1**

**Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar  
Lokaskýrsla**

**OS-93007/JHD-03**  
Reykjavík, febrúar 1993

**Unnið fyrir  
Hitaveitu Reykjavíkur**



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 630 003

**Benedikt Steingrímsson  
Guðmundur Ómar Friðleifsson  
Einar Gunnlaugsson  
Guðjón Guðmundsson  
Hjálmar Eysteinnsson  
Ómar Sigurðsson**

# **KOLVIÐARHÓLL, HOLA KhG-1**

**Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar**

**Lokaskýrsla**

**OS-93007/JHD-03**

**Reykjavík, febrúar 1993**

**ISBN 9979-827-17-3**

**Unnið fyrir  
Hitaveitu Reykjavíkur**



## ÁGRIP

Vestur-Hengill er nefndur sá hluti háhitasvæðisins í Hengli, sem er í Sleggjubeinsdal og nágrenni. Svæðið er að mestu í landi Kolviðarhóls, sem Reykjavíkurborg er eigandi að. Rannsókn Vestur-Hengils var allt fram á síðasta áratug unnin í tengslum við almennar athuganir á Hengilskerfinu. Árið 1982 gerði jarðhitadeild Orkustofnunar úttekt á stöðu rannsókna í Vestur-Hengli og skilaði tilögum til Hitaveitu Reykjavíkur um hvernig ljúka ætti forkönnun svæðisins til undirbúnings djúpbörunar. Rannsóknirnar voru unnar á árunum 1982-83 og niðurstöðum skilað til HR. Lagt var til að fyrsta rannsóknarholan á svæðinu yrði boruð í Sleggjubeinsdal um 1 km sunnan við yfirborðsjarðhitann í dalnum.

Undirbúningur borunar hófst haustið 1985, og hlaut holan nafnið KhG-1. Gufuborinn Dofri var fenginn í verkið og boraði hann holuna á tímabilinu 2. október - 20. nóvember 1985 í 1816 m dýpi. Vinnslufóðring (9 5/8") er steyp t í 774 m dýpi, en 7"-leiðari er hengdur í holuna á 741 m dýpi og nær hann niður í 1805 m. Í skýrslunni er fjallað um rannsóknir, sem gerðar voru á holu KhG-1 í borun og upphitun eftir borun. Einnig er fjallað um blástursprófun á holunni haustið 1986 og þrýstijöfnun eftir blástur. Áfangaskýrslur, sem út hafa komið um verkið, eru birtar í viðaukum við skýrsluna.

Í jarðlagastaflanum við holu KhG-1 er móberg ráðandi ofan 600 m dýpis, en basalhraunlög þar fyrir neðan. Grágrýtishraun, sem talin eru tilheyra Húsmúladyngjunni, sjást á 185-270 m dýpi í KhG-1. Innskotaberg sást fyrst á rúmlega 600 m dýpi, og eykst tíðni þess með dýpi svipað og komið hefur fram í holum á Nesjavöllum. Hins vegar er samsetning innskotanna með ólíkum hætti í KhG-1. Þar fundust eingöngu ummynduð basaltinnskot, en á Nesjavöllum koma fram þrjár gerðir innskota, þ.e. fersk og ummynduð basaltinnskot og ísúr innskot. Vatnsinnihald bergsins reiknast að meðaltali um 28%. Mest vatnsinnihald reiknast í túfflögum á um 375, 480 og 1100 m dýpi um 40-60%, en fyrir basalhraunlög á 600-800 m dýpi, sem mynda þakbergið yfir jarðhitakerfinu, reiknast vatnsinnihald einungis um 10%.

Berghiti er tiltölulega lágur í efri hluta KhG-1. Á 150 m dýpi er ríkjandi hiti um eða innan við 40°C, og það er fyrst á 700 m dýpi, sem komið er í 100°C. Þar virðist holan fara inn í þakbergið yfir jarðhitakerfinu, og hækkar berghiti hratt með dýpi, t.d. er hitinn um 200°C á 950 m dýpi, en berghiti mælist hækkandi niður á 1300 m dýpi. Þaðan og allt niður á holubotni (1800 m) er berghiti um 270°C. Athuganir á ummyndun bergs við holu KhG-1 sýna að hiti í svæðinu hefur fyrrum verið mun hærri en hann er í dag. Getur þar munað allt að 100°C. Mestur er munurinn ofan 1000 m dýpis, en jafnvel dýpri hlutar jarðhitakerfisins hafa einnig kólnað verulega. Samkvæmt ummynduninni hefur berghiti nærri holubotni verið um eða yfir 300°C, þegar jarðhitavirknin var í hámarki í kerfinu.

Alls fundust 13 vatnsæðar í KhG-1, og eru átta þeirra í vinnsluhluta holunnar. Helstu vinnsluæðar eru á 1285, 1390 og 1717 m dýpi. Talið er að 1717 m æðin sé í misgengi, sem sést austan í Húsmúla um 200 m vestan við holuna. Lekt holunnar var áætluð útfrá þrepaðælingu í lok borunar og þrýstijöfnun eftir borun sem  $kh/\mu = 0,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pas}$ . Þetta er fremur lág lekt miðað við t.d. holur á Nesjavöllum. Prófanirnar bentu hins vegar til þess að holan væri í tengslum við vatnsgæft jarðhitakerfi, en að tengslin væru um tiltölulega tregleiðandi sprungu, eina eða fleiri.

Hola KhG-1 var blástursprófuð í 93 daga haustið 1986. Hún reyndist gefa um 20 kg/s vökva við 7 bar holutoppþrýsting. Vermis renslisins var 1450-1500 MW í hrávarma. Samsvarar þetta um 30 MW í hrávarma, sem er einungis helmingur þess varmaafis sem meðalhola á Nesjavöllum

skilar. Holu KhG-1 var lokað eftir blástursprófunina og stendur hún þrýstingslaus með vatnsborð á um 140 m dýpi.

Efnasýni voru tekin af vökva frá holunni þegar hún blés haustið 1986. Efnasamsetningin bendir til innstreymishita um 265°C, sem er í góðu samræmi við áætlaðan berghita í vinnsluhluta holunnar. Styrkur gass í gufu var um 0,7% af þunga við 7 bar-a og var koldíoxíð um 90% gassins, en brennisteinsvetni um 4%. Þetta er heldur meira gas en mælist í holum á Nesjavöllum (0,4-0,5%). Þar er einnig gassamsetningin allt önnur, því brennissteinsvetni er gjarnan 15-35% gassins í Nesjavallaholum.

Hola KhG-1 verður að teljast vel vinnsluhæf háhitahola, þrátt fyrir að hún geti hvorki talist aflmikil né háþrýst og getur vinnsluþrýstingur á holutoppi tæpast orðið hærri en 10 bar-a. Ekki er talin hætta á útfellingu á kalki í holunni í vinnslu og kísill ætti ekki að setjast til í holunni ef vinnsluþrýstingur er haldið yfir 7 bar-a.

## EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	3
1. INNGANGUR	7
2. STAÐSETNING	9
3. BORSAGA	9
4. JARÐLÖG	13
4.1 Jarðlagaskipan	13
4.2 Innskot	27
4.3 Jarðlagamælingar	29
5. UMMYNDUN	35
5.1 Greiningaraðferðir	35
5.2 Dreifing ummyndunarsteinda	37
6. EÐLISÁSTAND JARÐHITAKERFIS	40
6.1 Staðsetning vatnsæða	40
6.2 Vatnsleiðni KhG-1	42
6.3 Þrýstingur á vatnsæðum	43
6.4 Berghiti	45
7. UPPHLEYPING	47
8. AFL OG AFKÖST	48
9. EFNASAMSETNING BORHOLUVÖKVA	53
9.1 Mat á hita	53
9.2 Efnasamsetning og breyting með tíma	54
9.3 Vinnsluhæfni jarðhitavökvans	58
10. JARÐHITAKERFIÐ VIÐ KOLVIÐARHÓL OG TENGL VIÐ NESJAVELLI	60
11. HEIMILDIR	65
VIÐAUKI V-1 Jarðlagasnið og mælingar (frumgögn)	67
VIÐAUKI V-2 KOLVIÐARHÓLL HOLA KhG-1, 1. ÁFANGI Borun fyrir 13 3/8" fõðringu frá 60 m til 235 m	79
VIÐAUKI V-3 KOLVIÐARHÓLL HOLA KhG-1, 2. ÁFANGI Borun fyrir 9 5/8" vinnslufõðringu frá 235 m til 793 m	99
VIÐAUKI V-4 KOLVIÐARHÓLL HOLA KhG-1, 3. ÁFANGI Borun vinnsluhluta frá 793 m í 1816 m	123
VIÐAUKI V-5 KOLVIÐARHÓLL HOLA KhG-1, 4. ÁFANGI Upphitun, upphleyping, blástur og jöfnun þrýstings eftir blástur	143

## TÖFLUSKRÁ

1. Jarðlagasyrpur í KhG-1	13
2. Flokkun innskota í KhG-1	28
3. Mælingar í KhG-1	32
4. Punnsneiðar og röntgengreiningar í KhG-1	36
5. Hóla KhG-1. Áætlaður berghiti og þrýstingur	46
6. Upphleyping	48
7. Afl og afköst holu KhG-1	53
8. Yfirlit um sýni safnað úr holu KhG-1	54
9. Útreiknaður efnahiti í holu KhG-1	55
10. Efnasamsetning vatns og gufu við 100°C	56
11. Gas í gufu við 7 bar-a þrýsting og samsetning þess	59

## MYNDASKRÁ

1. Staðsetning KhG-1 við Kolviðarhól	10
2. Framvinda borunar KhG-1	11
3. Frágangur KhG-1	12
4. Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í KhG-1	14
5. Jarðlagasnið og mælingar í KhG-1	17
6. Samanburður á tíðni basaltinnskota í KhG-1 og NJ-12	29
7. Tíðnidreifing náttúrulegs gamma og vatnsinnihalds í KhG-1	34
8. Tíðnidreifing 16" og 64" viðnámsmælinga í KhG-1	35
9. Dreifing ummyndunarsteinda í KhG-1	37
10. Staðsetning vatnsæða í KhG-1	42
11. Áætlaður þrýstingur á vatnsæðum í KhG-1	45
12. Áætlaður berghiti í KhG-1	47
13. Blenduskipti 20. nóvember 1986	49
14. Afiferill fyrir holu KhG-1 ásamt afiferlum fyrir holur á Nesjavöllum	50
15. Breytingar á toppþrýstingi, vermi og heildarrennsli með tíma fyrir holu KhG-1	51
16. Breytingar á rennsli vatns og gufu og varmaafli með tíma fyrir holu KhG-1	52
17. Útreiknaður efnahiti í KhG-1. Breytingar með tíma	56
18. Efnasamsetning djúpvökva í KhG-1 og jafnvægisferlar	57
19. Breyting á styrk nokkurra efna í vatni og gufu (100°C) meðan holan blés	58
20. Jafnvægi kvars og ópals og útfellingahætta kfsils	59
21. Uppleysanleiki kalsíts sem fall af hita og sýni úr holu KhG-1	60
22. N-S snið milli KhG-1 og NJ-12	63
23. A-V snið frá Húsmúla yfir í KhG-1	64

## 1. INNGANGUR

Háhitasvæðinu í Hengli hefur verið skipt niður í undirsvæði og byggist sú skipting á dreifingu jarðhitans, eldvirkni og öðrum jarðfræðilegum þáttum, auk landslags og staðhátta. Helst þessara undirsvæða eru Hveragerði (Ölfusdalur), Ölkelduháls, Nesjavellir, Hveradalir, Hverahlíð, Hengladalir og Vestur-Hengill. Það síðastnefnda er að finna í suðvesturluta Hengilssvæðisins og nær það yfir Sleggjubeinsdal og nágrenni (mynd 1). Svæðið er að mestu í landi Kolviðarhóls, sem Reykjavíkurborg er eigandi að.

Jarðhitarannsóknir í Vestur-Hengli hafa lengst af verið unnar í tengslum við almennar athuganir á háhitasvæðinu í Hengli. Fyrsta umtalsverða átakið í könnun Hengilsins var unnið á árunum 1947-49. Þá var jarðfræði svæðisins könnuð ásamt útbreiðslu jarðhitans, hveravatn efnagreint og þyngdarmælingar gerðar á svæðinu. Einnig voru boraðar nokkrar grunnar rannsóknarholur, þar á meðal ein 97,5 m djúp í mynni Sleggjubeinsdals. Greint er frá þessum rannsóknum í greinum Gunnars Böðvarssonar (1951) og Trausta Einarssonar o.fl. (1951). Meginniðurstaða rannsóknanna hvað Vestur-Hengil varðar var sú að helst kæmi til greina að nýta jarðhitann þar til hitaveitu fyrir Reykvíkinga, en slík veita var á þeim tíma hins vegar ekki talin hagkvæm.

Um 1960 beindust augu manna á ný að Hengilssvæðinu. Virkjun jarðhitans ofan Hveragerðis var þá á dagskrá og voru uppi hugmyndir um framleiðslu þungavatns fyrir kjarnorkuiðnað, en einnig stóð til að reisa raforkuvirkjun (Magnús Magnússon, 1987; Merz og McLellan, 1964). Boraðar voru 8 vinnsluholur, 300-1200 m djúpar, fyrir væntanlega virkjun í Ölfusdal. Verksmiðja til framleiðslu á þungavatni varð þó aldrei að veruleika og raforkuverið var aldrei reist, þar sem ákvarðanir í stóriðjumálum kölluðu á margfalt stærri virkjanir en þá 15 MW gufuvirkjun sem áætlanir voru um í Ölfusdal. Borholurnar átta eru hins vegar enn á sínum stað og hefur hitaveita Hveragerðis notað tvær þeirra. Ein holan eyðilagðist í borun, en hinar fimm hafa staðið ónotaðar í þrjátíu ár.

Ýmsar almennar rannsóknir voru gerðar á Hengilssvæðinu á árunum 1960-80. Má þar nefna, að jarðfræði svæðisins var endurskoðuð og kortlögð frá grunni, flugsegulkort var gert af svæðinu, og um 80 viðnámsmælingar gerðar vítt og breitt um svæðið (Kristján Sæmundsson, 1967; Gylfi P. Hersir o.fl., 1990). Einu boranirnar, sem gerðar voru á þessum árum voru 5 rannsóknarholur á Nesjavöllum, en Hitaveita Reykjavíkur keypti þá jörð árið 1964.

Hugmyndir um hitaveitu frá Hengli fyrir höfuðborgarsvæðið voru teknar upp að nýju um 1980, þegar ljóst var að lágheatasvæðin í Reykjavík og Mosfellssveit væru nær fullnýtt af Hitaveitu Reykjavíkur. Megináhersla var lögð á rannsókn Nesjallasvæðisins. Þar er auk jarðhitans gnægð af köldu vatni og aðstæður því betri en annars staðar á Hengilssvæðinu til framleiðslu á upphitudu grunnvatni til húshitunar. Vestur-Hengill var þó einnig inni í myndinni, sem mögulegt vinnslusvæði fyrir HR. Árið 1982, gerði JHD úttekt á stöðu rannsókna í Vestur-Hengli og kom með tillögur til HR um frekari rannsóknir á svæðinu til undirbúnings rannsóknarborunum þar. Þessar rannsóknir voru síðan framkvæmdar á árunum 1982-83. Viðamesti hluti þeirra voru viðnámsmælingar, en einnig voru ýmsir þættir í jarðfræði svæðisins endurskoðaðir, þyngdarmælingar gerðar, og samsetning hveragass í gufuaugum mæld í Sleggjubeinsskarði. Unnið var úr öllum mæligögnum og þau samtúlkuð (Helgi Torfason o. fl. 1983). Lagt var til að ráðist yrði í rannsóknarboranir, og fyrstu holunni valinn staður í Sleggjubeinsdal.

Endanleg staðsetning fyrstu djúpu rannsóknarholunnar í Vestur-Hengli var ákveðin sumarið 1985. Holan er í landi Kolviðarhóls, um 1 km sunnan við yfirborðsjarðhitann í Sleggjubeinsdal.



Hlaut hún nafnið hola KhG-1 og var hún boruð af Gufubor haustið 1985 í 1816 m. Steypt vinnslufóðring nær í 774 m, en leiðari, sem hangir á 741 m dýpi, nær niður á 1805 m. Holan var blástursprófuð um þriggja mánaða skeið haustið 1986, en hefur að öðru leyti verið lokuð. Enginn þrýstingur er á toppi og er vatnsborð á um 140 m dýpi.

Í eftirfarandi skýrslu er fjallað um borun holu KhG-1 og þær rannsóknir, sem gerðar hafa verið á henni fram til 1. janúar 1993. Um verkið hafa þegar komið út nokkrar áfangaskýrslur, og eru þær birtar hér sem viðaukar aftan við skýrsluna.

Frumgögn um borunina og rannsóknir á holunni eru geymd hjá Jarðborunum, Jarðhitadeild OS og Hitaveitu Reykjavíkur eftir því hver þau eru. Jarðboranir halda utan um borskýrslur og fóðringarskýrslur. Þær fyrrnefndu er að finna innbundnar í árbækur merktar Gufubor (Dofra) og Narfa, en fóðringarskýrslur eru geymdar í sérstökum möppum. Hjá JHD eru svarfsýni og borholumælingar geymd. Svarfsýnin er að finna í sérstakri svarfgeymslu. Þau eru í dósnum merktum holunni og því dýpi, sem sýnið er frá. Millistig í úrvinnslu jarðfræðigagna má finna á tveimur stöðum. Lýsingar á svarfsýnum og þunnsneiðum er að finna í möppu merktri holunni og er mappan í vörslu jarðfræðisviðs. Þunnsneiðar eru hins vegar geymdar í sérstakri þunnsneiðageymslu JHD. Röntngreiningar og túlkun þeirra eru geymdar í röntgenstofu JHD. Allar borholumælingar úr KhG-1 eru aðgengilegar í Oracle-gagnagrunni OS. Frumgögn borholumælinga frá borun eru geymd í möppum merktum holunni en mælingar eftir borun (Ameradamælingar) er safnað saman á einn stað ásamt áþekktum mælingum í öðrum holum á landinu og flokkaðar í möppur eftir dagsetningum mælinga og ártali.

Gögn um blástur holunnar eru í vörslu HR. Mælingar á afli holunnar og toppþrýstingi eru geymd, annars vegar í töflum í mælímöppum og hins vegar á disklingum fyrir IBM-einkatölvu. Í mælímöppunum er einnig að finna upplýsingar um rekstur og viðhald á holunni. Auk þessa heldur HR utan um efnasýni, sem tekin hafa verið, svo og efnagreiningar.

Jarðhitadeild Orkustofnunar og Hitaveita Reykjavíkur hafa unnið að rannsóknum á holu KhG-1. Einar Gunnlaugsson er starfsmaður HR, en aðrir höfundar eru starfsmenn JHD. Auk höfunda hafa fjölmargir aðilar sinnt einstökum rannsóknarþáttum. Má þar nefna eftirtalda: Má Gunnarsson og Jóhann Kristjánsson hjá HR, Árnýju Erlu Sveinbjörnsdóttur, Guðlaug Hermannsson, Guðna Axelsson, Guðna Guðmundsson, Gyðríði Jónsdóttur, Helgu Tulínus, Hilmar Sigvaldason og Jósef Hólmjárn hjá JHD, og Sigurð Benediktsson og áhafnir Dofra og Narfa hjá Jarðborunum h/f.

## 2. STAÐSETNING

Hola KhG-1 er í Sleggjubeinsdal um 1 km sunnan jarðhitans í dalnum (mynd 1). Hún er rétt norðan við skíðaskála Knattspyrnufélagsins Vals. Holutoppur er í um 270 metra hæð yfir sjáv-armáli. Við staðsetningu holunnar var tekið mið af yfirborðsrannsóknnum á svæðinu. Holan er innan sprungubeltisins sem gengur í gegnum Hengilinn, og má sjá stór misgengi í austurhlífum Húsmúla skammt vestan holunnar. Því mátti búast við þokkalegri lekt í Sleggjubeinsdal þar sem holan skæri misgengin. Athuganir á hveragasi úr gufuaugum í dalnum benda til þess að undir sé um 300°C heitt jarðhitakerfi. Reyndar er yfirborðsjarðhitinn nokkuð fjarri holustæðinu, en við-námsmælingar sýna að kerfið teygir sig niður dalinn vel suður fyrir holuna. Grunnt í jörðu er viðnám lágt, en neðan 500-800 m dýpis er komið í hátt viðnám. Í túlkun viðnámsmælinganna var gert ráð fyrir að háviðnámið sýndi toppinn á sjóðheitu jarðhitakerfi, og var jafnvel talið hugsanlegt að um þurr-gufukerfi væri að ræða (Helgi Torfason o.fl. 1983).

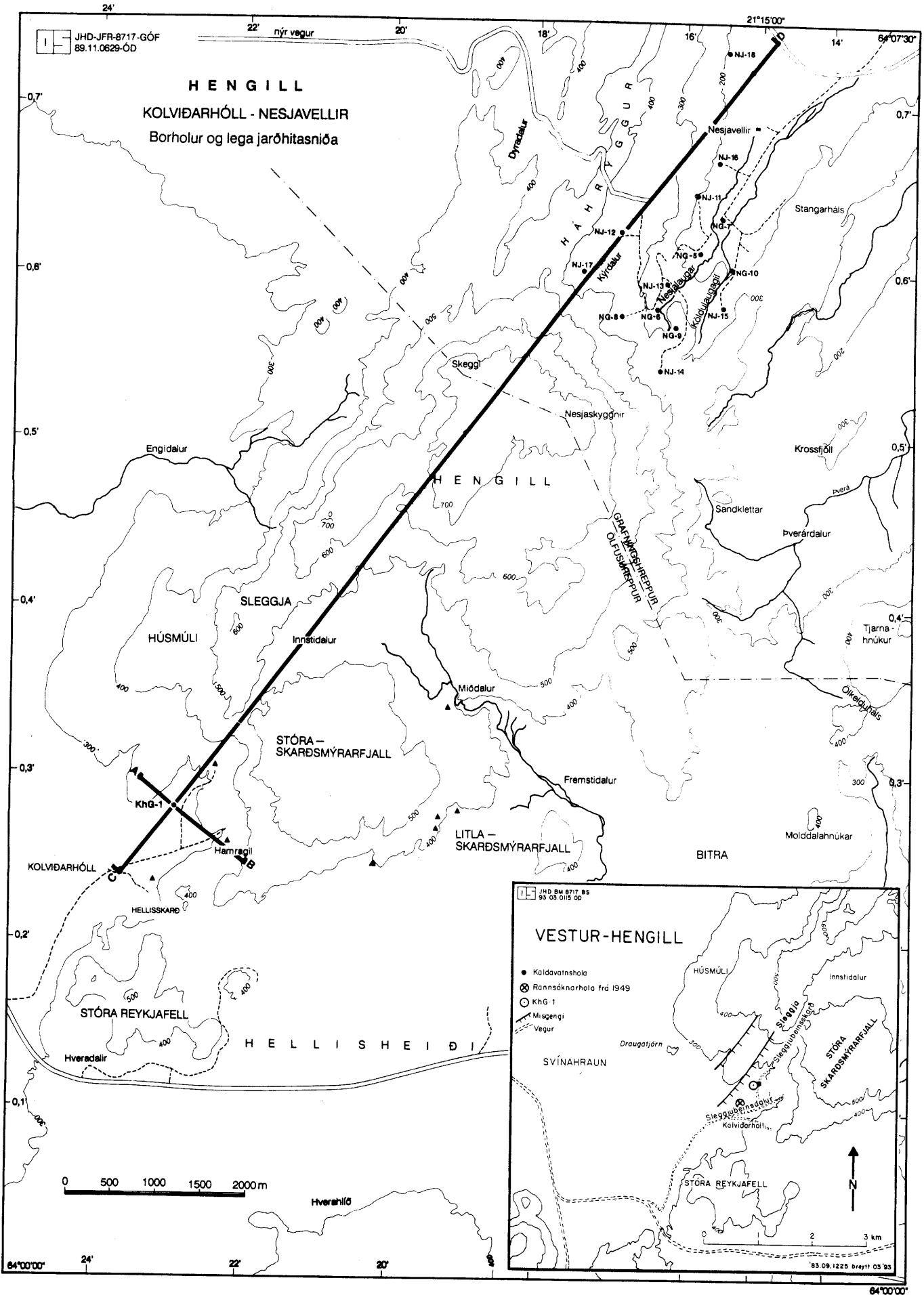
## 3. BORSAGA

Hola KhG-1 var boruð með Gufubornum Dofra á tímabilinu 2. október til 20. nóvember 1985 í 1816 metra dýpi. Verkið var ekki unnið samfelld, en alls tók 44 verkdaga að ljúka boruninni. Gangi verksins hafa verið gerð ítarleg skil í þrem áfangaskýrslum og er þær að finna í viðaukum V-2 til V-4. Hér verður því aðeins stiklað á helstu þáttum borsögunnar, en að öðru leyti vís- að í viðaukana.

Á mynd 2 er framvinda borunar KhG-1 sýnd, en hönnun og frágangur hennar sést á mynd 3. Höggborsfóðring nær í 60 m dýpi, en fyrir öryggisfóðringu boraði Dofri í 235 m dýpi. Á 130 m dýpi fór botnfall að safnast í holuna og tókst ekki að stöðva hrunið þrátt fyrir tvær steypingar. Var að lokum brugðið á það ráð að bora áfram með borleðju. Tókst að komast í fóðringardýpi, en um 6 m botnfall var í holunni, þegar öryggisfóðringin var sett niður. Eftir fyrstu steypingu fóðringarinnar fannst steypuborð á 127 m dýpi. Leki var við steypuborðið og var því stept næst niður á milli fóðringa. Náðist að fylla upp með fóðringunni.

Í borun fyrir vinnslufóðringu lenti borinn í hruni á 375 m dýpi og náði botnfall upp í 358 m. Stept var tvívegis í holuna án þess að komist væri fyrir hrunið, og var því borað áfram með borleðju. Í verkáætlun um holuna hafði verið gert ráð fyrir vinnslufóðringu í a.m.k. 600 m dýpi, en þar sem ummyndun þar benti til hita um eða innan við 100°C var borun haldið áfram í 793 m dýpi. Í borsvarfi sást laumontít einn zeólíta í neðstu 100 metrnum, og því ljóst að hitastig fór hækkandi milli 120-180°C. Óverulegt skoltap mældist í boruninni, og eftir að vinnslufóðringunni hafði verið komið fyrir, var holan alveg þétt. Botnfall í henni reyndist 13 m og nær vinnslufóðringin aðeins í 774 m dýpi. Erfiðlega gekk að steypa fóðringuna. Eftir fyrstu steypingu fannst steypuborð rétt ofan 400 m dýpis. Skotin voru göt á fóðringuna á 396 m, og síðan á 378 m, þar sem ekki náðist skolun gegnum fyrri götin. Eftir næstu steypingu var steypuborð á 115 m, og varð því enn að skjóta göt á fóðringuna (110 m). Að þessu loknu tókst að steypa fóðringuna upp í topp.

Borun vinnsluhluta KhG-1 gekk greiðlega. Á 1300 m dýpi kom fram 25 l/s skoltap. Tapið minnkaði fljótlega og hélst á bilinu 10-20 l/s niður í 1717 m dýpi þar sem allt skolvatn tapaðist um stund (~46 l/s). Holan varð 1816 m á dýpt. Skoltap eftir borun mældist um 50 l/s.



Mynd 1. Staðsetning KhG-1 við Kolviðarhól.

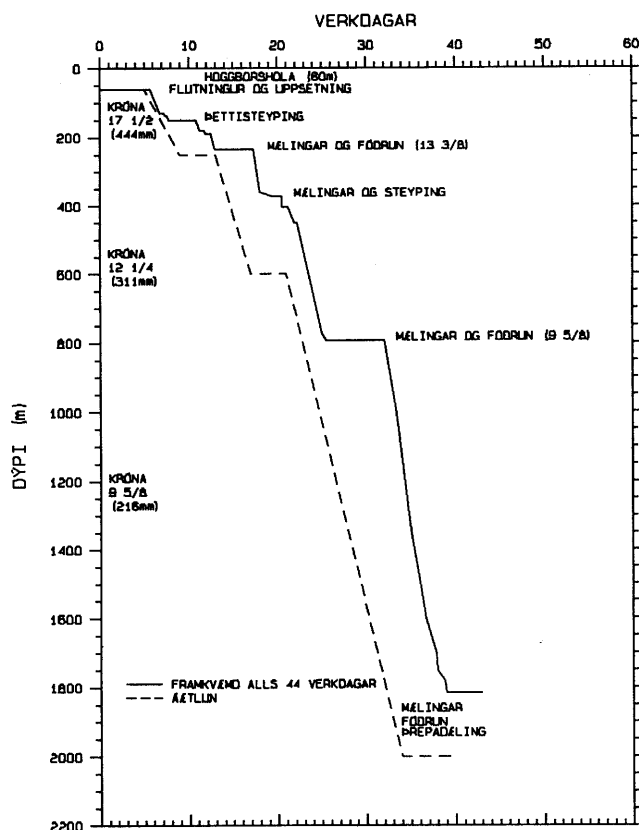
Alls tók borun KhG-1 44 verkdaga og var verkið nokkurn veginn skv. áætlun eins og sést á mynd 2.

Sumarið 1988 kom í ljós að holan var stífluð á 372 m dýpi, þ.e. vel uppi í vinnslufóðringu. Tókst ekki með nokkru móti að koma mælitækjum eða lóðum í gegnum stífluna, sem virtist vera hálfgerð leðja og fékkst sýni af efninu klesst á hitamæli eftir ferð í holuna. Athuganir sýndu að leðjan var ummyndað Portland-sement. Er talið að sementsleðja hefði runnið inn í holuna um skotgöt á fóðringunni og stíflað holuna. En eins og kom fram hér að ofan þurfti að skjóta göt á vinnslufóðringuna á nokkrum stöðum, m.a. á 378 m dýpi eða rétt neðan við stífluna.

Haustið 1991 var ákveðið að hreinsa holu KHG-1, svo hún gæti nýst til eftirlits með hita og þrýstingi í vesturhluta Hengilssvæðisins. Hreinsunin hófst síðustu dagana í nóvember og var jarðborinn Narfi notaður við verkið. Vatni var fyrst dælt á holuna, en síðan var farið með borkrónu í rúmlega 400 m dýpi. Ekki varð vart við neina fyrirstöðu. Næst var settur niður pakkari og skotgötin þrýstiprófuð. Var niðurstaða prófunarinnar sú að götin væru þétt og því ekki hægt að þrýsta steypu út um þau. Að verkin loknu var holan lóðuð í botn, sem reyndist á 1787 m dýpi.

JHD-BM-8717 GuH  
89.06.0327 T

KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1  
BORUN GUFUBORS  
1985. 10. 01-11. 20



Mynd 2. Framvinda borunar KhG-1.

JHD-8M-6607-GjG  
83.01 0187

KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1

Staðsetning: Hnit

Hæð yfir sjó

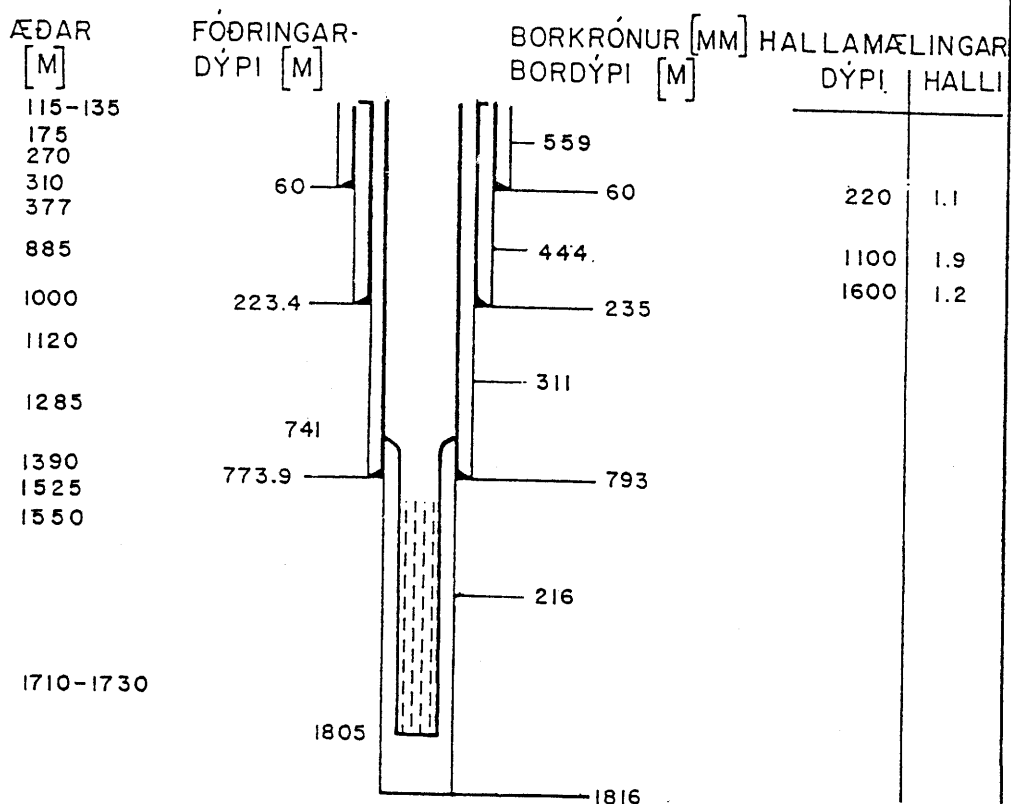
Fjarlægðir : Drifborð- kjallarabrún 4,56m, kjallarabrún - kragi 2.65

Höggbersfóðring: Utanmál 470 mm, veggþykkt 8 mm

Öryggisfóðring : 13 3/8" API 68 # (0-53.8m) 6I # 53.8 - 223.4

Vinnslufóðring : 9 5/8" API J-55 47 # BTC

Leiðari 7" API K-55 23 # BTC



Dýptartölur fóðringa eru míðaðar við flans  
aðrar tölur við rotary Gufubors

Mynd 3. Frágangur KhG-1.

## 4. JARÐLÖG

Borsvarfi var safnað í 100 ml dósir á 2 m bili, eins og venja er, og jarðlög greind samftimis því sem borað var. Upplýsingar sem þannig fengust á borstað voru m.a. nýttar til mats á gerð hrun-gjarnra jarðlaga, vatnsæða og hitaástandi í jarðhitageyminum. Nánari úrvinnsla á borsvarfinu var svo gerð síðar í Reykjavík, þar sem m.a. var stuðst við þunnsneiðaathuganir og jarðlaga-mælingar. Jarðlögum holunnar er skipt í jarðlagasyrpur í kafla 4.1, sem síðan eru nýttar við lík-angerð af jarðhitasvæðinu í kafla 10 og til tenginga yfir á jarðhitasvæðið á Nesjavöllum. Magn innskotsbergs í holu KhG-1 er metið í kafla 4.2 og borið saman við magn innskota í holu NJ-12 á Nesjavöllum. Loks er jarðlagamælingum og helstu niðurstöðum á úrvinnslu þeirra lýst í kafla 4.3.

### 4.1 Jarðlagaskipan

Einfaldað jarðlagasnið með mælingum er sýnt á mynd 4, sem nýta má sem yfirlitsmynd við lýs-ingu á jarðlagasyrpunum hér á eftir. Nákvæmara jarðlagasnið er svo sýnt á mynd 5 og er vísað til þess eftir þörfum. Jarðlögum holunnar er skipt í 8 syrpur svo sem sýnt er í töflu 1. Helstu einkennum hvernar syrpu er síðan lýst í sömu röð:

Með skiptingu í jarðlagasyrpur er leitast við að draga fram helstu auðkenni jarðlagastafans. Jarðlagasyrpunum má hins vegar skipta í smærri einingar svo sem fram kemur hér á eftir, og gæti sú skipting komið að gagni síðar þegar fleiri holur verða boraðar í jarðhitasvæðið við Kol-viðarhól.

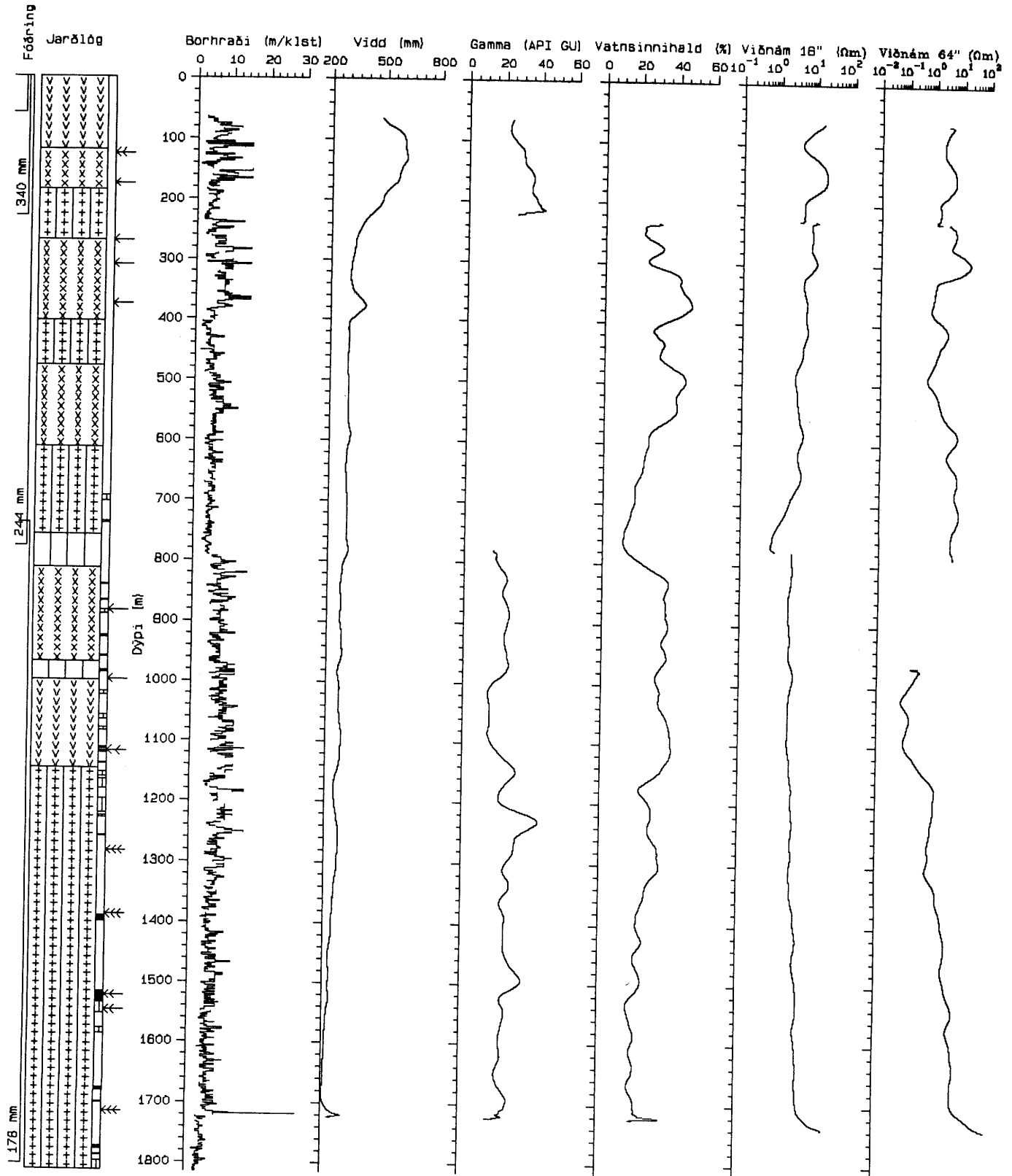
MÓBERGSMYNDUN (0-185 m). Mynduninni má skipta í efri (0-120 m) og neðri hluta (120-185 m). Neðri hlutinn er úr bólstrabergi sem kann að vera af svipuðum aldri og Háhryggur, sem gengur undir Hengilinn norðanverðan (Kristján Sæmundsson, 1967), og er um 80-100 þús-und ára gamall. Efri hlutinn er úr túffi, trúlega frá svipuðum tíma og gosmyndun sem kennd er við Reykjafjall. Móbergið í holunni er þó feldspatdflótt, sem ofangreindar myndanir eru ekki, og neðri einingin a.m.k. er af ólivín-þóleíft samsetningu.

Tafla 1. Jarðlagasyrpur í KhG-1.

Móbergsmýndun	0 - 185 m
Dyngjuhraun	185 - 270 m
Móbergsmýndun	270 - 406 m
Hraunlög	406 - 480 m
Móbergsmýndun	480 - 615 m
Hraunlagastafli	615 - 816 m
Móbergsmýndun	816 - 1150 m
Hraunlagastafli	1150-1816 m

JHD-BM/BJ-8717 HE/GOF  
88.01.0055 T

# KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1 EINFALDAÐ JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



Mynd 4. HOLA KHG-1. Einfaldað jarðlagasnið og mælingar. Skýringar á bls. 26.

Túffið (0-120 m) er feldspatdflótt og eru glerinnlyksur áberandi í dflunum. Frauðkennt basaltlag á 40 m dýpi er trúlega bólstrabergslinsa. Móberg þetta er trúlega þar sama og það sem finnst á yfirborði í Sleggjubeinsskarði og er yngra en ísúra myndunin í Sleggju. Á yfirborði sést að það hefur runnið niður hljóðina í átt að Húsmúlamisgenginu (Jarðfræðikort af Hengli, í vinnslu). Neðan 40 m dýpis í KhG-1 ber minna á dflum í túffinu, svo vera má að um aðskildar einingar sé að ræða. Túffið er orðið að samliðdu móbergi (palagónitisering) fyrir áhrif vatns og veðrunar, og nokkrar áberandi litabreytingar af völdum jarðhita sjást af og til efst í holunni (56 m, 80 m, 88 m, 104 m, 110 m).

Bólstrabergið (120-185 m) er af ólivín-þóleíft samsetningu. Bergið er stakdflótt. Mest ber á feldspatdflum en jafnframt sjást dflapyrpingar úr feldspati, pýroxen og ólivíni ("skeletal"-vöxtur). Í þunnsneiðum sést að smáir feldspatlistar mynda geisla- eða stjörnuþyrpingar með pýroxen. Hugsanlegt er að bólstraberg þetta sé hluti af móbergsmýndun sem kennd er við Stóra Reykjafell, sem er af ólivín-þóleíft samsetningu. Nokkrar túfflinsur sjást í bólstrastaflanum og eru þær þykkustu sýndar á jarðlagasniðinu á mynd 5. Neðstu 20 m eru úr túffi. Þunn setlinsa og áberandi ummyndunarskil sjást á 175 m dýpi. Túffið ofan linsunnar er fersklegt að sjá miðað við túffið undir sem er grænt af ummyndun. Túffið gæti verið samtímamyndun við Litla Reykjafell (Háhygg).

DYNGJUHRAUN (185-270 m). Á þessu 85 m þykka dýptarbili eru grágrýtishraun sem talin eru tilheyra Húsmúladyngjunni, sem er um 100 þús. ára gömul, og elst jarðmyndana á yfirborði í vestanverðum Hengli. Hraunin eru grófkornótt og feldspatdflótt, með smærri og færri ólivín- og pýroxendíla. Grunnmassi er samsettur úr feldspatlistum, magnetíti og basaltgleri, sem er áberandi. Glerið er að mestu ummyndað í smektít og ólivín er að hluta til ummyndað í iddingsít, og málmurinn oxideraður að sjá.

MÓBERGSMYNDUN (270-406 m). Móbergsbreksfa einkennir myndunina, en hún er sambland af frauðkenndu, illa kristölluðu basalti og blöðróttum túffkornum. Basaltkornin eru frekar grófkristölluð og feldspatdflar sjást. Ofan til í mynduninni eru tvö basaltlög. Það efra nær frá 290-306 m dýpi. Það er allt að því dulkorna í ásýnd, aðeins stakdflótt, og má vera að það tilheyri ekki móbergsmýnduninni, þó til greina komi að líta á það sem stapahraunlag, myndað samtímis móberginu. Basaltlagið kemur einkar skýrt fram í jarðlagamælingunum (mynd 5). Neðra basaltlagið er ekki eins fínkornótt og svipar því meira til móbergsbreksfunar, og er það sama að segja um þunnt basaltlag litlu neðar (368 m dýpi).

HRAUNLÖG (406-480 m). Hraunlögin eru meðalkorna og eitthvað feldspatdflótt; trúlega ólivín-þóleíft að samsetningu. Hraunlögin koma fram í jarðlagamælingunum. Skilja þau sig skýrt frá jarðlögum ofan og neðan við hvað mælingarnar varðar.

MÓBERGSMYNDUN (480-615 m). Borsvarfið er blanda af kargalegu basalti og túffi, líkast til úr bólstrabreksfu. Glerjuðu basaltlögin sem sýnd eru á sniðinu eru trúlega heillegra bólstraberg. Annars aðgreinast þessi lög ekki frá móbergsmýnduninni í heild í jarðlagamælingum eða borhraða sem bendir til, að myndunin sé nokkuð svipuð innbyrðis. Í þunnsneið (584 m) sést að móbergið er samsett af feldspatlistóttu, blöðróttu túffi og feldspatdflóttum basaltbrotum. Dflapyrpingar eru algengar og valda því að stöku svarfkorn líta út sem grófkorna basalt. Eftirtektarvert er að sjá hve feldspatdflarnir eru mikið ummyndaðir (breyttir í zeólíta). Móbergið er í öllu falli basískt og trúlega ólivín-þóleíft samsetningar.



HRAUNLAGASTAFLI (615-816 m). Staflanum má skipta í tvær einingar. Sú efri er úr grófkorna ólivín-þóleíft hraunum (615-760 m), en sú neðri úr fínkornóttari þóleíft lögum. Föer eftir ólivíndíla sjást greininlega í efri einingunni. Ólivín-þóleíft hraunlögin eru áberandi rauðleit af oxideringu, en oxun er minna áberandi í þóleíft lögum nema þá helst í kargalögum milli hrauna. Basaltinnskot virðist vera á 700 m dýpi. Það er heldur fínkornóttara en hraunin og fersklegt gler, sem sést í svarfsýnum við þetta lag, er trúlega úr kælikápu þess. Vísbending um myndbreytingu grannbergs sést í þunnisneið sem tekin var af svarfi litlu neðar, og innskotið sjálft er nokkuð ummyndað að sjá þar sem leir er áberandi. Annars getur verið nokkrum vandkvæðum bundið að greina innskot með vissu í svarfsýnum sem tekin eru á 2 m fresti, ekki hvað síst þegar berggerðum svipar saman.

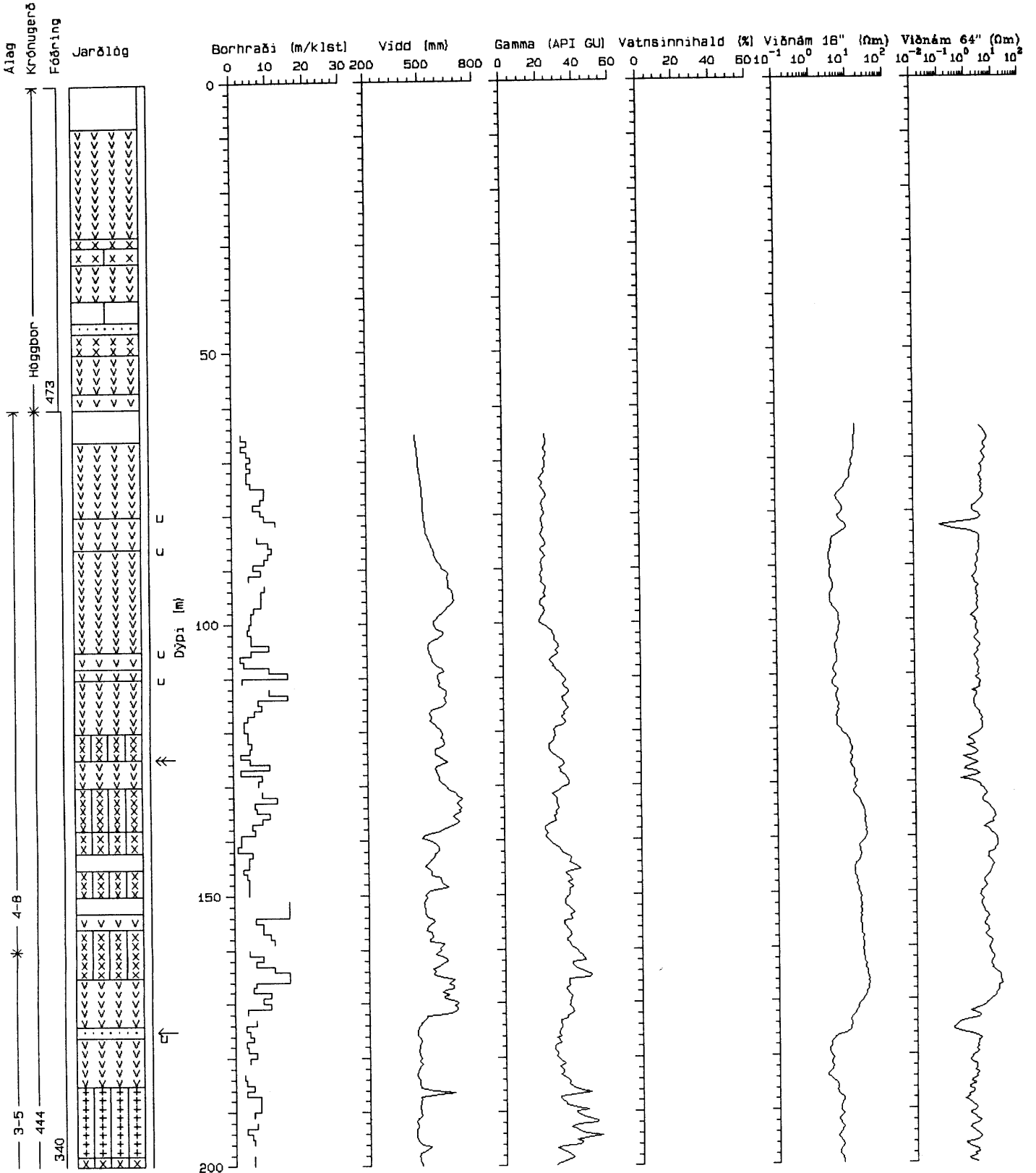
MÓBERGSMYNDUN (816-1150 m). Mynduninni má skipta í tvennt um 30 m þykkann basaltkafli á 972-1002 m. Í heildina tekið sést að neðri hluti myndunarinnar er túffrskari en efri hlutinn. Enginn sjáanlegur munur er hins vegar á berggerð. Túffið inniheldur smáa feldspatlista, og basaltbrot í báðum hlutum eru úr fremur fínkornóttu basalti. Basaltlögin sem skipta mynduninni í tvennt eru svipuð ásýndar og því virðist sem um eina móbergsmyndun sé að ræða. Epidót og klórít gefa berginu grænan lit, enda er allt glertúffið ummyndað að heita má. Þunn basaltinnskot sjást öðru hvoru í móberginu. Þau fínkornóttu kunna að hafa myndast samtímis móberginu, en þau grófkornóttu eru væntanlega yngri.

HRAUNLAGASTAFLI (1150-1816 m). Hraunlagastaflanum mætti e.t.v. skipta upp í 5 til 6 einingar á grundvelli fín- eða grófkorna basaltlaga. Hins vegar hefur slík skipting ekki mikið upp á sig að svo stöddu þar sem óvissa er talsverð um hlutfallslegt magn innskota í staflanum. Basaltið er að flestu leyti svipað ásýndar á öllu þessu dýptarbili. Í heildina tekið ber mest á meðal- til grófkorna basaltlögum. Fín- til meðalkorna basaltlög eru mun færri og engin áberandi set- eða móbergsmillilög komu fram. Einungis eitt lag er það grófkornótt að dóleríttákn sé notað á ætlað innskotslag. Vegna mikillar ummyndunar hafa svo ýmis einkenni innskotslaga, svo sem kælikápur o.fl. máðst út og torvelað aðgreiningu frá þunnum kargalögum milli hraunlaga. Því má vera að hlutfallslegt magn innskota sé eitthvað vanmetið. Ástæða þessarar vangaveltu felst í því að háhitasteindin amfiból (eða aktínólít) kemur fram í öllum röntgen- og flestum þunnisneiðagreiningum frá 1140 m niður á 1500 m dýpi og öðru hvoru þar fyrir neðan.

Á 1717 m dýpi varð algjört skoltap í borun, borhraði jókst og féll borstrengurinn nánast um 1 metra. Jafnframt sást mikil aukning sprungufyllinga í svarfinu, þegar skol kom upp á nýjan leik, en engin umtalsverð breyting sást hins vegar í jarðlögum. Af þessu liggur beint við að álykta að borinn hafi skorið opna sprungu á þessu dýpi. Á staðsetningarkortinu á mynd 1 eru sýnd tvö misgengi í Húsmúladyngjunni austanverðri. Er annað misgengið um 200 m vestan holu KhG-1 en hitt 500 m vestar og hallar báðum misgengjunum til austurs. Á yfirborði er sjáanlegt sig á misgengjunum mokrur tugir metrar, en samkvæmt svarfgreiningunni er grágrýti Húsmúlans að finna á 185-270 m dýpi í holunni, sem sýnir að sigið á eystra misgenginu er nærri 200 metrum. Miðað við 6-7° halla sker eystra misgengið borholuna á um 1700 m dýpi, og er gert ráð fyrir því í þeim hugmyndum sem fyrir liggja um jarðhitakerfið að vatnsæðin sem kom fram á 1717 m dýpi sé í eystri misgengissprungunni.

JHD-BM/BJ-8717 HE/GOF  
88.01.0054 T

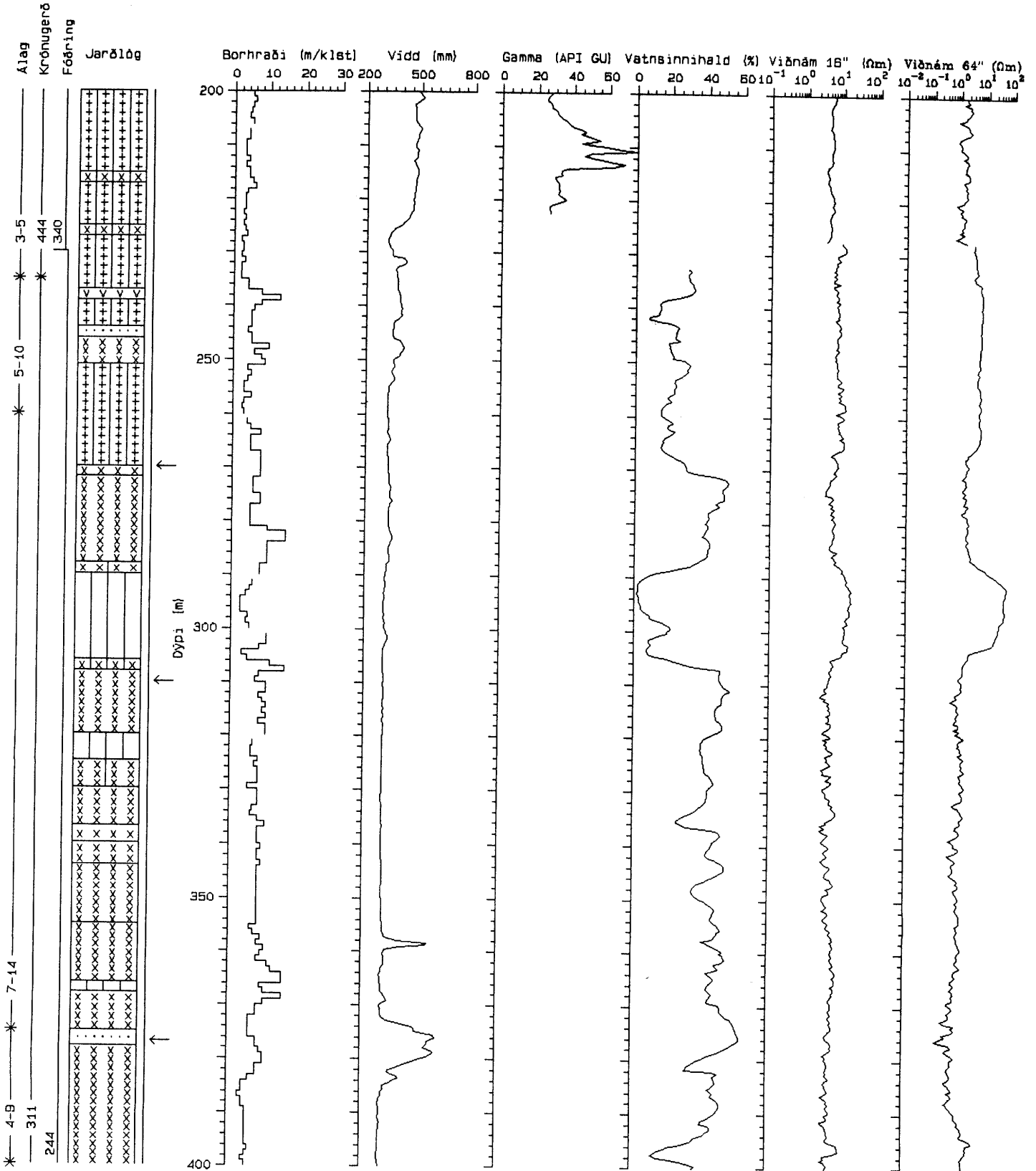
# KOLVIDARHÖLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



Mynd 5. HOLA KHG-1. Jarðlagasnið og mælingar. Skýringar á bls. 26.

JHD-BM/BJ-8717 HE/GOF  
89.01.0054 T

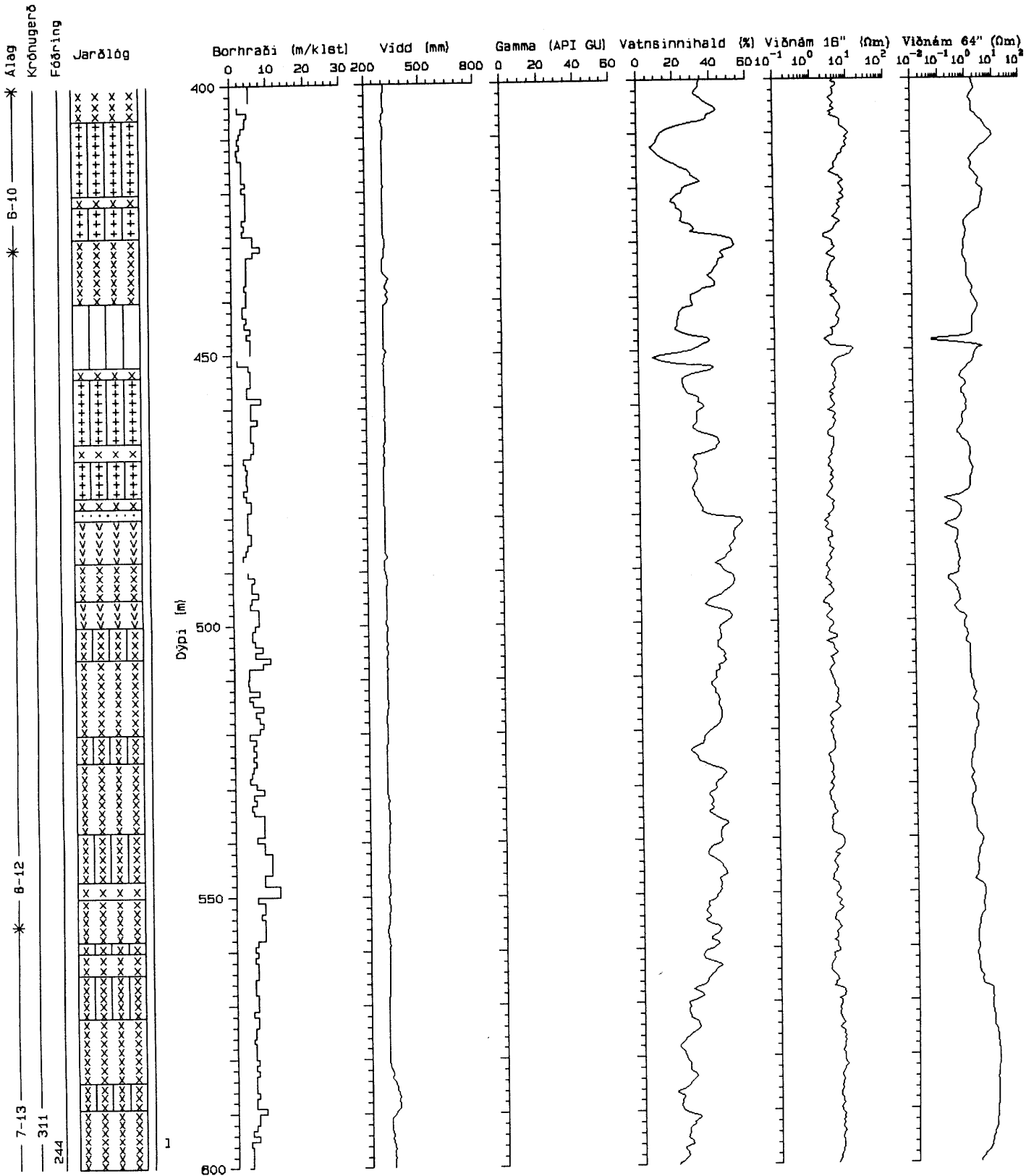
# KOLVIDARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



Mynd 5. Jarðlagasnið og mælingar (framhald).

JHD-BM/BJ-8717 HE/GOF  
89.01.0054 T

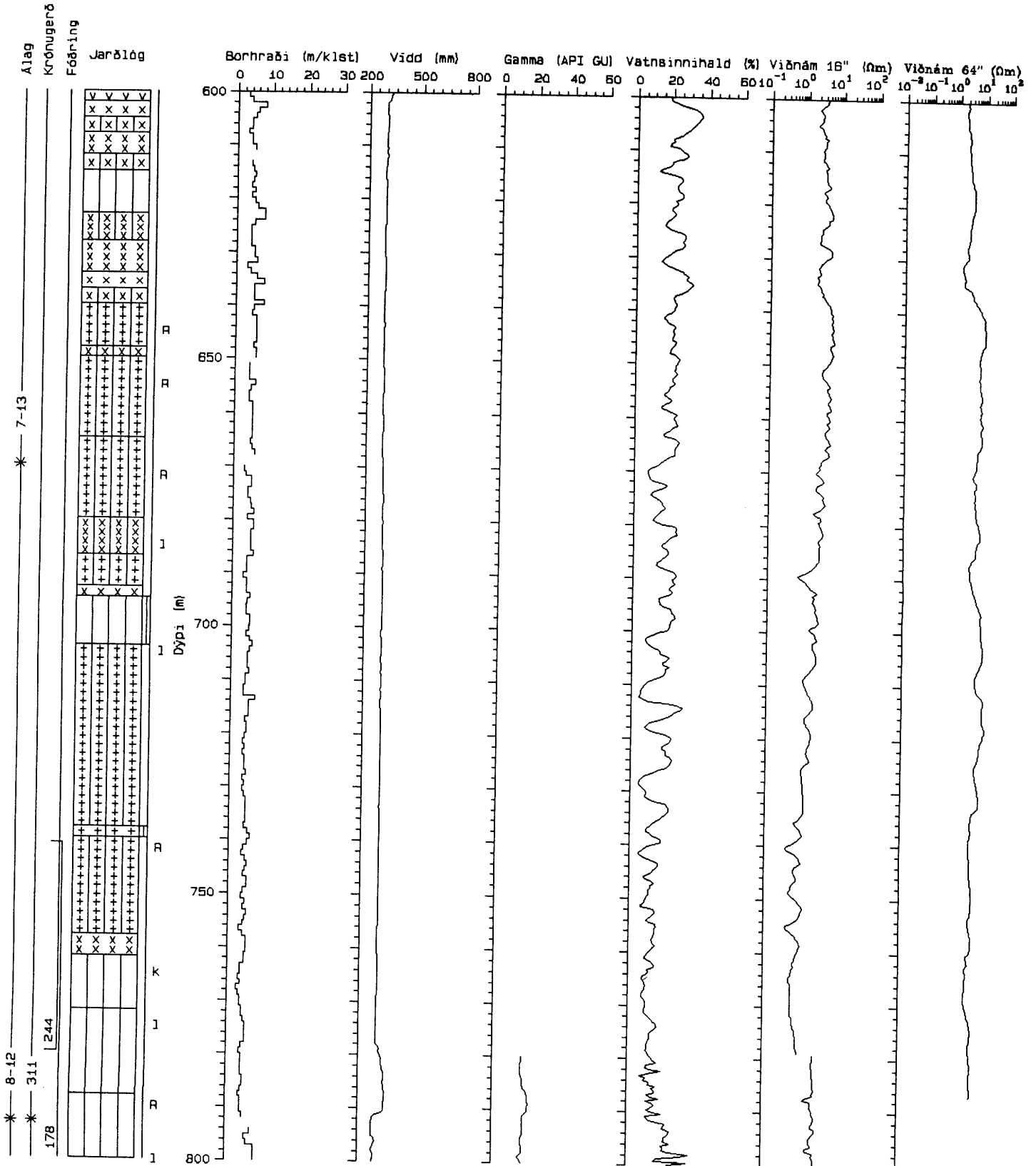
# KOLVIDARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



Mynd 5. Jarðlagasnið og mælingar (framhald).

JHD-BM/BJ-8717 HE/GOF  
88.01.0054 T

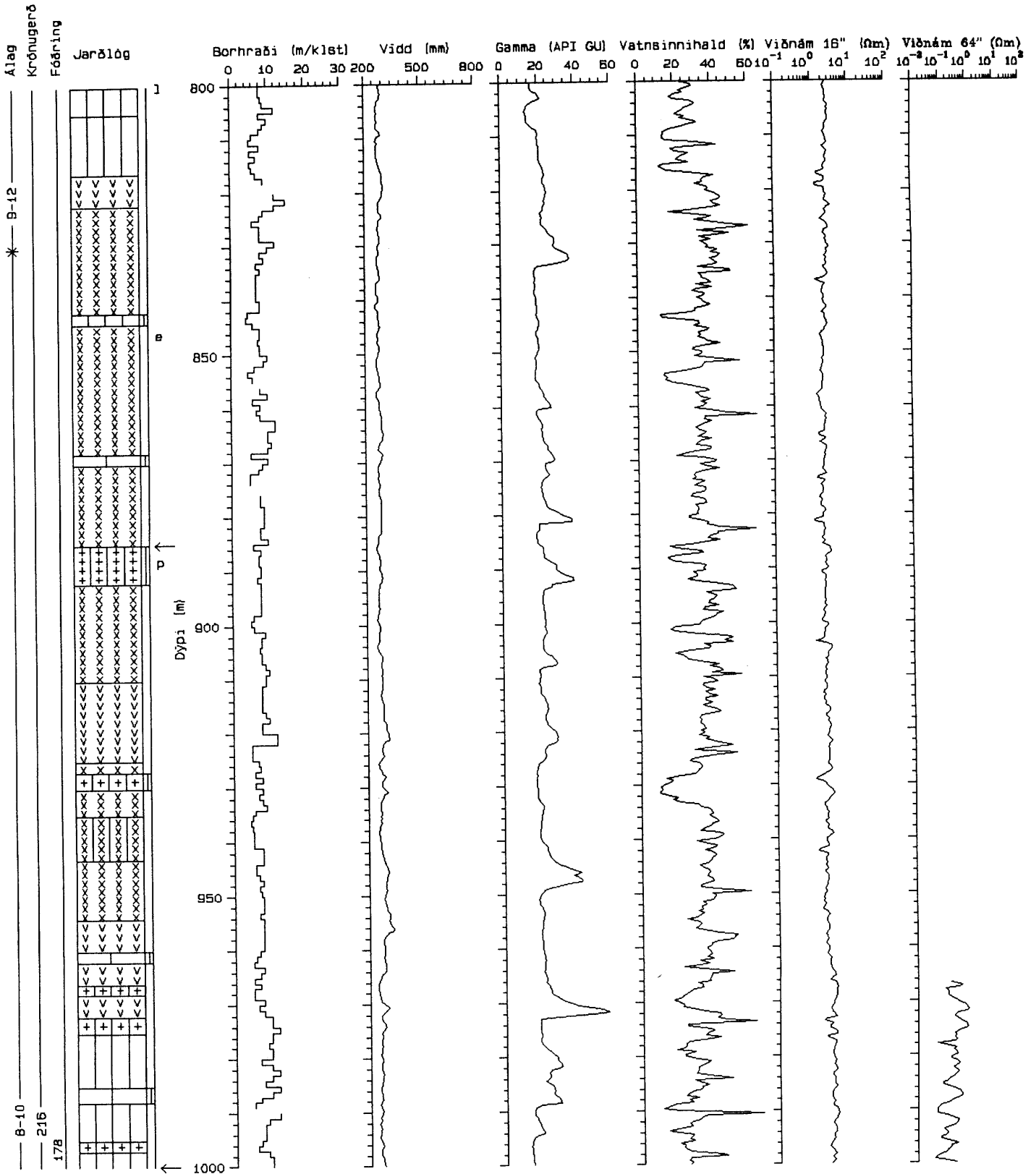
# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



Mynd 5. Jarðlagasnið og mælingar (framhald).

JHD-BM/BJ-8717 HE/GOF  
89.01.0054 T

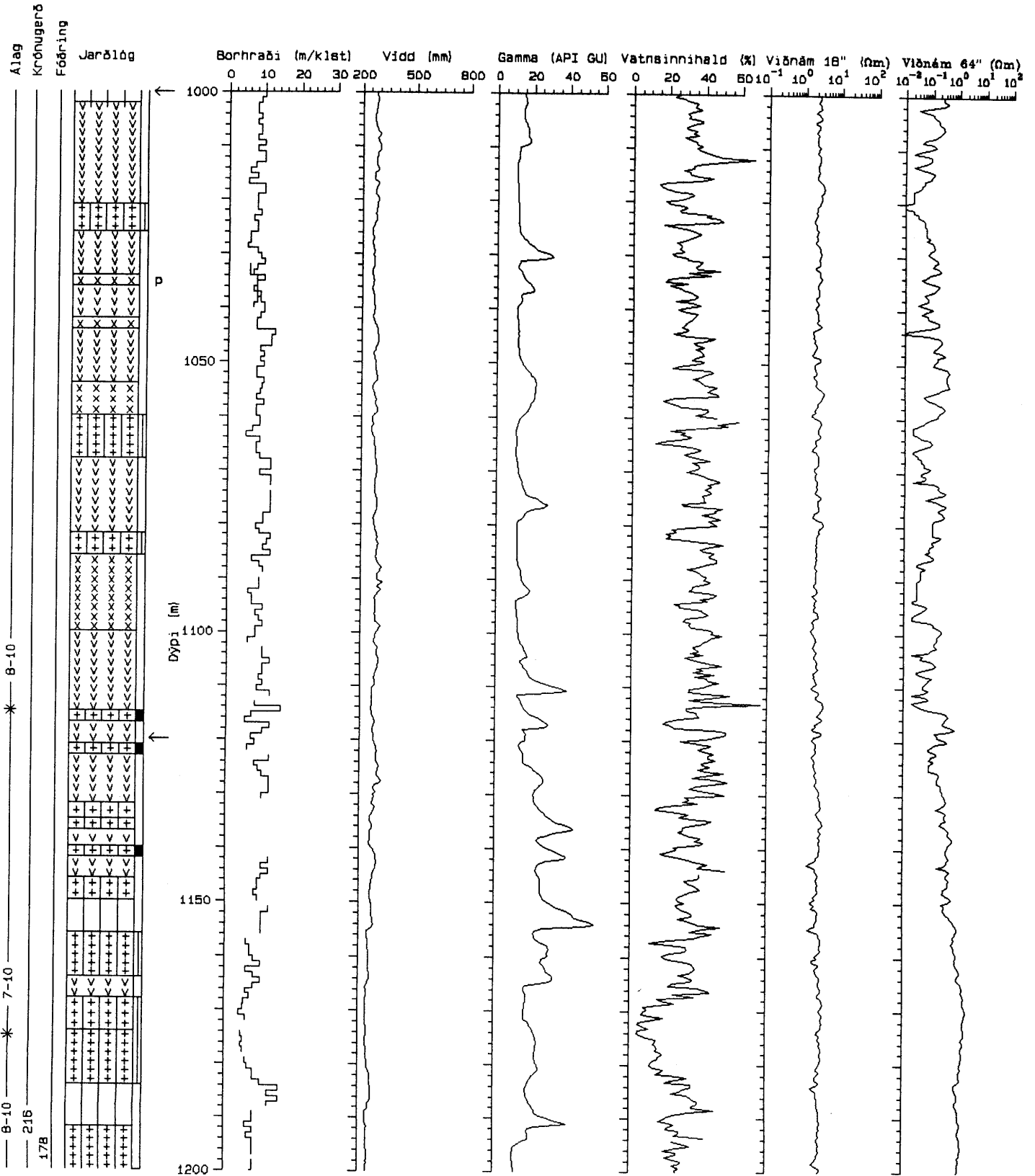
# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



Mynd 5. Jarðlagasnið og mælingar (framhald).

JHD-BM/BJ-8717 HE/GOF  
89.01.0054 T

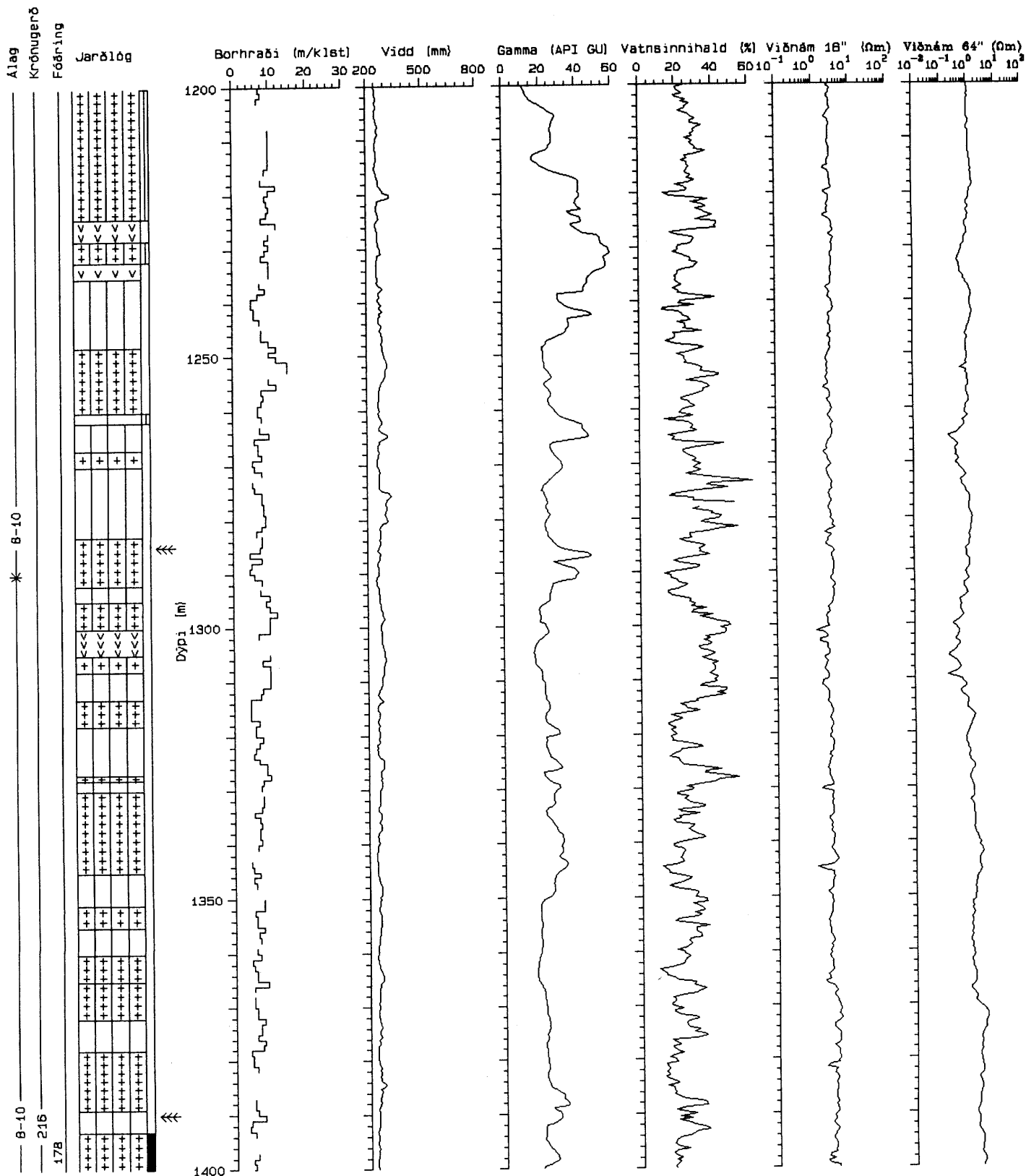
# KOLVIDARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



Mynd 5. Jarðlagasnið og mælingar (framhald).

JHD-BM/BJ-8717 HE/GOF  
89.01.0054 T

# KOLVIDARHÓLL HOLA KHG-1 JARDLAGASNIÐ OG MÆLINGAR

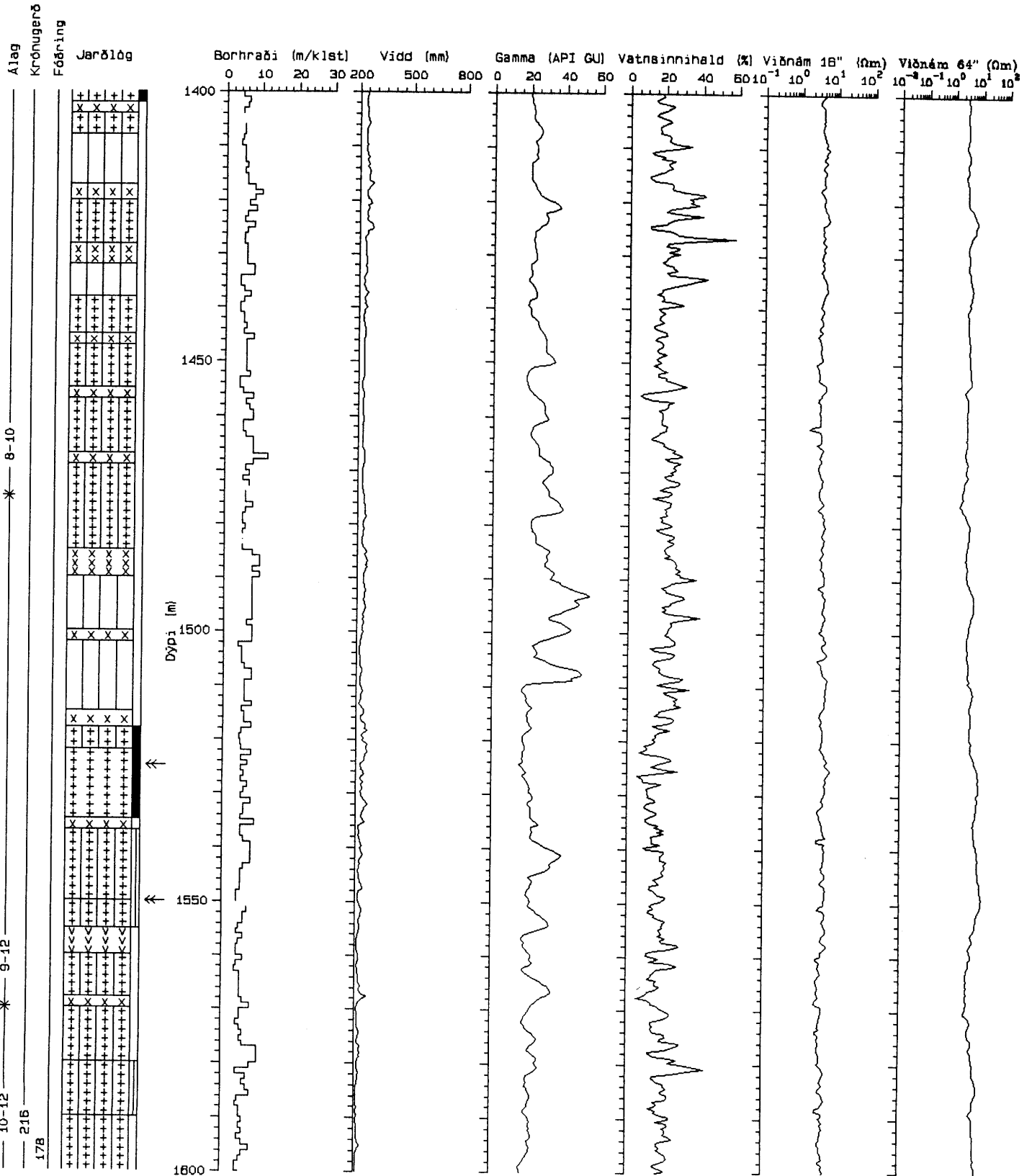


Mynd 5. Jarðlagasnið og mælingar (framhald).



JHD-BM/BJ-8717 HE/GOF  
89.01.0054 T

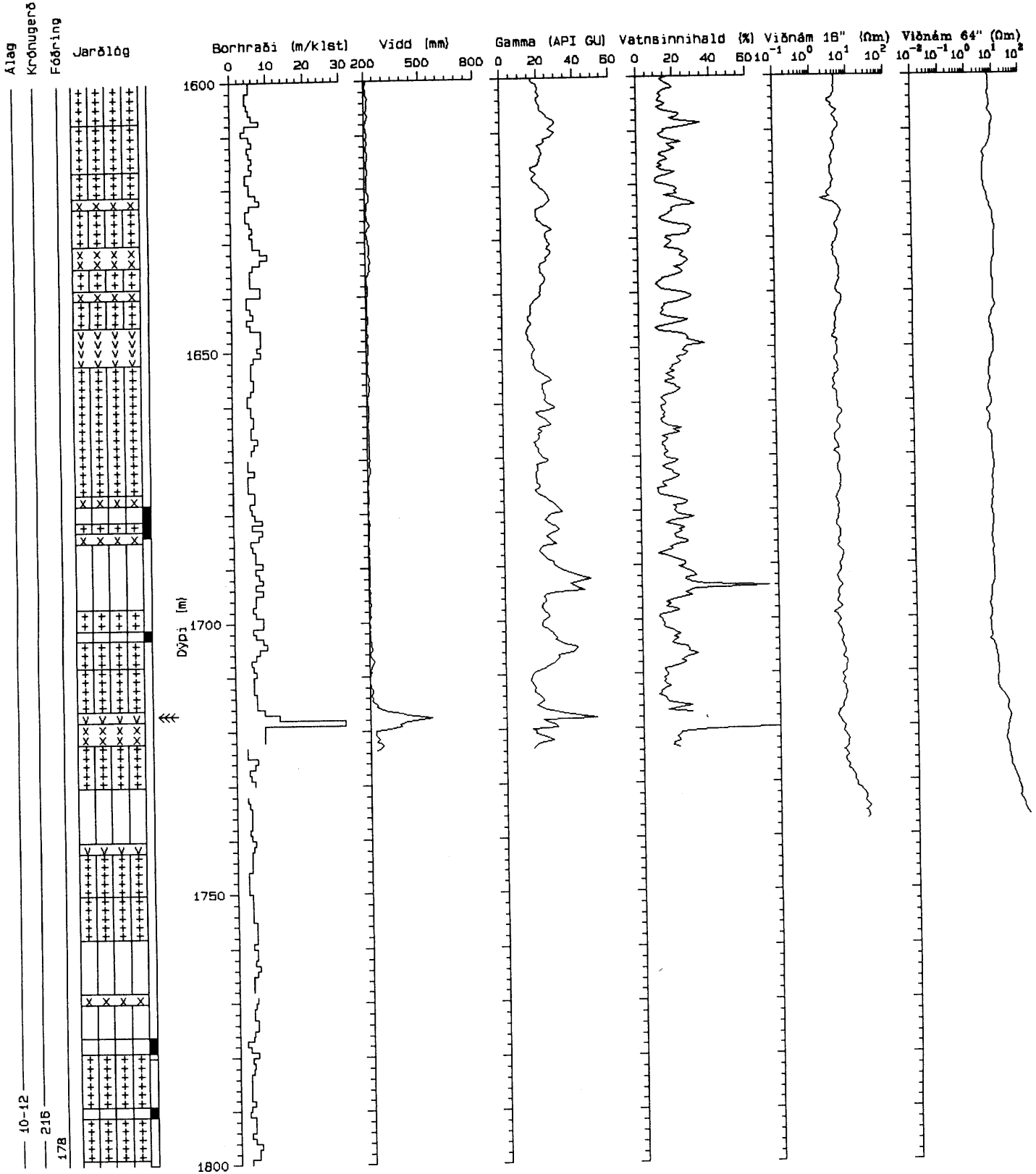
# KOLVIDARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



Mynd 5. Jarðlagasnið og mælingar (framhald).

JHD-BM/BJ-8717 HE/GOF  
88.01.0054 T

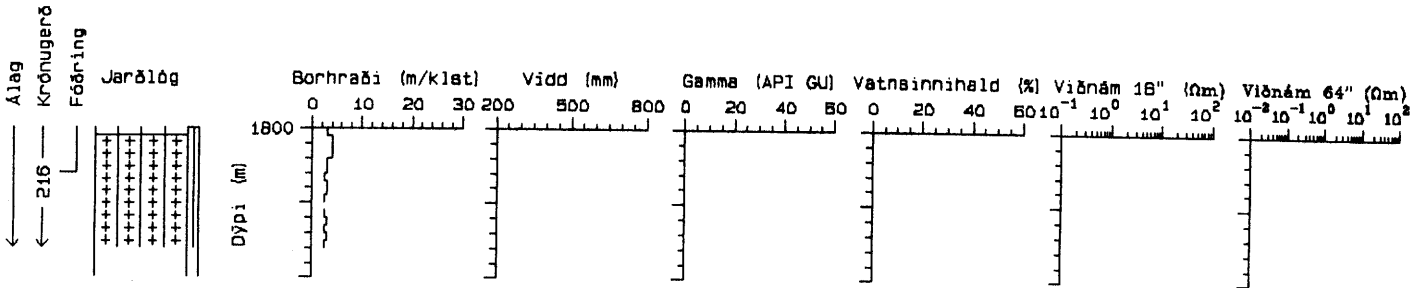
# KOLVIDARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR














Mynd 5. Jarðlagasnið og mælingar (framhald).

JHD-BM/BJ-8717 HE/GOF  
89.01.0054 T

# KOLVIDARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



## Skýringar við jarðlagasnið

	Fersklegt fín-meðalkorna basalt		Ummyndað glerjað basalt
	Ummyndað fín-meðalkorna basalt		Basaltrík breksía
	Fersklegt meðal-grófkorna basalt		Túff
	Ummyndað meðal-grófkorna basalt		Fínkornótt set
	Dólerít innskot		Svarf vantar
	Fersklegt glerjað basalt		

R : Reutt millilag  
l : Laumontít  
k : Kalsít  
← : Lítil vatnsæð  
←← : Meðal vatnsæð

e : Epidót  
p : Prehnít  
u : Ummyndunarskil  
←← : Stór vatnsæð

Mynd 5. Jarðlagasnið og mælingar (framhald). Skýringar.

## 4.2 Innskot

Svo sem fram hefur komið í kaflanum um jarðlagaskipan er nokkur óvissa um magn innskota í berglagastaflanum. Við mat á því hvort ákveðin bergkorn í svarfi tilheyri innskoti eða hraunlagi er stuðst við ýmis sérkenni innskota. Þar má helst nefna ferskleika, þéttleika, grófleika, kælikápubrot og hugsanlega jaðraummyndun sem notadrjúg sérkenni til aðgreiningar frá hraunlögum. Sömu aðferð er beitt við holu KhG-1 og Nesjavallaholur við aðgreiningu innskota. Í KhG-1 er það helst mikil ummyndun ætlaðra innskota sem torveldar örugga greiningu, og svo líkar berggerðir. Öll ætluð innskotslög í KhG-1 eru úr basalti, enda greindist ekkert súrt eða ísúrt berg í holunni. Innskotin eru ýmist fínkorna eða meðal- til grófkorna. Einungis eitt dólerft-innskot var greint.

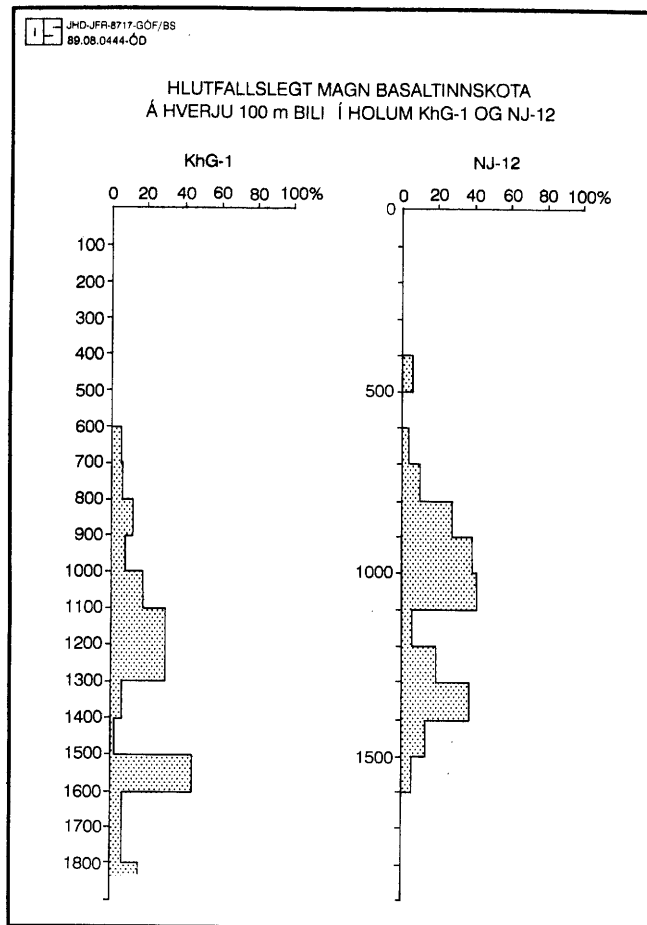
Tafla 2. Flokkun innskota í holu KhG-1.

Dýptarbil	Fjöldi	Berggerð	Hlutfall innskota %
0-600			
600-700	1	basalt	5
700-800	1	basalt	6
800-900	3	basalt	12
900-1000	2	basalt	8
1000-1100	3	basalt	17
1100-1200	6	basalt	30
1200-1300	1	basalt	30
1300-1400	1	basalt	6
1400-1500	1	basalt	2
1500-1600	5	basalt	45
1600-1700	1	basalt	6
1700-1800	3	basalt	6
1800-1900	amk.1	basalt	≥16

Botn holu í 1816 m. Ekki er gerður greinarmunur á öruggum og líklegum innskotum.

Tafla 2 sýnir yfirlit um fjölda og gerð innskota og hlut þeirra í metrum talið af jarðlagastaflanum á hverju 100 m dýptarbili niður holuna. Ekki er gerður greinarmunur á líklegum og öruggum innskotum.

Á mynd 6 er innskotatíðni basaltinnskota í holum KhG-1 og NJ-12 borin saman. Hlutfall basaltinnskota í NJ-12 er tekið úr skýrslu um Nesjavelli (Hjalti Franzson, 1988). Á Nesjavöllum var innskotum skipt í þrjá flokka, þ.e. ferskleg basaltinnskot, ummynduð basaltinnskot og ísúr innskot. Ofan 700 m eru innskot fátt í Nesjavallaholum (<3%), að meðaltali um 20% milli 700-1500 m og upp í 60% milli 1500-2000 m (Hjalti Franzson, 1988). Dreifing innskota í einstökum Nesjavallaholum er nokkuð breytileg en í flestum þeirra komu fram staðir þar sem hlutfall innskota er tiltölulega hátt, svo sem mynd 6 sýnir fyrir NJ-12. Aðalatriði í þessum samanburði er þó að í holu KhG-1 finnst aðeins einn flokkur innskota, þ.e. ummynduð basaltinnskot, sem flest eru meðal- til grófkorna. Á Nesjavöllum eru þau innskot eldri en fersku basaltinnskotin og þau ísúru. Hlutfallslegt magn þessara innskota er tæp 14% á milli 700-



Mynd 6. Samanburður á magni basaltinnskota í KhG-1 og NJ-12.

1500 m dýpis í KhG-1 og rétt um 23% neðan 1500 m. Helst veur lágt hlutfall innskota í KhG-1 milli 1300-1500 m dýpis athygli. Má vera að magn þeirra sé vanmetið í hinum grófkornóttu hraunlögum sem þar er að finna (mynd 5).

Jafnframt má nefna að flestar vatnsæðar í vinnsluhluta holunnar, aðrar en æðarnar á um 1285 og rúmlega 1717 m dýpi, eru við jaðra innskota. Vatnsæðarnar við innskotin komu ekki fram sem skoltap í borun heldur sáust þær fyrst í hitamælingum. Innskotajaðrarnir leka því betur en lagmót milli jarðlaga. Þar sem vatnsæðar við innskotin komu inn í og eftir borun er hugsanlegt að kalt skolvatnið hafi örvað lekt við innskotajaðrana vegna samdráttar og þensluáhrifa. Víst er um það, að svipaður hiti virðist vera í öllum æðum neðan 1250 m dýpis, sem bendir ótvírætt til góðrar lóðréttrar lektar í jarðhitakerfinu og má vera að allar æðar neðan 1300 m dýpis séu tengdar í eina og sama aðalvatnsleiðarann sem er þá líklegast misgengissprungan sem við teljum að hola skeri á 1717 m dýpi og kemur fram á yfirborði um 200 m vestan holunnar. Þessa vitneskju má síðan nýta sér áfram, því aldur misgengisins er þekktur út frá aldri yngstu jarðmyndana á yfirborði sem það sker, en það er Húsmúladyngjan. Sú er um 100 þús. ára gömul. Dyngjan hefur sigið niður austan við misgengið um tæplega 200 m og er misgengið því nokkurra tugþúsund ára gamalt. Má vera að frumorsakar þeirrar kælingar, sem sést í jarðhitakerfinu við holu KhG-1, sé einmitt að leita til góðrar lektar í ungum misgengjum, sé gert ráð fyrir að kalt vatn eigi greiðari aðgang að jarðhitageyminum um þessi misgengi.

Aldur basaltinnskotanna, miðað við aldursmat sambærilegra innskota á Nesjavöllum, og svo ætluð kæling á jarðhitageyminum í tengslum við yngri brotahreyfingar bendir ótvífrætt til þess að jarðhitakerfið í vestanverðum Hengli sé heldur í dölun, svipað og sést í Kýrdal vestan Nesjavalla.

### 4.3 Jarðlagamælingar

Í töflu 3 eru skráðar allar borholumælingar sem gerðar voru í holunni fram til 1. janúar 1993. Í viðauka 1 eru frumgögn jarðlagamælinga sýnd ásamt jarðlagasniði og borhraða. Auk ofangreinds jarðlagasniðs er á mynd 5 sýndur borhraði, vídd holunnar, víddarleiðrétt gammamæling, útreiknað vatnsinnihald út frá víddarleiðréttri nifteindarmælingu og víddar- og hitaleiðrétt 16" og 64" viðnám að áætluðum berghita. Loks er einfaldað jarðlagasnið og hlaupandi meðaltal ofangreindra mælinga sýnt á mynd 4. Hér á eftir verður fjallað um hverja einstaka mæliaðferð, úrvinnslu mælinga og helstu niðurstöður.

Gammamælingar sýna náttúrulega gammageislun og er þeim ætlað að gefa mat á kísilsýruinnihald bergsins (Valgarður Stefánsson o.fl. 1982), og þar með auðvelda gerð jarðlagasniðs. Kísilsýrustyrkurinn hækkar með vaxandi styrk gammageislunar, sem mældur er í svokölluðum API einingum (API: American Petroleum Institute). Með samanburði á víddarleiðréttum styrk gammageislunar ( $I_0$ ) og kísilsýruinnihalds ( $SiO_2$ ) bergsýna úr holu á Reyðarfirði, hefur fengist eftirfarandi samband milli  $I_0$  og  $SiO_2$  í prósentum:

$$SiO_2 = 0,27I_0 + 40\%$$

Valgarður Stefánsson o.fl. 1982). Ekki er þó ljóst hversu vel þetta samband gildir fyrir bergtegundir við Kolviðarhól og er því látið nægja að teikna gammamælinguna í API einingum í þessari skýrslu.

Vegna bilana í mælitækjum var ekki hægt að mæla náttúrulegt gamma á dýptarbilinu 220-780 m.

Mynd 7a sýnir tíðnidreifingu gammageislunar ásamt útreiknaðri bestu normaldreifingu. Þar kemur fram að meðaltalið er nálægt 24 API einingum, sem samkvæmt ofanskráðri jöfnu samsvarar 46% kísilsýru. Þetta er mjög svipað meðaltal eins og á Nesjavallasvæðinu. Eins og fram kemur á mynd 5 sýnir jarðlagasniðið og reyndar gammamælingin að það er ekkert súrt eða ísúrt berg við holuna. Áberandi toppar koma þó fram í gammageisluninni á 210 m, og á 1230 m, sem samkvæmt ofanskráðri jöfnu samsvara 56-59% kísilsýru. Á jarðlagasniðinu er hins vegar ólivínbasalt úr Húsmúladyngjunni á 210 m dýpi og fremur grófkorna innskot á 1230 m dýpi. Á 1000-1100 m er styrkurinn lægstur eða sem samsvarar um 43% kísilsýru.

Út frá nifteindamælingum er reiknað vatnsinnihald bergsins, en með því er átt við vatn sem er í porum bergsins en einnig það vatn bundið er í ummyndun. Vatnsinnihaldið er gefið í prósentum á myndum 4 og 5. Samanburður á útreiknuðu vatnsinnihaldi úr háhitaholu á Nesjavöllum (NJ-17) og mældum poruhluta nokkurra kjarnasýna úr holunni hafa sýnt að nifteindarmælingarnar gefa gott mat á raunverulegum poruhluta bergsins (Ómar Sigurðsson o.fl., 1988). Mynd 7b sýnir tíðnidreifingu vatnsinnihalds bergsins ásamt útreiknaðri bestu normaldreifingu. Þar kemur fram að meðaltal vatnsinnihalds er nálægt 20% (17-23%). Útreiknað vatnsinnihald er einna mest á 375 m ( $\approx 60\%$ ), 480 m ( $\approx 55\%$ ) og 1100 m ( $\approx 40\%$ ) þaðan sem það fer minnkandi í um 20% í botni holunnar. Minnst vatnsinnihald (um 3%) reiknast í basaltlagi á 290-300 m dýpi en

Tafla 3. Mælingar í KhG-1, Kolviðarhóli.

Dags.	Tími (kl)	Dýpi (m)	Hvað mælt	Athugasemdir
1985.10.09	19:00	0-136	Vidd	Skápar
1985.10.09	20:05	0-141	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Upphitun, æðar
1985.10.11	08:30	0-128	Vidd	Skápar
1985.10.11	08:50	0-128	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Upphitun, æðar
1985.10.14	11:12-11:25	0-219.5	Hiti	Mælt fyrir upptekt
1985.10.15	02:45-03:15	0-229	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Upphitun, æðar
1985.10.15	03:45-04:00	0-227	Vidd	Skápar
1985.10.15	04:00	0-229	Viðnám	Jarðlög
1985.10.15	05:00-06:30	0-228	NN+Gamma	Jarðlög
1985.10.16	11:15-11:50	0-210	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Steypuborð
1985.10.16	12:00-16:00	0-202	CBL	Steypuborð
1985.10.20	12:00-12:20	0-203	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Upphitun, æðar
1985.10.20	12:20-13:10	0-203	CBL	Steypuborð
1985.10.23	08:00	0-360	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Hrun
1985.10.23	09:00	0-360	Vidd	Hrun
1985.10.29	11:00-12:50	0-779	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Upphitun, æðar
1985.10.29	17:30-18:00	0-787	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Mælt inni í stöngum
1985.10.29	18:30-19:00	0-787	Vidd	Upphitun, æðar
1985.10.29	20:30-22:00	0-787	NN	Mælt eftir upptekt
1985.10.29	22:00-23:00	0-787	Viðnám	Skápar
1985.10.31	21:30-22:00	0-750	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Jarðlög
1985.10.31	22:30-24:00	0-720	CBL	Jarðlög
1985.11.06	14:00-14:30	0-363	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Upphitun, æðar
1985.11.06	14:30-15:30	0-350	CBL	Steypugæði
1985.11.08	13:00-13:40	0-770	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Upphitun, æðar
1985.11.08	13:50-15:15	0-740	CBL	Steypugæði
1985.11.08	15:20-16:00	0-770	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Upphitun, æðar
1985.11.16	13:10-15:25	0-1794	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Upphitun, æðar
1985.11.18	06:40	0-1744	Hiti- $\Delta$ T-CCL	Upphitun, æðar
1985.11.18	08:00	0-1728	Vidd	Skápar
1985.11.18		0-1730	NN+Gamma	Jarðlög
1985.11.18	14:15	0-1730	Viðnám	Jarðlög
1985.11.19	15:30	0-1710	Þrýstingur, þrepadæling	Lekt
1985.11.20	07:20	550-1780	Hiti $\Delta$ T	Upphitun, æðar
1985.11.20	08:10	200-550	Þrýstingur	Lekt
1985.11.20	16:00-17:30		Am.hiti	Upphitun
1985.11.22		730-820	Am.hiti	Upphitun
1985.11.22		200-1700	Am.þrýstingur	Upphitun
1985.12.01	15:00-17:00	180-1789	Am.hiti	Upphitun
1985.12.19	11:30	180-1791	Am.hiti	Upphitun
1985.12.19		300-1791	Am.þrýstingur	Upphitun
1986.02.27		170-1788	Am.hiti	Upphitun
1986.02.27		200-1750	Am.þrýstingur	Upphitun
1986.07.15	18:10-20:30	160-1788	Am.hiti	
1986.11.27	11:51-14:00	1400-1785	Am.þrýstingur	Þrýstijöfnun
1986.11.27	14:30-15:50	400-1785	Am.hiti	

Tafla 3. Mælingar í KhG-1, Kolviðarhóli (frh).

Dags.	Tími (kl)	Dýpi (m)	Hvað mælt	Tilgangur
1986.11.27-29		1400	Am.þrýstingur	Þrýstijöfnun
1986.12.01	15:15-16:30	400-1785	Am.hiti	Hitajöfnun
1986.12.01	16:45-18:10	200-1785	Am.þrýstingur	Þrýstijöfnun
1986.12.08	15:55-16:10	1400	Am.þrýstingur	Þrýstijöfnun
1986.12.17	15:55-16:15	1400	Am.þrýstingur	Þrýstijöfnun
1987.02.02	11:15-14:00	130-1784	Go og Am.hiti	Hitajöfnun
1987.02.02	12:00-14:00	200-1784	Am.þrýstingur	Þrýstijöfnun
1988.05.25	16:05-16:20	140-373	Go.hiti	Mælir sest
1988.07.07	11:00-12:00	140-373	Lóðun	Hola stífluð
1991.12.03	19:45-20:30	0-1787	Lóðun	Eftirlit
1992.01.24	11:50-12:20	150-760	Hiti	Eftirlit
1992.01.24	13:03-14:07	700-1778	Am.hiti	Eftirlit
1992.01.24	14:35-15:25	200-1779	Þrýst.	Eftirlit
1992.05.22	10:30-11:30	0-1000	Lóðun	Eftirlit
1992.11.12	10:30-11:35	150-740	Hiti	Eftirlit
1992.11.12	12:08-13:33	400-1776	Þrýst.	Eftirlit
1992.11.12	12:08-15:15	700-1776	Am.hiti	Eftirlit

einnig er útreiknað vatnsinnihald lágt í hraunlagastaflanum á 600-800 m dýpi þar sem það er um eða innan við 10%.

Viðnámsmælingum er ætlað að mæla rafviðnám bergsins umhverfis holuna. Þar sem rafviðnámið er háð hitastigi og vatnsmagni gefur það oft, ásamt öðrum mælingum, upplýsingar um vatnsæðar. Mælt er svokallað sýndarviðnám, sem er það viðnám, sem mælist, ef um einsleitna jörð væri að ræða. Mælt er með tveim mæliuppsetningum, annars vegar er haft 16" milli straum- og spennupóls og hins vegar með 64" á milli þeirra. Þessar mælingar eru sýndar í viðauka 1. Viðnámið fyrir 64" bilið skynjar lengra út í bergið heldur en 16" viðnámið, en það síðarnefnda gefur betri upplausn. Þar sem viðnámsgildin ná yfir nokkrar stærðargráður, og eins vegna þess að þau eru nálægt því að vera logaritmískt normaldreifð, er viðnámið teiknað í logaritmískum skala. Ekki fékkst viðunandi mæling á 64" viðnáminu frá 780-970 m.

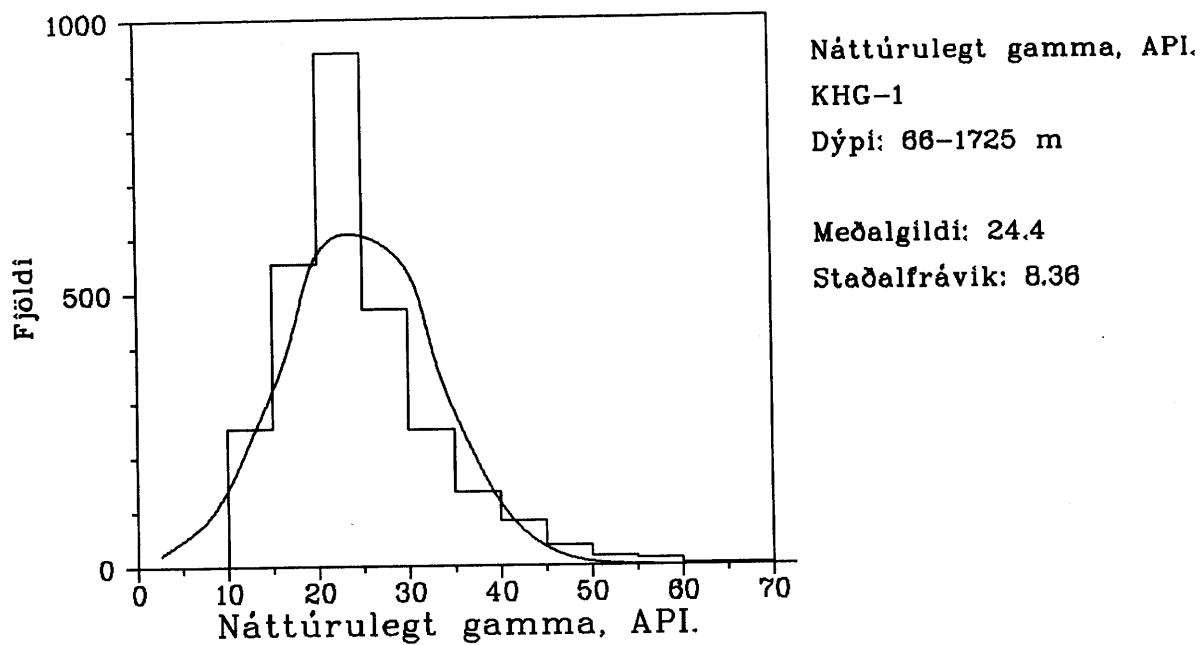
Bæði vídd holunnar og viðnám holuvökvans hefur áhrif á viðnámsmælingarnar. Ef viðnám holuvökvans er þekkt með dýpi er hægt að leiðrétta fyrir þessum áhrifum með aðstoð þar til gerðra kvörðunarferla. Viðnám holuvökvans var ekki mælt í holu KhG-1. Ef hins vegar er gert ráð fyrir að viðnámsbreytingar séu litlar með dýpi, þá er hægt að nota bæði 16" og 64" viðnámin ásamt vídd holunnar til að reikna út viðnám holuvökvans og fá þannig víddarleiðrétt bergviðnám. Þetta skilyrði er yfirleitt ekki uppfyllt í mælingunum. Því varð að víddarleiðrétta viðnámsmælingarnar með áætluðu viðnámi holuvökvans. Þar sem mæld sýndarviðnám náðu niður undir 1 Ωm var notað 1 Ωm sem viðnám holuvökvans í úrvinnslu viðnámsmælinganna.

Auk ofangreindra þátta hefur hitastig holunnar áhrif á mælt viðnám. Þar sem ádæling kælar holuna þarf að leiðrétta ofangreint víddarleiðrétt bergviðnám að raunverulegum berghita. Þetta er gert í tvennu lagi, í fyrsta lagi er leiðrétt að föstum berghita (30°C) með hliðsjón af hitamælingum, sem gerðar eru um leið og viðnámsmælingarnar, og hinsvegar er viðnámið umreiknað að berghita holunnar, þ.e. hitamælingu sem gerð var í júlí 1986. Bæði 16" og 64" viðnámin reiknuð að áætluðum berghita eru teiknuð á mynd 5 og dreifing viðnámsgildanna á myndum 8a

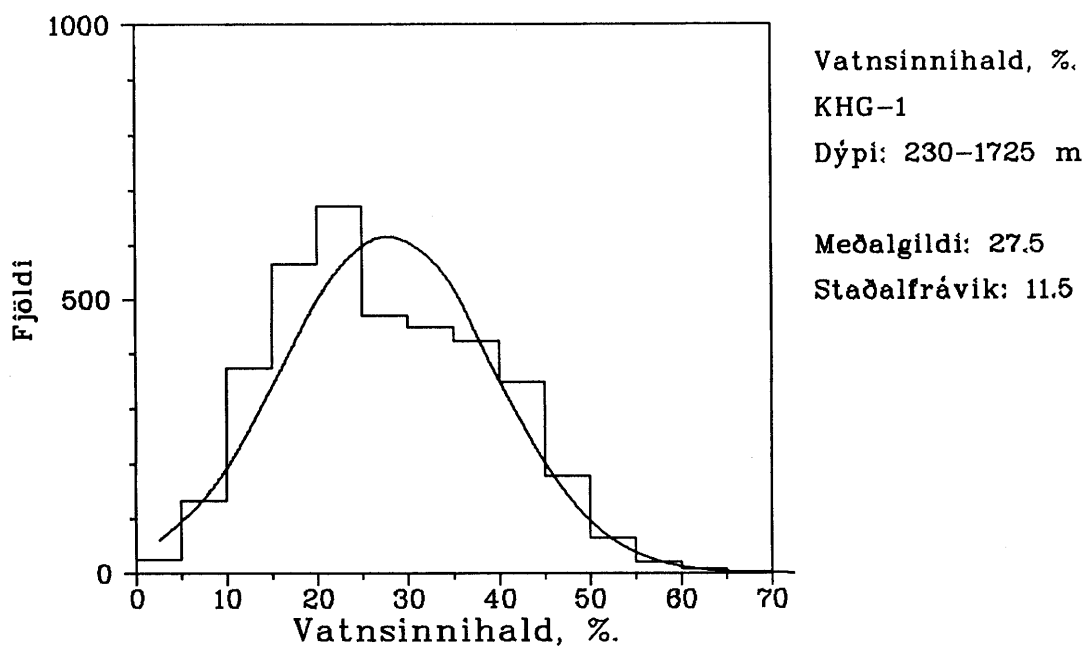


og 8b. Meðaltal 16" og 64" viðnámsmælinganna reiknast 4,9 og 1,7  $\Omega$ m.

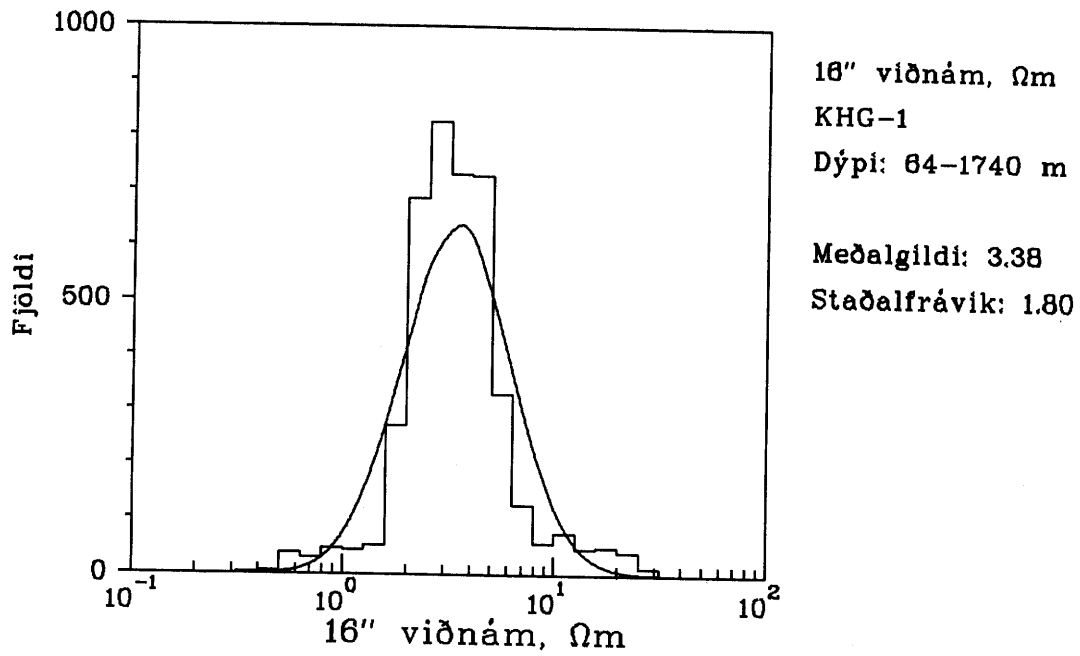
Eins og sést á viðnámsferlunum er brot í þeim á 222 og 780 m, þ.e. ekki mælist samfellt viðnám í mælingum frá 15. og 29. október annars vegar og 29. október og 18. nóvember hins vegar (sjá töflu 3). Hugsanlega stafar þessi munur af mismunandi viðnámi holuvökvans milli mælinga, en þó þykir sennilegra að mælitækin hafi ekki mælt rétt sýndarviðnám.



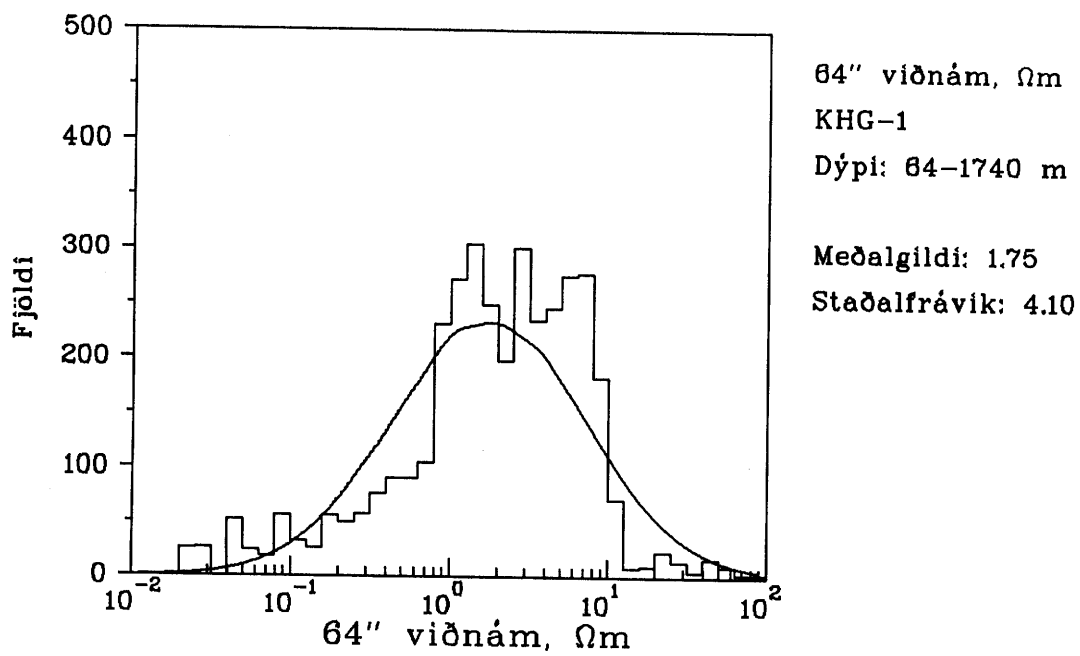
Mynd 7a). Kolviðarhóll, hola KhG-1, náttúrulegt gamma, API.



Mynd 7b). Kolviðarhóll, hola KhG-1, vatnsinnihald %.



Mynd 8a). Kolviðarhóll, hola KhG-1, 16" viðnám,  $\Omega\text{m}$



Mynd 8b). Kolviðarhóll, hola KhG-1, 64" viðnám,  $\Omega\text{m}$ .

## 5. UMMYNDUN

### 5.1 Greiningaraðferðir

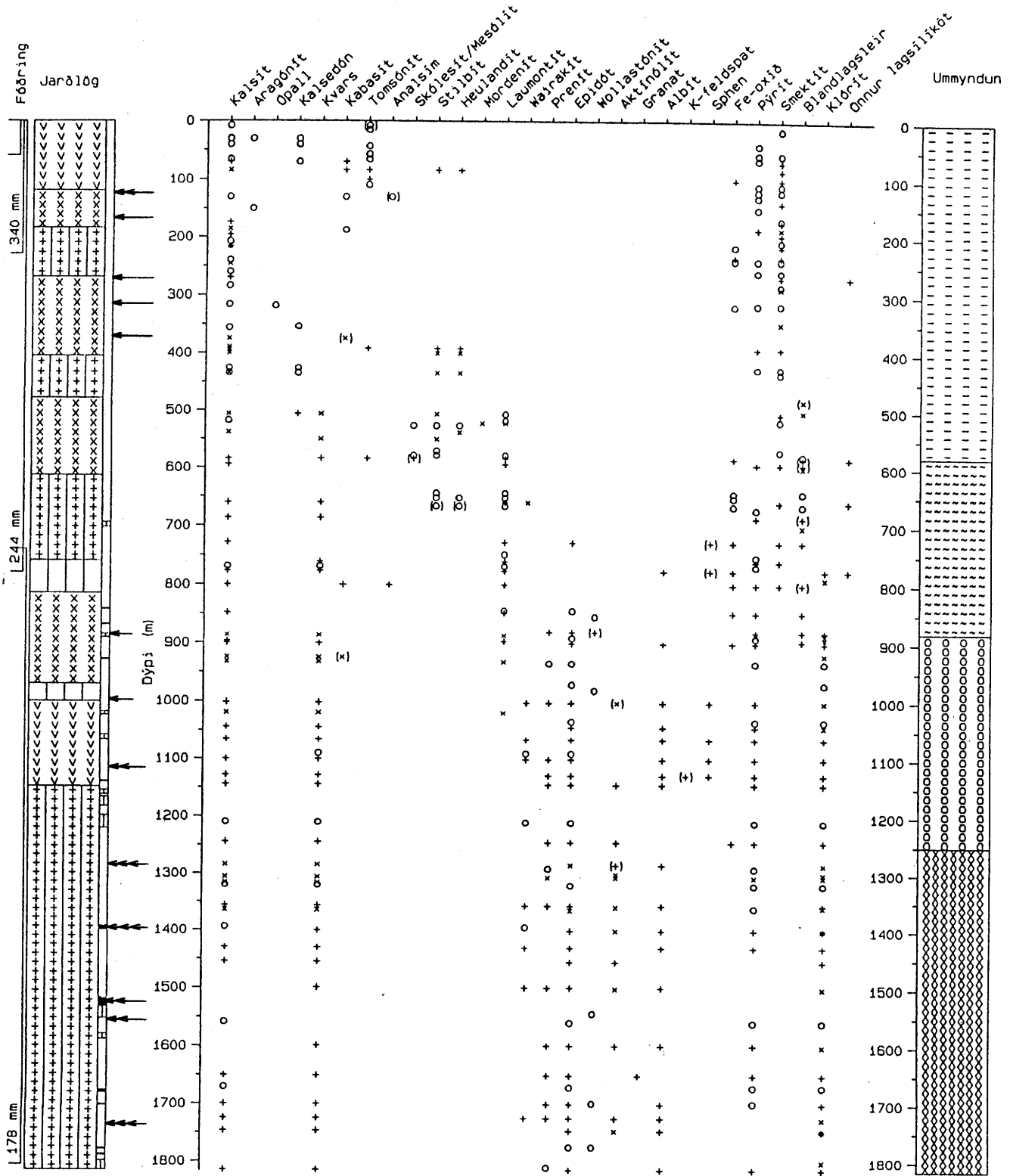
Sömu aðferðum var beitt við greiningu ummyndunar í holu KhG-1 og yngri Nesjavallaholum (NG-6 til NJ-18), og er því vísað til skýrsla um Nesjavallaholur hvað varðar lýsingar á greiningaraðferðum. Dreifing ummyndunarsteinda er sýnd á mynd 9, og eru mismunandi táknotuð fyrir hverja greiningaraðferð, eins og venja er. Við mat á aldri ummyndunar var fyrst og fremst stuðst við yfirprentun yngri ummyndunarsteinda á eldri, hvort heldur var í holu- eða sprungufyllingum, eða í bergmassanum sjálfum. Í því augnamiði voru tekin nokkur safnsýni af útfellingum yfir ákveðin dýptarbil og þunnsneið gerð af hverju safni. Listi yfir þessar þunnsneiðar ásamt öllum öðrum þunnsneiðum úr holunum er sýndur í töflu 4. Þar eru jafnframt sýnd dýptarnúmer sýna sem tekin voru til röntgengreininga á útfellingum eða leir.

Tafla 4. Þunnsneiðar og röntgengreiningar í KhG-1.

Þunnsneiðar		XRD-útfellingar	XRD-leir	Þunnsneiðar		XRD-útfellingar	XRD-leir
Dýpi	Númer	Dýpi	Dýpi	Dýpi	Númer	Dýpi	Dýpi
70	14223	85	6	848	14242		
84	14224	56	186	880	14243	886	886
100	14225	84	288				892
140	14226	98	348	896	14244	924	920
174	14227	186	482	1002	14245	932	1002
186	14228	216	502	1044	14246	1020	1044
196	14229	246	60	1066	14247		
		(390)		1128	14248		
		394	702	1144	14249		
		(400)		1146	14250		
234	14231	434	790	1244	14251		
270	14232	506		1284	14252	1284	1284
392	14233	512		1356	14253	1306	1300
506	14234	(532)		1400	14254	1316	1358
		(536-538)		1430	14255	1364	1400
584	14235	550		1454	14256		
594	14236			1498	14257		1500
(660)	14237			1598	14258		
686	14238			1598	14258		1600
728	14239			1724	14259		1726
760	14240			1746	14260		1746
776	14241			1814	14261		1800



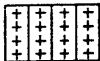

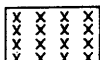

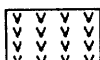
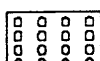
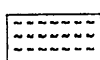

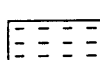
JHD-BJ-8817 GOF  
89.01.0056 T

# KOLVIDARHÖLL HOLA KHG-1 JARÐLÖG OG UMMYNDUNARSNID



Mynd 9. Dreifing ummyndunarsteinda í KhG-1.

## Skýringar við jarðlaga og ummyndunarsnið

	Fínkornótt Hraunlög		Innskot
	Grófkornótt Hraunlög		Líkleg innskot
	Bræksíukennd Móbergsmýndun		Upphleðsluberg
	Túffrík Móbergsmýndun	← : Lítil vatnsæð	
		←← : Meðal vatnsæð	
		←←← : Stór vatnsæð	
	Klórít-Epiddótbelti	x : Röntgengreining	
		+ : Þunnarneislaggreining	
		o : Svarfgreining	
		() : Óviss greining	
	Blandlagabelti		
	Epiddót-Aktinólitbelti		
	Zeólíta-Smektitbelti		

Mynd 9. Skýringar.

## 5.2 Dreifing ummyndunarsteinda

Efst í holunni er mismunandi brúnleitt móberg að finna. Rétt er að fara nokkrum orðum um myndun móbergs. Við eldgos í vatni, undir jökli eða í sjó, kólnar fljótandi bergbráð svo hratt að kvikan nær ekki að kristallast heldur storknar sem gler (túff), og á það sama við um gosösku sem kólnar hratt í lofti. Slík gosefni mynda lög eða hrúgöld úr lausum gosefnum sem síðar bindast eða límast saman í móberg. Móbergsmýndunin gerist við það að vatn gengur í samband við glertúffið og leysir út frumefni þess. Frumefnin geta flutst burt sem jónir eða efnasambönd uppleyst í vatninu, eða bundist saman og fallið út sem ummyndunarsteindir í glerinu sjálfu eða holrými. Myndun móbergs gerist í tiltölulega köldu vatni, nema ef til vill rétt eftir gos og þá staðbundið. Ferskt basalttúff er ljósgult til svart á lit og yfirleitt tært. Við móbergsmýndun skiptir það litum og fær á sig móleitan ryðlit, sem gefur berginu nafnið. Liturinn stafar af vatnsríkum járnsamböndum af ýmsu tagi. Ætla má að járnoxíð ( $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{OH})_x$ ) myndist í fyrstu. Við frekari samruna móbergs og aukna útskolun taka brún járnrík leirsambönd (járn-sapónít) að myndast í glerinu og í holrými milli túffkorna, og líma það saman. Eiginlegri myndun móbergs lýkur á þessu stigi, þó erfitt sé að tala um lok í því sambandi þar sem móbergsmýndun gerist í því veðurfarumhverfi sem við lifum í og er því stöðugt í gangi, þó hægfara sé. Leiki hins vegar volgt vatn um túff eykst hraði efnahvarfa milli vatns og glers til muna, og leirinn tekur á sig grænleitan lit, samfara því að kísilinnihald og oxunarstig lækka. Grænn litur á basaltgleri bendir þannig til jarðhitaáhrifa.

Litabreytingar í móberginu efst í holu KHG-1 eru nokkuð tíðar, frá brúnleitu í grænleitt, og ummyndunarstig því allt frá fersku út í hálfummyndað túff. Græni liturinn bendir til rennslis á volgu eða heitu vatni, og má því geta nokkurra litaskilflata í móberginu: 56-57 m 78-80 m, 86-88 m 104-106 m og 108-110 m, og gætu þeir tengst sprungum. Áberandi ummyndunarskil sjást á 175 m dýpi, sýnilega tengd þunnu láréttu setlagi, og er túffið grænt undir. Aðrar ummyndunarsteindir í móbergsmynduninni eru kalsít og aragónít, sem fallið hafa út í holrými í litlu magni; pýríthúð sést stundum og öðru hvoru kfsilútfellingar (opall eða kalsedón). Lághitazeólítar sjást jafnframt þó í litlu magni sé. Thomsónít er algengastur, en jafnframt sjást kabasít, stilbít og heulandít. Almennt má svo segja um efstu móbergsmyndunina, að holrými bergsins er hvergi nærri fyllt útfellingum. Auk sprungna ræður poruhluti mestu um lekt, sem endurspeglast í því að túffhluti bergsins er fremur þéttur en bólstrabergið hriplekt.

Frá 185 m í 270 m dýpi var borað gegnum dyngjuhraun úr Húsmúladyngjunni. Nokkrar þunn-sneiðar eru til úr dyngjuhrauninum. Þar sést að ólivín hefur víða ummyndast að hluta til í iddingsít, og gler í millimassa er að sama skapi hálfummyndað í brúnt-grænt smektít. Auk þess sést ryðlitur víða, dreif af smáum pýríthúðuðum kornum og svo slatti af kalsítútfellingum. Auðsætt er að oxidering (ryð) bergsins var á undan myndun smektíts, sem kalsít fylgdi eftir. Aðeins vottar fyrir lághitazeólítum.

Í Móbergs- og Hraunlagamyndunum ofan 500 m fer magn ummyndunarsteinda stigvaxandi með dýpi. Mest bar á grænleittum smektítleiur í ummynduðu gleri, og svo kalsítútfellingum, svo og kalsedón. Móbergið er samsteypt og fremur þétt að sjá, með sprungufyllingum úr kalsíti og pýríti. Svo sem sést á mynd 9 eru zeólítar fremur fátfðir milli 200 og 400 m dýpis. Má vera að það tengist lágu hitastigi ofan 400 m dýpis, þar sem mældur hiti er minni en 60°C. Milli 400 og 700 m dýpis fer mældur hiti hækkandi frá 60-150°C, og þar eru lághitazeólítar áberandi.

Kalsít er áberandi í svarfsýnum frá enda öryggisfóðringar og niður á 500 m dýpi. Má vera að bergþétting af völdum kalsítútfellinga sé það mikil að hún valdi rennslitregðu í jarðhitakerfinu ("cap-rock"). Neðan 500 m dýpis eru lághitazeólítar hins vegar mjög algengir, bæði í formi útfellinga og sem nýmyndun á kostnað frumsteinda og glers, svo sem getið er að ofan og rætt verður frekar hér að neðan. Aukning í ummyndun frumsteinda bendir til vaxandi ójafnvægis milli bergs og jarðhitavats (og/eða lengri tíma), og má því líta á stigvaxandi aukningu af þessu tagi sem svörun við aukinni virkni jarðhitakerfisins.

Móbergsmyndunin (584-615 m) er talsvert mikið ummynduð þó ummyndunin hafi orðið við tiltölulega lágan hita. Bendir það til hárrar virkni í jarðhitakerfinu, og er einskonar mælikvarði á ójafnvægi milli bergs og vatns. Algengt er á háhitasvæðum að finna lághitazeólíta á tiltölulega þröngu dýptarbili, og í litlu magni ofarlega á uppstreymissvæðum. Í holu KHG-1 við Kolviðarhól er þessu á annan veg farið svo sem mynd 9 sýnir, og bendir það til að hola sé staðsett vel utan miðju uppstreymissvæðisins. Magn og útbreiðsla lághitasteindanna bendir aftur á móti til að affallsvatn með hárra virkni hafi ráðist til atlögu við móbergið í samræmi við það sem að ofan er sagt. Leirsteindir (smektít), zeólítar, kalsít, og járnnoxíð eru algengustu ummyndunarsteindirnar. Sérstaka athygli vekur hve stór hluti af feldspati hefur ummyndast í zeólíta. Thomsonít, skólesít og mesólít eru algengustu zeólítarnir milli 500 og 600 m dýpis, en þeir benda til myndunarhita < 120°C. Laumontít bætist í hóp zeólítanna á 584 m dýpi, ásamt kvarsí. Yfirprentun nýju steindanna á zeólítana er skýr og því greinlegt að laumontít og kvars eru yngri. Ekki fannst nein vísbending í svarfinu um yfirprentun í hina áttina (t.d. í sprungubrotum), svo síðari tíma kólnun á þessu dýpi sást ekki í ummyndunarsteindunum. Laumontít bendir til að

berghiti hafi komist yfir 120°C.

Í þunnsneiðum úr ólivín-þóleíft hraunlögnum milli 615 og 760 m dýpis sjást för eftir ólivínfla í berginu, og hefur ólivín breyst í iddingsít, eða hematít og smektít. Laumontít, kvars, kalsít og smektít (og/eða blandlagsleir) eru algengustu ummyndunarsteindir. Hugsanlegt er að innskot sé að finna á u.þ.b. 700 m dýpi og háhitaummyndun hafi orðið á jöðrum þess. Wairakít er fyrst greint með XRD í sýni af 660 m dýpi, en wairakít bendir til að berghiti þar hafi náð 200°C. Albít, sphen og klórít bætast í hóp ummyndunarsteinda áður en 800 m dýpi er náð (skv. þunnsneið frá 776 m dýpi), og þráðóttur lághitazeólít virðist ummyndaður í wollastónít í sömu þunnsneið. Dreifing laumontíts neðan fóðringar í tæplega 800 m dýpi er vísbending um yfirprentun og kólnun í kerfinu, einkum þar sem laumontít stafirnir eru ferskir og óummyndaðir, en slíkir stafir sáust öðru hvoru í svarfinu eins og mynd 9 gefur til kynna.

Hreint klórít kemur fyrst fram í röntgengreiningu á 790 m dýpi og er einrátt skv. greiningum þaðan og í botn holunnar. Epidót sést í fyrst í þunnsneið frá 728 m dýpi nærri innskoti, en greinist fyrst í svarfi á 844 m dýpi, svo aftur á 890 m dýpi og finnst í öllum sýnum þaðan og niður á botn holunnar. Epidót bendir til berghita >230°C. Aktinólít greinist fyrst á 1002 m í röntgen, sést í þunnsneið frá 1144 m dýpi, greinist samfellt í sneiðum og röntgengreiningum milli 1300 m og 1500 m, og síðan öðru hvoru í botn. Aktinólít bendir til að berghiti hafi komist yfir 300°C, og er því ljóst að hiti hefur fyrr á tíð verið mun hærri í svæðinu en nú er. Ætlaður hámarkshiti út frá ummyndunarsteindum er borinn saman við núverandi berghita samkvæmt hitamælingum á mynd 12 í kafla 6.4 um berghita við holu KhG-1.

Óþarft er að fjölyrða mikið um þær steindir sem ekki hafa verið ræddar. Dreifing þeirra og samsetning er í flestu svipuð og í háhitakerfinu á Nesjavöllum. Magn ummyndunarsteinda er mikið þegar komið er niður í klórít-epidót beltið. Óummyndað gler finnst t.d. ekki eftir það. Grænn litur frá klóríti tekur yfirhöndina í öllu bergi frá sama dýpi. Beltaskipting ummyndunar er svo sem hér segir:

SMEKTÍT-ZEÓLÍTA BELTI:	0 m - 580 m
BLANDLAGA BELTI:	580 m - 880 m
KLÓRÍT-EPIDÓT BELTI:	880 m - 1250 m
EPIDÓT-AKTINÓLÍT BELTI:	1250 m - botns.

Beltaskipting ummyndunarsteindanna er sýnd á mynd 9. Athyglivert er að blandlaga beltið kemur fram á svipuðu dýpi og innskot fara að sjást. Samanburður á ummyndun og berghita bendir til þess að jarðhitakerfið við holu KhG-1 hafi kólnað umtalsvert á síðustu tugþúsundum ára, eins og vikið verður að í næsta kafla (sjá mynd 12).



## 6. EÐLISÁSTAND JARÐHITAKERFIS

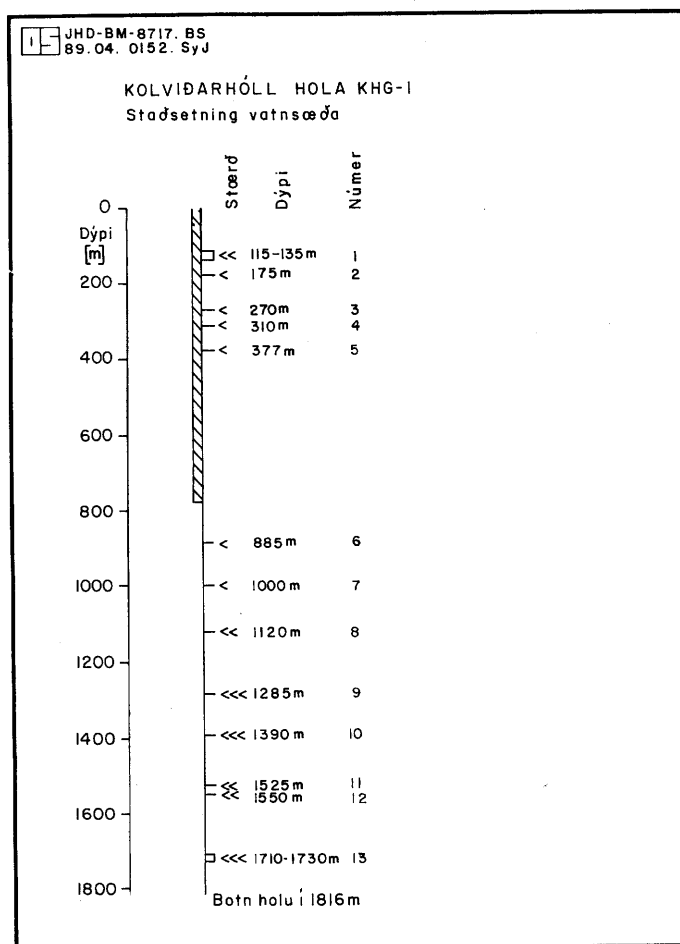
### 6.1 Staðsetning vatnsæða

Í holu KhG-1 fundust alls þrettán vatnsæðar og eru átta þeirra í vinnsluhluta holunnar. Skoltap var óverulegt meðan borað var fyrir fóðringum, enda leðja notuð lengst af sem skolvökvi. Í borun vinnsluhlutans kom 25 l/s skoltap á um 1300 m og í 1717 m tapaðist allt skol (46 l/s). Við þessi dýpi ásamt 1390 m dýpi eru helstu vinnsluæðar holunnar, en þrýstijafnvægi var við 1390 m æðina í upphitun eftir borun. Aðrar æðar í vinnsluhluta holunnar virðast vera smáar. Á mynd 10 er sýnd staðsetning vatnsæða og afstæð stærð þeirra samkvæmt borholugögnum, en hér á eftir fer lýsing á helstu einkennum hvernar æðar.

1. 115-135 m. Hér mældist skoltap um 4 l/s. Hrun var í holunni, en ráðandi bergtegund er bólstraberg, og virðist smáæðahröngl vera á öllu dýptarbilinu. Hitastig er um 35°C.
2. 175 m. Smáæð. Í hitamælingum eftir að komið var í fóðringardýpi, sést votta fyrir þessari æð. Hún er í þunnu setlagi neðst í móbergsmýndun. Skil verða í ummyndun við setlagið.
3. 270 m. Skoltap mældist um 2 l/s við æðina. Hún er á skilum milli dyngjuhrauna og móbergsmýndunar. Æðin sást ekki í hitamælingum. Hitastig er um 50°C.
4. 310 m. Aukning í skoltapi um 1 l/s. Þessi smáæð er efst í móbergsmýndun. Berghiti við æðina er áætlaður um 55°C.
5. 377 m. Hrun var í holunni á þessu dýpi, og virðist smáæð tengjast því. Æðin sést sem toppur í hitamælingum, en skoltap var óverulegt. Æðin er við þunnt túfflag í móbergsmýndun. Hiti er um 63°C.
6. 885 m. Æðin sést í hitamælingum eftir að ádælingu var hætt í lok borunar. Skoltap var um 2 l/s við æðina. Hún er við 8 m þykkt grófkorna basaltinnskot í móbergsmýndun. Áætlaður berghiti er um 180°C, en ummyndun sýnir að hiti hefur verið mun hærri í fyrndinni (klórít-epidót belti, 230-240°C), hins vegar sést dreif af laumontít, sem styður það að berghiti í dag sé undir 200°C ofan 900 m dýpis.
7. 1000 m. Ekkert skoltap var mælt á þessu dýpi, en æðin sést greinilega í hitamælingum eftir að ádælingu var hætt í lok borunar. Hún er á mótum basalts og móbergs. Í ummyndun sést wairakít fyrst á þessu dýpi, sem bendir til hærri hita en 200°C. Þetta er í samræmi við hitamælingar í holunni, en samkvæmt þeim er berghiti áætlaður um 215°C.
8. 1120 m. Um 4 l/s skoltap var við æðina, en hún sést einnig greinilega í hitamælingum eftir borun. Æðin er við þunnt innskot í móbergsmýndun. Berghiti er áætlaður um 240°C.
9. 1285 m. Í borun mældist 25 l/s skoltap í 1300 m dýpi. Samkvæmt hitamælingum er æðin hins vegar nokkru ofar. Þetta er ein helsta vinnsluæð holunnar. Hún tengist trúlega sprungu. Samkvæmt ummyndun er komið í epidót-aktínólít beltið á 1250 m, sem þýðir að hiti hafi náð 280°C fyrr á tímum. Núverandi berghiti er hina vegar áætlaður út frá hitamælingum um 265°C.
10. 1390 m. Æðin lét lítið yfir sér í borun enda mikið skoltap í holunni. Hún sést hins vegar greinilega í hitamælingum í lok borunar. Í upphitun eftir borun var þrýstijafnvægi við

æðina, og bendir það til þess að hér sé helsta vinnsluæð KhG-1. Hún er við innskotsjað-  
ar. Allar helstu háhita ummyndunarsteindir sjást í borsvarfi, en berghiti er áætlaður um  
270°C.

11. 1525 m. Þessi æð kemur fram á hitamælingum eftir borun. Æðin er við efri brún innskots  
í hraunlagastaflann. Ummyndun bendir sem fyrr til mun hærri hita, en ríkir í kerfinu í  
dag.
12. 1550 m. Æðin sést í hitamælingum eftir borun. Hún kann að vera tengd sama innskotinu  
og æðin hér að ofan.
13. 1710-30 m. Á 1717 m dýpi tapaðist allt skolvatn. Tap mældist áður um 15 l/s og var því  
um að ræða meira en 30 l/s aukningu. Hitamælingar sýna að hér er fleiri en ein vatnsæð,  
og spannar æðanetið um 20 metra dýptarbil. Er talið að æðarnar séu tengdar misgengi,  
sem skeri hraunlagastaflann á þessu dýpi. Lfklegt er talið að hér sé um sama misgengi að  
ræða og sést í austurhlíðum Húsmúla um 200 m vestan holutopps KhG-1. Nákvæm skoð-  
un á ummyndun bergsins bendir til að ríkjandi berghiti í dag sé 280 +/- 10°C. Er það í  
þokkalegu samræmi við mældan hita sem fór hæst í um 270°C.



Mynd 10. Staðsetning vatnsæða í KhG-1.

Ljóst er að holan skar opna sprungu á 1717 m dýpi, enda féll borstrengur nánast niður um 1 m. Í svarfi sáust áberandi sprungufyllingar úr epidótnálum sem yfirprentaðar eru tæru plötukalsfti. Hámarkshiti í æðinni var áætlaður út frá kalsftinu sem hverfur úr háhitakerfum nærri 300°C. Aðalatriði er að hér fóru saman hár borhraði, stórt skoltap og áberandi sprungufyllingar við sprunguvegg. Hitamælingarnar sýna svo að um sprungunet er að ræða frá 1710-1730 m, sem er eðlilegt við stóra sprungu. Ekki er loku fyrir það skotið að allar æðarnar neðan 1285 m dýpis hirði vatn úr sömu sprungunni. Svo sem sést á mynd 15 er einungis 50 m bil milli holunnar og misgengisins á 1300 m dýpi, síminnkandi niður á 1717 m dýpi. Skammhlaup milli sprungunnar og holunnar neðan 1300 m eru því hreint ekki útilokuð og einfalda skýringu á framkomnum æðum skv. hitamælingunum eftir borun, þrýstijafnvægi holunnar og svo berghitaferli.

## 6.2 Vatnsleiðni KhG-1

Við borun vinnsluhluta holu KhG-1 er áætlað að um 14.207 m<sup>3</sup> af skolvatni hafi tapast út í jarðhitakerfið. Skoltöp voru lítil þar til á um 1300 m dýpi. Þá varð skoltap að jafnaði um 12-15 l/s niður á 1717 m dýpi, að allt skolvatn tapaðist um tíma (>46 l/s). Eftir það réðst skoltap af dælingu og var að jafnaði 20-35 l/s þar til þrepaðæling hófst við lok borverks. Eins og sést á mynd 3 í viðauka 4 hefur mest kæling orðið í holunni á dýptarbilinu 1280-1730 m, en dýptarbilið afmarkast af tveim stærstu vatnsæðum holunnar.

Holan var þrepaðeld 19.-20. nóvember 1985 og er gangi dæluprófuninnar lýst í viðauka 4 (mynd 5, tafla 3). Í dæluprófuninni var þrýstiskynjarinn hafður á 1710 m dýpi eða um 10 m ofan við neðstu öruggu vatnsæð holunnar. Eins og sést á mynd 5 í viðauka 4 verða nokkrar hitabreytingar í holunni, ef ádæling er minnkuð í 20 l/s eða minna. Þannig valda hitabreytingar nokkrum truflunum í fyrstu tveim ádæluprepunum, en þær verða síðan hverfandi í næstu tveim þrepum. Aðeins var gerð lausleg túlkun á þrepaðælingunni því síðar var jöfnun holunnar eftir blástur athuguð og þrýstingsviðbrögð hennar þá túlkuð. Þess má þó geta að þrýstiviðbrögðin í þrepaðælingunni sýna hegðun sem bendir til sprungustreymis. Fyrri þrepin benda jafnvel til að sprungan sé tregleiðandi. Samkvæmt þrepaðælingunni sker holan því eina eða fleiri vatnsleiðandi sprungur, en sprungufyllingar gætu valdið tregðu gegn vatnsrennsli um þær.

Á tímabilinu ágúst til nóvember 1986 var holan blástursprófuð. Að loknum blástursprófunum var holunni lokað þann 27. nóvember 1986 og fylgst með jöfnun þrýstings og hita í holunni eftir blásturinn. Þessar athuganir stóðu fram í febrúar 1987. Í upphitun holunnar fyrir blástur kom fram vendipunktur í þrýstimælingum á um 1400 m dýpi og því talið að þar ríkti þrýstijafnvægi milli holunnar og jarðhitakerfisins. Viðmiðunardýpi í síðari mælingum var því valið á 1400 m dýpi. Í Viðauka 5 er framgangi mælinga lýst og túlkun þeirra, en hér verða dregnar saman helstu niðurstöður þeirra.

Jöfnun hita í holunni eftir blástur (mynd 11, viðauka 5), svo og ör þrýstingshækkun í holunni fyrstu mínúturnar eftir að henni var lokað benda til að við blástur sjóði holan niður undir botn. Þá bendir vermi holunnar í blæstri til að suðan nái eitthvað út í jarðhitakerfið. Á 1400 m dýpi er þrýstingurinn í jarðhitakerfinu við holuna í blæstri samsvarandi suðuprýstingi jarðhitavökvans á þessu dýpi eða um 53-55 bar (267-270°C).

Eftir að lokað var fyrir blástur holunnar nálgast þrýstingur á 1400 m dýpi ört það þrýstijafnvægi sem þar ríkti fyrir blástur. Fjórum dögum eftir að holunni er lokað er þrýstingur á 1400 m farinn að nálgast jafnvægi og eftir tuttugu daga hefur hann náð sama gildi og fyrir blástur (111 bar, 113,2 kg/cm<sup>2</sup>). Þrýstingurinn hélt þó áfram að hækka lítils háttar næstu vikurnar þar á eftir

og stefndi að jafnvægi við 113 bar ( $115,2 \text{ kg/cm}^2$ ). Þrýstingur á 1400 m í holunni mælist því um 2 bar hærrí eftir blástur en fyrir. Skýringa má leita í síðustu þrýstimælingum gerðum fyrir og eftir blástur (myndir 3 og 12 í viðauka 5). Samkvæmt þeim hefur þrýstingur í jarðhitakerfinu ekki hækkað milli mælinga og er reyndar eins fyrir og eftir blástur þannig að blástur holunnar hefur ekki valdið merkjanlegum niðrdrætti í jarðhitakerfinu. Hins vegar virðist vendipunkturinn í þrýstimælingunum hafa færst neðar og vera á rúmlega 1700 m dýpi í mælingunum gerðum eftir blástur. Þrýstijafnvægi milli holunnar og jarðhitakerfisins virðist því vera á rúmlega 1700 m dýpi eftir blásturinn og er stjórnað af æðinni á um 1720 m dýpi sem jafnframt er þá orðin sterkasta æð holunnar.

Hegðun þrýstingsjöfnunarinnar eftir blástur bendir sterklega til þrívíðs streymis í næsta nágrenni við holuna. Einnig nær þrýstingur fljótt jafnvægi sem væntanlega bendir til að holan sé í tengslum við vatnsgæft jarðhitakerfi.

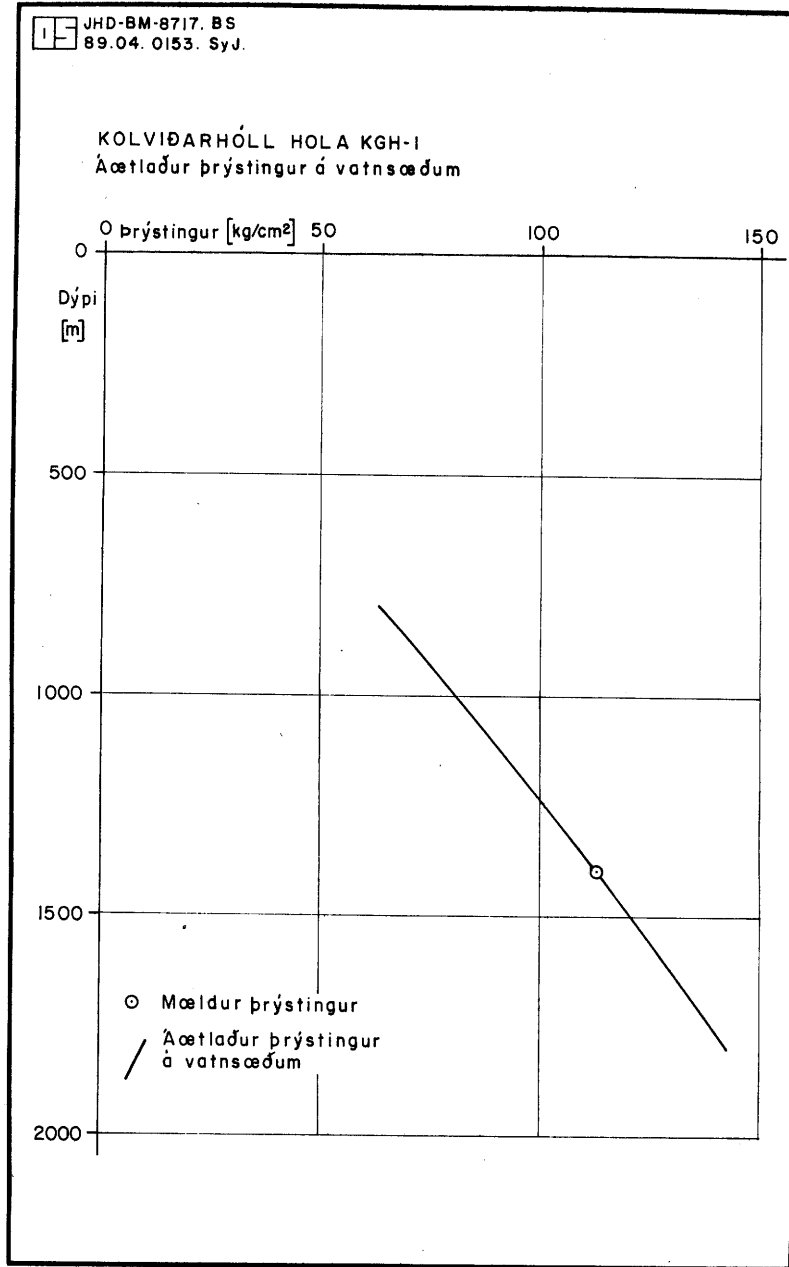
Við túlkun þrýstingshækkunar er venjulega stuðst við fræðileg líkön sem gera ráð fyrir óendanlegum láréttum vatnsleiðara, lokuðum að ofan og neðan. Í þannig líkani er streymið við holuna tvívítt. Slík túlkun gefur þá ákveðið mat á eiginleika hins raunverulega kerfis eða sýndareiginleika þess því matið er háð líkaninu. Í viðauka 5 er hins vegar sýnt fram á að streymi við holuna meðan þrýstingsjöfnunin varir sé þrívítt. Forsendur þeirra líkana sem oftast eru lögð til grundvallar við túlkun mælinga gilda því ekki í þessu tilfelli. Samanburður milli túlkana fyrir þrepaðælingar og jöfnunar þrýstings er því óviss. Niðurstöður þrepaðælingar bentu til að vatnsleiðni við holu KhG-1 væri á bilinu  $(1,3-2,2) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pas}$ . Niðurstöður jöfnunar þrýstings eftir blástur, túlkað með sömu líkönum og þrepaðælingin, benda til töluvert lægri vatnsleiðni eða  $(0,3-0,7) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pas}$ . Hér er ekki hægt að gera beinan samanburð á milli því forsendur líkansins gilda örugglega ekki í síðara tilfellinu. Þá má áætla vatnsleiðnina út frá gögnunum um jöfnun þrýstings þar sem tekið er tillit til þrívíðs streymis við holuna. Sé gert ráð fyrir að nær stöðugt ástand ríki undir lok athugana fyrir jöfnun þrýstings má áætla vatnsleiðni við holuna um  $0,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pas}$ . Út frá afköstum holu KhG-1 við Kolviðarhól má ætla að vatnsleiðni við holuna sé lág samanborið við sambærilegar holur á Nesjavöllum (NG-7, NG-10, NJ-12, NJ-14, NJ-15). Með samanburði við holur þar ætti vatnsleiðni við KhG-1 að vera í lægri kantinum á því mati sem þrepaðælingin gaf, en í hærrí kantinum á mati þrýstingsjöfnunarinnar. Líklegt mat fyrir vatnsleiðnina við holu KhG-1 er því um  $0,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pas}$ .

### 6.3 Þrýstingur á vatnsæðum

Í borun KhG-1 komu fram nokkrar smáar vatnsæðar í efstu 400 m holunnar. Þessar æðar tengjast volgu grunnvatnskerfi ( $40-70^\circ\text{C}$ ). Engar vatnsborðsmælingar voru gerðar áður en fódoringar voru steypar í holuna og því er þrýstingur volga kerfisins óþekktur. Hins vegar liggja fyrir upplýsingar um þrýsting vatnsæða í vinnsluhluta holunnar. Þrýstimælingar, í upphitun holunnar eftir borun, sýndu þrýstijafnvægi á 1400 m dýpi, og mældist þrýstingur þar um  $113 \text{ kg/cm}^2$ . Nærri þessu dýpi er ein meginvinnsluæð holunnar (1390 m). Til að meta þrýsting á öðrum vinnsluæðum holunnar hefur út frá mældum þrýstingi æðarinnar á 1390 m verið reiknaður þrýstiferill vatnssúlu, sem fylgir ætluðum berghita við KhG-1. Ferillinn er sýndur á mynd 12, en reiknigildin eru birt í töflu 5. Þrýstingur var einungis reiknaður upp að 800 m dýpi. Þar fyrir ofan tekur við volgt grunnvatnskerfi með óþekktum þrýstingi, eins og áður hefur komið fram.

Ferillinn á mynd 11 er byggður á þrýstimælingum á árunum 1985 og 1986. Til stóð að fylgjast með þrýstingi í holunni með reglulegu millibili og kanna breytingar. Minna hefur farið fyrir

Þessu eftirliti en til stóð þar sem holan stíflaðist fyrri part árs 1987. Eftir hreinsun holunnar haustið 1991 hefur þrýstingur verið mældur tvívegis og er niðurstaða þeirra mælinga sú að þrýstingur í Sleggjubeinsdal hafi ekki breyst á árunum 1985-1992 (Ómar Sigurðsson, 1992).



Mynd 11. Áætlaður þrýstingur á vatnsæðum í KhG-1.

## 6.4 Berghiti

Helstu upplýsingar um berghita við holu KhG-1 eru dregnar saman á mynd 13 og í töflu 5. Í upphitun eftir borun gætti hvergi suðu í holunni og rennsli milli vatnsæða var óverulegt, þegar leið á upphitunina. Sömu sögu er að segja um ástand holunnar eftir blásturspröfun. Í efri hluta holunnar er hitastig tiltölulega lágt. Á 150 m dýpi er hitinn t.d. um eða innan við 40°C, en þess má geta að í holunni, sem boruð var við Kolviðarhól árið 1949, mældist aðeins 8°C í botni (97 m). Sú hola er um 500 m suðaustan holu KhG-1, og því enn fjær yfirborðsjarðhitunum í Sleggjubeinsskarði. Hiti hækkar hægt með dýpi í efri hluta KhG-1 og mælist 100 stiga hiti fyrst á um 700 m dýpi. Þar virðist holan fara inn í þakbergið yfir jarðhitakerfinu, og hækkar hitinn hratt með dýpi, t.d. er hann um 200°C á 950 m dýpi. Samkvæmt mælingum er viðnám lágt í Sleggjubeinsdal ofan 500-800 m dýpis, en þar fyrir neðan tekur við hátt viðnám. Lágviðnámið er greinilega tengt volga grunnvatnskerfinu, en háviðnámið hins vegar þéttu þakbergi yfir jarðhitakerfinu. Efsta vinnsluæð holu KhG-1 er á 885 m dýpi. Þrátt fyrir að þar sé komið í jarðhitakerfið er bergið trúlega nokkuð þétt, enda eru allar æðar ofan 1200 m dýpis smáar og hitastig vaxandi með dýpi allt niður í 1300 m dýpi þar sem hiti mælist um 270°C. Virðist berghiti síðan haldast óbreyttur niður í botn (1800 m).

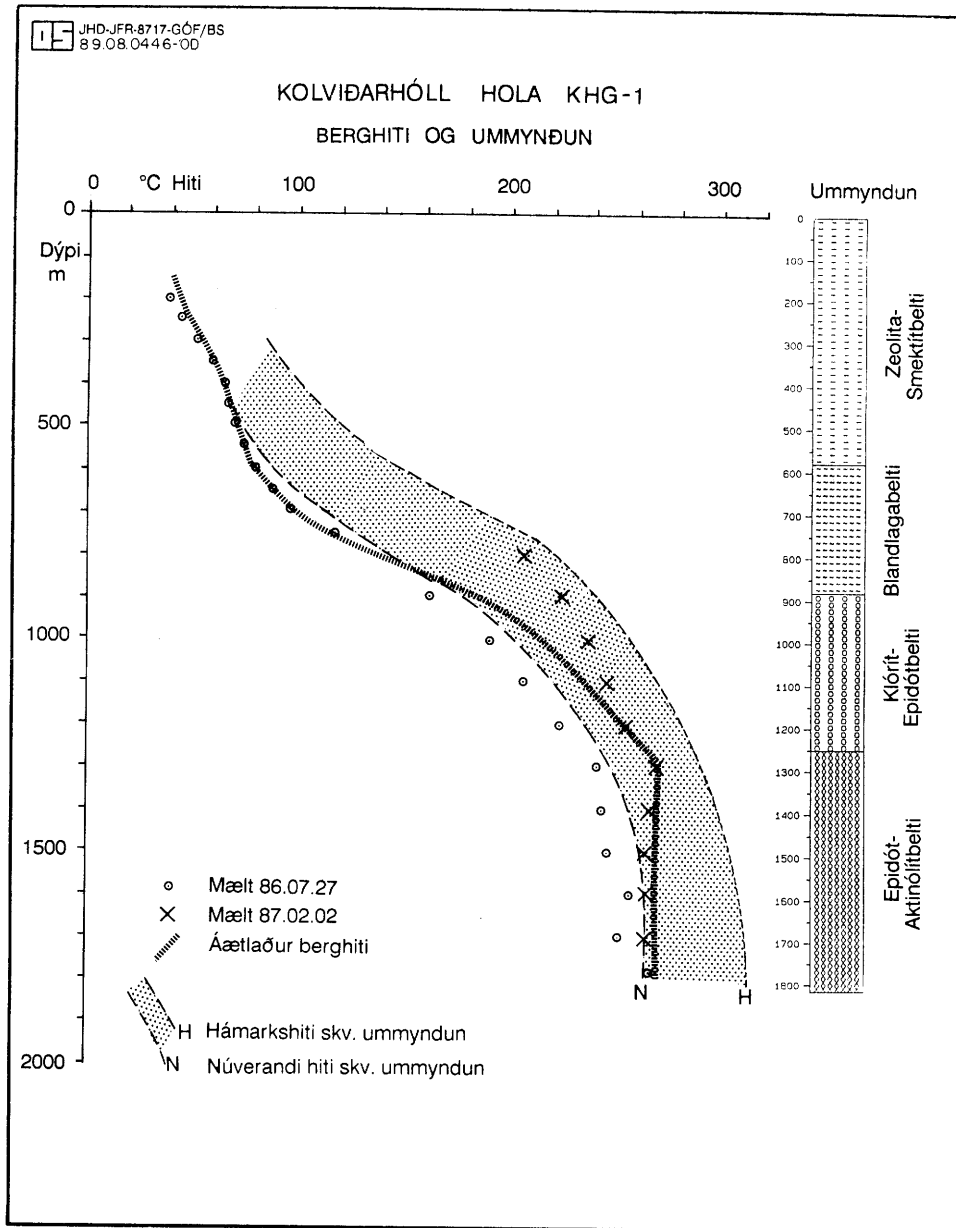
Samkvæmt hitamælingu í KhG-1 á árinu 1992 hafa ekki orðið hitabreytingar (frekar en þrýstibreytingar) í Sleggjubeinsdal síðustu árin (Ómar Sigurðsson, 1992).

Tafla 5. Kolviðarhóll hola KhG-1. Áætlaður berghiti og þrýstingur.

Dýpi (m)	Berghiti (°C)	Þrýst. á vatnsæðum (kg/cm <sup>2</sup> )	Dýpi (m)	Berghiti (°C)	Þrýst. á vatnsæðum (kg/cm <sup>2</sup> )
150	38		800	135	63,5
200	42		850	165	68,0
250	46		900	185	72,5
300	55		950	200	76,9
350	60		1000	215	81,1
400	65		1100	235	89,5
450	67		1200	255	97,5
500	69		1300	270	105,3
550	74		1400	270	113,0
600	80		1500	270	120,7
650	88		1600	270	128,4
700	96		1700	270	136,0
750	115		1800	270	143,7

Athuganir á ummyndun bergs við holu KhG-1, sýna að berghiti hefur í fyrndinni verið hærri en hann er í dag. Á mynd 12 eru dregnir tveir hitaferlar í samræmi við ummyndun bergsins. Sýnir annar ferillinn hámarkshita samkvæmt ummyndun, en hinn lágmarkshita. Athuganir á steinda-samfélaginu sýna að ofan 1000 m dýpis hafa lághitasteindir myndast fyrst, en háhitaummyndun síðar. Neðan 1000 m dýpis er þessu öfugt farið. Þar hafa háhitasteindirnar myndast fyrst, og eru þær gjarnan hjúpaðar steindaútfellingum, sem myndast við lægri hita. Hámarksferillinn gefur því vísbendingar um þann hita sem ríkti í jarðhitakerfinu, þegar jarðhitavirknin var mest á

Þessum stað, en lágmarksferillinn núverandi hitastig. Enda er gott samræmi neðan 1 km dýpis milli hans og áætlaðs berghita útfrá hitamælingum.



Mynd 12. Áætlaður berghiti í KhG-1.

## 7. UPPHLEYPING

Eftir að borun holunnar lauk 20. nóvember 1985 var hún látin hitna. Holan var hita- og þrýsti-mæld þrívægis áður en hafist var handa um að koma henni í blástur. Holan er köld langt niður og náði ekki 100°C hita fyrr en neðan við 700 m og vatnsborð var á um 170 m dýpi. Það var því sýnt að draga þyrfti holuna í gos með bullu á svipaðan hátt og gert hefur verið með nokkrar holur á Nesjavöllum.

Fyrsta skrefið í upphleypingunni var að dæla lofti á holuna. Hófst loftdælingin á holuna 28. júlí 1986. Var þá vatnsborð í holunni á 169 m dýpi. Var toppþrýstingi haldið í 30-40 bar (tafla 6) þar til 12. ágúst en þá var loftinu hleypt af. Við það steig vatnsborðið upp í 104 m. Lofti var síðan dælt aftur á holuna þann 14. ágúst og látið standa á þar til 25. ágúst en þá var holan dregin í gos.

Á hádegi 25. ágúst var allt tilbúið til að draga holuna í gos. Lokið var tekið af holunni og bullunni slakað í stálvír niður fyrir vatnsborð. Stálvírinn lá yfir trissu við holutoppinn og í dráttar-bíl. Bullan var síðan dregin upp með því að bíllinn ók áfram. Um hádegið hófst þessi strokkun með bullunni. Í fyrstu þrem ferðum með bulluna fékkst ekkert vatn, en síðan náðist vatnsspýja úr holunni í hverri ferð. Vatnið fór smátt og smátt hitnandi eftir því sem ferðum með bulluna fjölgaði, og eftir tuttugu ferðir fór holan að gefa með og eftir 23 ferðir var hún komin í blástur. Tók þessi aðgerð 37 mínútur. Fyrst blés holan beint upp í loftið í um 2 klst, en þá var lokað fyrir blásturinn og holutoppi komið fyrir. Ekki mátti tæpara standa við þessa aðgerð því holan var að lognast út af þegar henni var hleypt upp aftur. Holan blés síðan til 27. nóvember 1986.

Tafla 6. Upphleyping holu KhG-1.

Dags.	kl.	Þrýstingur	Athugasemdir
860728	2200		lofti dælt á holuna
860730		39.5	
860730	0100	37.0	
860801		35.0	
860805	1200	33.0	
860807	2100	31.0	pressa sett í gang
860808	0600	37.0	pressa stopp, ath. leki niður í holuna.
860812		32.5	lofti hleypt af holunni. Vatnsb. í 104 m.
860814			lofti dælt á að nýju.
860825	1145		lofti hleypt af
860825	1200		byrjað að draga holuna upp.

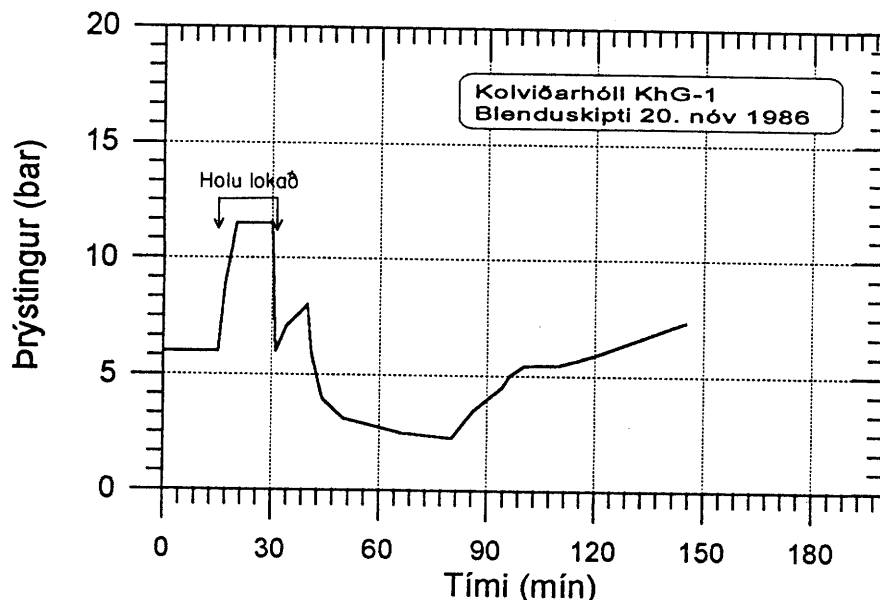


## 8. AFL OG AFKÖST

Holan blés frá 25. ágúst 1986 til 26. nóvember sama ár eða samtals í 93 daga. Allan tímann blés hún um 161 mm stút. Við legglokann var fyrst 132 mm blenda en 20. nóvember var skipt um og sett í 4" (102 mm) blenda. Við blenduskiptin stóð holan lokað í 15 mínútur og kom þá í ljós hve holan er viðkvæm og munaði minnstu að hún lognast út af við þessa stuttu lokun (mynd 13). Því var ekki ráðist í frekari blenduskipti, en í lok blásturstímans var reynt að hækka holu-toppþrýsting með því að þrengja að leggloka. Þannig fengust fleiri gildi fyrir afferil holunnar. Afkastaferill holunnar er sýndur á mynd 14 ásamt afferlum þeirra borhola á Nesjavöllum sem hafa svipað vermi og holu KhG-1.

Á blásturstímanum var fylgst reglulega með affi og afköstum holunnar. Niðurstöður mælinga eru sýndar í töflu 7 og á myndum 15-16. Holutoppþrýstingur var um 9 bar í upphafi en fór síðan lækkandi og var um 6-6,5 bar meðan 132 mm blendan var við legglokann. Þá var heildarrensli rúmlega 20 kg/s. Með minnkandi blendu hækkaði þrýstingurinn í um 9 bar og heildarrenslið lækkaði í um 18 kg/s. Með þrengingu á leggloka fór holutoppþrýstingur í tæp 10 bar en heildarrenslið breyttist lítið.

Hola KhG-1 við Kolviðarhól hefur svipað vermi og lágvermiholur NG-7, NG-10, NJ-12 og NJ-14 á Nesjavöllum 1350-1500 kJ/kg. Aftur á móti eru holur NJ-17 og NJ-18 á Nesjavöllum með mun lægra vermi. Við um 7 bar holutoppþrýsting gaf holan um 20 kg/s í heildarrensli með vermi um 1500 kJ/kg. Þetta samsvarar um 30 MW í varmaaffi, sem er einungis um helmingssafi á við meðal Nesjavallaholu.

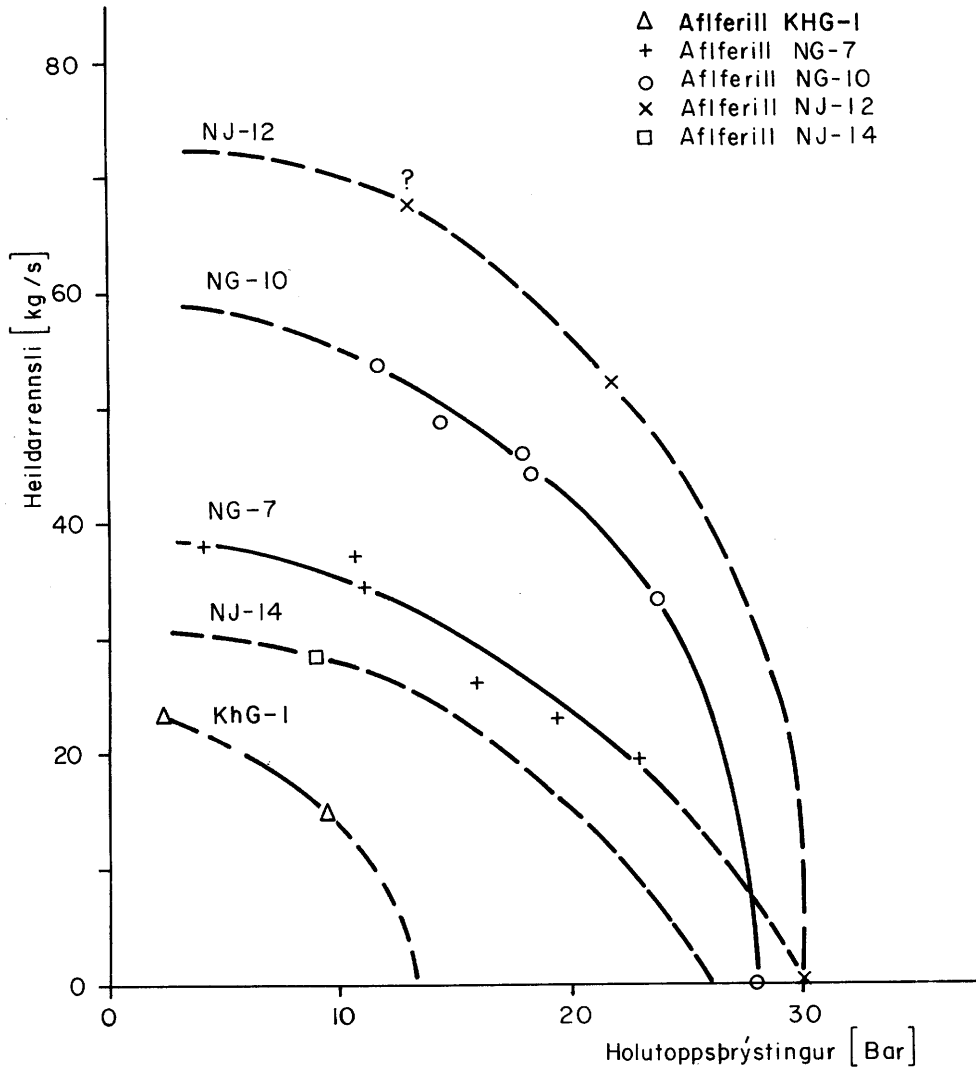


Mynd 13. Hola KhG-1, toppþrýstingur við blenduskipti 20. nóvember 1986.

JHD·BM·8717·EG  
87·03·0338·AÁ

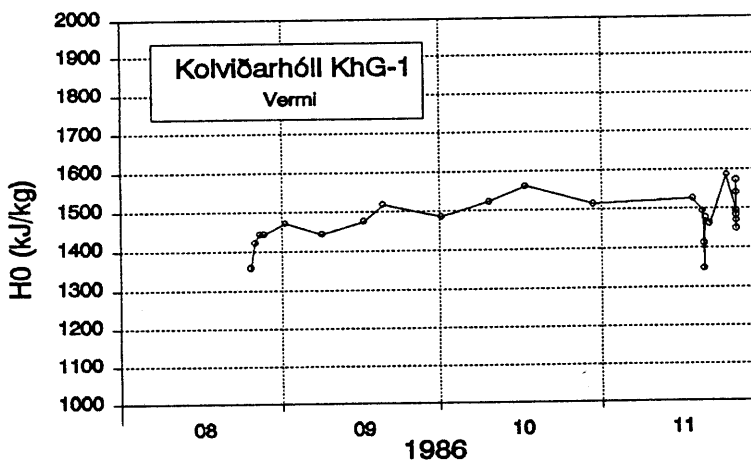
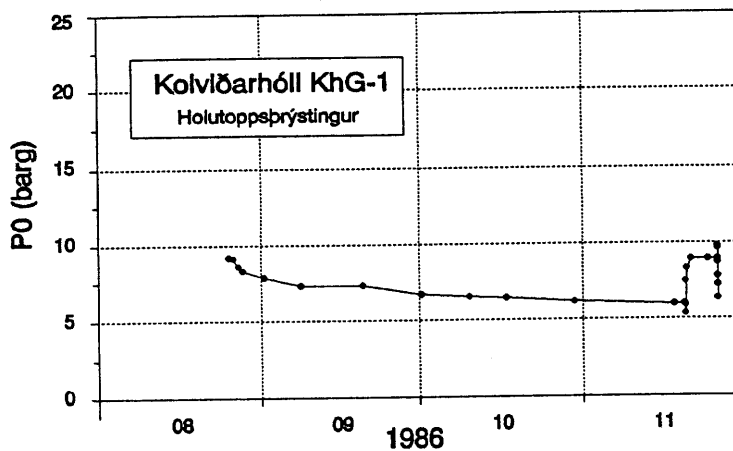
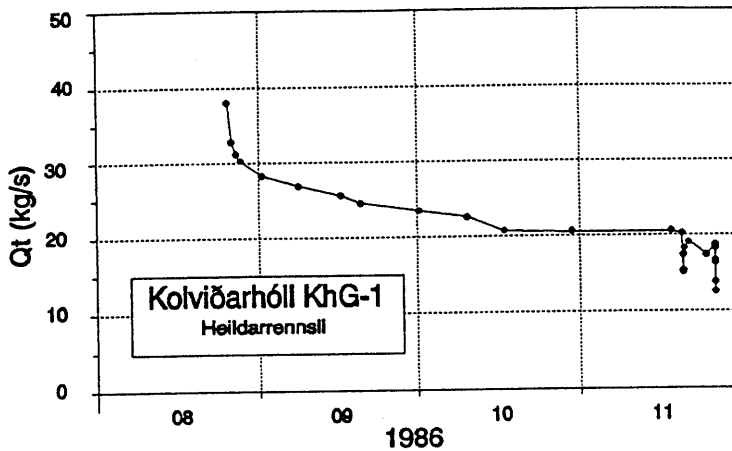
### KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1

AFLFERILL HOLU KHG-1 Í SAMANBURÐI  
VIÐ HOLUR Á NESJAVÖLLUM

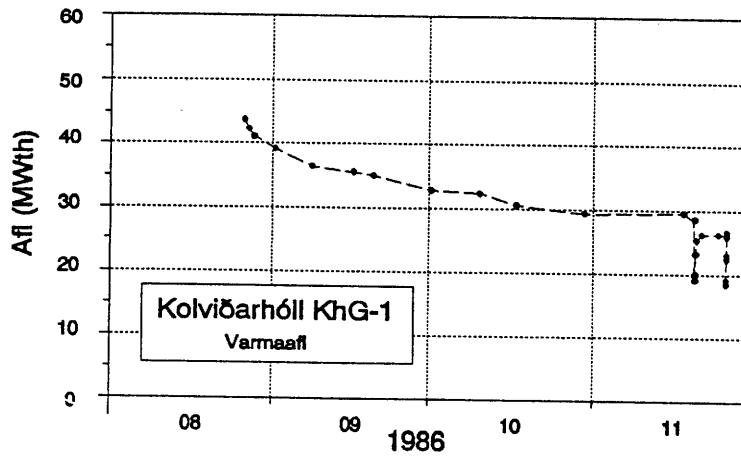
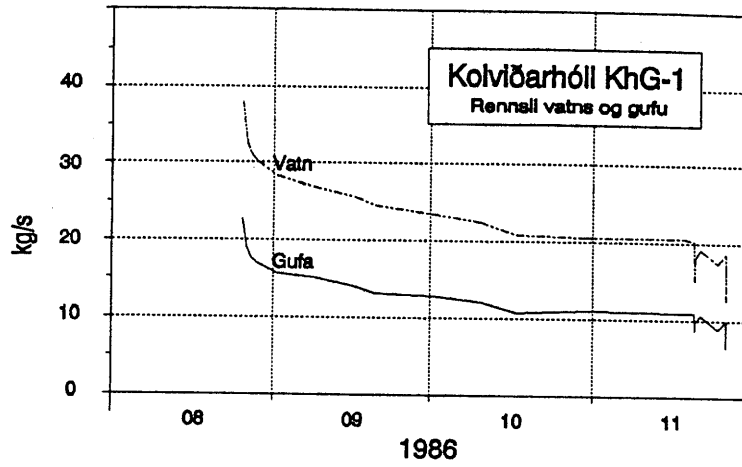


Mynd 14. Afiferill fyrir holu KhG-1 ásamt afiferlum fyrir holur á Nesjavöllum.





Mynd 15. Breytingar á toppþrýstingi, vermi og heildarrensli með tíma fyrir holu KhG-1.



Mynd 16. Breytingar á rennsli vatns og gufu og varmaafli með tíma fyrir holu KhG-1.

## 9. EFNASAMSETNING BORHOLUVÖKVA

Rannsóknir á efnainnihaldi borholuvökvans miða aðallega að því að skilgreina efnasamsetningu vatns og gufu, meta jafnvæghita þess vökva sem streymir inn í holuna, kanna útfellingahættu og þar með vinnslueiginleika og kanna breytingar á efnainnihaldi sem verða með vinnslu og skýra orsök þeirra. Á blásturstíma holu KhG-1 á Kolviðarhóli voru tekin 7 sýni til efnagreininga. Fyrsta sýninu var safnað daginn eftir að holan komst í blástur. Tveimur öðrum sýnum var safnað fyrstu viku blásturstímans, en síðan var safnað vikulega næsta mánuðinn og einu sýni var safnað tæpum tveimur mánuðum eftir að holan kom í blástur. Tafla 8 sýnir yfirlit um þau sýni sem safnað var.

Tafla 8. Yfirlit um sýni safnað úr holu KhG-1.

Sýni	Dags.	Dagar frá upph. blásturs	Söfnunar þrýstingur Ps (abs)	Söfnunar hiti Ts (°C)	Igas /kg þ óþétt.	Vermi H kJ/kg
86-5099	860826	1	9.4	177	0.330	1417
86-5100	860828	3	8.8	174	0.269	1441
86-5130	860901	7	8.4	172	0.311	1467
86-5131	860908	14	7.8	169	0.577	1438
86-5132	860916	22	7.5	168	0.333	1473
86-5163	861001	38	6.8	164	0.389	1481
86-5193	861017	54	6.8	164	0.375	1556

### 9.1 Mat á hita

Helstu vinnsluæðar holunnar eru taldar vera á 1285 m, 1390 m og um 1717 m dýpi. Berghiti er talinn vera um 270°C í þessum hluta holunnar. Efnasamsetningu vatns og gufu má einnig nota til að segja til um hita á innstreymi í holuna. Mest hefur verið stuðst við styrk kísils og alkalmálma í vatnsfasa til að meta hita, en einnig styrk ýmissa gastegunda í gufu. Jafnvægi milli bergs og vökva næst tiltölulega fljótt ef hiti er yfir 250°C, og gefa efnahitamælar oft þann hita sem ríkir við innstreymi í holuna. Kísilhiti er fljótari en alkálhiti að ná jafnvægi. Ef fleiri en ein æð með mismunandi hita á bilinu 200-300°C eru í sömu holunni þá gefur kísilhiti meðalhita á þeim vökva sem streymir inn í holuna.

Gashitamælar byggja á efnajafnvægi bergs og styrks gastegunda í gufu. Vegna mismunandi leysanleika gastegunda í gufu geta fleiri atriði breytt mati á hitastigi. Þannig geta mismunandi gashitamælar gefið til kynna aðskilnað fasa og massahluta sodins vatns í flæðinu.

Til eru mismunandi kvarðanir fyrir kísilhita og alkálhita. Hér hefur verið valið að nota kvörðun Stefáns Arnórssonar o. fl. (1983) fyrir kísil- og alkálhita, en þær kvarðanir hafa gefist vel á Nesjavöllum. Niðurstöður efnahitamæla er gefinn í töflu 9 fyrir sýni úr holu KhG-1. Mynd 17 sýnir breytingar á útreiknuðum efnahita með tíma fyrir þessi sýni.

Kísilhita og kolsýruhita ber vel saman, meðaltal 270°C og 265°C. Alkálhiti gefur aftur á móti heldur lægri gildi eða um 250°C að meðaltali. Gashitamælar aðrir en kolsýra (TH<sub>2</sub>S, TH<sub>2</sub>, TCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>, TH<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S) gefa lægri hita sem trúlega stafar af aðskilnaði fasa og mismunandi leys-

Tafla 9. Útreiknaður efnahiti í holu KhG-1.

Dags.	T <sub>SiO<sub>2</sub></sub>	T <sub>Na-K</sub>	T <sub>CO<sub>2</sub></sub>	T <sub>H<sub>2</sub>S</sub>	T <sub>H<sub>2</sub></sub>	T <sub>CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub></sub>
860826	269	249	275	224	247	228
860828	272	251	266	227	223	194
860901	265	248	269	229	224	192
860908	264	248	265	227	228	204
860916	259	245	267	229	235	214
861001	263	253	266	227	247	237
861017	263	248	259	229	216	187
Meðaltal	265	249	267	227	231	208

Skýringar:

$T_{SiO_2} = 1498 / (5,70 - \log SiO_2) - 273,15$  (180-300°C). Stefán Arnórsson o.fl. (1983). Styrkur í mg/kg.

$T_{Na-K} = 1319 / (1,699 + \log Na/K) - 273,15$  (250-350°C). Stefán Arnórsson o.fl. (1983). Styrkur í mg/kg.

$T_{CO_2} = -44,1 + 269,25Q - 76,88Q + 9,52Q$ . Þar sem  $Q = \log CO_2$  (mmole/kg).

Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson (1985).

$T_{H_2S} = 173,2 + 65,04 \log H_2S$ . Styrkur í mmole/kg. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson (1985).

$T_{H_2} = 212,2 + 38,59 \log H_2$ . Styrkur í mmole/kg. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson (1985).

$T_{CO_2/H_2} = 311,7 - 66,72 \log (CO_2/H_2)$ . Styrkur í mmole/kg.

Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson (1985).

anleika gastegundanna. Sá hiti sem valinn hefur verið sem innstreymishiti er 265°C sem er mjög í samræmi við metið berghitastig fyrir vinnsluhita holunnar.

## 9.2 Efnasamsetning og breyting með tíma

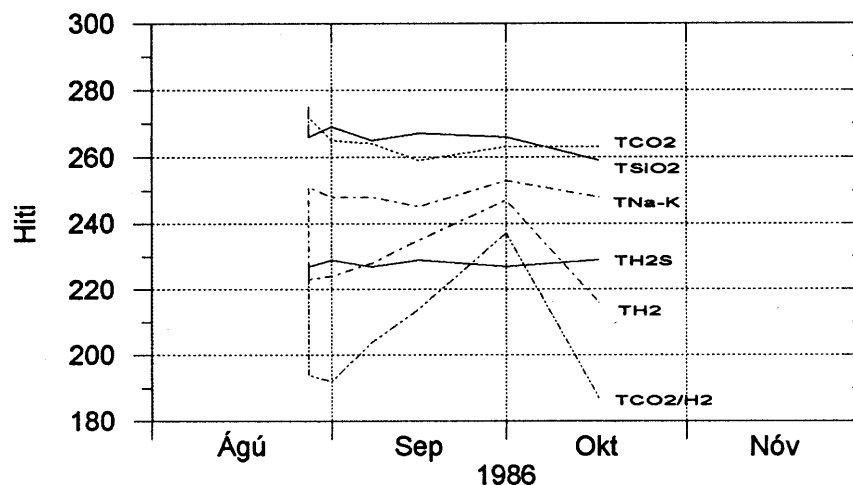
Við afkastamælingar á holu KhG-1 við Kolviðarhól reiknaðist vermið vera á bilinu 1417-1556 kJ/kg á þeim tíma sem sýnunum var safnað, og hækkaði heldur með tíma. Meðalvermi á þeim tíma sem sýnum var safnað er um 1468 kJ/kg. Heildarrennsli frá holunni er milli 20-30 kg/s. Hljóðdeyfir á vel að ráða við það rennsli og ekki varð vart við vatnsaustur úr hljóðdeyfi. Það er því ekkert sem gefur til kynna að vermi reiknist of hátt. Því ætti að vera eðlilegt að reikna með að inn í holuna streymi tveir fasar, vatn og gufa. Jafnvægisreikningar voru framkvæmdir á tvennan hátt. Annars vegar var reiknað með mældu vermi og hins vegar að aðeins væri um einn fasa að ræða, sem samsvaraði 265°C (vermi 1160 kJ/kg). Þegar reiknað er með einum fasa fellur efnasamsetningin mjög nærri jafnvægisferlum, en fjær jafnvægi ef notast er við mælt vermi (mynd 18). Munurinn sem fram kemur snertir einkum útreiknað sýrustig í djúpvatni og afleiddar stærðir þess. Lauslegar athuganir benda til þess, að ef gert er ráð fyrir tveimur fösum og síðan aðskilnaði fasanna þá reiknast vatnið nær jafnvægi en þegar ekki er gert ráð fyrir aðskilnaði fasanna.

Tafla 10 sýnir samsetningu vatns og gufu eftir suðu frá söfnunarhita niður í 100°C. Á tveimur til þremur vikum er efnasamsetning vatns og gufu orðin nokkuð stöðug. Á fyrstu vikum blásturs

lækkaði styrkur kísils, kalsfums, sulfats og köfnunarefnis, en styrkur klóríðs og flúoríðs hækkaði lítillega (mynd 19). Lækkun á styrk sulfats og köfnunarefnis með tíma og aukning á styrk brennisteinsvetnis í gufu getur verið afleiðing skolvatns fyrst þegar holan fer að blása.

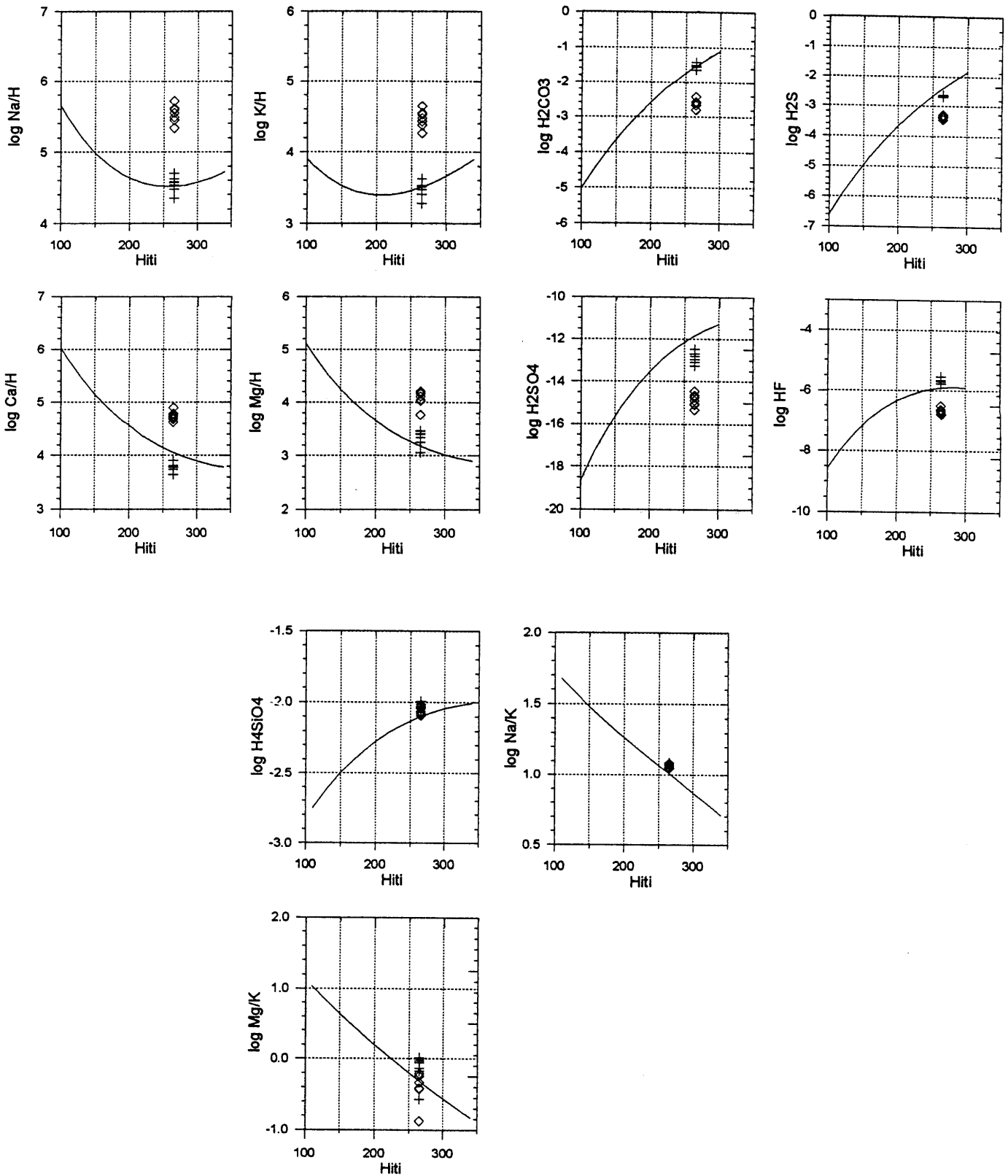
Tafla 10. Efnasamsetning vatns og gufu í KhG-1 við 100°C.

Dags.	860826	860828	860901	860908	860916	861001	861017
Nr. sýnis	86-5099	86-5100	86-5130	86-5131	86-5132	86-5163	86-5193
Heildarrensli (kg/s)	32.6	30.1	28.2	26.7	25.5	23.3	20.7
Vermi (kJ/kg)	1417	1441	1467	1438	1473	1481	1556
<b>Vatnsmagn (kg/s)</b>	<b>18.2</b>	<b>16.5</b>	<b>15.1</b>	<b>14.7</b>	<b>13.6</b>	<b>12.3</b>	<b>10.3</b>
pH/°C	9.48/22	9.49/21	9.28/21	9.55/21.5	9.56/24	9.53/22	9.63/22
Heildar OH	158.1	135.3	85.2	148.0	173.7	147.0	165.7
SiO <sub>2</sub>	884	924	848	834	793	830	834
Na	187.0	190.8	190.3	195.7	191.7	196.0	197.1
K	27.9	29.2	28.1	28.9	27.2	30.6	28.6
Ca	0.57	0.51	0.50	0.50	0.48	0.44	0.45
Mg	0.031	0.031	0.023	0.014	0.015	0.026	0.002
CO <sub>2</sub>	182.6	126.1	83.0	146.8	189.8	147.7	154.2
H <sub>2</sub> S	12.8	13.2	8.5	15.8	19.4	15.2	19.1
SO <sub>4</sub>	37.0	35.4	31.6	30.4	28.4	27.6	25.8
Cl	8.7	12.8	12.5	13.6	12.4	11.9	11.5
F	1.28	1.36	1.36	1.65	1.42	1.46	1.71
<b>Gufumagn (kg/s)</b>	<b>14,4</b>	<b>13,6</b>	<b>13,1</b>	<b>12,1</b>	<b>11,9</b>	<b>11,0</b>	<b>10,4</b>
CO <sub>2</sub>	6505	4812	5350	4646	4974	4724	3915
H <sub>2</sub> S	247	271	290	271	277	263	265
H <sub>2</sub>	12.0	2.8	3.0	3.9	6.1	1.5	2.0
O <sub>2</sub> + Ar	2.7	0.7	1.3	1.3	1.5		0.5
N <sub>2</sub>	571.4	117.8	140.9	127.8	249.5		188.9
CH <sub>4</sub>	41.5	10.5	9.3	8.9	12.0		7.7

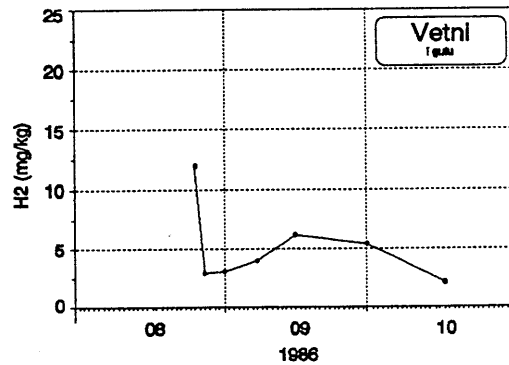
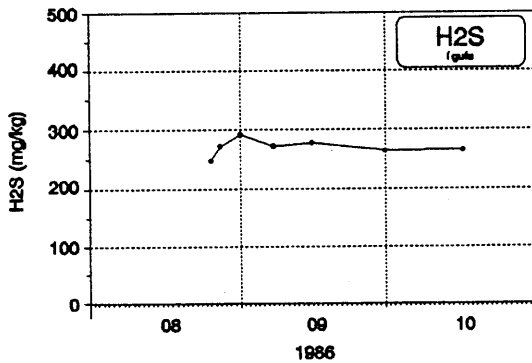
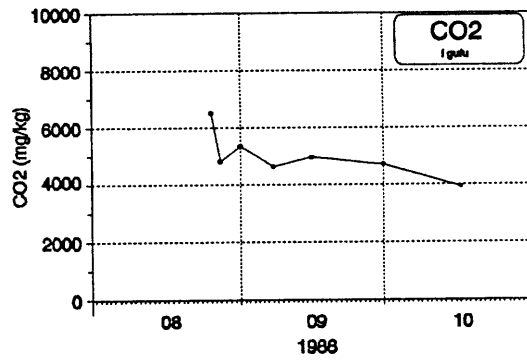
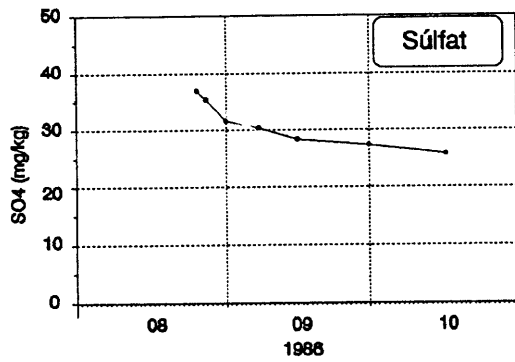
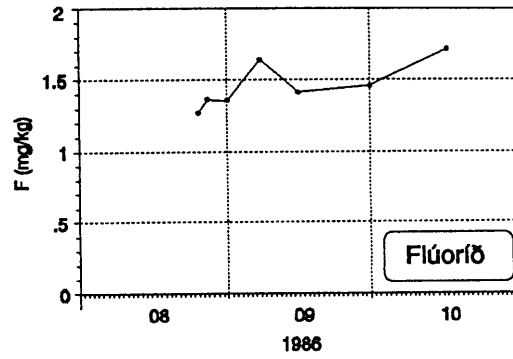
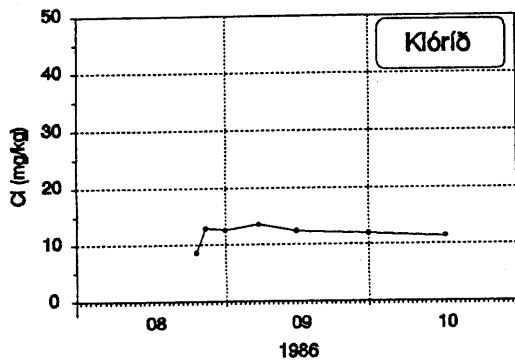
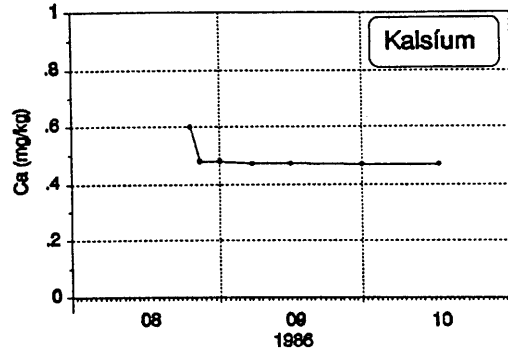
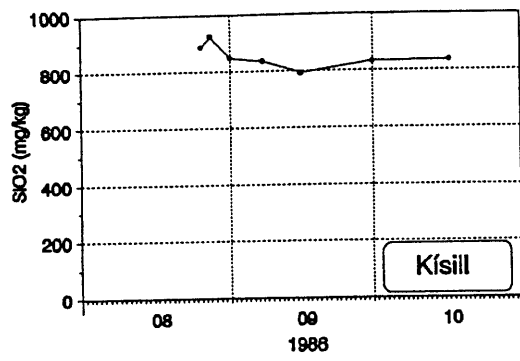


Mynd 17. Útreiknaður efnahiti í KhG-1. Breytingar með tíma.





Mynd 18. Efnasamsetning djúpvökva í KhG-1 (plús miðað við reiknað vermi, tígull miðað við mælt vermi) og jafnvægisferlar.



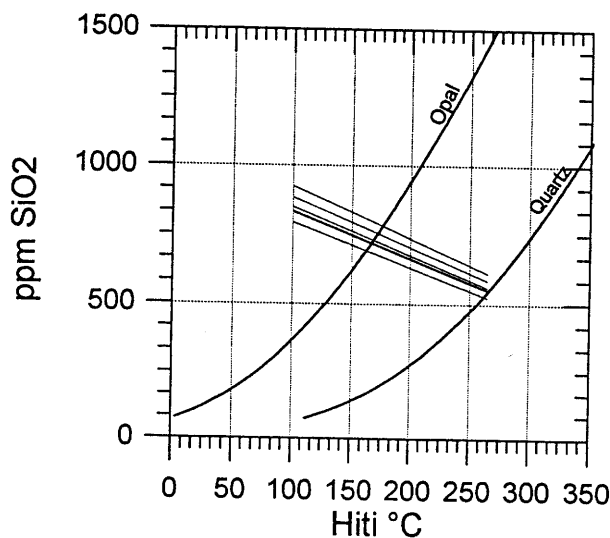
Mynd 19. Breyting á styrk nokkurra efna í vatni og gufu (100°C) meðan holan blés.

### 9.3 Vinnsluhæfni jarðhitavökvans

Það er einkum tvennt sem ræður vinnsluhæfni jarðhitavökvans, annars vegar útfellingahætta og hins vegar styrkur gass í gufu. Styrkur gass í gufu við 7 bar-a þrýsting er sýndur í töflu 11 ásamt samsetningu gassins. Að meðaltali eru um 0,7 þyngdar % gass í gufu við 7 bar-a þrýsting. Koldíoxíð er um 90% af gasinu, brennisteinsvetni um 4% og köfnunarefni um 4%. Þetta er heldur meira gas en mælist í flestum holum á Nesjavöllum (0,4-0,5%). Einungis Nesjavallaholurnar NG-5 og NG-7 hafa mælst með 0,7-0,9 gas í gufu. Samsetning gassins á Kolviðarhóli er jafnframt önnur en á Nesjavöllum. Þar er brennisteinsvetni gjarnan 15-35% af gasinu. Á Nesjavöllum er vetni einnig hlutfallslega meira. Einungis lágvermiholur í jörðrum svæðisins hafa svipað vetnishlutfall og hola KhG-1 á Kolviðarhóli.

Tafla 11. Gas í gufu við 7 bar-a þrýsting og samsetning þess.

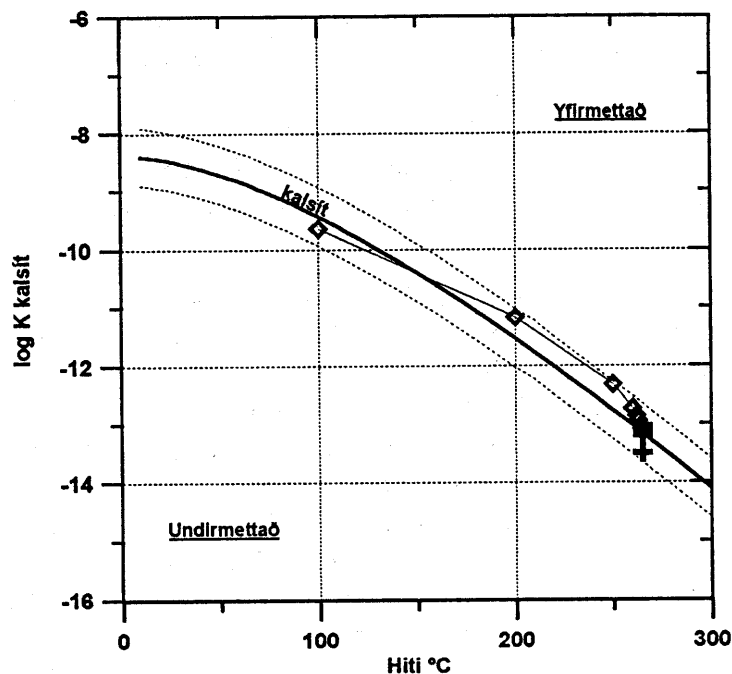
Sýni	Dags.	Gas í gufu þyngdar %	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	Ar
86-5099	86-08-26	0.94	87.91	2.77	0.17	0.04	0.60	8.29	0.22
86-5100	86-08-28	0.65	92.77	4.48	0.06	0.01	0.21	2.41	0.06
86-5130	86-09-01	0.73	92.92	4.24	0.05	0.02	0.17	2.53	0.07
86-5131	86-09-08	0.64	92.40	4.63	0.08	0.03	0.18	2.62	0.06
86-5132	86-09-16	0.70	90.45	4.49	0.11	0.03	0.22	4.60	0.10
86-5163	86-10-01	0.62	89.25	4.32	0.10	0.51	0.19	5.50	0.13
86-5193	86-10-17	0.53	89.82	5.50	0.05	0.01	0.18	4.36	0.08
Meðaltal		0.70	91.05	4.35	0.09	0.02	0.26	4.14	0.10



Mynd 20. Jafnvægi kvars og ópals og útfellingahætta kísils.

Þær útfellingar sem helst má búast við eru kísill og kalk. Jarðhitavökvinn er nærri jafnvægi við kvars við innstreymi í holuna. Á mynd 21 eru sýndir ferlar fyrir uppleysanleika kvars og ópals sem fall af hita. Þegar vökvinn sýður eykst styrkur kísils í þeim vökva sem eftir er og hiti vatnsins lækkar. Inn á myndina eru dregnir ferlar fyrir breytingar á styrk kísils fyrir sýni úr holu KhG-1 við suðu. Kísilútfellingar geta myndast þegar vökvinn nær mettunarferli ópals. Hitastig ópalmettunar er um 165-170°C fyrir þessi sýni. Það er því ekki ráðlegt að reka holuna til langframa við lægri vinnsluþrýsting en sem svarar til þessa hita þ.e. um 7 bar-a.

Jarðhitavökvinn er í jafnvægi við kalsít við innstreymi í holuna. Við fyrstu suðu verður vökvinn lítillega yfirmettaður með tilliti til kalsíts, sem síðan minnkar með aukinni suðu og afgösun. Nokkra yfirmettun þarf til þess að útfellingar fari að myndast. Á mynd 22 er sýndur leysniferill kalsíts með hita. Jafnframt eru sýnd skekkjumörk fyrir jafnvægisferilinn. Miðað við reynslu annars staðar frá þarf yfirmettunin að vera meiri en sem svarar skekkjumörkunum til að kalsít útfellingar fari að myndast. Inn á myndina eru teiknaðir punktar fyrir sýnin frá holu KhG-1 við Kolviðarhól. Jafnframt er þar reiknaður ferill fyrir suðu í þrepum fyrir eitt sýni. Samkvæmt þessu er því lítil hættá á kalsít útfellingum í holu KhG-1.



Mynd 21. Uppleysanleiki kalsíts sem fall af hita og sýni úr holu KhG-1. Krossarnir sýna öll sýni úr holunni en tíglarnir afmarka feril þar sem reiknað er með suðu í þrepum niður í 100°C fyrir eitt af sýnunum.

## 10. JARÐHITAKERFIÐ VIÐ KOLVIÐARHÓL OG TENGLI VIÐ NESJAVELLI

Í þessum kafla eru dregin saman helstu einkenni jarðhitakerfisins við Kolviðarhól og tengsl þess við jarðhitakerfið á Nesjavöllum. Byggt er á fyrirliggjandi gögnum úr holu KhG-1, Nesjavallaholum (einkum þó NJ-12, NJ-17, og NJ-18) og birtum og óbirtum gögnum úr yfirborðsrannsóknnum (Benedikt Steingrímsson o.fl. 1986, 1987; Helgi Torfason o.fl. 1983; Hjalti Franzson, 1988; Knútur Árnason o.fl. 1986; Kristján Sæmundsson o.fl. 1989; Orkustofnun, 1986 a,b,c; 1989). Niðurstöður rannsókna á holu KhG-1 skýra mörg óljós atriði um eðli jarðhitavirkni í vestanverðum Hengli. Má þar nefna hitaástand kerfisins og breytingar þess með tíma, tengsl jarðhita við jarðskorpubrot og svo útbreiðslu nýtanlegs jarðhita. Rannsókn á ummyndun og samanburður við ætlaðan berghita sýna að jarðhitavirkni er heldur á undanhaldi í vestanverðum Hengli. Hins vegar má ætla að nær dragi jafnvægi milli berghita og ummyndunar um miðbik Hengils. Tengsl vatnsleiðni í holu KhG-1 við stórt misgengi um 200 m vestan hennar eru næsta augljós. Misgengið var skorið á 1717 m dýpi, sem gefur til kynna að því halli til austurs u.þ.b. 7° frá lóðréttu. Samanburður á bergi úr holunni við yfirborðshraun úr Húsmúladyngjunni sýnir jafnframt að land austan misgengisins hefur sigið um allt að 200 m. Hóla KhG-1 er því rétt inn á stórrí sigspildu sem einkennir megineldstöðina í Hengli. Sigspildan sker eldstöðina í norðaustlæga stefnu og er 4-5 km breið. Austurjaðar hennar er nærri Litla Skarðsmýrarfjalli. Norðan Hengils tekur sigspildan á sig norðlægar stefnu og hliðrast jafnframt til vesturs. Telja má vfst að jarðhitaboranir vestan við sigspilduna í suðvestanverðum Hengli séu ekki vænlegar til árangurs. Hins vegar er hiklaust hægt að mæla með borunum í Sleggjubeinsskarði og víða í Innstadal. Fyrirliggjandi hugmyndir um jarðhitakerfin í Hengli er einfaldast að skýra með myndum. Myndir 22 og 23 sýna jarðlaga-, hita- og ummyndunarsnið frá Kolviðarhól til norðausturs yfir til Nesjavalla annars vegar, og í suðaustlæga stefnu yfir holu KhG-1 hins vegar. Lega sniðlínanna er sýnd á mynd 1.

Mynd 22 er tvískipt og sýnir annars vegar SV-NA jarðlagasnið frá Kolviðarhóli yfir í Kýrdal um holur NJ-17 og NJ-12 og áfram norður að þjóðvegi rétt norðan holu NJ-18 (mynd 22a), og hins vegar ummyndunar- og hitasnið eftir sömu línu (mynd 22b). Sniðið er tæplega 12 km langt. Vegalengdin milli holu KhG-1 og Kýrdalsholanna er rúmum 7 km og er því ljóst að sniðið er talsvert ónákvæmt. Hins vegar kemur í ljós að jarðlagasyrpum í holum KhG-1 og NJ-12 svipar mjög saman. Móberg einkennir báðar holurnar frá yfirborði niður að sjávarmáli (0-línun). Þar tekur við basaltsyrpa frá síðasta hlýskeyði í báðum holum. Tilheyrir sú í holu KhG-1 dyngjuhraunum úr Húsmúladyngjunni sem talin er um 100.000 ára gömul, en hraunin í Kýrdalsholunum eru að líkindum mynduð á sama hlýskeyði. Skálaga bólstrabergslög einkenna útjaðra Húsmúladyngjunnar, og er það einkenni dregið fram í jarðlagasniðinu. Bendir það til að móbergsfjalllendi hafi prýtt Hengilssvæði á síðasta hlýskeyði, og að hraunlagastaflar hafi því einungis náð að myndast á jaðarsvæðum þess eða í dalverpum milli móbergs hryggja. Hraunlög finnast t.d. ekki í holu NJ-17 við sjávarmál, sem stafar trúlega af hæðóttu landslagi. Heiti móbergsmýndananna sem sjást á yfirborði er sýnt á jarðlagasniðinu.

Sé haldið áfram með samanburð á holum KhG-1 og NJ-12 má sjá að móberg einkennir báðar holur niður á 400 til 500 m dýpi neðan sjávarmáls. Þar tekur við tæplega 100 m þykk hraunlagasyrpa í báðum holum. Hún hefur það einkenni að vera samsett úr grófkorna ólívín-þóleíft hraunlögum ofan til en fínkornóttari þóleífhraunlögum í neðri hluta. Freistandi er að tengja þessar syrpur saman undir Hengilinn og álykta að þær séu frá næstsíðasta hlýskeyði. Hraunlaga-

syrpa þessi er hins vegar nokkru þykkri í holu NJ-17, og tvískipt í holu NJ-18. Virðist því sem landslag hafi haft áhrif á þykkt hraunlagastaflans við hverja holu. Þessu er komið til skila á mynd 22 með því að gera ráð fyrir móbergslandslagi undir Henglinum miðjum.

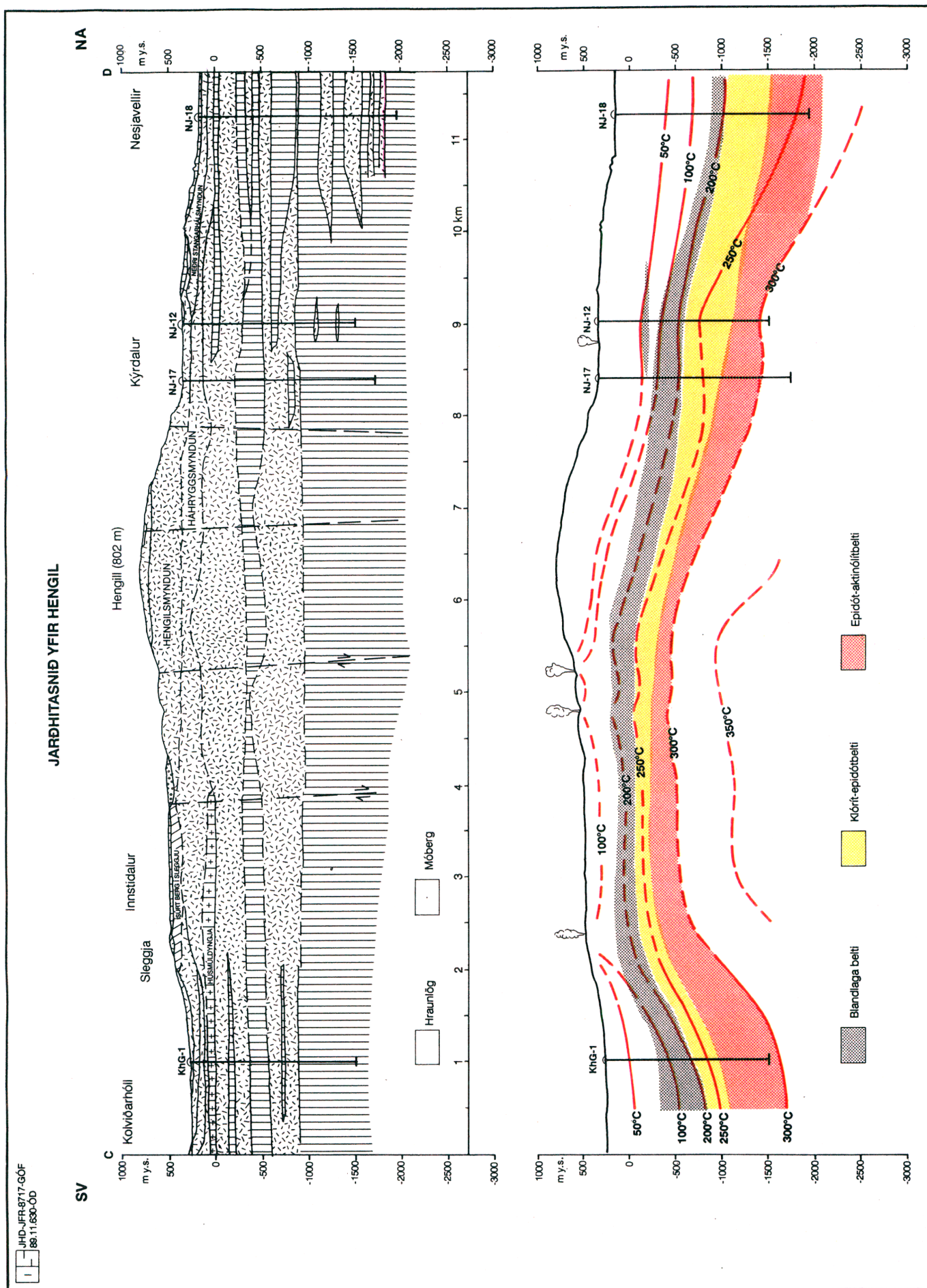
Móbergsmýndun einkennir svo Kolviðarhóls- og Kýrdalsholurnar næstu 500 m. Hóla NJ-18 er hins vegar allfrábrugðin hinum, því að basalhraunlög einkenna sama dýptarbil. Móbergshálendi um miðbik Hengilsins virðist því hafa verið til staðar á þessu jarðsögutímabili (3.-5. jökulskeið).

Neðan þessa dýpis er samfelld basaltsyrpa greind í öllum holum nema NJ-18, næstu 500 m niður á botn holanna. Tvær augljósar móbergsmýndanir sjást hins vegar í holu NJ-18 á þessu dýptabili. Rétt er að geta þess að fjöldi innskota eykst með dýpi í öllum holum, og er líklegt að innskotaþéttleiki hafi umtalsverð áhrif á jarðlagagreiningu þegar þetta djúpt er komið. Aðalatriði er þó að jarðlagagreining í KhG-1, NJ-17 og NJ-12 bendir til að basaltgrunnur sé undir Hengissvæðin á u.þ.b. 1 km dýpi. Ekki er gott að spá í aldur þessarar basaltmýndunar, en rétt hugsanlegt er að komið sé niður í öfugt segulmögnuð hraunlög frá Matuyama segulskeiðinu (>0,7 m. ára). Líklegt er að hraunlögum þessum sé farið að halla til austurs vegna fergingar, en sá halli sést ekki í sniðinu sem dregið er samsíða stríkstefnu. Ef til vill ætti að sýna einhvern jarðlagahalla á sambærilegu dýpi á mynd 23, en því er sleppt þar sem reynt er að forðast oftúlkun. Jarðlagahalli breytir þó ekki höfuðtilganginum með framsetningu á myndum 22 og 23, sem er að sýna ætlað jarðlagaskipan og hitaástand í vestanverðum Hengli.

Á mynd 22b eru sýndar jafnhitalínur (berghiti) og fjögur ummyndunarbelti, smektít-zeólítabelti (ólitað ofan blandlagabeltis, og myndað við hita <200°C), blandlagabelti (myndað við 200°C til 230°C), epídótbelti (230°C til 300°C) og aktínólítabelti (myndað við >300°C hita). Samanburður á núverandi berghita og ummyndunarhita í öllum holunum sýnir að jarðhitakerfið hefur kólnað verulega í öllum holunum. Þær eru hins vegar allar staðsettar í vesturjaðri uppstreymisvæðanna. Holur á Nesjavöllum austan Kýrdalssprungunnar sýna t.d. ekki þessa kólnun. Þar virðist jarðhitakerfið frekar vera hitnandi. Á mynd 22b af jarðhitakerfinu undir Hengli er þessu komið á framfæri með því að minnka bilið milli berghitalína og ummyndunarhita. Efnahiti hefur verið reiknaður út frá sýnum teknum úr yfirborðsjarðhita, og eru hitagildin sýnd á hverjum stað. Jarðhitinn í Sleggjubeinsskarði virðist þannig tengjast 300°C heitu vatnskerfi, og jarðhiti í Innstadal virðist tengdur 320°C heitu kerfi. Sú vitneskja ásamt ummyndunar- og hitaástandi Nesjavallahola gefur sterka vísbendingu um það að verulega grynki á háan berghita og ummyndunarhita undir Hengilssvæðinu miðju. Álitlegt vinnslusvæði til nýtingar á jarðgufu er því álitid vera í Innstadal öllum, allt frá Þrengslum í austri að Sleggju í vestri.

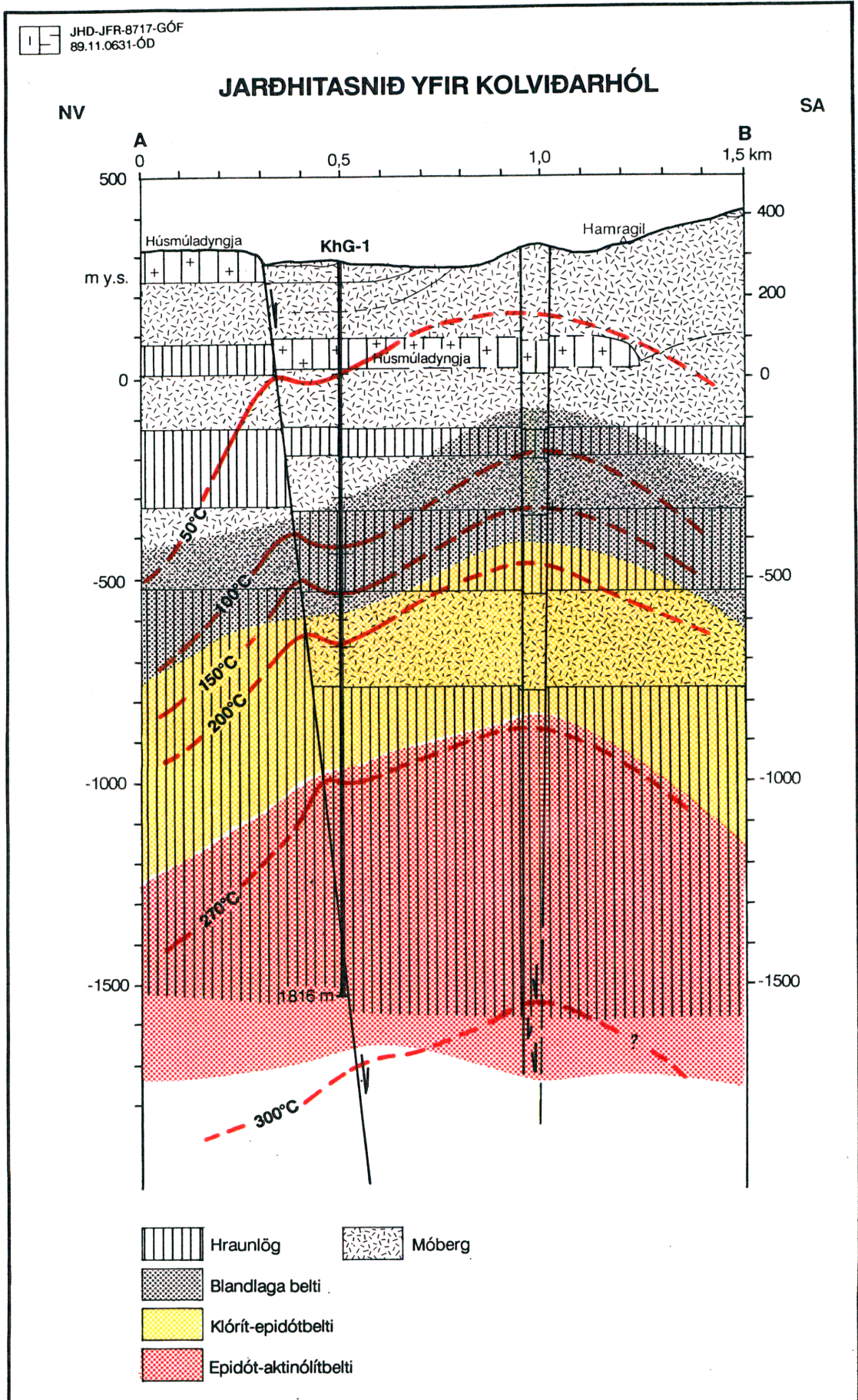
Mynd 23 er að öllu leyti sambærileg við mynd 22, og sýnir hitaástand í jarðhitakerfinu í vestanverðum Hengli í NV-SA sniði, frá hraunlagapallinum úr Húsmúladyngjunni í vestri, yfir í Hamragil í austri. Jarðlagasyrpuhnar eru þær sömu og sýndar eru á mynd 22. Eitt höfuðeinkennið á mynd 23 er hins vegar stóra misgengið sem hola KhG-1 sker. Misgengið er með u.þ.b. 200 m sigi til austurs og u.þ.b. 7° austlægum halla. Talið er að aðalvatnsæðar holunar tengist þessu misgengi. Allar líkur eru á að misgengið hafi verið virkt um langan tíma og land smásigið austan þess um árþúsundir. Misgengið hefur því tvímælaust haft áhrif á útbreiðslu jarðhita til vesturs og beint heitavatnsrennsli upp og/eða langs eftir misgenginu, ásamt því að hafa haft áhrif á grunnvatnsstreymi næst yfirborði. Þessu álitu er komið á framfæri á mynd 23 með lögum ummyndunarferla og jafnhitalína.

Eftir að ísúra móbergið myndaði Sleggjuhrygginn í a.m.k. tveim gosum, hætti að síga á stóra misgenginu. Jarðhitavirkni var hins vegar mikil langs eftir hryggnum austanverðum og þá upp eftir misgenginu, í einhver árhúsund eftir myndun Sleggju. Jarðhiti þessi er nú að mestu kulnaður í hryggnum, en afmarkaður "strompur" er eftir í Sleggjubeinsskarði, og svo annar stærri í Innstadal. Ummyndunarbeltin í nágrenni holu KhG-1 sem sýnd eru á myndum 22 og 23 hafa því orðið til þegar jarðhitavirkni var í hámarki í kjölfarið á ísúru gosunum í Sleggju. Í dag er t.d. um 400 m dýpra niður á 200°C hita í holu KhG-1 en var á þeim tíma. Að endingu er sett fram sú von að jarhitatúlkunin sem hér er birt í máli og myndum út frá rannsóknarholunni KhG-1 við Kolviðarhól komi að gagni við mat á jarðhitanýtingu í vestanverðum Hengli í framtíðinni.



Mynd 22. N-S snið milli KhG-1 og NJ-12.





Mynd 23. A-V snið frá Húsmúla yfir í KhG-1.

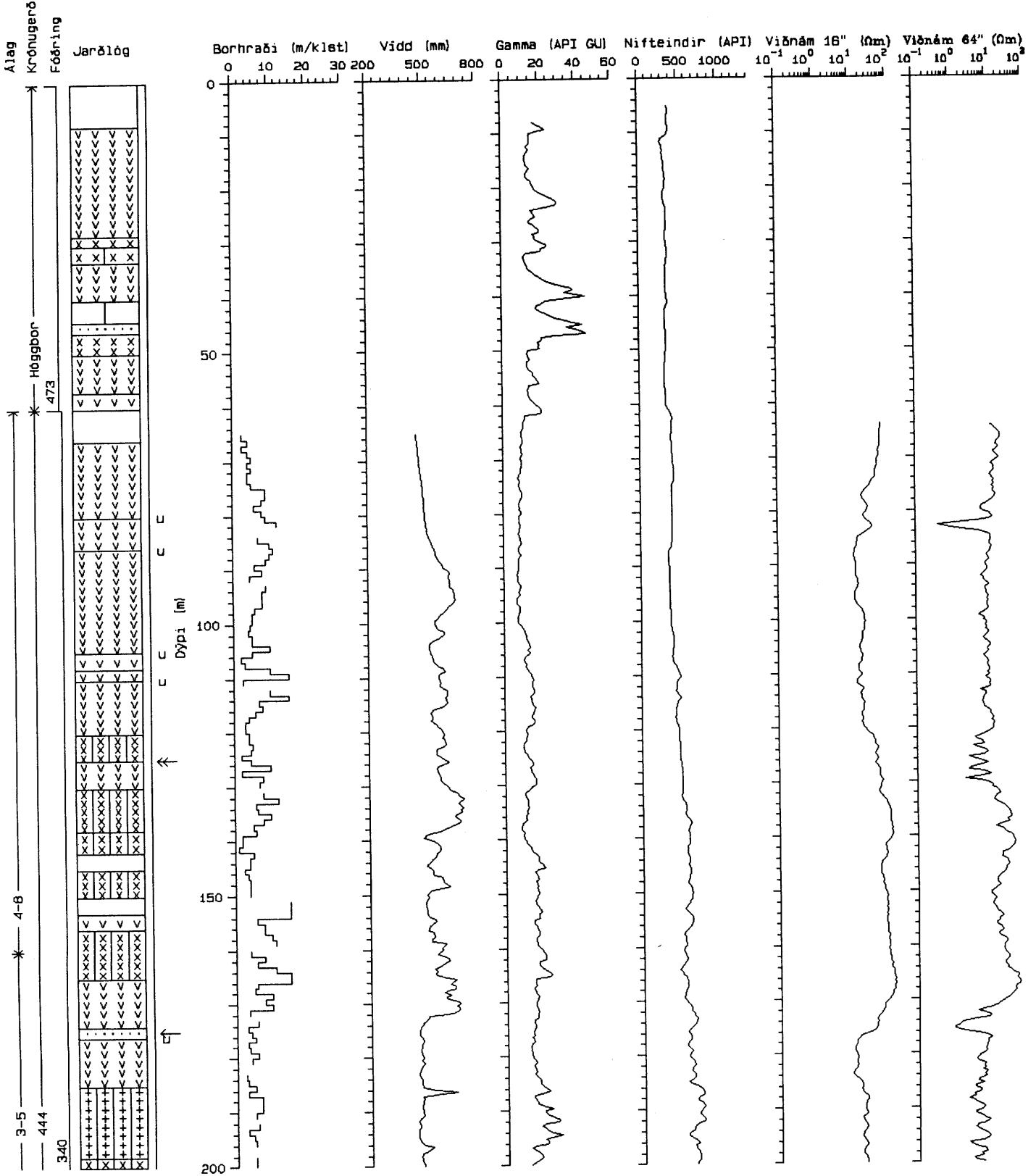
## 11. HEIMILDIR

- Benedikt Steingrímsson, Hjalti Franzsson, Guðrún Sverrisdóttir, Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson, 1986. Nesjavellir, Hóla NJ-12 Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. OS-86026/JHD-06, 147 bls.
- Benedikt Steingrímsson, Guðrún Sverrisdóttir, Hjálmar Eysteinnsson, Ómar Sigurðsson, Hjalti Franzsson, og Guðlaugur Hermannsson, 1987. Nesjavellir, Hóla NJ-18. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. OS-87029/JHD-06, 118 bls.
- Gunnar Böðvarsson, 1951. Skýrsla um rannsóknir á jarðhita í Hengli, Hveragerði og nágrenni, árin 1947-1949. - Fyrri hluti. Tímarit Verkfræðingafél. Ísl., 1. 1289-1293.
- Gylfi Páll Hersir, Grímur Björnsson og Axel Björnsson, 1990. Eldstöðvar og jarðhiti á Hengils-  
svæðinu. Jarðeðlisfræðileg könnun. OS-90031/JHD-06, 93 bls.
- Helgi Torfason, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Gunnar V. Johnsen og Einar Gunn-  
laugsson, 1983. Vestur-Hengill, Yfirborðsrannsókn jarðhitasvæðisins. OS-83119/JHD-22.
- Hjalti Franzson, 1988. Nesjavellir, Borholujarðfræði, Vatnsgengd í jarðhitageymi. OS-  
88046/JHD-09 58 bls.
- Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi  
Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Lúðvík Georgsson og Snorri Páll Snorrason, 1986.  
Nesjavellir. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. OS-86014/JHD-02, 125 bls.
- Magnús Magnússon, 1987. Kjarnfræðanefnd Íslands. Í: Í hlutarins eðli. Afmælisrit til heiðurs  
Þorbirni Sigurgeirssyni professor. Ritstjóri Þorsteinn I Sigfússon: 77-103.
- Merz og McLellan, 1964. Summary report on geothermal power station project at Hveragerði.  
Raforkumálastjóri, 79 bls
- Kristján Sæmundsson, 1967. Vulkanismus und Tektonik des Hengill-Gebietes in Sudwest-Is-  
land. Acta Nat. Isl. 2(7), 109 bls.
- Kristján Sæmundsson, Snorri P. Snorrason og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 1990. Jarðfræði-  
kort af suðurhluta Hengilssvæðis milli Hengladala og Krossfjalla. Orkustofnun, OS-  
90008/JHD-02 B, 15 s.
- Orkustofnun 1986 a. Nesjavellir Hóla NJ-17. Borun fyrir 13 3/8" öryggisfóðringu frá 69 m í  
271 m. OS-86043/JHD-14 B.
- Orkustofnun 1986 b. Nesjavellir Hóla NJ-17. Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu frá 271 m í  
773 m. OS-86049/JHD-16 B.
- Orkustofnun 1986 c. Nesjavellir Hóla NJ-17. Borun vinnsluhluta frá 773 m til 2100 m. OS-  
86054/JHD-18 B.
- Orkustofnun 1989. Nesjavellir Hóla NJ-17. 4. áfangi: Upphitun upphleyping og blástur. OS-  
89010/JHD-04 B.

- Ómar Sigurðsson, 1992. Mælingaefirlit á Nesjavöllum 1992. Orkustofnun, OS-92058/JHD-32 B.
- Ómar Sigurðsson, Ásgrímur Guðmundsson og Hjálmar Eysteinnsson, 1988. Kjarnar úr holu NJ-17. Orkustofnun, OS-88010/JHD-05 B.
- Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugson and Hörður Svavarsson, 1983. The chemistry of geothermal waters in Iceland. III. Chemical geothermometry in geothermal investigations. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 47. 567-577.
- Stefán Arnórsson and Einar Gunnlaugsson, 1985. New gas geothermometers for geothermal exploration - Calibration and application. *Geochim. Cosmochim. Acta*.
- Trausti Einarsson, Þorbjörn Sgurgeirsson, Tómas Tryggvason, Sigurjón Rist, Baldur Lfndal og Helmuth Schabe, 1951. Skýrsla um rannsóknir á jarðhita í Hengli, Hveragerði og nágrenni, árin 1947-1949. - Síðari hluti. Tímarit Verkfræðingafél. Ísl., 3-4 hefti. 49-82.
- Valgarður Stefánsson, Ásgrímur Guðmundsson and Rolf Emmerman, 1982. Gamma Ray Logging in Icelandic Rocks. *The Log Analyst XXIII*, No. 6. 11-16.

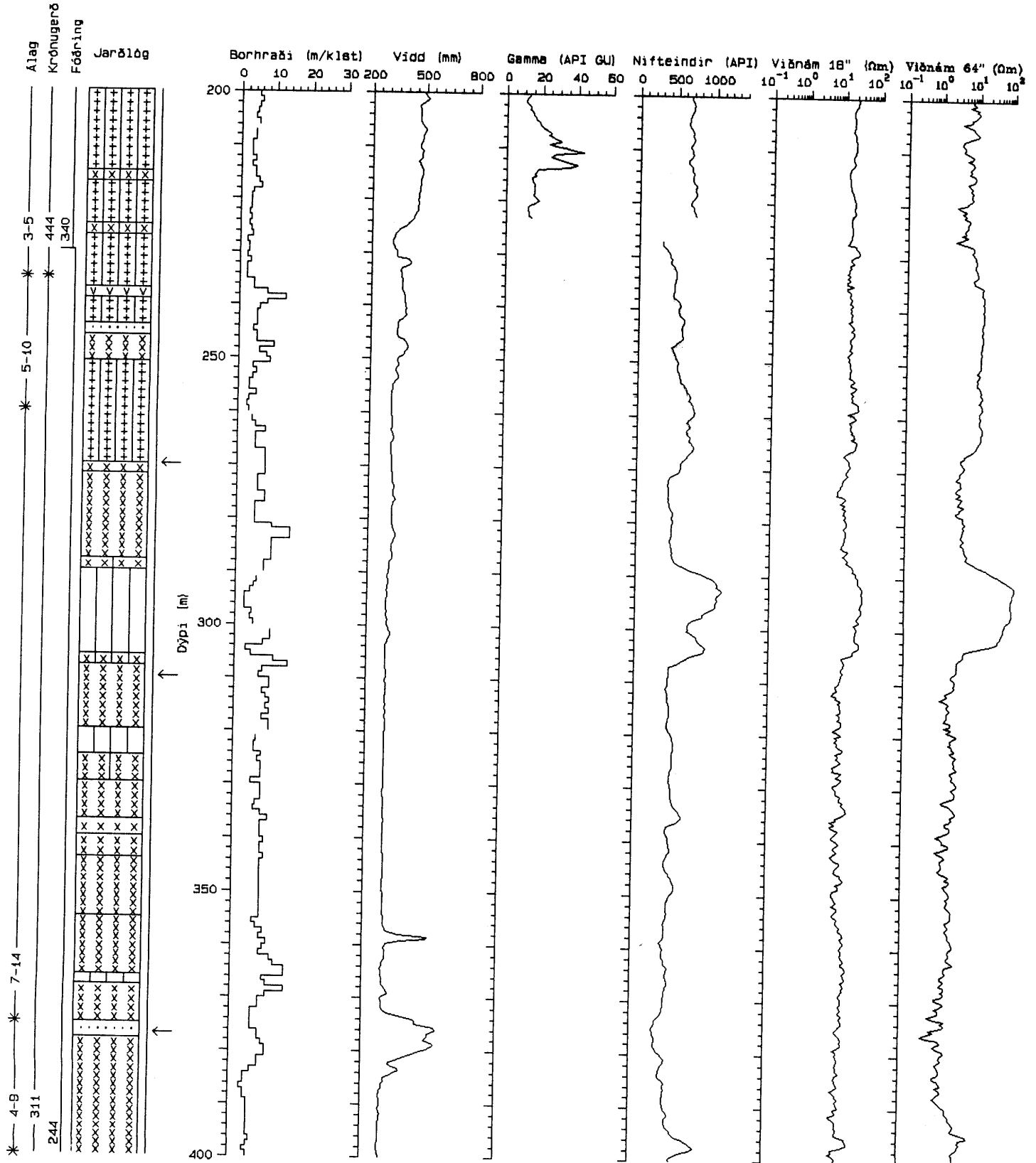
JHD-BM/BJ-8817 HE/GOF  
88.01.0053 T

# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



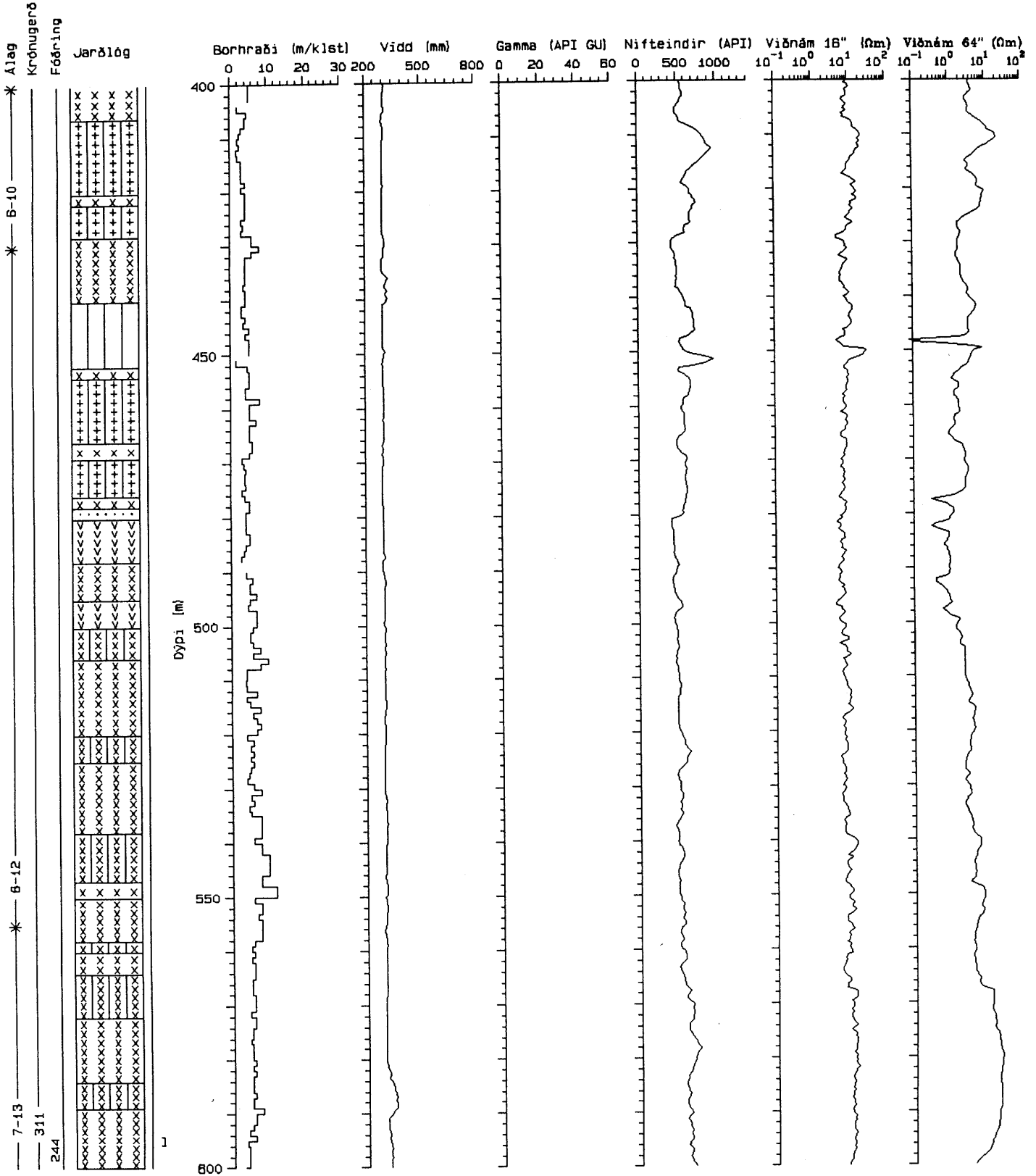
JHD-BM/BJ-8817 HE/GOF  
89.01.0053 T

# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



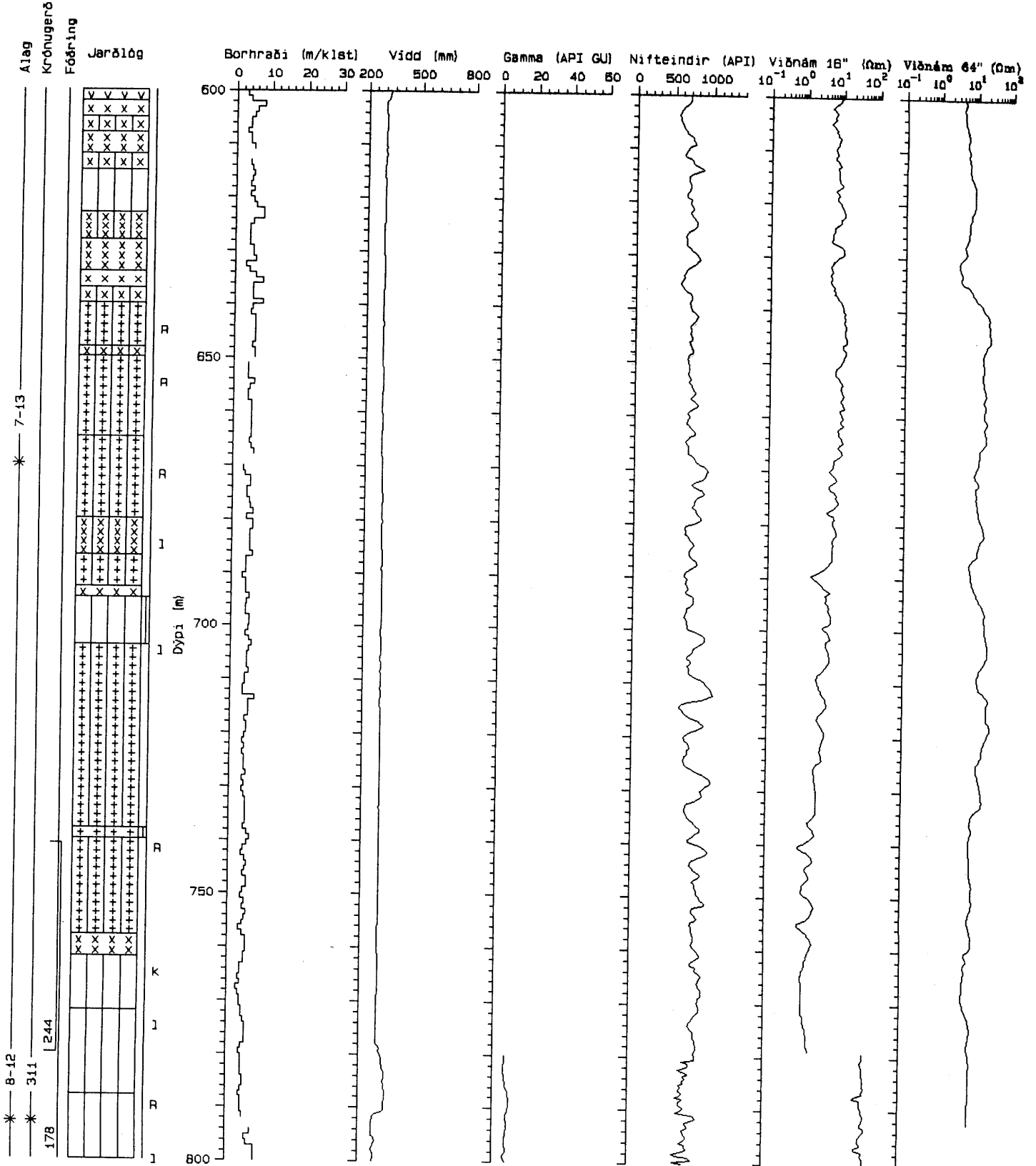
JHD-BM/BJ-8817 HE/GOF  
89.01.0053 T

# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



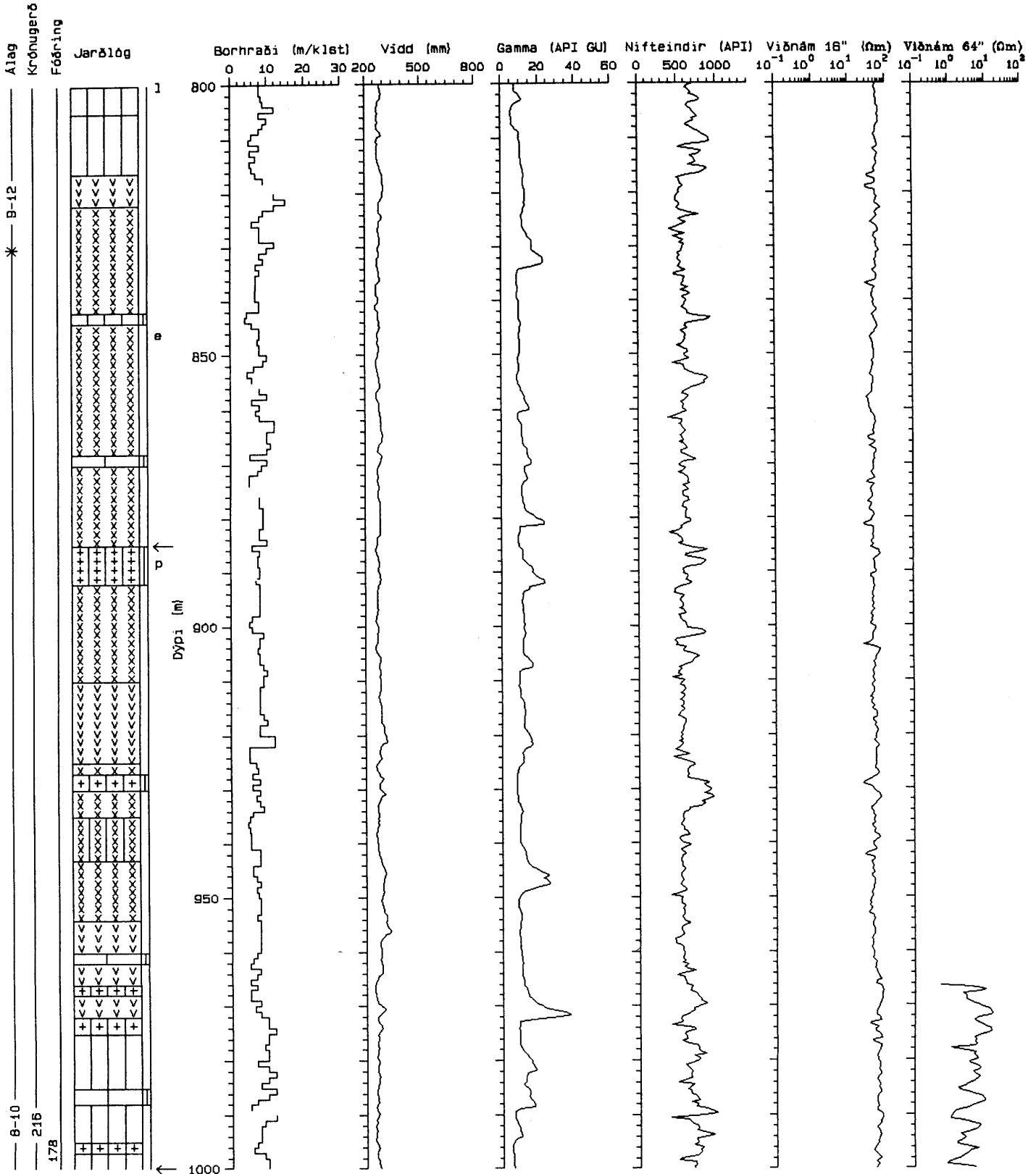
JHD-BM/BJ-8817 HE/GOF  
89.01.0053 T

# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNÍÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



JHD-BM/BJ-8817 HE/GOP  
88.01.0053 T

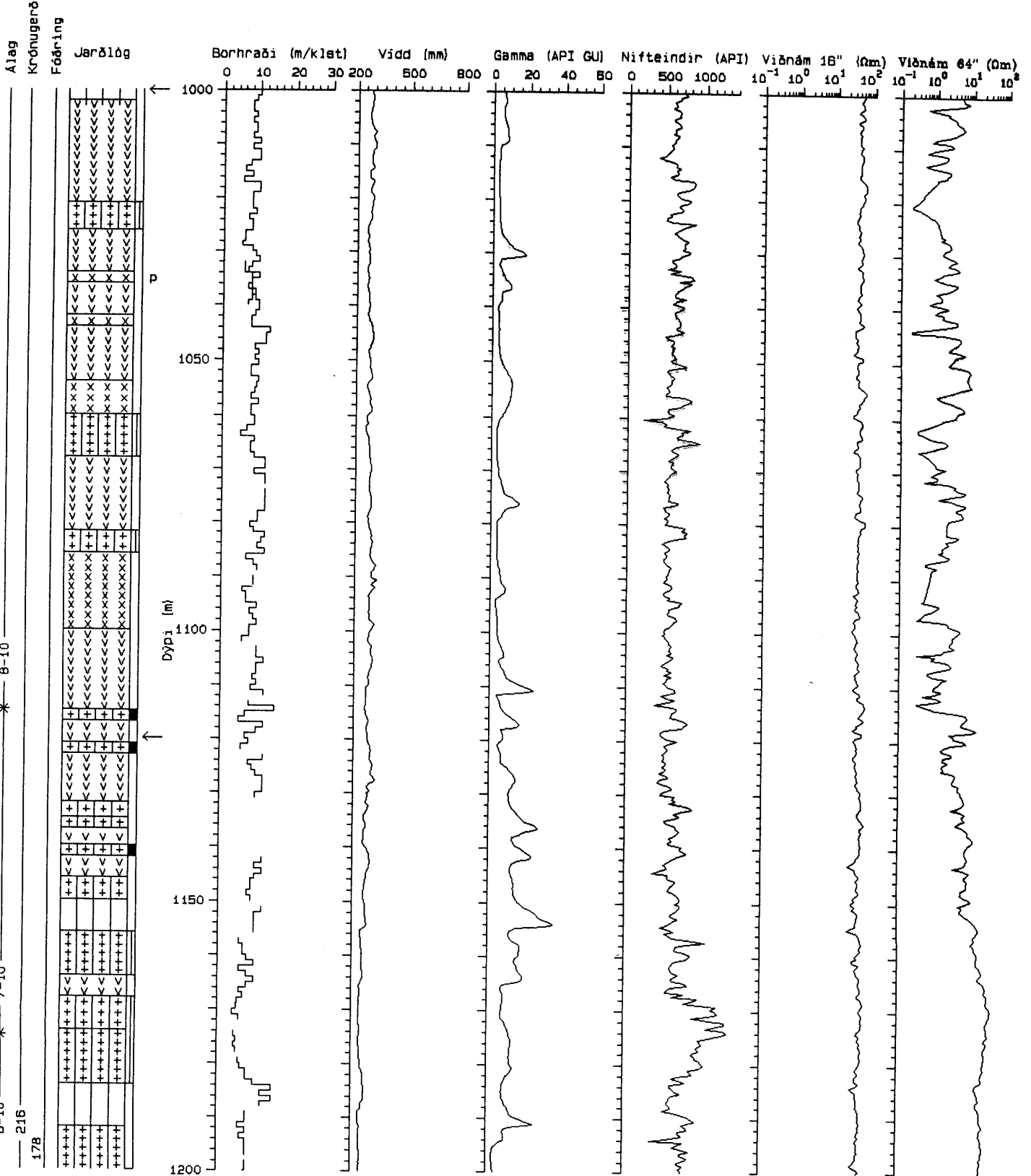
# KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)





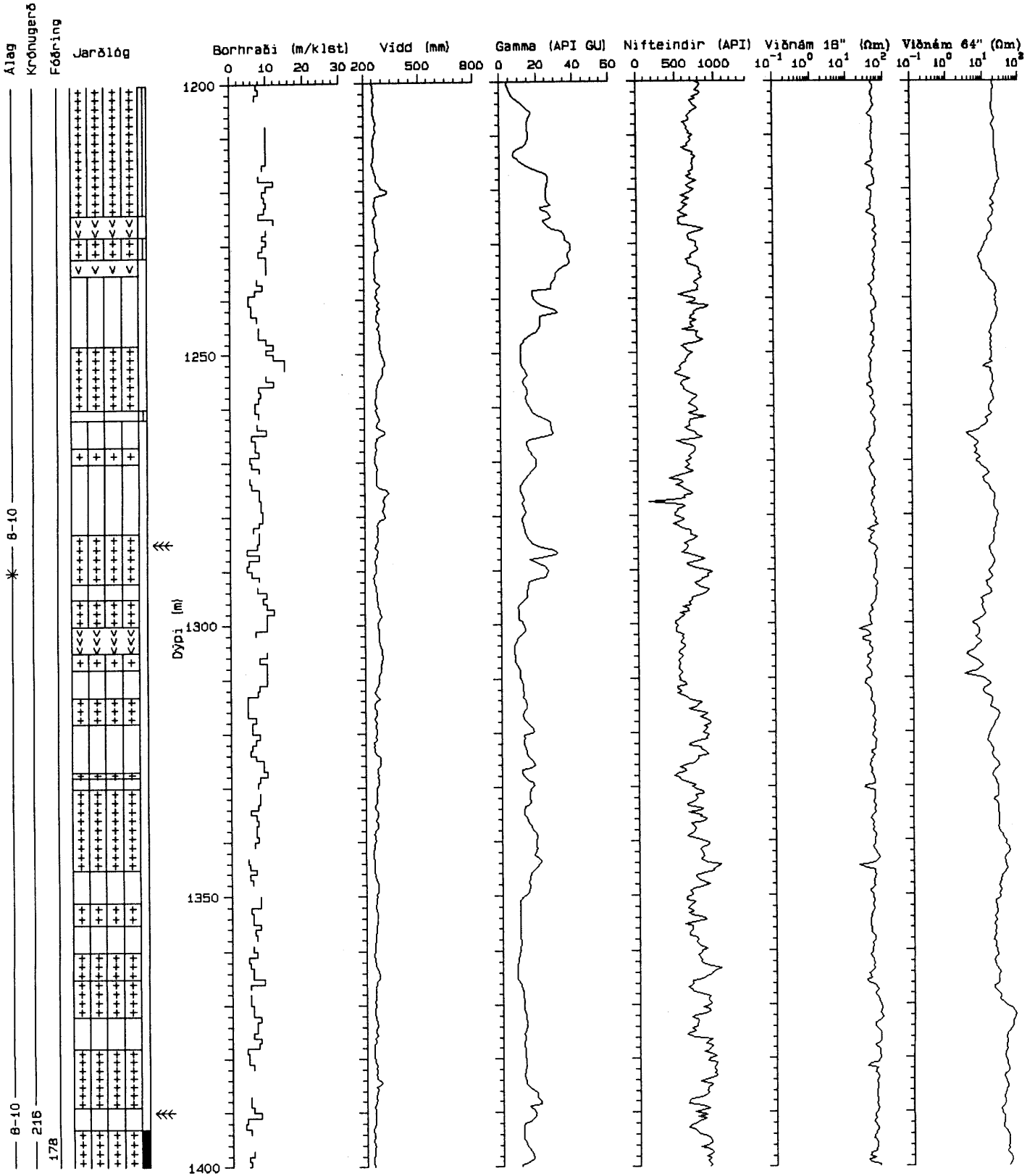
JHD-BM/BJ-8817 HE/GOF  
89.01.0053 T

# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



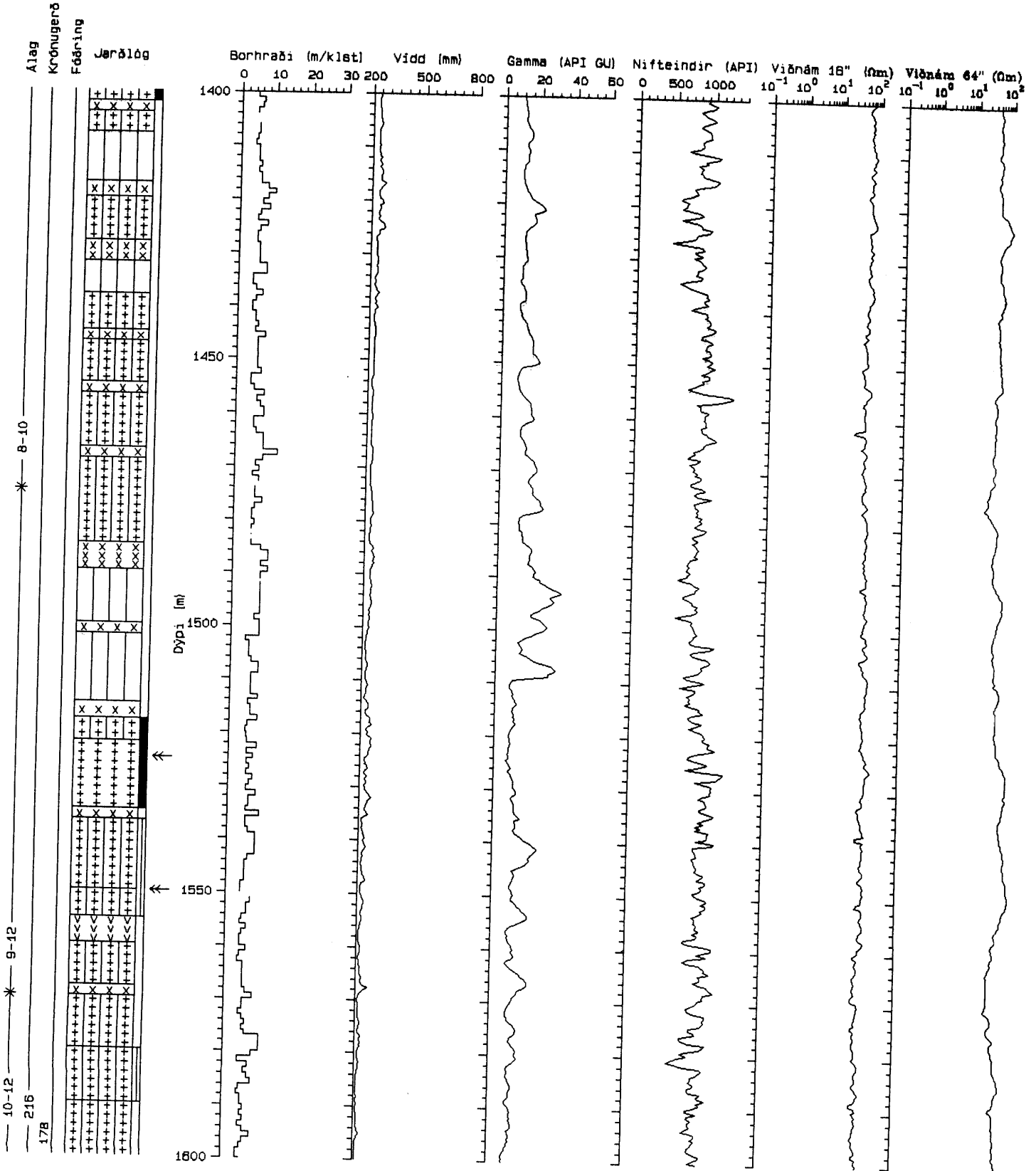
JHD-BM/BJ-8817 HE/GOF  
89.01.0053 T

# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



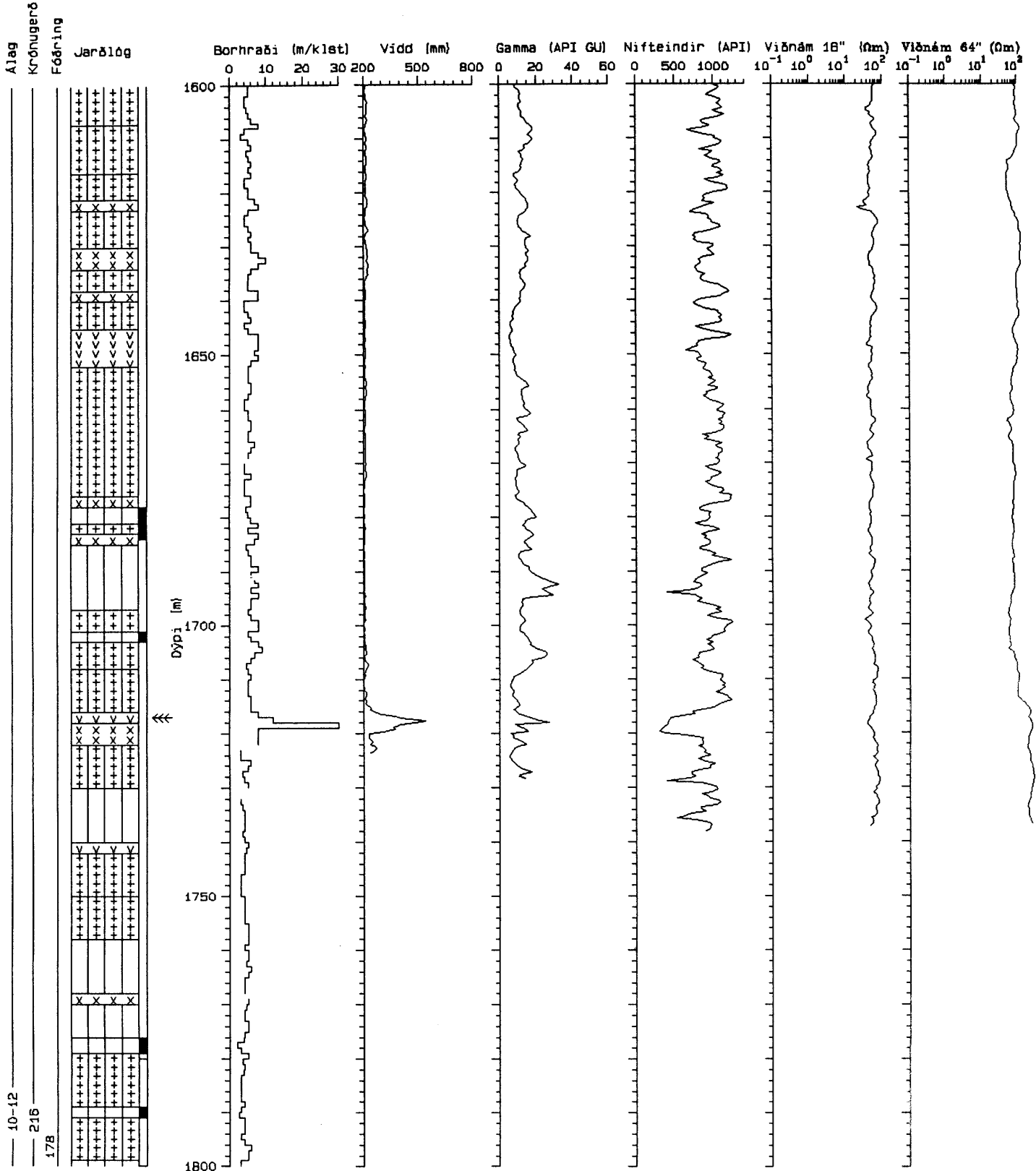
JHD-BM/BJ-8817 HE/GOF  
88.01.0053 T

# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



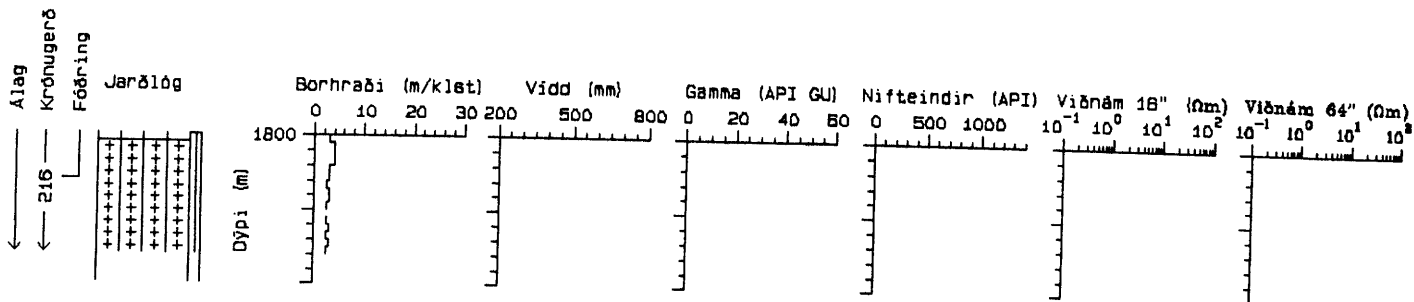
JHD-BM/BJ-8817 HE/GOF  
89.01.0053 T

# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



JHD-BM/BJ-8817 HE/GOF  
89.01.0053 T

# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1. 1. ÁFANGI  
Borun fyrir 13 3/8" fóðringu frá 60-235 m

Umnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur  
af vinnuhóp JHD og JBR

OS-85087/JHD-46 B

Október 1985

## EFNISYFIRLIT

	Blis.
1 INNGANGUR .....	3
2 BORSAGA .....	4
3 JARÐLÖG OG UMMYNDUN .....	6
4 MÆLINGAR .....	7

## TÖFLUR

1 Skoltapsmælingar .....	5
2 Fóðringarskýrsla .....	8
3 Mælingar í holu KHG-1 .....	9

## MYNDIR

1 Gangur borunar .....	10
2 Jarðlög og borhræði .....	11
3 Steyping 13 3/8" fóðringar, fyrri steyping .....	12
4 Steyping 13 3/8" fóðringar, seinni steyping .....	13
5 Hitamæling 1985.10.09 fyrir steypingu og 1985.10.11 eftir steypingu .....	14
6 Víddarmælingar 1985.10.09 og 1985.10.11 .....	15
7 Hitamæling 1985.10.14 fyrir upptekt og 1985.10.15 eftir upptekt .....	16
8 CBL-mælingar 1985.10.16 og 1985.10.20 .....	17
9 Hitamælingar 1985.10.16 og 1985.10.20 fyrir CBL mælingar	18

## 1 INNGANGUR

Hola KHG-1 er staðsett í vestanverðum Sleggjubeinsdal rétt norður af skíðaskála Vals. Holan er kernd við Kolviðarhól. Hún er 285 m.y.s. miðað við kjallarabrún. Hönnun holunar er eins og í Rannsóknarsamningi JHD-06-1985 segir:

Steyptar fúðringar í holunni eru áætlaðar:

- a) Höggborsfúðring er í 60,1 m dýpi.  
Útanmál 473 mm, veggþykkt 8 mm.
  
- b) Öryggisfúðring í 250 m  
API 13 3/8", 61 lbs/ft og 68 lbs/ft.  
K-55 BTC, innanmál 317,9 og 315,3 mm. A.m.k. þrjú efstu rör öryggisfúðringar skulu vera 68 lbs/ft.
  
- c) Vinnslufúðring í a.m.k. 600 m.  
API 9 5/8", 40,0 lbs/ft og 47,0 lbs/ft.  
K-55 BTC, innanmál 224,4 og 220,5 mm. Neðan 550 m dýpis skal einungis nota 47,0 lbs/ft.

Við endanlega ákvörðun á vinnslufúðringardýpi skal stuðst við ummyndunargreiningu, og ekki fúðrað fyrr en ummyndun bendir til 200°C hita (kvars, wairakít).

Heildardýpt holu verður allt að 1800 m.

Í holunni verður raufaður leiðari í öllum vinnsluhluta holunnar. Gerð leiðara API 7" 23,0 lbs/ft J55 BTC.

Aðalloki holunnar skal festur á 13 3/8" öryggisfúðringu með milli-stykki.

Aðalflang holunnar skal rafsjóðast af viðurkenndum suðumanni og gæði suðunnar reynd með röntgenmyndatöku.

Verkpáttur þessi er unnin samkvæmt rannsóknarsamningi milli Hitaveitu Reykjavíkur og Jarðhitadeildar. Eftirtaldir aðilar unnu að verkinu: Arný Erla Sveinbjörnsdóttir, Grétar Jónsson, Guðjón Guðmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Guðni Guðmundsson, Helga Tulinius, Héðinn Ágústson, Sigurður Benediktsson, Ómar Sigurðsson og áhöfn Dofra.



## 2 BORSAGA

Borun þessa áfanga hófst þann 7. október (á 6. verkdegi) kl 21:30, í 60 m dýpi og lauk 17. október á 16. verkdegi (mynd 1). Borun gekk vel til að byrja með en þegar komið var í 130 m dýpi um kl 15:00 þann 8. október gekk illa að ná svarfi upp úr holunni (um 9,0 m botnfall eftir 3 mínútna stopp). Var því farið að nota gel og borað þannig í 150 m dýpi. Á milli kl 02:00 þar sem enn gekk illa að hreinsa holuna (6 m botnfall) var gelið skolað og og holan hita og víddarmæld (myndir 5 og 6). Skápar reyndust verulegir frá 90-130 m dýpi. Leki var þá um 4 l/s sem fór út á bilinu 115-130 m dýpi. Var því ákveðið að steypa í þetta bil.

Fyrst var steyppt úr rúmlega 25 tonnum af sementi frá kl 01:10-01:31, þann 10. október. Eðlisþyngd var 1,78 g/cm . Bíða þurfti í 14 tíma eftir að steypa harðnaði og fannst góð steypa á 106,5 m dýpi. Borað var út úr gömlu holunni á 133-135 m dýpi, en alls var borað í 140 m dýpi. Þá reyndist botnfall vera 11,5 m eftir 10 mín. og tap um 7 l/s. Aftur var tekið upp og víddar- og hitamælt mynd 5 og 6), milli klukkan 08:00 og 10:00, þann 11. október. Enn voru stórir skápar nú á 90-110 m dýpi, og æð sást í 115 m dýpi.

Aftur var steyppt frá kl. 14:23-14:54, og nú úr 26 tonnum af sementi með meðal eðlisþyngd 1,62 g/cm . Steypa virtist ná upp í 74 m dýpi. Beðið var eftir að steypa harðnaði en prófað öðru hvoru. Var loks hægt að byrja borun kl 05:30 um morguninn frá 93 m dýpi. Aftur leitaði króna út úr holunni, nú á 120-130 m dýpi. Á 140 m var mælt 7 m botnfall og því komin upp svipuð staða og fyrr.

Nú var brugðið á það ráð að bæta í 1/2 stöng og bora áfram, taka síðan 1/2 stöngina úr og bæta í heilli stöng og þannig áfram á víxl og skola á milli. Með þessu móti tókst að bora niður á 182 m dýpi til kl 8 að morgni 13. október. Þá mældist 13-14 m botnfall og ekki hægt að bæta í stöng. Þá var blandaður þykkur geltappi og honum dælt í gegn. Höfðust þá upp nokkrir metrar af sandi og unnt að bæta í stöng og bora niður á 192 m dýpi.

Er hér var komið var blandað gel í alla holuna, því hringdælt og um 20 m botnfall hreinsað út. Síðan var bætt í hálfum og heilum stöngum á víxl sem fyrr en borað áfram með geli í fóðringardýpi á 235 m dýpi. Var því markit náð kl 19:00, þann 14. október. Botnfall hafði farið minnkandi er á borun leið. Borað hafði verið í basalhraunlög síðustu 50 m (mynd 2).

Holan var nú skoluð (með geli), gel hreinsað út og holan halla- og

hitamæld (mynd 7). Halli holunnar reyndist 1,1° á 222 m dýpi. Upptekt hófst rétt fyrir miðnætti þann 14. október og lauk um kl 02:00. Þá var jarðlagamælt (kaflí 4) og var mælingum lokið kl 06:30.

Sökum vandræða í borun var skoltap ekki mælt reglulega heldur fylgst með því eftir þörfum ásamt hitastigi skolvatns. Helstu skoltöp voru í bólstraberginu á 115-140 m. Skráð skoltöp eru sýnd í töflu 1. Hitastig skolvatns jókst óverulega lengst af eða frá um 8°C í 9°C. Er komið var í gelborun hækkaði hiti borleðju öllu meira og fór úr um 10°C í 26°C í lok borunar.

Tafla 1 Skoltapsmælingar

Dagsetn.	Dýpi (m)	Magn (l/s)
8. okt. 1985	130,0	2,1
9. " "	150,0	6,8
10 " "	138,0	6,8
12 " "	150,0	2,1
" " "	159,5	2,4
13 " "	170,0	4,0
" " "	182,0	4,0
" " "	192,0	2,0

Þann 15. október var 13 3/8" fódurrörum komið fyrir í holunni (tafla 2). Steyping hófst klukkan 21:48 og lauk klukkan 23:00 (72 mínútur). Eftirdæling stóð yfir í 7 mínútur en alls var dælt 2580 l af vatni. Steypt var úr 58 tonnnum af portland sementi og meðal eðlisþyngd steypunnar var 1,65 g/cm . Steypan kom ekki upp og var þá dælt um 9000 l af vatni niður á milli fóduringa. Laust fyrir hádegi þann 16. október var hita- og CBL-mælt, til að finna dýpi steypuborðs (kaflí 4). Klukkan 15:29 hófst steyping milli fódurröra, ofan frá. Steypt var úr 19 tonnnum af portlandssementi. Meðal eðlisþyngd steypunnar mældist 1,8 g/cm . Klukkan 15:45 var hætt, enda hafði þá steypuborð náð yfirborði. Steypan seig hratt niður og varð því að bæta við hana. Síðari steypingin stóð aðeins yfir í 3 mínútur (16:21-16:24) og var steypt úr 1,5 tonnnum af portland sementi. Eðlisþyngd steypunnar reyndist 1,83 g/cm . Daginn eftir, þann 17. október, mældist steypuborð á 7 m dýpi. Frágangi holutopps lauk klukkan 20:00 sama dag og hófst þar með frí bormanna fram á mánudaginn

21. október. Hita- og CBLmælt var sunnudaginn 20. október og lauk þar með fyrsta áfanga holu KHG-1. Yfirlit yfir steypingu 13 3/8" fúður-röranna er sýnt á myndum 3 og 4.

### 3 JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Efstu 60 m holunnar voru boraðir með höggbor. Sýni voru tekin reglulega úr holunni og er greining þeirra látin fylgja með þessum áfanga.

Allt frá yfirborði og niður í 120 m dýpi var borað í móbergstúff (mynd 2). Efst í túffinu sáust stakir feldspatdílar, sem verða minna áberandi er neðar dregur.

Milli 120 m og 165 m var borað í bólstraberg, ef að líkum lætur. Bergið er samsett úr glerjuðu, frauðkenndu, feldspat stakdílóttu basalti með túfflinsum.

Undir bólstraberginu er 20 m þykkt túfflag með þunnri settlinsu á u.þ.b. 175 m dýpi. Ofan setsins er túffið áberandi fersklegt en grænt af ummyndun neðan þess.

Frá 185 m í botn (235 m) var borað í feldspatdílótt, blöðrótt grófkornótt ólivínbasalt sem kann að tilheyra grágrýtisdýngju sem kennd er við Húsmúla, og er ein elsta jarðlagamyndun (> 70.000 ár) sem sést á yfirborði í vestanverðum Henglafjöllum (Helgi Torfason o.fl. 1983). Tengsl þessi verða athuguð nánar til að meta stærð misgengis í vestanverðum Sleggjubeinsdal.

Ummyndunar gætur allt til yfirborðs. Efst í höggborsholunni finnast zeolítar og kalsít í móleitu túffi (palagónítíserað). Neðan 20 m dýpis dökkar túffið (ferskara). Frá 70 m í um 85 m er túffið grænleitt (smektít, zeolítar, kalsít), en fersklegra þar fyrir neðan. Gler túffið er síðan fersklegt allt niður á 175 m dýpi en þar eykst ummyndun verulega.

Bólstrabergið (120-165 m) er áberandi gropið. Í blöðrum er þunn þyríthúð einkenniandi, en jafnframt sjást hvítir hnúðar öðru hvoru sem kunna að vera aragónít. Helstu lekastaðir í borun voru í bólstraberginu.

Neðan 175 m eykst ummyndun snögglega er leirsteindin smektít kemur í stað fersks glers. Smektít er jafnframt áberandi í blöðrum ólivínbasalt hraunlaganna. Jafnframt sjást kalsít og zeolítar í blöðru- og sprungufyllingum hraunlaganna. Holur eru ekki fylltar af útfyllingum.

#### 4 MÆLINGAR

Í töflu 3 eru skráðar allar mælingar sem gerðar voru við borun fyrsta áfanga holu KHG-1. Eins og fram kemur áður var hita- og víddarmælt 9. og 11. október vegna erfiðleika í borun (myndir 5 og 6). Eftir að komið var í fóðringardýpi var hitamælt í stöngum fyrir upptekt og aftur eftir upptekt (mynd 7). Upphitun var mjög hæg ( $1^{\circ}\text{C}/\text{klst.}$ ) og var hæsti hiti í seinni mælingunni  $18,5^{\circ}\text{C}$  í botni. Leki var þá u.þ.b. 2-3 l/s og virtist vatnið fara út í 135 m og 180 m dýpi. Að hitamælingu lokinni var víddarmælt og endað á jarðlagamælingum (nifteinda, gamma og viðnám 16" og 64"). Víddarmælingin sýnir mikla útvöskun og skápa niður í 175 m en þar fyrir neðan er holan nokkuð góð, þ.e. lítið útvöskuð. Holan er mest 27" (680 mm) víð. Um jarðlagamælingarnar verður fjallað í lokaskýrslu.

Steypumæling (CBL) var gerð þann 16. október til að finna steypuborð. Það reyndist í 127 m dýpi. Óregla í mælingunni þar fyrir neðan getur stafað af því að steypan sé ekki vel hörðnuð. Eins voru truflanir vegna tækjabilunar (útleiðsla). Aftur var steypumælt sunnudaginn 20. október og sýnir sú mæling góða og samfellda steypu alla leið upp (mynd 8). Á undan báðum CBL mælingunum var hitamælt (mynd 9).

Tafla 2 FÓÐRUNARSKÝRSLA

ORKUSTOFNUN  
JARÐBORANIR RÍKISINS

FÓÐRUNARSKÝRSLA

Gufubor

VERK NR. 573	HOLA NR. KhG-1	BORSTAÐUR Kolviðarhöll		VERKKAUPI Hitaveita Reykjavíkur
VÍDD HOLU 17 1/2"	DÝPT HOLU 235	FÓÐRING NR. 2	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS. 15-10-1985	ÚTFYLLT 17-10-1985 H.Á.

FJARLEGD KJALLARABRÚN — KRAGI		2,65 m		
FÓÐRING	PVERM. UTAN 13 3/8"	INNAN		
	GERÐ	ÞYNGD 68 og 61 lbs/ft		
	TENGI	Skrúfuð		
	NOTAÐ 238,97 m	FRÁ KRAGA 222,05m		
	KRAGI (FLANGS) Vélsm Orms og Víglundar			
	SKÓR Flotskór			
MIÐJUST. 3 stk.		STEYPUT. stk.		
STEYPING	SEMENT Portland	58.000 kg		
	SEMENT	kg		
	ÍBL.EFNI	kg		
	ÍBL.EFNI	kg		
	TAFÆFNI	kg	EÐLISP. STEYPU 1,65	
	STEYPUTÆKI Jet mixari			
	STEYPINGARTÍMI 70 mín			
	EFTIRDÆLING. MAGN 2585 í TÍMI mín			
	STEYPA KOM UPP <input type="checkbox"/> JÁ <input checked="" type="checkbox"/> NEI			
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA 130 m			
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR 15,5 h			
	SEMENT 20,500 kg	ÍBL.EFNI	kg	
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR 22 h			
	STEYPA BORUD EFTIR frí helgi h			
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI 219 m			
VERKTÍMI RÖR STEYPA TOPPUR TAFIR ALLS				
h 8 4 24				
ATH. 53,80 efstu m eru 68 lbs/ft., og 14 neðstu rör 168,25 61 lbs/ft				

RÖRATALNING		
LENGD	NR <sup>1)</sup>	ALLS m
7,60	1	7,60
11,61	2	19,21
11,39	3	30,60
11,68	4	42,28
11,52	5	53,80
12,10	6	65,90
12,24	7	78,14
12,10	8	90,24
11,50	9	101,74
12,39	10	114,13
12,08	11	126,21
12,14	12	138,35
11,77	13	150,12
12,21	14	162,33
11,68	15	174,01
12,25	16	186,26
11,56	17	197,82
0,73	flotkotti	198,55
12,17	18	210,72
12,06	19	222,78
0,62	skor	223,40

05.82.208.30/10.11.84

1) X=MIÐJUSTILLAR. ÁVALLT ER TALIÐ FRÁ FLANGSI EÐA UPPHENGJU

Tafla 3 Mælingar í holu KHG-1 Kolviðarhóli

Dags.	Tími (kl)	Tegund mælingar	Dýptarbil (m)	Athugasemdir
85.10.09	19:00-20:05	Vídd	0-136	Skápar, botnfall
85.10.09	20:05-20:15	Hiti+dT+CCL	0-141	Æðar
85.10.11	08:30-08:50	Vídd	0-128	Skápar, áframhaldandi botnfall eftir steypingu
85.10.11	08:50-09:00	Hiti+dT+CCL	0-128	Æðar
85.10.14	11:12-11:25	Hiti+dT+CCL	0-219,5	Æðar, mælt fyrir upplekt og fóðringar
85.10.15	02:15-03:15	Hiti+dT-CCL	0-229	Æðar, upphitun
85.10.15	03:15-04:00	Vídd	0-227	Skápar
85.10.15	04:00-05:00	Viðnám 16" og 64"	0-229	Jarðlög
85.10.15	05:00-06:30	Nifteindir+gamma	0-228	Jarðlög
85.10.16	11:15-11:50	Hiti+dT+CCL	0-202	Upphitun
85.10.16	12:00-16:00	CBL	0-202	Steypuborð
85.10.20	12:00-12:20	Hiti+dT+CCL	0-203	Upphitun
85.10.20	12:20-13:10	CBL	0-200	Steypugæði

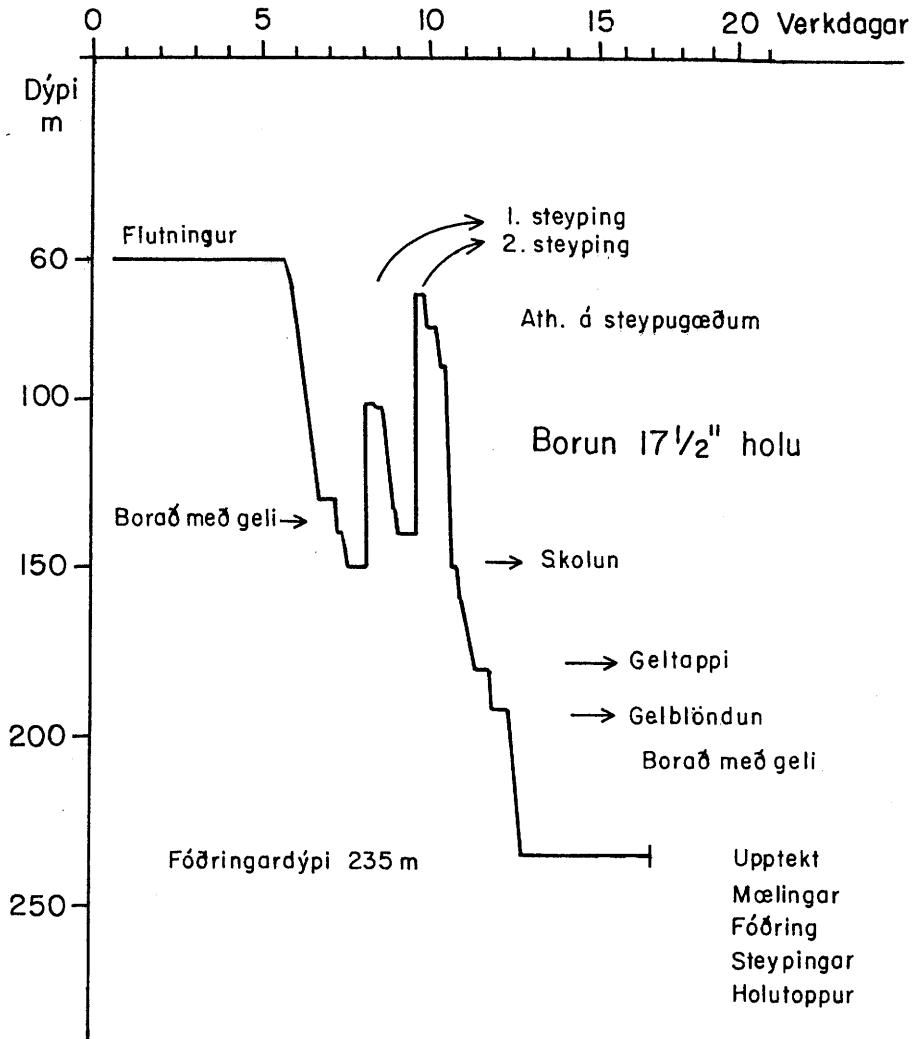
TILVITNANIR:

Helgi Torfason, Gyfí Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Gunnar V. Johnsen og Einar Gunnlaugsson. Vestur-Hengill. Yfirborðsrannsókn jarðhitasvæðisins. OS-83119/JHD-22.

Rannsóknarsamningur JHD-06-1985 Fylgiskjal 5. Hönnun holu KHG-1 við Kolviðarhól.

JHD BJ 8717 GÓF/ÁES  
85 10 1331 IS

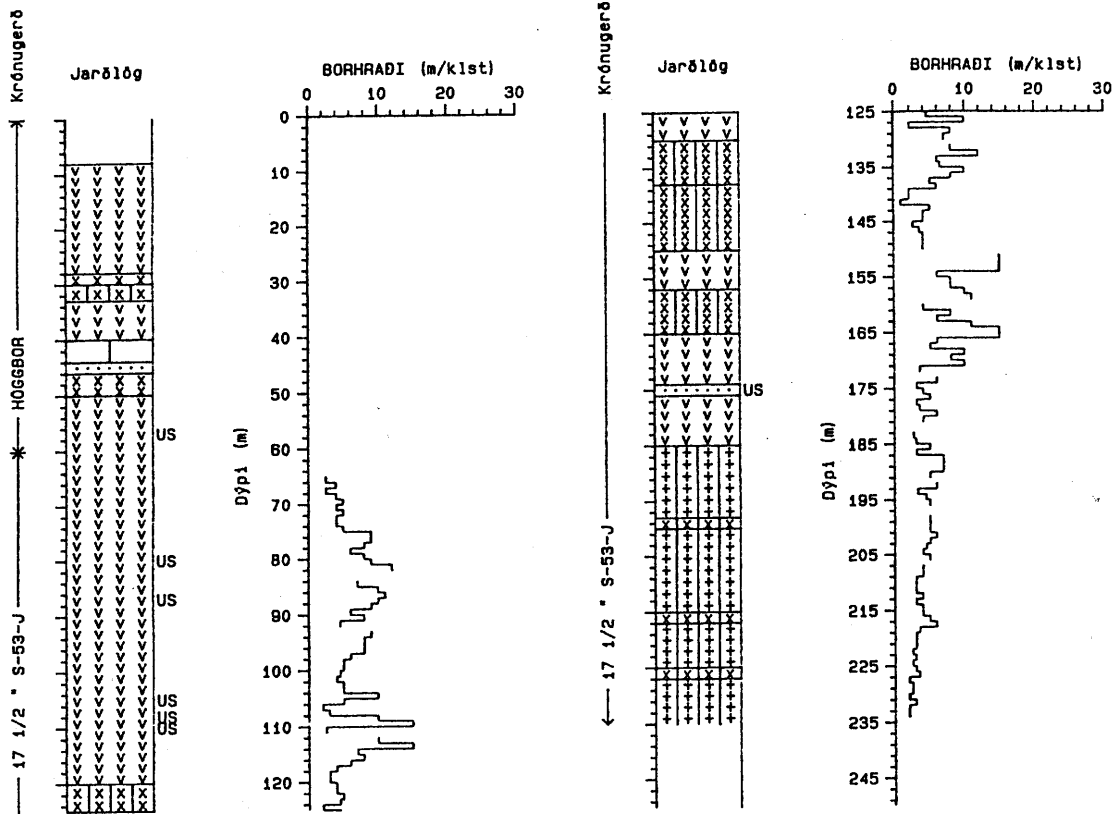
### KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 Gangur borunar



Mynd 1 Gangur borunar

JHD-BJ-8717-GOF  
85.10.1337 T

### KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1 JARÐLAGASNIÐ



#### Skýringar við jarðlagasnið

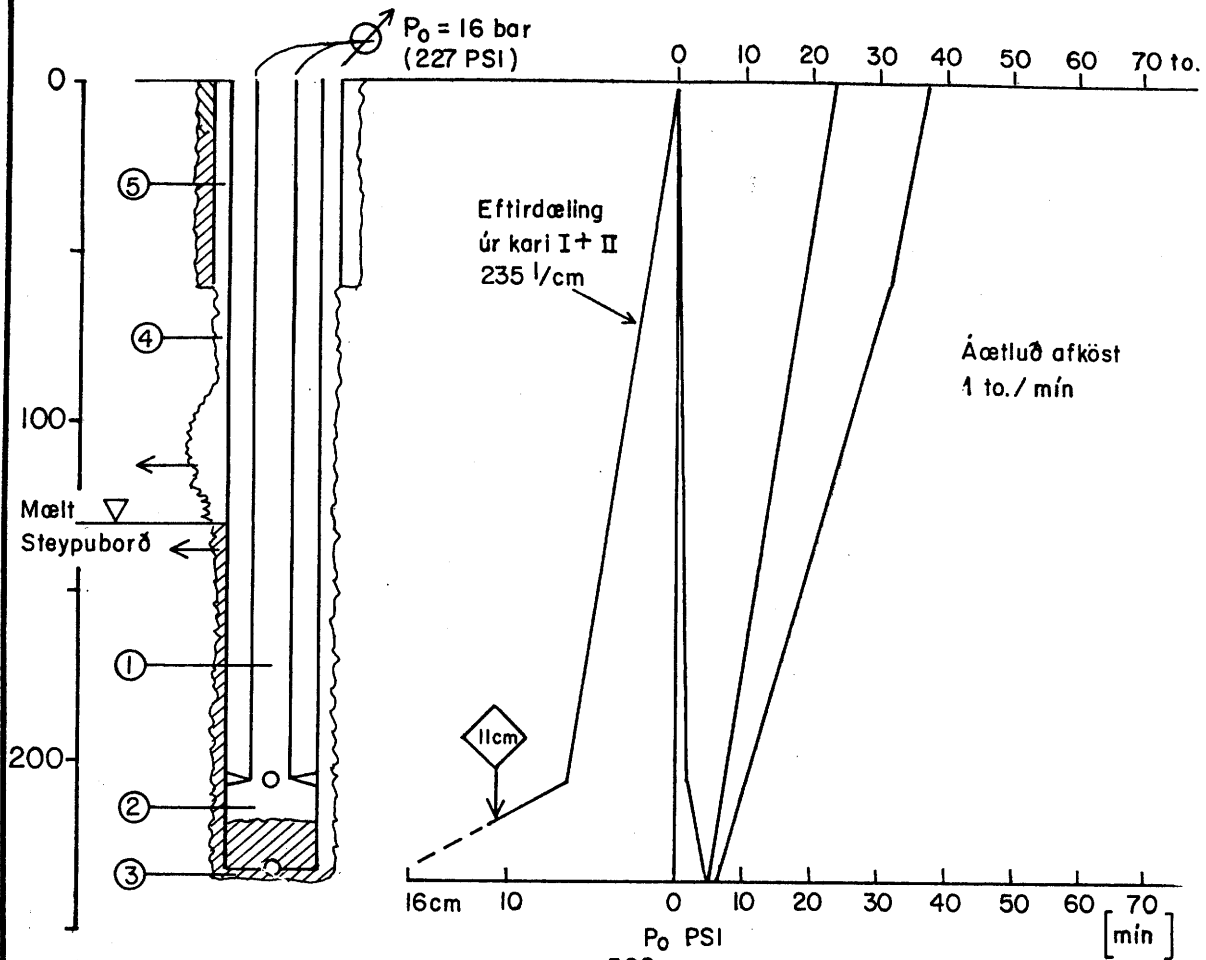
- |    |                                 |  |                   |
|----|---------------------------------|--|-------------------|
|    | Fersklegt fin-meðalkorna basalt |  | Basaltrik breksía |
|    | Ummyndað meðal-grófkorna basalt |  | Túff              |
|    | Ummyndað glerjað basalt         |  | Finkornótt set    |
| US | Ummyndunarskil                  |  |                   |

Mynd 2 Jarðlög og borhraði



JBR 8717 S.Ben.  
85 IO 1341 IS

### Steyping 13 3/8" fóðringar KHG-1



l/m x m =	l	mín	100% umfr.
1) 7,4 x 206 =	1524	1,8	1,8
2) 85,6 x 24 =	2054	4,3	4,3
3) 155 x 5 =	775	5,2	6,1
4) 65 x 170 =	11050	18,3	31,5
5) 74 x 60 =	4440	23,6	37,7
	<u>19843</u>		
	840		= 24 to

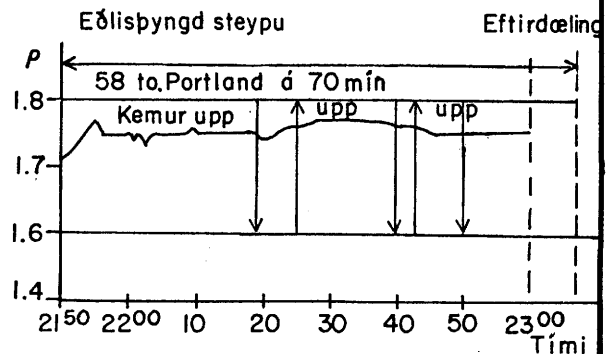
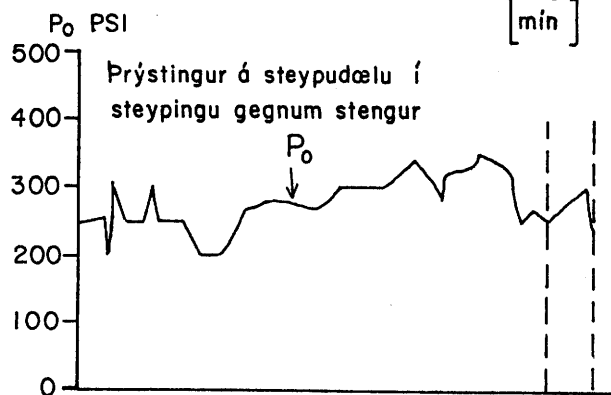
Eftirdæling  $\frac{2551}{235} = 10,9$  cm

Steyp var úr 58 to af portland sementi á 70 mínútum.

Steypa kom ekki upp en sementsvatn  $\rho = 1,2$  kom upp.

Dælt var niður á milli róra vatni til að halda opinni rás fyrir steypingu ofan frá

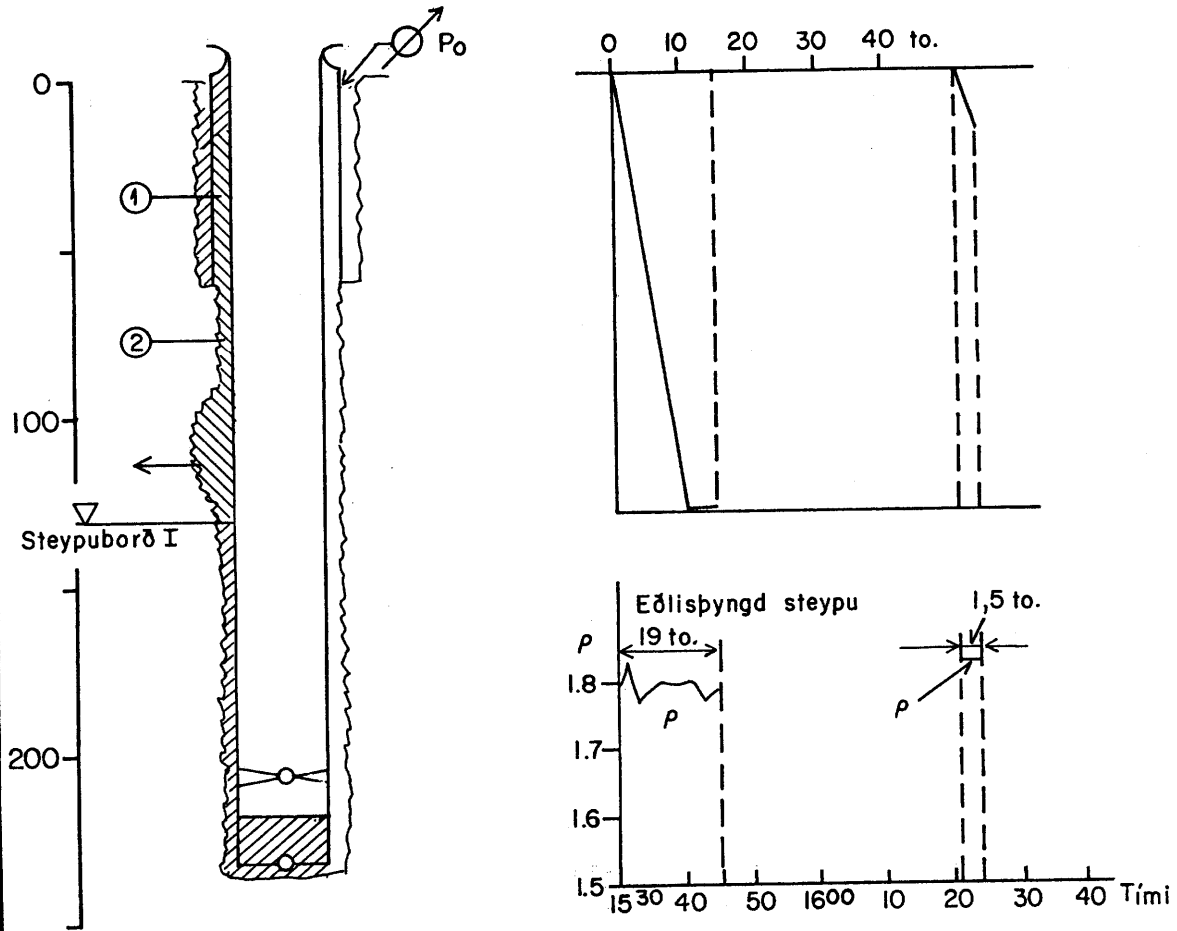
Steypa mældist með CBL í 130 m.



Mynd 3 Steyping 13 3/8" fóðringar, fyrri steyping

JBR 8717 SBen.  
8510 1342 IS

### Steyping 13 3/8" fóðringar í KHG-1



$$l/m \times m = l$$

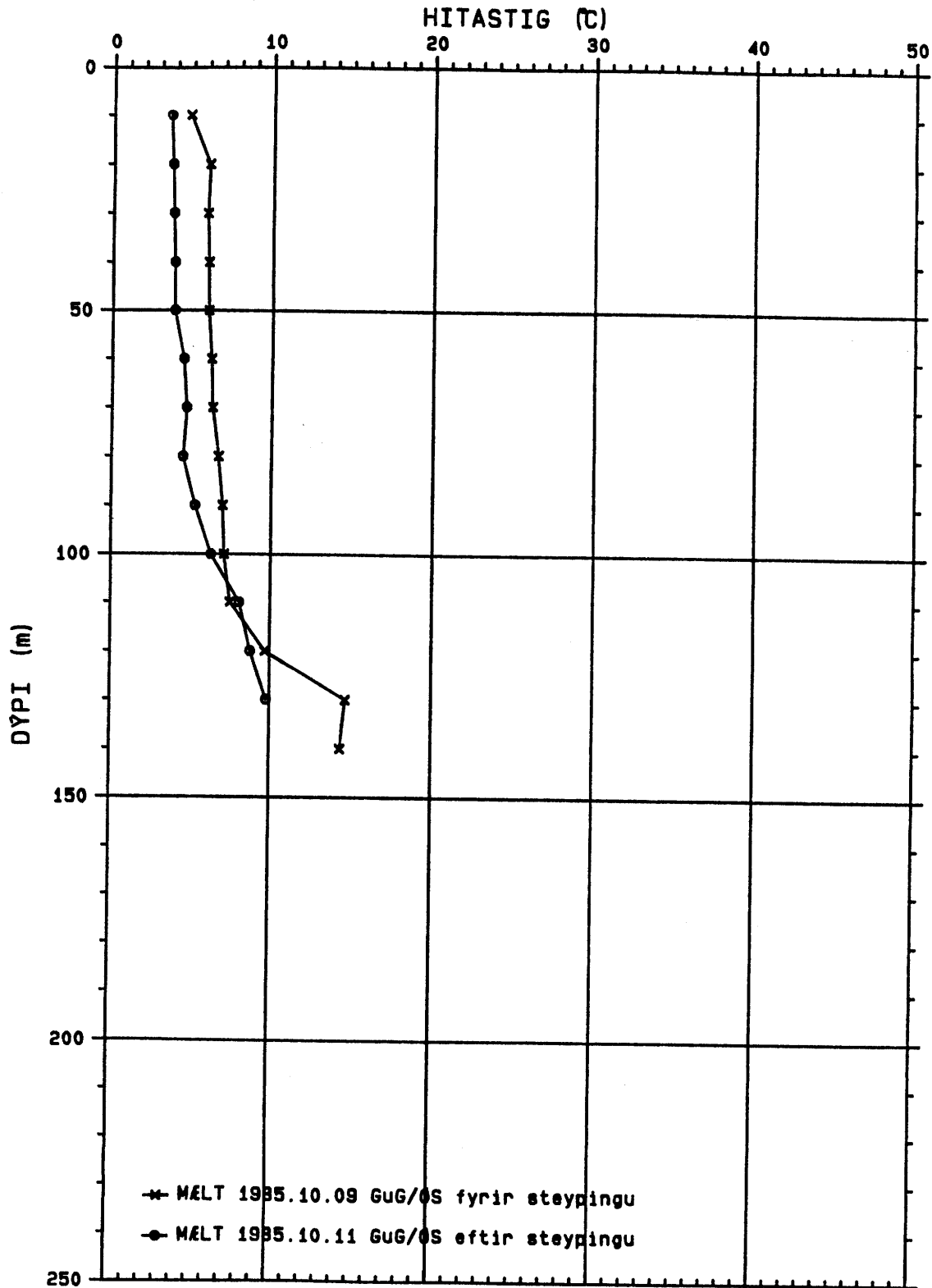
- 1) 74 x 60 = 4440
  - 2) 65 x 70 = 4550
- $$\frac{8990}{840} = 10,7 \text{ to}$$

Steyppt var undir lokaðan öryggisloka og steypunni þrýst niður. Steypa seig niður og var steyppt ofaná fyrri steypuna með opnum öryggisloka og holan fyllt upp.

Mynd 4 Steyping 13 3/8" fóðringar, seinni steyping

JHD-BM-8717 HTu1  
85.10.1348 T

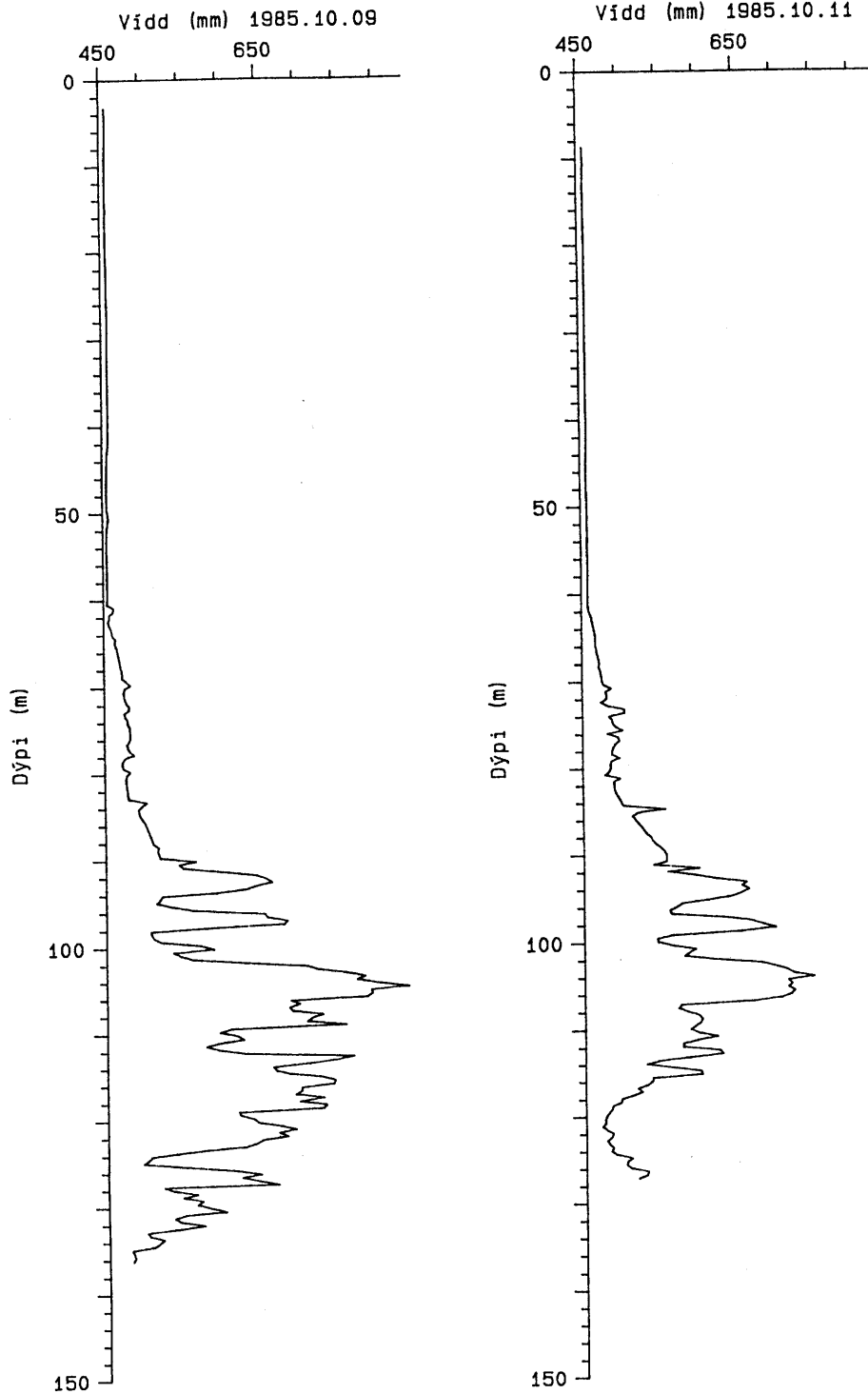
# KOLVIDARHÖLL HOLA KHG-1 HITAMÆLINGAR



Mynd 5 Hitamæling 1985.10.09 fyrir steypingu og 1985.10.11 eftir steypingu

JHD-BM-8717 HTu1  
85.10.1345 T

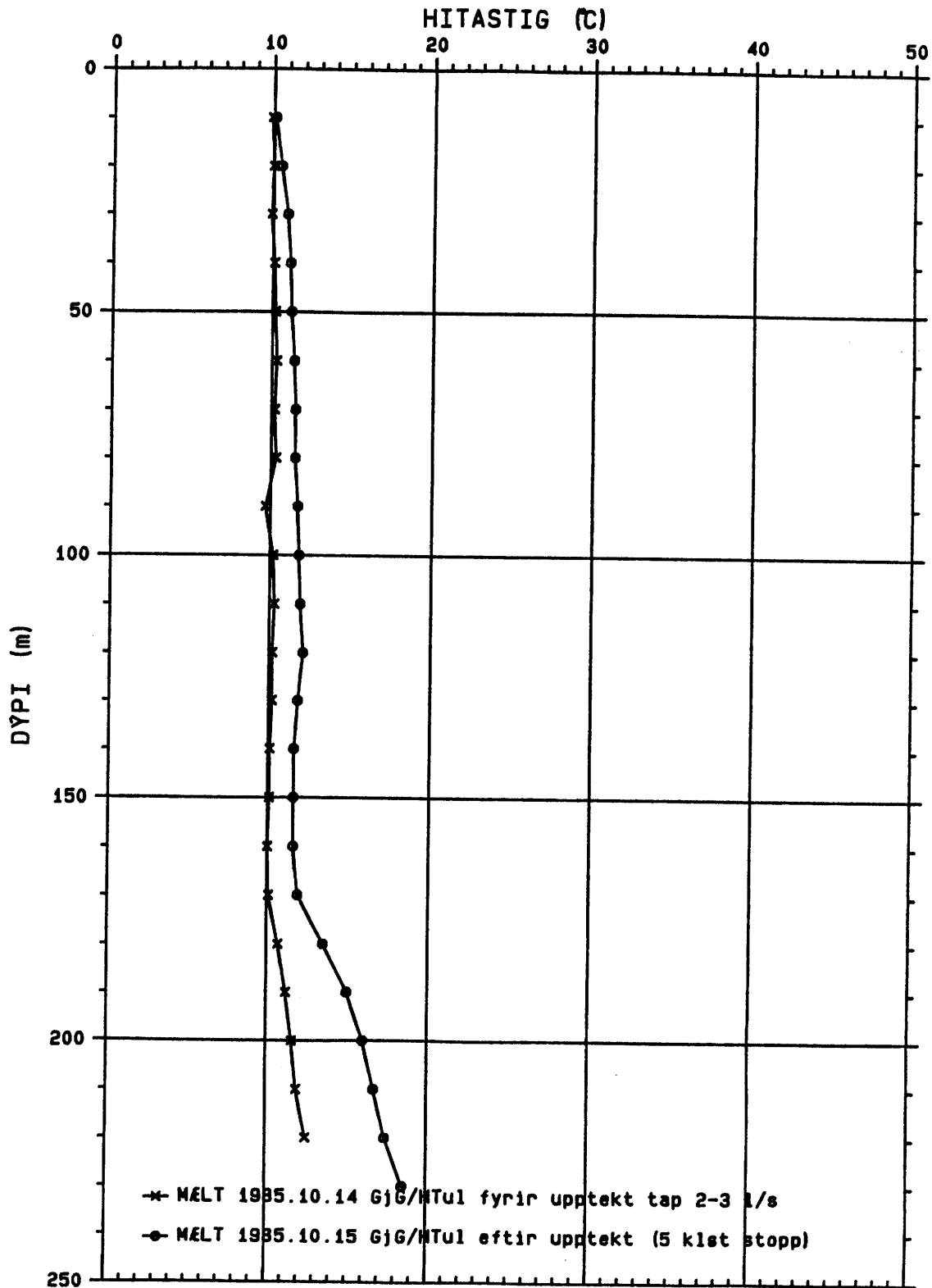
# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1 VÍDDARMÆLINGAR



Mynd 6 Viddarmælingar 1985.10.09 og 1985.10.11

IE JMD-BM-8717 HTU1  
88.10.1347 T

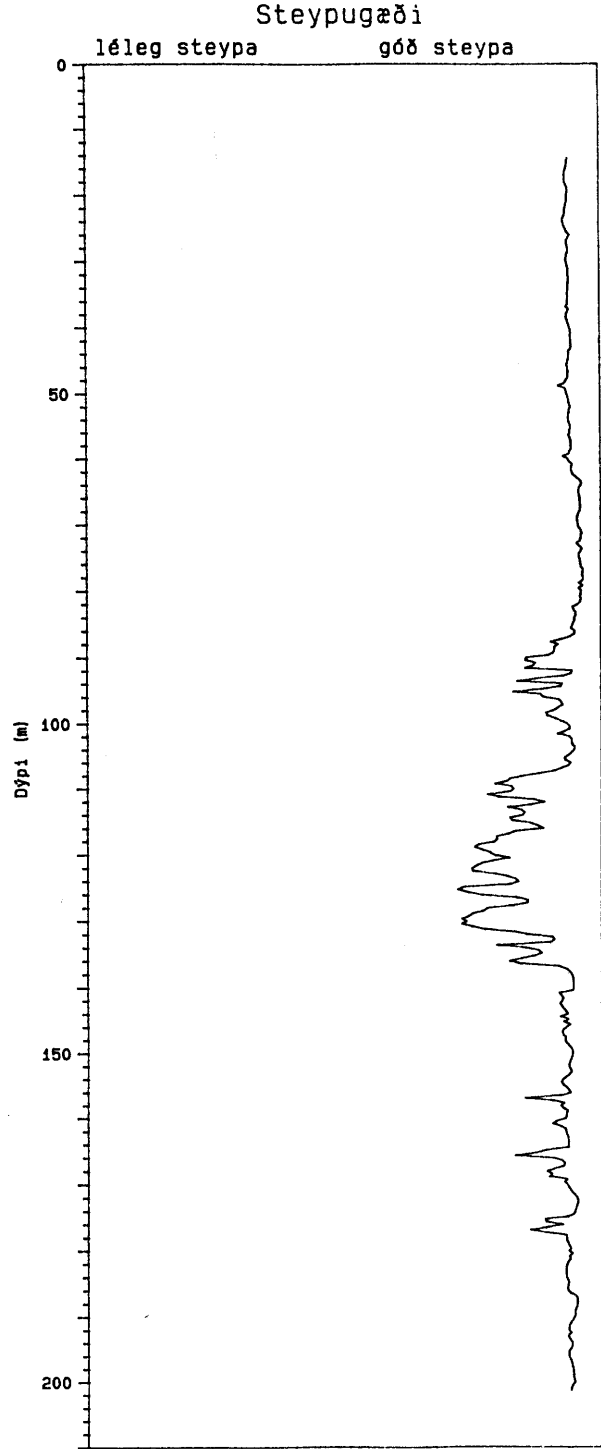
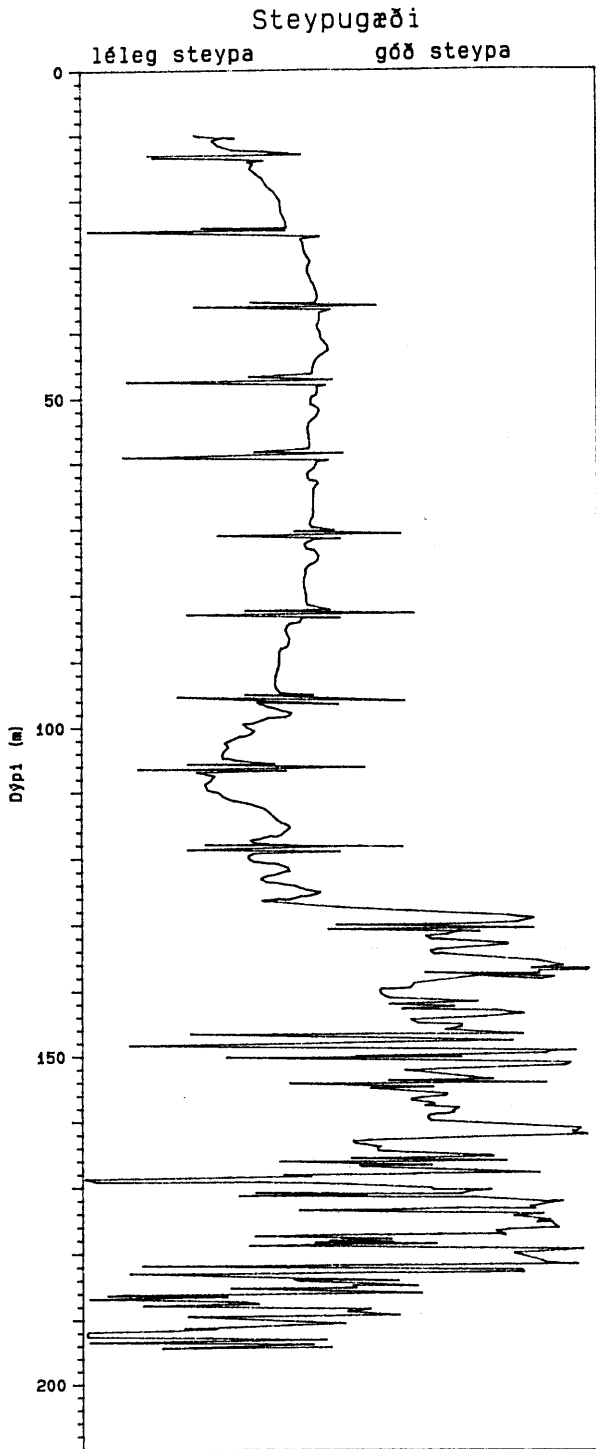
# KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1 HITAMÆLINGAR



Mynd 7 Hitamæling 1985.10.14 fyrir upptekt og 1985.10.15  
eftir upptekt

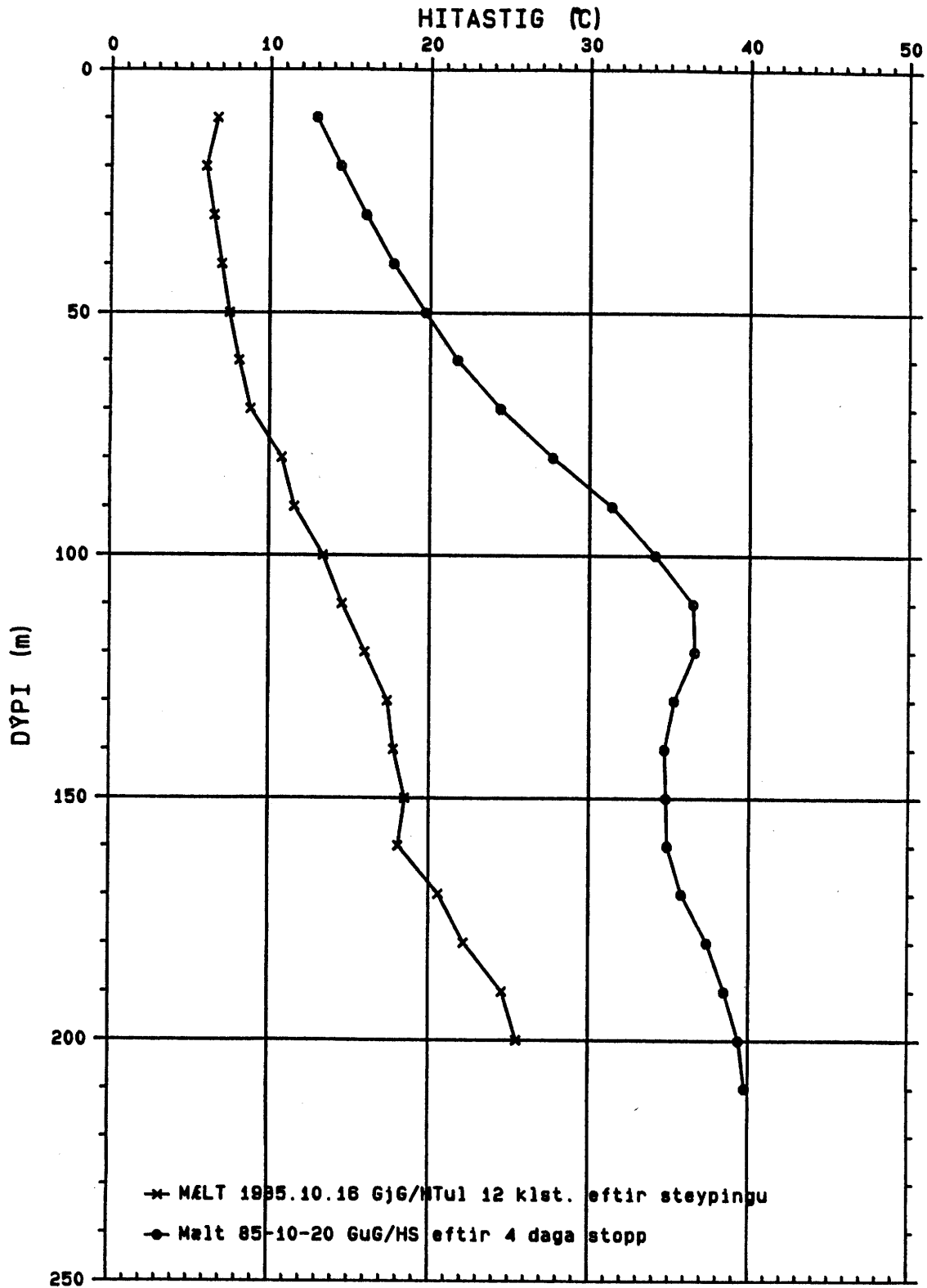
JHD-BM-8717 HTu1/HS  
85.10.1344 T

KOLVIDARHÖLL HOLA KHG-1  
CBL-MÆLINGAR 1985.10.16 OG 20



Mynd 8 CBL-mælingar 1985.10.16 og 1985.10.20

# KOLVIDARHÖLL HOLA KHG-1 HITAMÆLINGAR



Mynd 9 Hitamælingar 1985.10.16 og 1985.10.20 fyrir CBL mælingar

ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1. 2. ÁFANGI.

Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu  
frá 235-793m.

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur  
af vinnuhópi JHD og JBR.

OS-85096/JHD-53 B

Nóvember 1985.



## EFNISYFIRLIT

	Bls.
1 INNGANGUR .....	3
2 BORSAGA .....	3
3 JARÐLÖG OG UMMYNDUN .....	5
4 MÆLINGAR .....	6

## MYNDASKRÁ

1 Gangur borunar annars áfanga .....	10
2 Hitamæling 1985.10.23 .....	11
3 Víddarmæling 1985.1.23 .....	12
4 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun .....	13
5 Hitamæling 1985.10.29 inni í stöngum og 1985.10.29 eftir upptekt .....	14
6 1. steyping 9 5/8" fóðringar .....	15
7 Hitamæling 1985.10.31 eftir 1. steypingu og hitamæling 1985.11.06 eftir 2. steypingu .....	16
8 CBL-mælingar 1985.10.31, 1985.11.06 og 1985.11.08 .....	17
9 Sprengja 1985.11.01 dýpi 398,5 m .....	18
10 Sprengja 1985.11.01 dýpi 381 m .....	19
11 2. steyping 9 5/8" fóðringar .....	20
12 Sprengja 1985.11.06 dýpi 110,4 m .....	21
13 Hitamæling 1985.11.08 eftir 3. steypingu og hitamæling 1985.11.08 eftir 3. CBL-mælingu .....	22

## TÖFLUR

Tafla 1 Fóðrunarskýrsla .....	7
Tafla 2 Mælingar í holu KHG-1, öðrum áfanga .....	9

## 1 INNGANGUR

Verkpáttur þessi er unninn samkvæmt rannsóknarsamningi milli Hitaveitu Reykjavíkur og jarðhitadeildar Orkustofnunar. Eftirtaldir aðilar unnu að verkinu: Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Benedikt Steingrímsson, Grétar Jónsson, Guðjón Guðmundsson, Guðlaugur Hermannsson, Guðmundur Ó. Friðleifsson, Guðni Axelsson, Guðni Guðmundsson, Héðinn Ágústsson, Hilmar Sigvaldason, Jósef Hólmjárn og áhöfnin á Gufubor.

## 2 BORSAGA

Borun fyrir 9 5/8" (244 mm) vinnslufóðringu holu KHG-1 hófst eftir helgarfrí bormanna, 21. október á 235 m dýpi, og lauk 29. október á 793 m dýpi. Gangur borunar er sýndur á mynd 1.

Borun með 12 1/4" (311 mm) krónu gekk vel niður á 375 m dýpi, en þá hrundi úr holuveggjum. Borstrengur var því tekinn upp og holan hita- og víddarmæld (mynd 2 og 3). Mælir komst í 358 m dýpi og sýndi mælingin skáp þaðan upp í 355 m. Svarfskoðun (mynd 4) benti til að allur kaflinn þaðan og í botn hefði hrundið.

Steypt var í skápinn í tveim áföngum. Fyrst var stöngum snúið niður á 372 m dýpi um leið og steypt var úr 4 tonnum af sementi. Þá voru teknir úr nokkrir standar, stangarendi hafður á móts við lekastaði milli 310-330 m og steypt úr öðrum 4 tonnum af sementi.

Að útborun lokinni tókst að bora áfram með vatni niður á 403 m dýpi, en þá varð aftur vart við hrun úr holuveggjum, nú úr kaflanum neðan 370 m (mynd 4). Í stað þess að steypa aftur var ákveðið að reyna að bora áfram með geli.

Holan var fyrst skoluð með geli og komu upp kynstur af grjóti í fyrstu. Voru stærstu molar 7x4x3 cm. Borað var áfram með geli og gekk borun skrykkjótt í fyrstu vegna hruns. Er á borun leið fór þó að ganga betur, einkum eftir að komið var í basaltkaflann neðan 406 m dýpis (mynd 4).

Frá 450 m í fóðringardýpi (793 m) gekk borun síðan tafalaust að heita má. Blandað var viðbótargel öðru hvoru eftir þörfum.

Fylgst var reglulega með skoltapi og hitastigi skolvökva upp og niður holu (mynd 4). Skoltap var óverulegt lengst af borun. Hitastig skol-

vökva upp úr holu var rétt um 10°C meðan borað var með vatni, en fór hækkandi í stökkum meðan á gelborun stóð (mynd 4).

Fóðringardýpi var náð að morgni 29. október. Eftir að borun var hætt var svarfi dælt úr holunni með geli í rúma klukkustund. Þá var holan hreinsuð með vatni í u.þ.b. 2 tíma og síðan var hitamælt (mynd 5). Eftir upptekt voru jarðlagamælingar gerðar, en nánar er fjallað um þær í kafla 4.

Þann 30. október var 9 5/8" (244 mm) fóðurrörum komið fyrir í holunni (tafla 1). Kom þá í ljós að 13 m botnfall hafði myndast og erfitt var að hnika til rörunum. Hringdæling náðist þó þegar búið var að tengja borstrenginn. Hiti var þá orðinn allnokkur og smá gos varð í byrjun dælingar. Holan var því kæld yfir nótt og að morgni 31. október hófst steyping klukkan 09:20 (mynd 6). Eðlisþyngd steypunnar mældist um 1.74 g/cm<sup>3</sup>. Er búið var að steypa í 22 mínútur fór að byggjast upp þrýstingur og vatn hætti að koma upp eftir 25 mínútur. Þrýstingur fór þá upp í 800 PSI. Þá varð að hætta steypingu og tókst að dæla vatni á eftir steypunni í 5 mínútur og hreinsa efstu 300 m úr stöngunum. Þá var þrýstingur kominn upp í 900 PSI og varð því að hætta.

Hita- og steypumælt (CBL) var klukkan 21:30-24:00 þann 31. nóvember og fannst steypuborð á 400 m dýpi (myndir 7 og 8). Var þá ráðist í að útbúa sprengju sem slakað var niður á 395,8 m dýpi (mynd 9). Ekki tókst að hringdæla vatni eftir sprenginguna svo aftur var sprengt en nú á 378,0 m dýpi (mynd 10). Eftir síðari sprenginguna tókst hringdæling.

Steyppt var gegnum skotgöt á fóðurröri milli klukkan 05:37 og 06:00. Steyppt var úr 25,5 tonnum af portland sementi (mynd 11) og var eðlisþyngd steypunnar um 1,73 g/cm<sup>3</sup>. Eftirdæling tók 23 mínútur og var dælt 61 cm úr kari, en steypa kom ekki upp.

Eftir fjögurra sólarhringa frí bormanna hófst vinna á ný að morgni 6. nóvember. Um klukkan 14:00 þann dag var allt klárt til hita- og CBL-mælinga (myndir 6 og 7). Góð steypa mældist á 145 m dýpi og steypuhröngl upp á 108 m dýpi. Var þá ákveðið að sprengja göt á fóðurrörið á dýptarbilinu 108,2-110,5 m (mynd 12). Steyppt var gegnum sprengjugötin frá klukkan 18:55-19:05. Steyppt var úr 9 tonnum af sementi og mældist eðlisþyngd steypunnar um 1,80 g/cm<sup>3</sup>. Eftirdæling tók 5 mínútur og var 15 cm dælt úr kari. Steypa kom upp og reyndist eðlisþyngd hennar þá 1,72 g/cm<sup>3</sup>.

Þann 7. nóvember var gengið frá holutoppi og um klukkan 24:00 var byrjað að bora út steyputappana. Milli klukkan 13:00 og 16:00 þann 8. nóvember var hita- og CBL-mælt (myndir 13 og 8) og þar með lauk 2.

áfanga borunar holu KHG-1.

### 3 JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Einfaldað jarðlagasnið ásamt mælingum í borun er sýnt á mynd 4.

Frá enda öryggisfóðringar niður á 270 m dýpi var borað í gegn um grá-grýtishraun kennd við Húsmúladyngjuna, og er því syrpa þessi um 85 m þykk (185-270 m).

Neðan dyngjusyrpunnar er um 20 m þykk basaltbreksía og síðan tvö basalhraunlög með 10 m þykkri breksíu á milli. Hraunlögin eru all sprungin og sprungufyllt með kalsíti.

Frá 330 m í 406 m eru basaltbreksíulög einkennandi. Samanstanda þau trúlega úr bólstrabrotabergi. Lagskil eru all tíð, og breksían er illa samlímd með smektíti og kalsíti, all gropin og ákaflega hrungjörn. Móbergsglerið er að mestu ummyndað í smektít, en þó má sjá ferskar gler innlyksur í allri þessari myndun.

Frá 406 m í 480 m var borað í misgrófkornótt, feldspatdílótt basalthraunlög. Hraunlögin eru fremur ferskleg og eru holu- og sprungufyllur aðallega úr leir og kalsíti.

Frá 480 m í 615 m er kargaleg basaltbreksía ríkjandi. Breksían er misjafnlega túffrík og gæti því allt eins verið samsett úr mjög blöðróttum, illa kristölluðum þunnum hraunlögum. Á einfaldaða sniðinu á mynd 4 er breksían sýnd sem glerjað basalt.

Frá 615 m í 760 m var borað í grófkornótt basalhraunlög (e.t.v. ólivín póleiít). Hraunlögin eru ákaflega blöðrótt og rauðleit af oxideringu járns, enda límonít algengt.

Frá 760 m í 793 m eru fínkorna ummyndað basaltlög einkennandi. Greina má einstaka hraunlög í sundur á rauðoxuðum kargalögum.

Frá enda öryggisfóðringar niður á 500 m dýpi einkenna kalsít og smektít ummyndunarsamfélagið. Kalsít-fylltar sprungur eru t.d. mjög algengar, og má segja að kalsítútfellingar myndi einskonar "cap-rock" á jarðhitakerfið.

Neðan 500 m niður á u.þ.b. 600 m minnkar magn kalsíts verulega, og frístandandi lághitazeólítar finnast í magni sem holufyllingar.

Skólesít, heulandít og stilbít eru þeir algengustu, og virðast síðastir útfellinga í berginu. Þessir zeólítar eru taldir myndast úr vatni undir 120°C heitu.

Laumontít kemur inn á 584 m dýpi og yfirprentar lághitazeólítana, sem finnast sem holufyllingar neðar í borholunni. Laumontít einkennir steindasamfélagið allt niður í fóðringardýpi og er oft í miklu magni. Það er talið myndast við hærri hita en 120°C. Þar sem ummyndunarhiti í 600 m dýpi benti til hitastigs undir 200°C var ákveðið að síkka vinnslufóðringu í samræmi við rannsóknarsamning.

#### 4 MÆLINGAR

Í töflu 2 eru skráðar allar borholumælingar, sem framkvæmdar voru í öðrum áfanga borverks holu KHG-1. Holan var fyrst mæld, þegar borað hafði verið í 375 m dýpi. Þá var bullandi hrun í holunni, og ekki hægt að bæta í strenginn vegna botnfalls. Skoltap var um 4,5 l/s. Hitamælingin (mynd 2) sýndi, að skolvatnið tapaðist út um æðar á 310-350 m dýpi, en ekki tókst að mæla dýpra en í 358 m dýpi vegna botnfalls (18 m). Næst var holan víddarmæld (mynd 3). Mælingin sýndi 26" (660 mm) víðan skáp frá 355 m og niður á botnfallið í 358 m dýpi. Efri hluti holunnar hafði hins vegar ekki þvegist út. Eftir að steypst hafði verið í hrunkaflann tókst að bora holuna niður í fóðringardýpi (793 m) með því að nota gel sem skolvökva. Fyrir upptekt var hitamælt í stöngum til að kanna upphitun. Ekkert skoltap var í holunni og upphitun í botni allhröð eða um 20-25°C á klst eins og sést af mynd 5. Eftir upptekt var hitamælt að nýju (mynd 5) og var botnhiti þá orðinn rúmlega 100°C. Holan var síðan víddarmæld, og loks framkvæmdar jarðlagamælingar. Samkvæmt víddarmælingunni er megnið af holunni óvenjulega lítið útpvegið. Var nánast sem holan væri þegar fóðruð með röri. Undantekning var þó hrunkaflinn á 360-385 m dýpi, og fundust þar 26" (660 mm) víðir skápar.

Eins og fram kom í kafla 1 voru gerðar 2 CBL-mælingar meðan á fóðringu stóð (mynd 8) og var hitamælt á undan þeim (mynd 7). Loks var CBL-mælt í lok borverks (mynd 8) og hitamælt á undan og eftir (mynd 13). Sú CBL-mæling sýnir tiltölulega góða steypu nema á 370-400 m dýpi og í kringum 100 m dýpi, eða við skotstaðina. Stærsta æðin sem sést í hitamælingum fyrir þennan áfanga er í 380 m.

Um jarðlagamælingar verður fjallað í lokaskýrslu.

Tafla 1 Fóðrunarskýrsla

ORKUSTOFNUN  
JARDBORANIR RÍKISINS

FÓÐRUNARSKÝRSLA

Gufubor

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR		VERKKAUPI
573	KhG-1	Kolviðarhóli		Hitaveita Reykjavíkur
VIÐD HOLU	DÝPT HOLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.	ÚTFYLLT
12 1/4"	793	3	30-10-1985	H, A

FJARLEGD KJALLARABRÚN — KRAGI		2,65 m			
FÓÐRING	PVERM. UTAN	9 5/8"	INNAN		
	GERÐ	J-55	ÞYNGD 47 lbs/ft		
	TENGI	Skrúfuð			
	NOTAÐ	785,39 m	FRÁ KRAGA 773,93m		
	KRAGI (FLANGS)	Gasinghedd frá 0 og V			
	SKÓR	Flotskór			
MÍÐJUST.	17 stk.	STEYPUT.	stk.		
STEYPING	SEMENT	Portland	30,000kg		
	SEMENT		kg		
	ÍBL.EFNI		kg		
	ÍBL.EFNI		kg		
	TAFÆFNI	kg	EÐLISP. STEYPU 1,75		
	STEYPUTÆKI	jet mixari			
	STEYPINGARTÍMI	48	mín		
	EFTIRDÆLING. MAGN	2115	I TÍMI 4 mín		
	STEYPA KOM UPP	<input type="checkbox"/> JÁ <input checked="" type="checkbox"/> NEI			
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA	bondað	400 m		
FRÁANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR		h		
	SEMENT	34,500 kg	ÍBL.EFNI kg		
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR		h		
	STEYPA BORUD EFTIR	ca	200 h		
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI		755 m		
VERKTÍMI	RÖR	STEYPA	TOPPUR	TAFIR	ALLS
	h	14			
ATH. Steypa No 1 stöppar í 400 m. Bondað og skotið í 380 m. Steypt úr 25,5 t kom ekki upp, seig niður um 50 m. Bondað steypa í 115 m skotið og steypt úr 9 t og bá kom hún upp loxins.					
Steypu tappar boraðir úr. Tekið upp og öll steypa bonduð, virðist vera goð nema við skotgötin. Sjá nánar í steypuskýslu					

RÖRATALNING		
LENGD	NR <sup>1)</sup>	ALLS m
0,14	1	0,14
12,06	2	12,20
11,66	3	23,86
11,83	4	35,69
11,85	5	47,54
11,93	6	59,47
12,05	7	71,52
11,57	8	83,09
12,07	9	95,16
11,80	10	106,96
11,90	11	118,86
11,66	12	130,52
11,77	13	142,29
12,07	14	154,36
11,73	15	166,09
11,68	16	177,77
11,98	17	189,75
11,94	18	201,69
11,86	19	213,55
11,65	20	225,20
11,63	21	236,83
11,59	22	248,42
11,68	23	260,10
11,60	24	271,70

05.82 20x30FDH

1) X=MÍÐJUSTILLAR. ÁVALLT ER TALID FRÁ FLANGSI EÐA UPPHENGJU



Tafla 2 Mælingar í holu KHG-1. Annar áfangi

Dags.	Tími (kl)	Hvað mælt	Dýptarbil (m)	Athugas.
85.10.23		Hiti+dT+CCL	0-358	Vatnsæðar, botnfall
85.10.23		Vídd	0-358	Skápar
85.10.29	11:10-12:50	Hiti+dT+CCL	0-779	Í stöngum
85.10.29	17:30-18:00	Hiti+dT+CCL	0-787	Eftir upptekt
85.10.29	18:30-20:00	Vídd	0-780	Skápar
85.10.29	20:30-22:00	Nifteind+gamma	0-787	Jarðlög
85.10.29	22:00-23:00	Viðnám	0-787	Jarðlög
85.10.31	21:30-22:00	Hiti+dT+CCL	0-750	Upphitun
85.10.31	22:30-24:00	CBL	0-720	Steypuborð
85.11.01	02:10	Sprenging	395,8 -398,5	8 egg sprengd fyrir steypingu
85.11.01	03:50	Sprenging	378,35 -381,0	8 egg sprengd fyrir steypingu
85.11.06	14:00-14:30	Hiti+dT+CCL	0-363	Upphitun
85.11.06	14:40-15:30	CBL	0-350	Steypuborð
85.11.06	17:48	Sprenging	108,5 -110,45	7 egg sprengd fyrir steypingu
85.11.08	13:00-13:40	Hiti+dT+CCL	0-770	Upphitun
85.11.08	13:50-15:15	CBL	0-740	Steypugæði
85.11.08	15:20-16:00	Hiti+dT+CCL	0-770	Upphitun



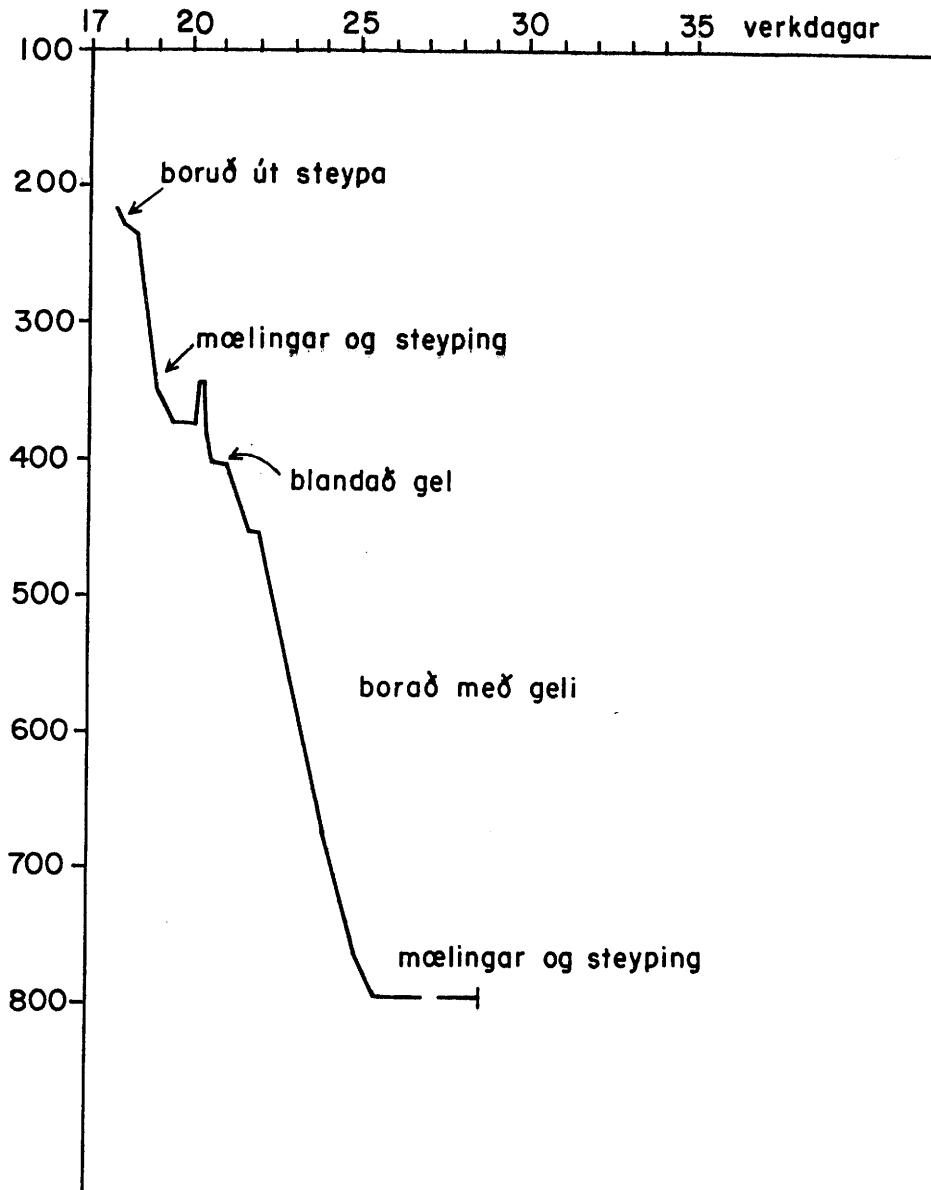


JHD·BJ·8717·ÁES/GÓF  
'85.10.1386·EK

Mynd 1

### KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1

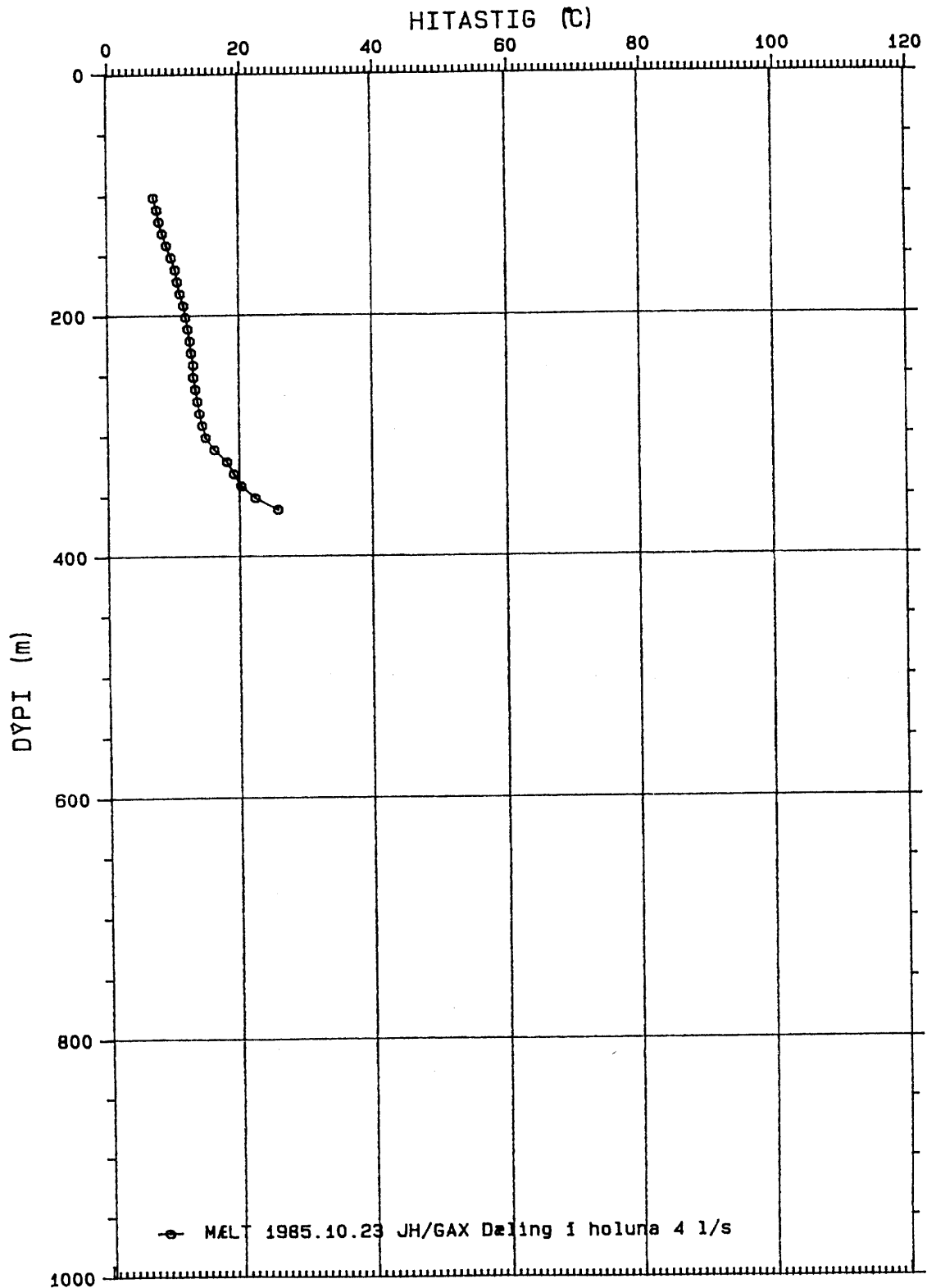
Borun 12 1/4" holu



Mynd 1 Gangur borunar annars áfanga

JHD-BM-8717 6UH  
85.11.1448 T

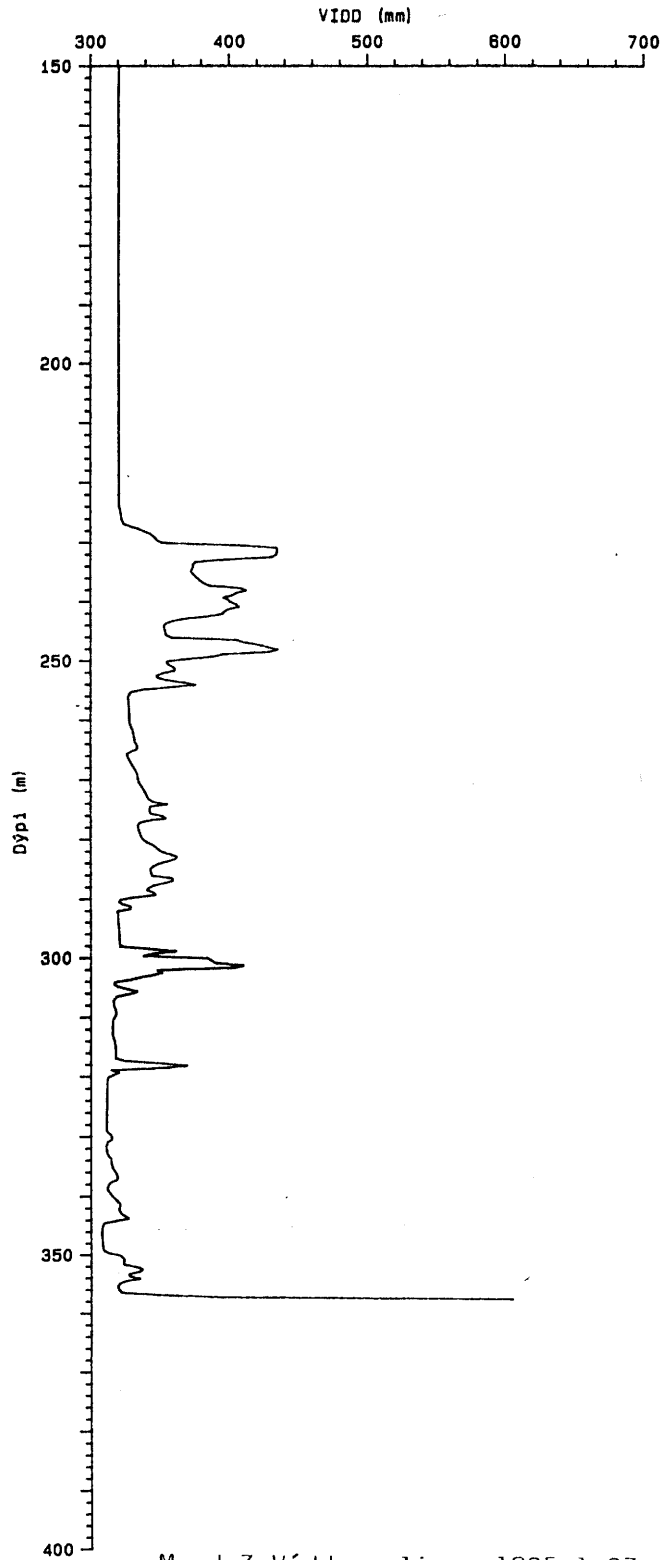
# KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1 HITAMÆLING



Mynd 2 Hitamæling 1985.10.23

IE JHD-BM-8717 GuH  
85.11.1449 T

KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1  
VIÐDARMÆLING 1985.10.23

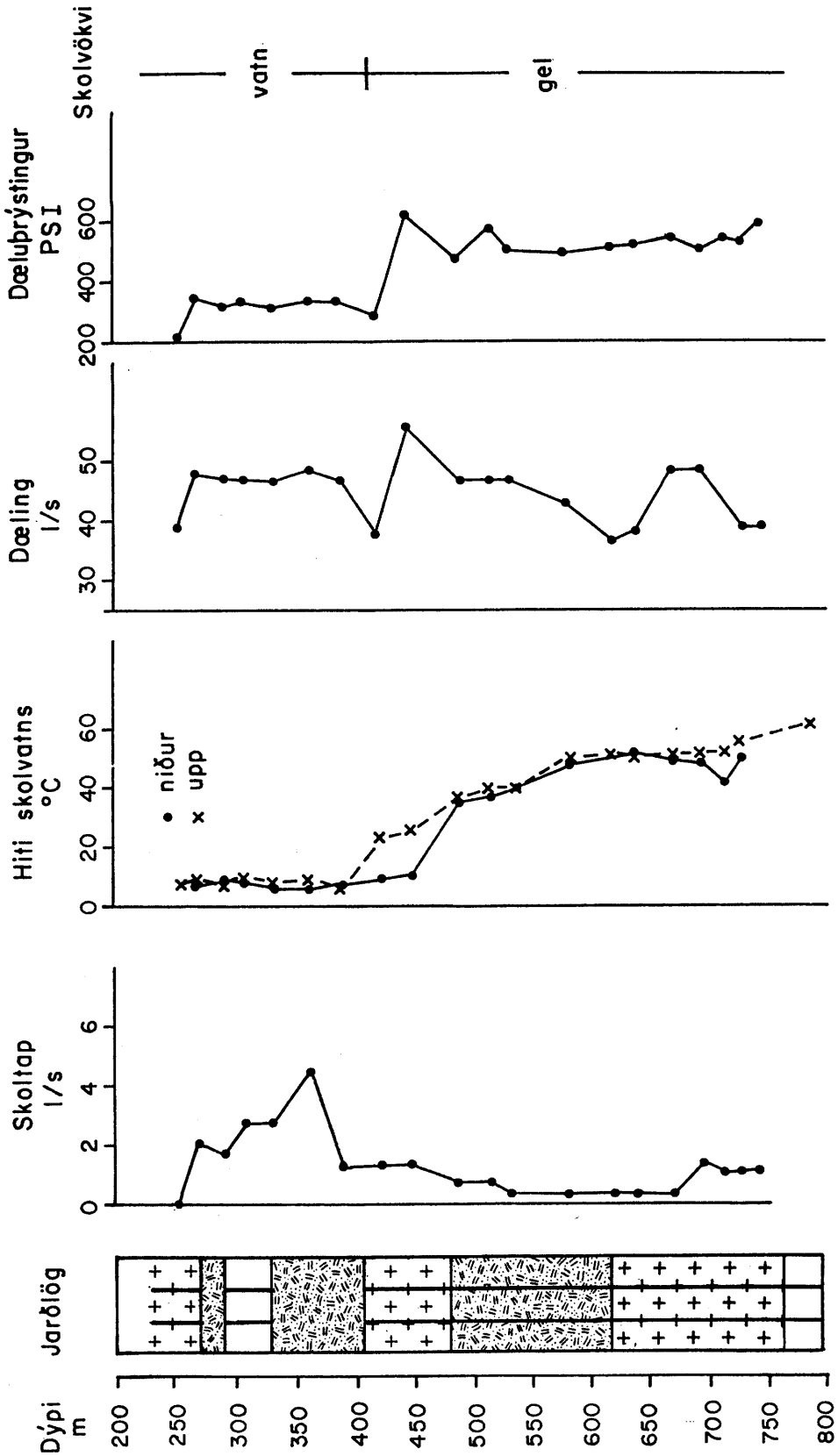


Mynd 3 Viðdarmæling 1985.1.23

Mynd 4

KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-I  
Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun

JHD·BJ·8717·GÓF/ÆS  
'85.10.1385 · EK

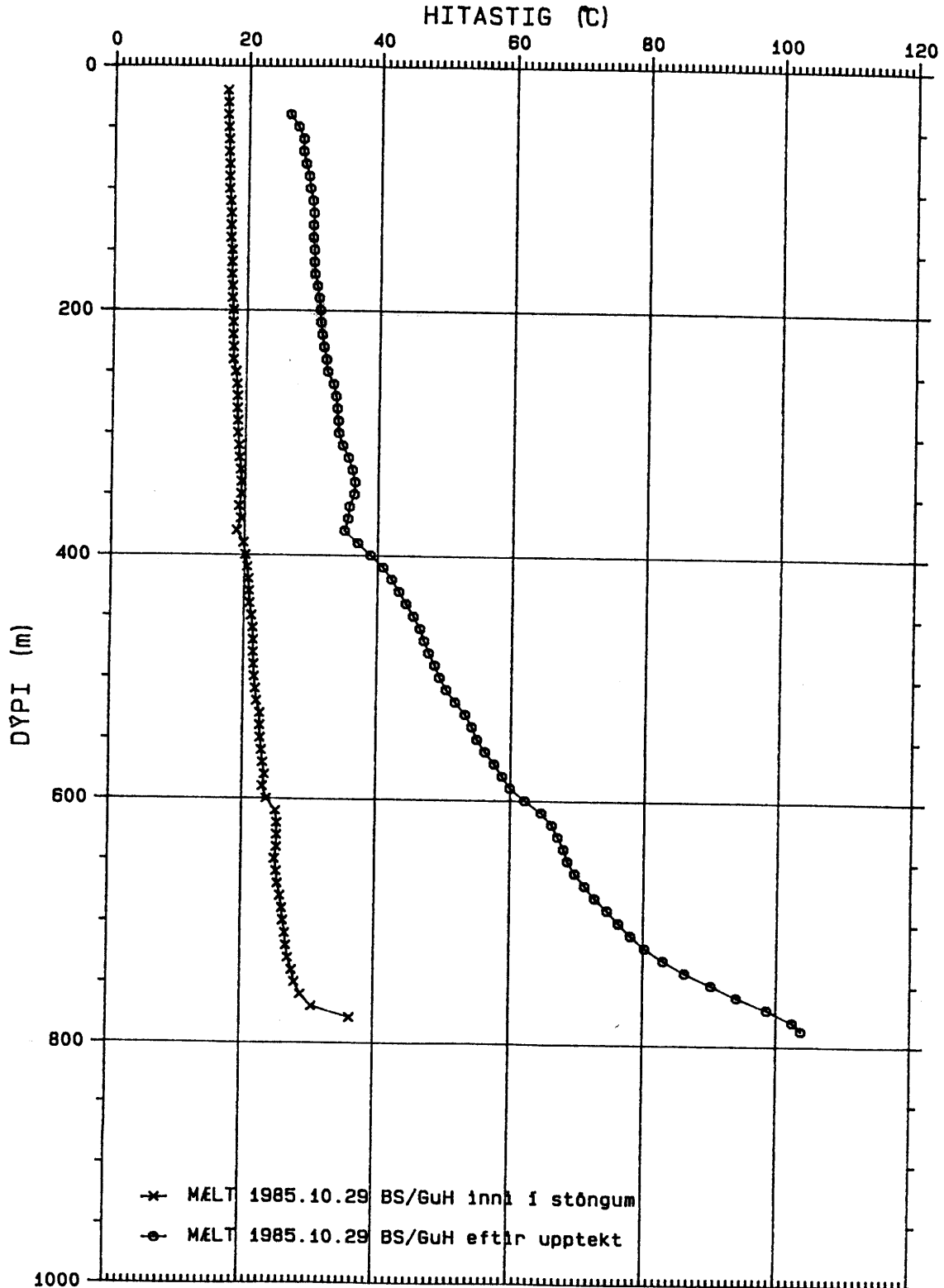


Basaltrík breksía Glerjað basalt Ummyndað fín-meðalk.basalt Ummyndað meðalgrók.basalt  
Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun

Mynd 4

IS JHD-BN-8717-BS/GuH  
85.11.1407 T

# KOLVIÐARHÖLL KHG-1 HITAMÆLINGAR

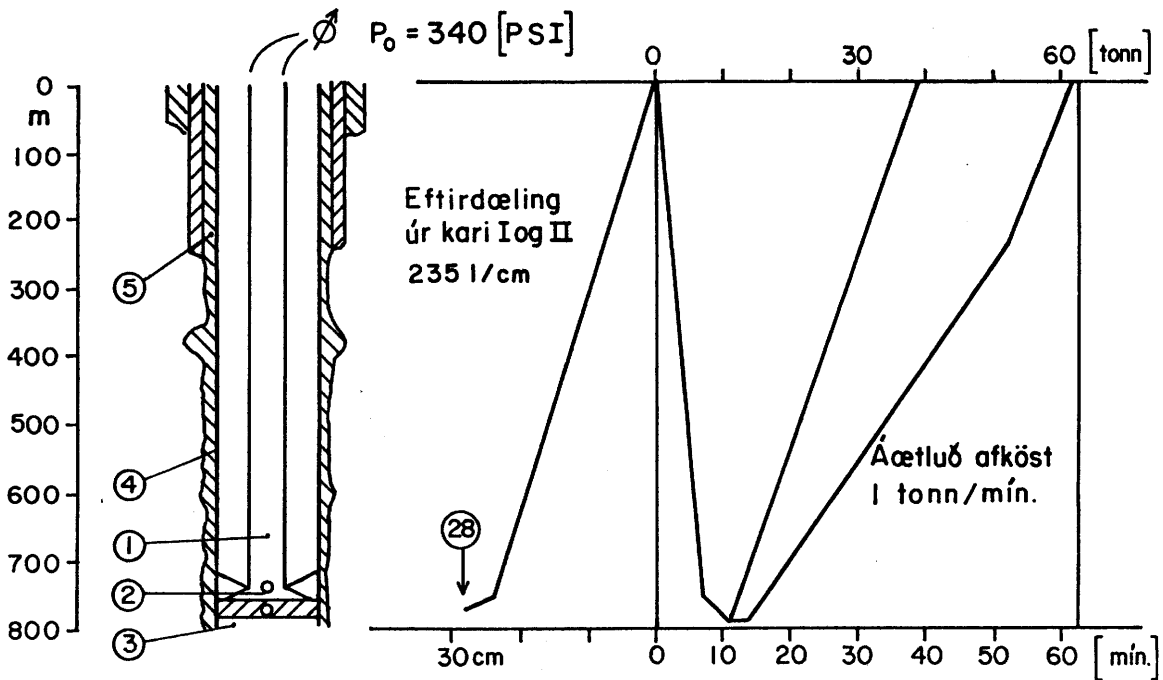


Mynd 5 Hitamæling 1985.10.29 inni í stöngum og 1985.10.29 eftir upptekt

JHD·BJ·8717·GÓF/ÁES  
'85.10.1387·EK.

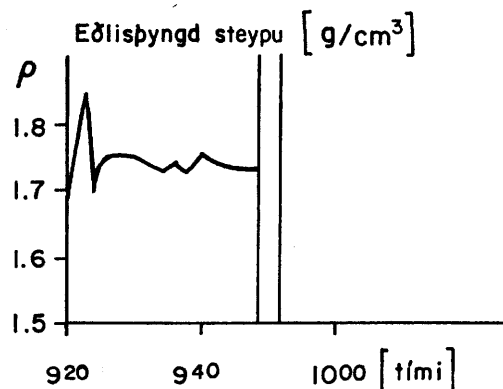
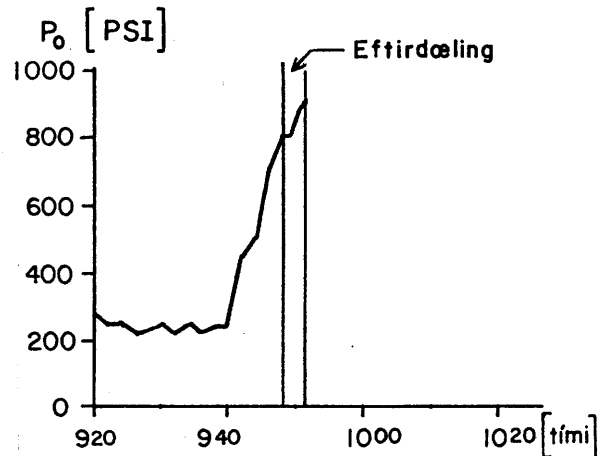
Mynd 6

I. Steyping 9 5/8" fóðringar í KHG-1



$l/m \times m = 1$       100% umfram

1)	7,4 x 754 =	5580	
2)	38,2 x 24 =	917	
3)	76 x 13 =	988	1976
4)	29 x 550 =	15950	31900
5)	34 x 230 =	7820	
		31255/840	48193/840
		= 37,2 to	= 57,4 to



Eftirdæling 9 cm x 235 l/cm = 2115 l  
Steyppt var úr 30 tonnum af portland sementi á 28 mín. Afköst = 1,07 to/mín.

Steypa kom ekki upp

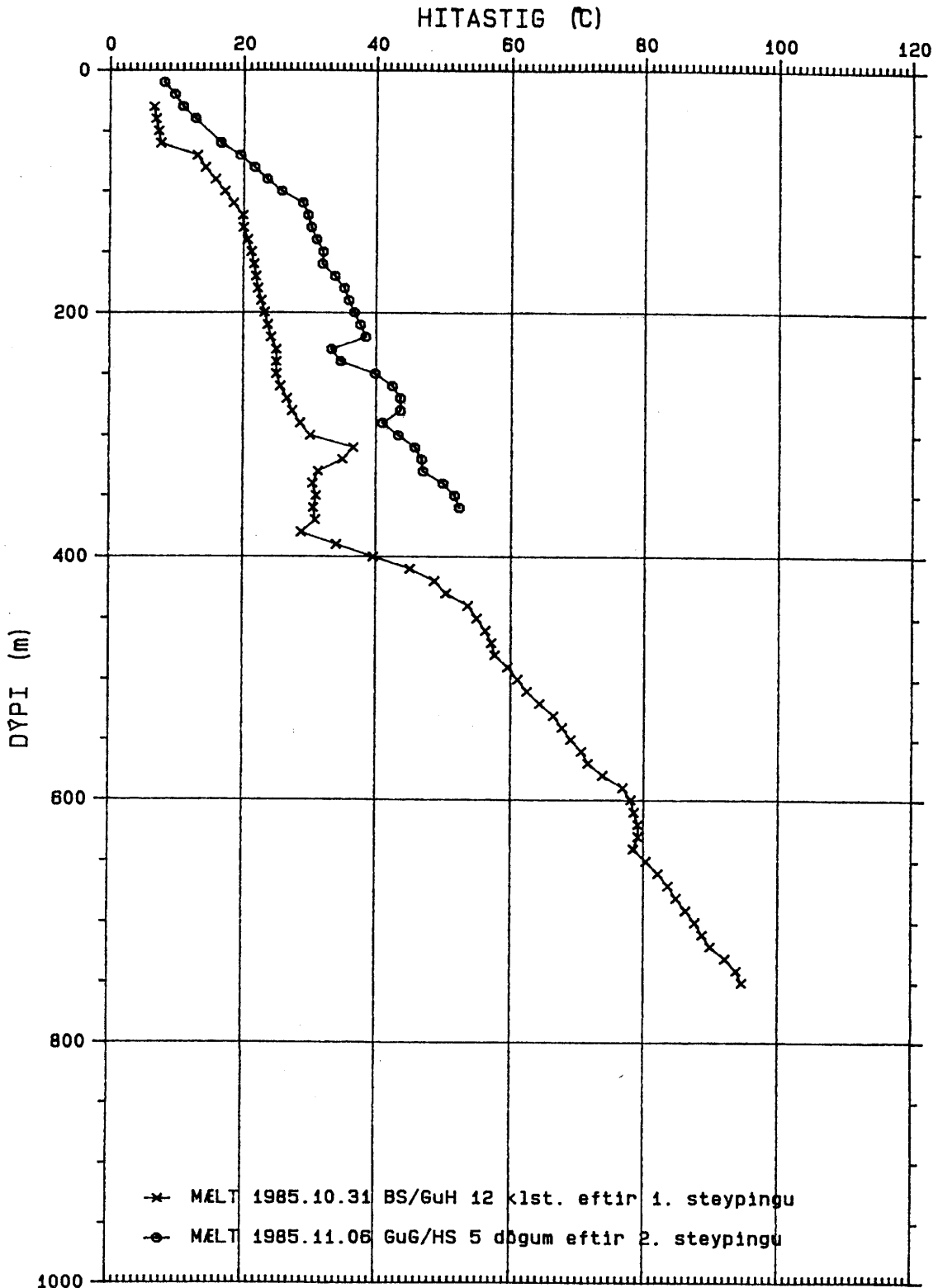
Steypa hreinsuð úr fóðringu

Steypuborð mældist á 400 m dýpi með CBL

Mynd 6 l. steyping 9 5/8" fóðringar

JE JHD-BM-8717 GuH  
85.11.1443 T

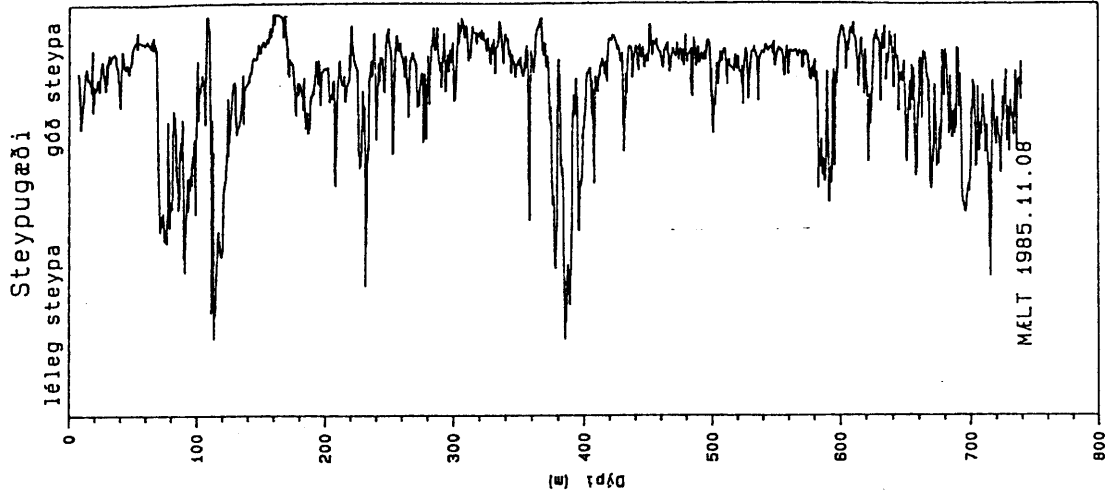
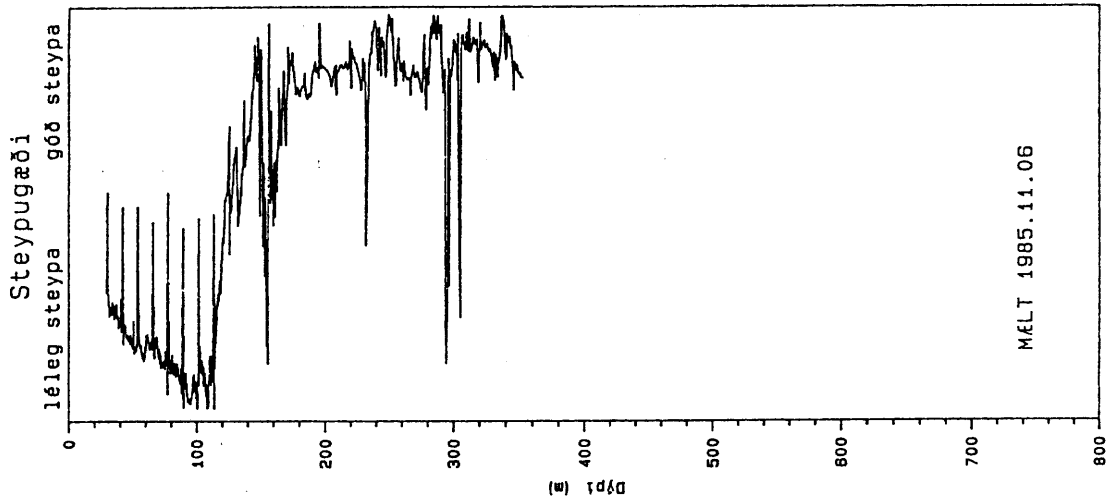
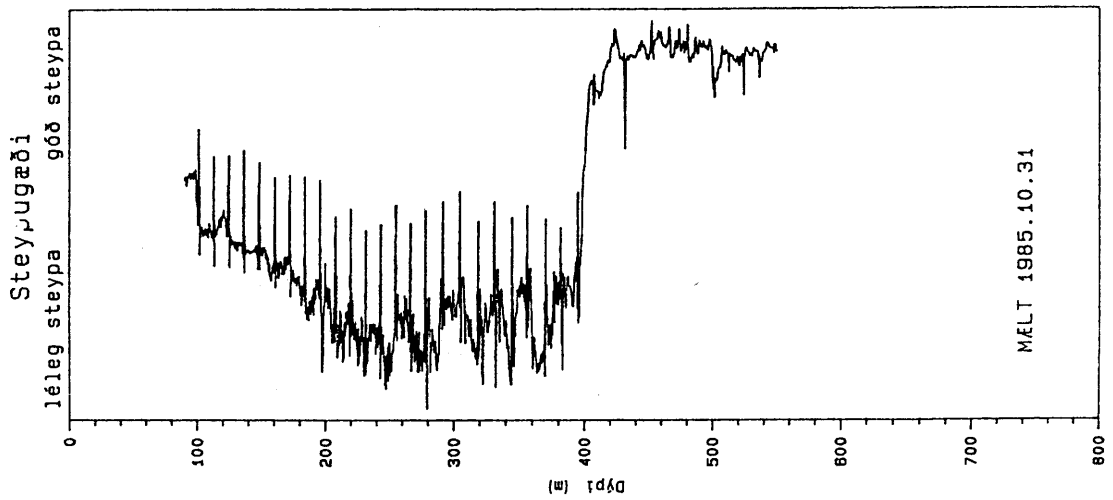
# KOLVIDARHÖLL HOLA KHG-1 HITAMÆLINGAR



Mynd 7 Hitamæling 1985.10.31 eftir 1. steypingu og hitamæling  
1985.11.06 eftir 2. steypingu

JHD-8M-8717 6UH  
85.11.1439 T

KOLVIDARHÖLL HOLA KHG-1  
CBL-MÆLINGAR I 2. ÁFANGA



Mynd 8 CBL-mælingar 1985.10.31, 1985.11.06 og 1985.11.08



SPRENGINGAR I BORHOLU

1- JHD-BM-8717-HS  
85.II.1456 0D

1. Sýsla, kaupstaður ÁRNESSÝSLA		2. Hreppur ÖLFUSHREPPUR
3. Staður KOLVIÐARHÓLL		4. Hóla nr. KHG-I
5. Dýpi. m 793 m	6. Fóðringar. m. þv.	7. Bortími

8. Ástand holu fyrir aðgerð

9. Verkkaupi H.R.	10. Tilgangur HRINGDÆLING	
11. Mælitæki R-50402	12. Dagset. 85.II.01.	13. Mælingamenn GuH. - HS. - Á.S.
14. Núllpunktur á dýpi DRIFBORÐ Á GUFUBOR	15. Skotstaður 395.8 - 398.5	16. Fjöldi skota 8 EGG

<p>17. Lýsing á sprengju</p> <p>The diagram illustrates the vertical arrangement of the borehole charge. At the top is the CCL (Cable Control Line). Below it is a section of CCL measuring 3.24 meters. This is followed by a section of dynamite labeled 'SPRENGJA 8 EGG' measuring 2.72 meters. At the bottom of the charge is a section of lead labeled 'LÓÐ' measuring 1.92 meters.</p>	<p>18. Ath.</p> <p>SPRENGT KI. 02<sup>10</sup></p> <p>HRINGDÆLING TÓKST EKKI</p>
--	--

SPRENGINGAR I BORHOLU

JHD-BM-8717-HS  
85.II.1454 OD

1. Sýsla, kaupstaður ÁRNESSÝSLA		2. Hreppur ÖLFUSHREPPUR
3. Staður KOLVIÐARHÓLL		4. Hóla nr. KHG-I
5. Dýpi. m 793 m	6. Fóðringar. m. þv.	7. Bortími

8. Ástand holu fyrir aðgerð

9. Verkaupi H.R.	10. Tilgangur HRINGDÆLING	
11. Moelitoeki R-50402	12. Dagset. 85.II.01.	13. Moelingamenn GuH. - HS. - Á.S.
14. Núllpunktur á dýpi DRIFBORÐ Á GUFUBOR	15. Skotstaður 37835 - 381.0	16. Fjöldi skota 8 EGG

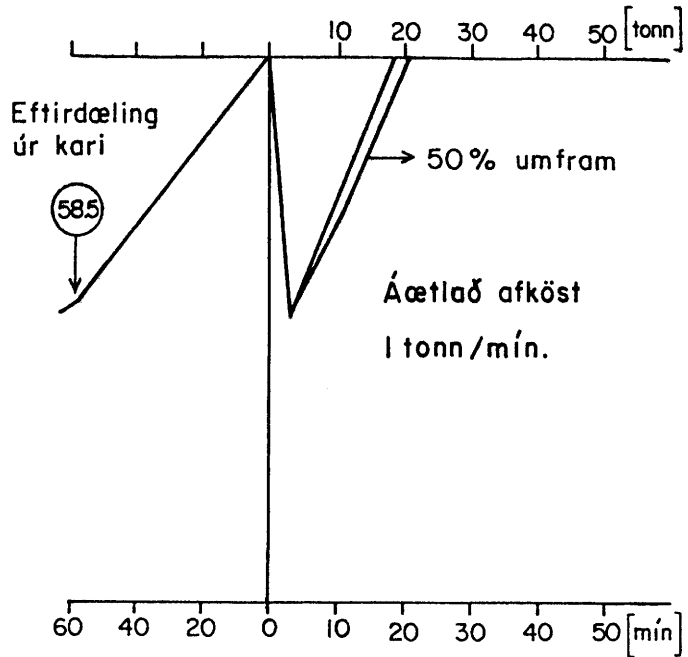
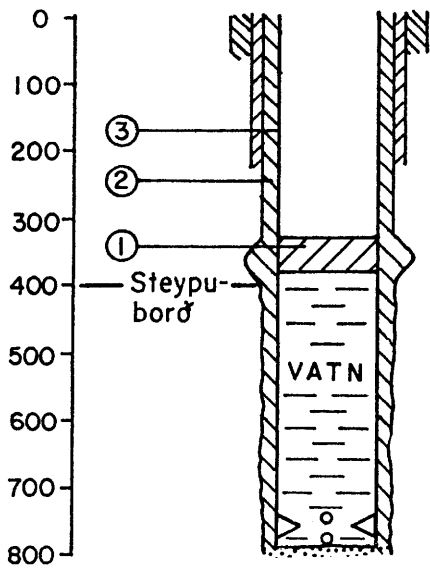
<p>17. Lýsing á sprengju</p>	<p>18. Ath.</p> <p>SPRENGT KI. 03<sup>50</sup></p> <p>HRINGDÆLING TÓKST</p>
------------------------------	---



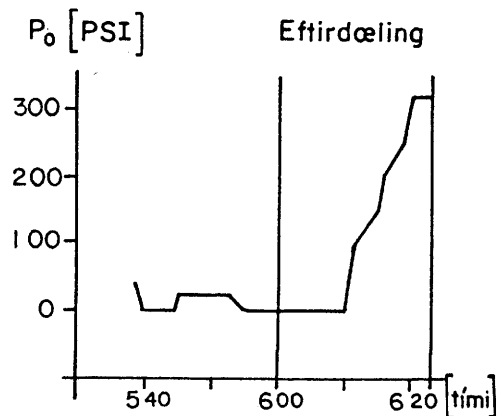
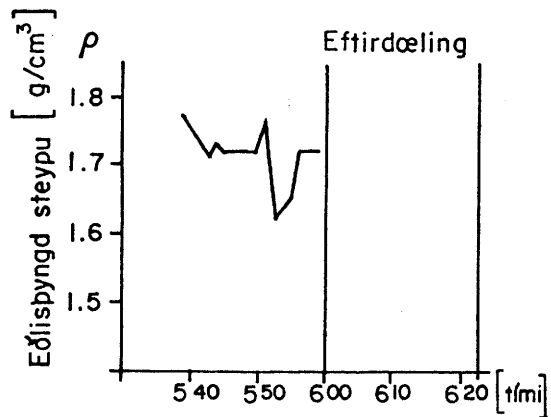
JHD·BJ·8717·ÁES/GÓF  
'85.II.1397·EK

Mynd II

## 2. Steyping 9 5/8" fóðringar í KHG-1



l/m	m	l	50% umfram
1)	38,2	x 50	= 1910
2)	29	x 150	= 4350      6525
3)	34	x 230	= 7820
			14080/840    16255/840
			= 16,8 to    = 19,4 to



Steyppt gegnum skotgöt á fóðringu á dýptarbilinu 381,0 - 378,4 m

Eftirdæling 61 cm x 235 l/cm = 14335 l

Steyppt var úr 25,5 tonnum af portland sementi á 23 mín.

Afköst = 1,1 tonn/mín.

Steypa kom ekki upp

Steypuborð mældist á 110 m dýpi með CBL

Mynd II 2. steyping 9 5/8" fóðringar

SPRENGINGAR I BORHOLU

JHD-BM-8717-HS  
85.11.1455 OD

1. Sýsla, kaupstaður ÁRNESSÝSLA		2. Hreppur ÖLFUSHREPPUR
3. Staður KOLVIÐARHÓLL		4. Hóla nr. KHG-I
5. Dýpi. m 793 m	6. Fóðringar. m. þv.	7. Bortími

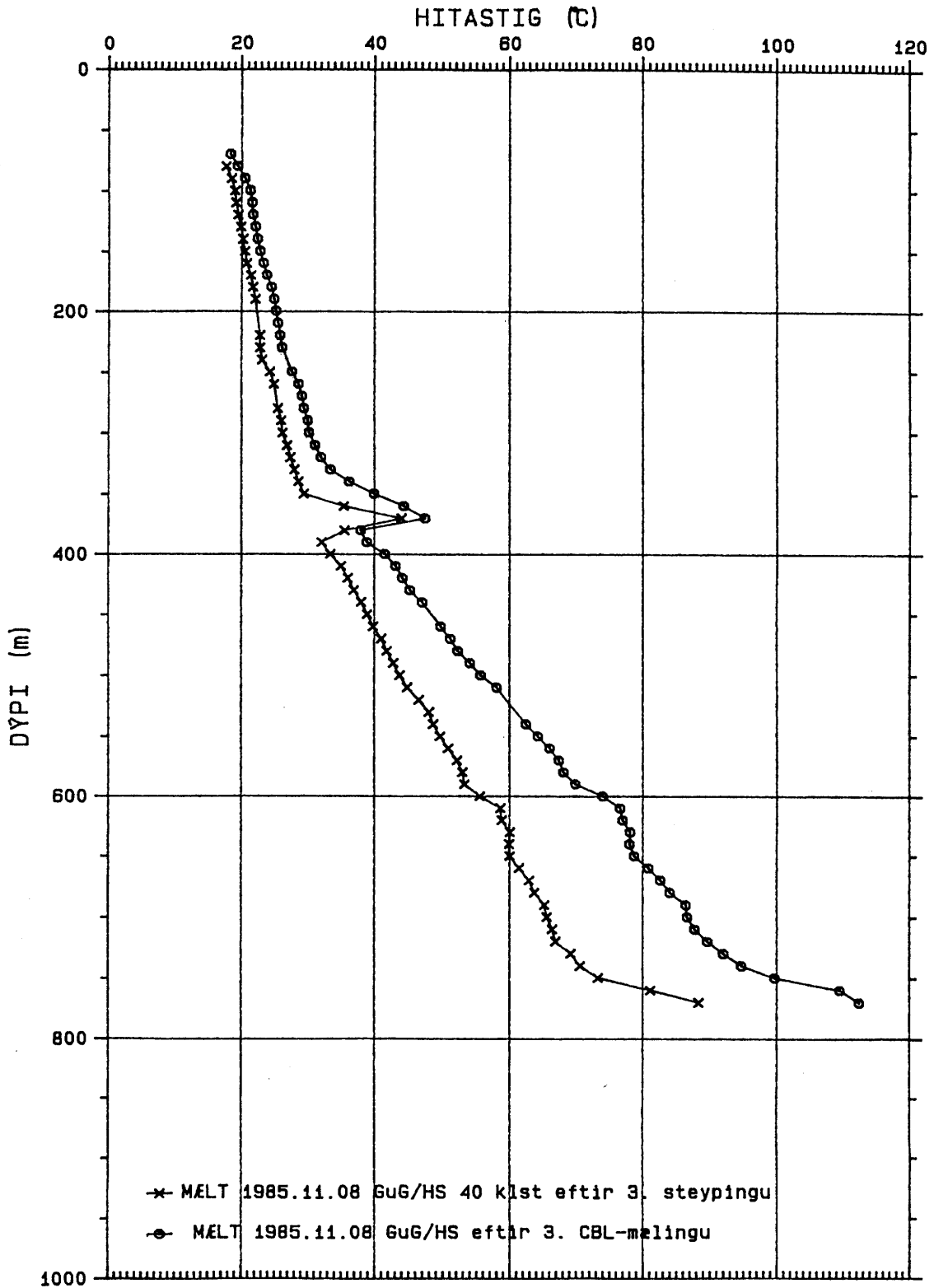
8. Ástand holu fyrir aðgerð

9. Verkkaupi H.R.	10. Tilgangur HRINGDÆLING	
11. Mælitæki R - 50402	12. Dagset. 85.11.06.	13. Mælingamenn GuG - HS. - Á.S.
14. Núllpunktur á dýpi DRIFBORÐ Á GUFUBOR	15. Skotstaður 108.15 - 110.45 m	16. Fjöldi skota 7 EGG

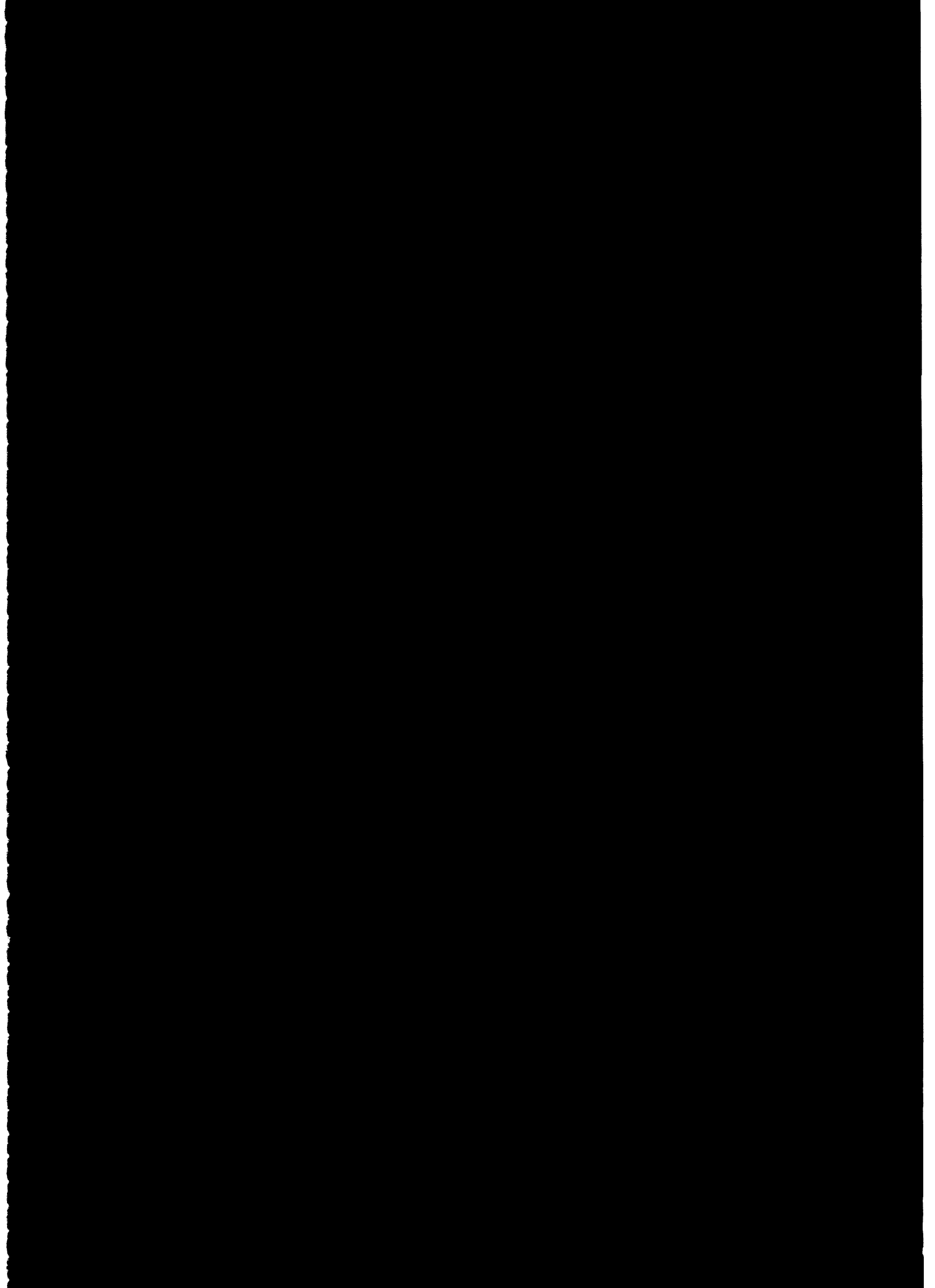
<p>17. Lýsing á sprengju</p> <p>The diagram illustrates a vertical borehole configuration. At the top is a section labeled 'CCL' with a height of 2.45 m. Below this is a section labeled 'SPRENGJA 7 EGG' with a height of 4.75 m. At the bottom is a section labeled 'LÓÐ' (lead weight) with a height of 6.60 m. The total height of the borehole is 14.80 m.</p>	<p>18. Ath.</p> <p>SPRENGT KI. 17<sup>48</sup></p> <p>HRINGDÆLING TÓKST</p>
--	---

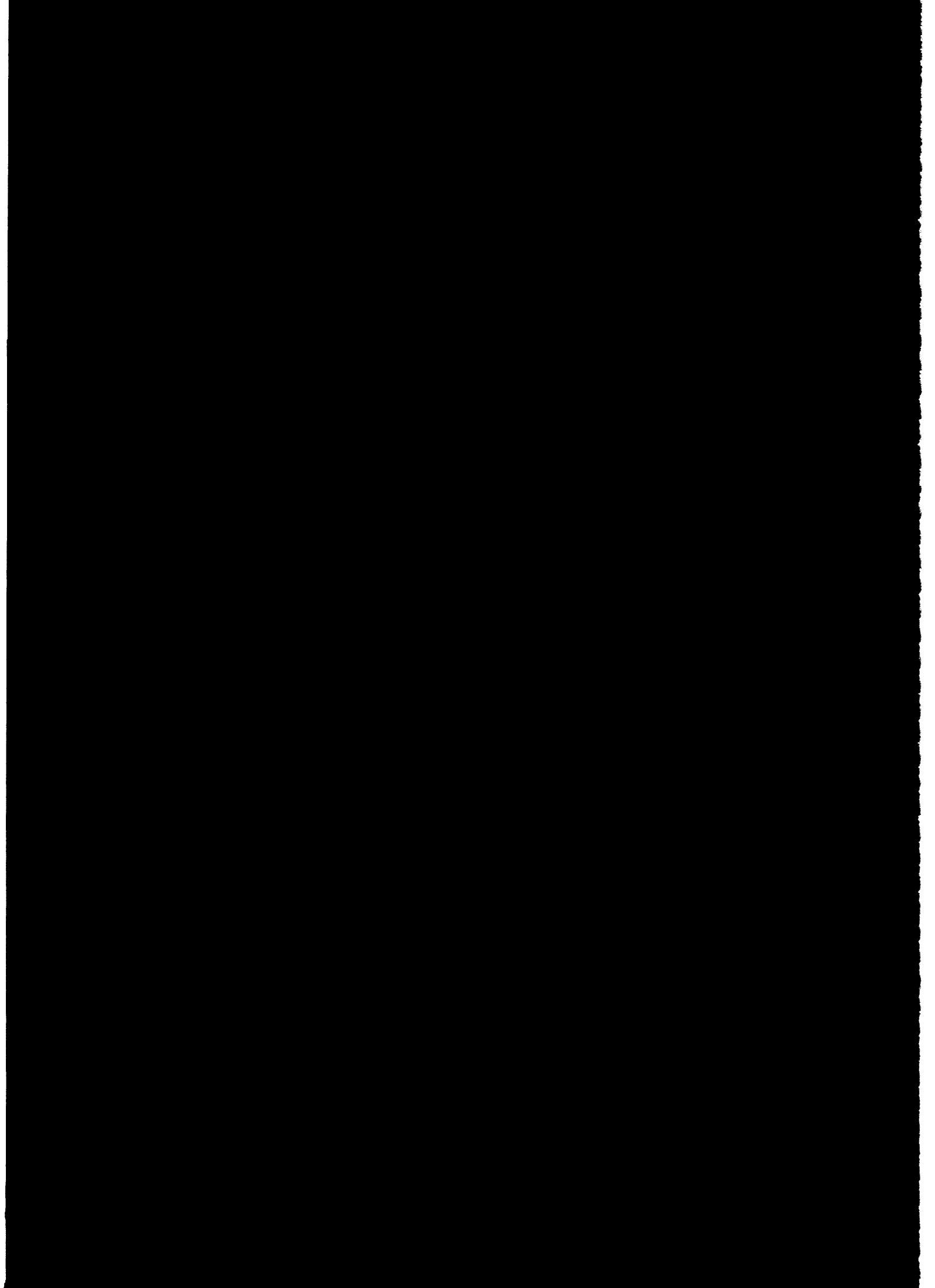
JHD-BM-8717 GuH  
85.11.1444 T

# KOLVIDARHÖLL HOLA KHG-1 HITAMÆLINGAR



Mynd 13 Hitamæling 1985.11.08 eftir 3. steypingu og hitamæling  
1985.11.08 eftir 3. CBL-mælingu





ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

Verknúmer 611-115

KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1. 3.ÁFANGI

Borun vinnsluhluta holunnar  
frá 793-1816 m.

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur  
af vinnuhóp JHD og JBR.

OS-85104/JHD-60 B      Nóvember 1985.



## EFNISYFIRLIT

	Bls.
1 INNGANGUR .....	3
2 BORSAGA .....	3
3 JARÐLÖG OG UMMYNDUN .....	4
4 MÆLINGAR .....	5
5 DÆLUPRÓFUN .....	6

## TÖFLUR

1 MÆLINGAR Í HOLU KHG-1 .....	6
2 FÓÐRINGARSKÝRSLA .....	8
3 YFIRLIT YFIR ÞREPADÆLINGU Í HOLU KHG-1 .....	10

## MYNDIR

1 GANGUR BORUNAR .....	14
2 JARÐLÖG OG MÆLINGAR Í BORUN .....	15
3 HITAMÆLINGAR .....	16
4 ÞRÝSTIFERLAR .....	17
5 ÞREPADÆLING HOLU KHG-1 .....	18

## 1 INNGANGUR

Skýrsla þessi er unnin til uppfyllingar rannsóknarsamnings (JHD-06-1985) milli Hitaveitu Reykjavíkur og Jarðhitadeildar Orkustofnunar, um ráðgjöf og rannsóknir við borun 3. áfanga holu KHG-1 við Kolviðarhól. Að verkinu unnu Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Grétar Jónsson, Guðjón Guðmundsson, Guðlaugur Hermannsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Guðni Guðmundsson, Héðinn Ágústsson, Ómar Sigurðsson og áhöfn Dofra.

## 2 BORSAGA

Borun vinnsluhluta holu KHG-1 hófst aðfaranótt 9. nóvember á 793 m dýpi, og lauk að morgni 16. nóvember á 1816 m dýpi. Borun lauk á 39. verkdegi en mastrið var fellt á 44. verkdegi (mynd 1).

Borað var með 8 1/2" (216 mm) krónu af gerðinni HPSM-J. Notuð var sama krónan í 155 klst., og var hún í góðu lagi er upp kom. Alls boraði hún 1023 m og var því meðalhraði borunar 6,6 m/klst. Strengur samanstóð af krónu, 10 álagsstöngum og borstöngum ásamt tengistykkjum (subbs).

Svo sem sést á mynd 1 gekk borun með öllu áfallalaust. Holan var hallamæld í tvígang, meðan á borun stóð, í 1100 m dýpi en þar mældist hallinn 1,9 gráður og í 1600 m þar sem hallinn mældist 1,2 gráður.

Fylgst var reglulega með skoltapi og hitastigi skolvatns og eru niðurstöður mælinga sýndar á mynd 2. Jafnframt var síriti í gangi sem sýndi skolflæði, dæluþrýsting og hitastig skolvatns niður og upp.

Skoltap reyndist lítið framan af. Á 1300 m dýpi töpuðst um 25 l/s (mynd 2), og kom það tap vel fram á sírita. Tap minnkaði þó fljótlega og hélst milli 10 og 20 l/s þar til á 1717 m að allt skolvatn tapaðist um tíma (yfir 46 l/s). Að borun lokinni fór skoltap í 50 l/s og hélst í því meðan dælt var. Auk áðurgreindra skoltapsstaða sýndi síriti smá óreglu í skolflæði í 1524 m, 1735 m og 1758 m, og síðan í lok borunar, en ekki er ljóst hvort inn komu nýjar æðar eða hvort fyrri æðar tækju við vatninu.

Að borun lokinni var holan hitamæld fyrir og eftir upptekt borstrengs, og síðan gerðar jarðlagamælingar (sjá kafla 4). Um sólarhringstöf varð í upptekt vegna óveðurs. Að mælingum loknum var raufuðum 7"

(178 mm) leiðara slakað niður og hengistykki staðsett á 741,1 m dýpi, ofan við steypustungustykki (tafla 2). Tæplega 7 m botnfall var í holunni og var fóðringarendi hafður 3 m ofan botnfalls.

Að lokum var holan dæluprófuð og er niðurstöðum lýst í kafla 5.

### 3 JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Einfaldað jarðlagasnið er sýnt á mynd 2 en samantekin jarðlagalýsing birt hér að neðan. Nákvæmt jarðlagasnið verður birt síðar.

Frá 793 m til 820 m eru fín- til meðalkorna ummyndað basaltlög ráðandi berggerð. Þessi jarðlagasýrpa er um 60 m þykk, þ.e. frá 760 m dýpi, og skipt í a.m.k. 5 hraunlög.

Milli 820 m til 1150 m dýpis er mikið ummyndað móberg ráðandi berggerð. Móberginu mætti trúlega skipta í tvær einingar, sem skiptast um 40 m þykkann basaltkafla á bilinu 960-1000 m. Nokkur basaltlög finnast víðar í móberginu og kunna sum þeirra að vera innskot.

Hraunlög einkenna jarðlagastaflann frá 1150 m dýpi í botn holunar (1816 m). Flest hraunlaganna flokkast meðal- til grófkorna basalt, en á þremur stöðum eru heldur fínkornóttari basaltlög einnennandi (mynd 2). Örfá innskotslög má finna í hraunlagastaflanum, einkum neðan til, en einungis eitt dólerítinnskot greindist í syrpunni. Í heild samanstendur hraunlagasýrpan af a.m.k. 70 lögum, oftast með þunnum karga eða túfflögum á milli. Eitt slíkt túfflag er að finna á móts við skoltapsstaðinn á 1300 m dýpi. Talsvert magn af preníti, ásamt pýríti, greindist í svarfi nærri skoltapsstaðnum.

Á 1717 m dýpi tapaðist allt skolvatn, og stuttu síðar sunkaði borstrengur um 1 m, milli 1718-1719 m. Veruleg aukning í sprungufyllingum kom fram í svarfsýnum af þessu dýpi. Sprungufyllurnar eru fyrst og fremst epidót og kvars, en jafnframt má þar greina fagrar tærar kalsítplötur sem sitja ofaná hinum steindunum. Að samanlögðu virðist sýnt að skorinn hafi verið opin sprunga húðuð kristalútfellingum. Útfellingarnar má nýta til áætlunar á hitastigi rennis, sem kann að vera nærri 280°C. Nærtækast væri að tengja sprunguna stóru misgengi um 200 m vestan holunnar. Misgengið hefur austlægan halla, sem samkvæmt frumathugun kann að nema 5-7 gráðum frá lóðréttu. Frekari úttektar er þó þörf.

Ummyndun bergsins er mikil. Móbergið er mikið ummyndað og ummyndun í

basaltlögunum er veruleg. Einkum eru það leirsteindir og trúlega albít sem koma í stað glers og frumsteinda.

Frumgreining á útfellingum bendir til að dreifing þeirra sé nokkuð reglubundin. Laumontít finnst áfram í þessum hluta holunnar, allt niður á 960 m dýpi, en neðan þess finnst það af og til í svarfi sem lausar útfellingar, trúlega ættaðar ofar úr holunni. Kvars kemur nokkuð sterklega fram á rúmlega 800 m dýpi, og epidót greinist fyrst í sýni frá 848 m. Epidót greinist síðan samfelld frá tæplega 900 m dýpi í botn. Wollastónít sást fyrst á svipuðu dýpi og epidót, en magn þess er ekki mikið. Wairakít og prenit eru líka til staðar en dreifing þeirra er ekki ljós enn. Loks má geta að pýrít greinist í allri holunni, stundum í talsverðu magni, t.d. rétt ofan skoltapsstaðarins í 1300 m dýpi.

Nánari athugun á ummyndun, ef af verður, mun fyrst og fremst beinast að mati á eðli yfirprentunar til kortlagningar á hitasögu jarðhitasvæðisins til samanburðar við núverandi hitaástand þess. Framhald slíkrar athugunar er samtúlkun ummyndunar og efnasamsetningar rennis.

#### 4 MÆLINGAR

Í töflu 1 eru skráðar mælingar sem voru gerðar í vinnsluhluta holunnar. Þar sem borun gekk sleitulaut frá fóðringu niður í lokadýpi (1816 m) var fyrsta hitamælingin gerð í stöngum við borlok þann 16. nóvember (mynd 3). Sýnir sú hitamæling að holan er kæld niður í 1735 m. Fylgst var með upphitun í botni í rúmlega hálf klukkustund og var hitnun sem samsvarar 25°C/klst. Ádæling var þá um 21 l/s. Við mælingu á uppleið kom í ljós að svolítill hitnun hafði átt sér stað frá 1500 m og niður. Var því utanádæling aukin upp í um það bil 30 l/s.

Eins og fram kemur áður hamlaði veður upptekt þannig að næsta hitamæling dróst fram á mánudagsmorgun 18. nóv. Síðasta hitamælingin var svo gerð að lokinni þrepadælingu þann 20. nóvember. Í hitamælingunum má sjá að vatn fer aðallega út á 1550-1560 m dýpi og á 1710-1735 m dýpi. Einnig virðast æðar í kringum 1000 m, 1120 m, 1300 m og ef til vill 880 m og 1450 m dýpi.

Víddarmælingin sýnir, að holan er lítið útvöskuð og eini umtalsverði skápurinn er á 1717-1722 m dýpi, sem kemur vel heim við það sem áður er sagt í lýsingu jarðlaga. Um jarðlagamælingarnar N-N, náttúrulegt gamma og viðnám verður ekki fjallað að sinni.

Tafla 1 Mælingar í holu KHG-1, vinnsluhluti

Dags.	Tími	Hvað mælt	Dýptarbil	Athugas.
85.11.16	13:10-14:00	Hiti,dT,CCL	0-1794	Í stöngum, mælt niður
"	14:40-15:25	Hiti,dT,CCL	0-1794	" mælt upp
85.11.18	06:40-07:50	Hiti,dT,CCL	0-1744	Eftir upptekt
"	08:00-10:15	Vídd	0-1728	Jarðlög
"	10:30-14:00	N-N+gamma	0-1730	"
"	14:15-16:00	Viðnám	0-1730	"
85.11.20	07:20-08:00	Hiti	0-1780	Eftir þrepaðæl.

## 5 DÆLUPRÓFUN

Eftir að leiðara hafði verið sleppt og stangir komnar upp var þrepaðæling undirbúin. Um kl. 15:30 þann 19. nóvember 1985 var byrjað að setja sambyggðan hita- og þrýstingsmæli niður í holuna. Þrýstingur var mældur um leið og mælinum var rennt niður á 1710 m dýpi (mynd 4). Í holunni voru þá um 245 m af stöngum og dælt á hana 21 l/s með dælu I, auk þess sem ómælt magn rann um "flow line" í holuna. Talið er að hið ómælda rennsli hafi verið um 7 l/s þannig að alls hafi um 28 l/s verið dælt í holuna. Þessu rennsli hafði verið haldið nokkuð stöðugu í nokkra daga eða frá því byrjað var að setja leiðarann í holuna. Við þetta rennsli (28 l/s) var vatnsborð í 144 m.

Þrepaðælingin hófst með því að rennslið um "flow line" var stoppað og dæling minnkuð í 16,2 l/s. Þessu var haldið í rúmar 2 klukkustundir en þá var skipt yfir á dælu II og dæling aukin í 26,1 l/s. Þetta þrep stóð í um 3 tíma. Þennan tíma var dæla I ekki í gangi, en loki við dælu var opinn og er talið líklegt að rúmlega 4 l/s hafi runnið þar í gegn og í holuna án þess að vitað væri af. Því er talið líklegt að um 30,5 l/s hafi að jafnaði runnið í holuna í þessu þrepi. Dæling var síðan aukin í 38,5 l/s og voru þá báðar dælur í gangi. Síðar var dæling enn aukin í 47,7 l/s. Þrepaðælingunni lauk svo með því að fylgst var með þrýstingslækkuninni í holunni eftir að dælingu var hætt. Þrepaðælingunni lauk kl. 7 að morgni 20. nóvember. Framgangur þrepaðælingarinnar er sýndur á mynd 5 og í töflu 3.

Eftir rúmlega 3 tíma upphitun var hitamælt upp holuna (mynd 3) og þrýstingur mældur frá 550 m og upp. Við enga dælingu fannst vatnsborð þá á 224 m dýpi.

Ekki hefur verið unnið úr þrepaðælingunni ennþá. Mynd 3 sýnir að æðar á 1280 m og 1710-1730 m taka við áðælingunni auk hugsanlegra annarra smá æða á bilinu 1300 til 1700 m. Við enga dælingu gefa æðar á um 1000 m og 1120 m eitthvað inn í holuna og bendir þrepaðælingin til lítills millirennslis í holunni í því tilvik. Vatnsleiðni fyrir holuna var lauslega áætluð

$$\frac{kh}{\mu} = 2,2 \times 10^{-8} \frac{\text{m}^3}{\text{Pa s}}$$

Það er sambærilegt og fékkst fyrir holu NG-7 á Nesjavöllum.

Hins vegar sýnir frumathugun á dælugögnunum að holan skeri tregleiðandi sprungu. Það er sprungu þar sem tregða er á vatnsrennsli frá vatnsgæfum jarðlögum yfir í sprunguna sem síðan fæðir holuna. Samkvæmt því getur vatnsleiðni holunnar verið allt að

$$\frac{kh}{\mu} = 3,1 \times 10^{-8} \frac{\text{m}^3}{\text{Pa s}}$$

Er það sambærilegt gildi og hefur verið áætlað fyrir holu NG-9 á Nesjavöllum. Til frekari samanburðar er það nokkru meira en áætlað var fyrir holu NJ-15, en minna en var áætlað fyrir holur NG-6 og NG-10 á Nesjavöllum.

ORKUSTOFNUN  
JARÐBORANIR RÍKISINS

FÓÐRUNARSKÝRSLA

Gufubor

VERK NR. 573	HOLA NR. KhG-1	BORSTAÐUR Kolviðarhóll		VERKKAUPI Hitaveita Reykjavíkur
VÍÐD HOLU 8 1/2"	DÝPT HOLU 1816	FÓÐRING NR. 4	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS. 19-11-1985	ÚTFYLLT 20-11-1985 HÁ.

FJARLEGD KJALLARABRÚN — KRAGI		2,65	m	
FÓÐRING	PVERM. UTAN 7" 177,8 mm	NNAN	161,7 mm	
	GERÐ K-55	ÞYNGD	23 lbs/ft	
	TENGI	Skrúfuð Buttress,		
	NOTAÐ 1064,41	m	FRÁ KRAGA	m
	KRAGI (FLANGS)	Hengistikki		
	SKÓR	7 5/8"	V.E.G.	
	MÍÐJUST.	stk.	STEYPUT.	stk.
STEYPING	SEMENT	kg		
	SEMENT	kg		
	ÍBL.EFNI	kg		
	ÍBL.EFNI	kg		
	TAFAEFNI	kg	EÐLISP. STEYPU	
	STEYPUTÆKI			
	STEYPINGARTÍMI	mín		
	EFTIRDÆLING. MAGN	r	TÍMI	mín
	STEYPA KOM UPP	<input type="checkbox"/> JÁ	<input type="checkbox"/> NEI	
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA	m		
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR	h		
	SEMENT	kg	ÍBL.EFNI	kg
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR	h		
	STEYPA BORUD EFTIR	h		
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI	m		
VERKTÍMI RÖR	STEYPA	TOPPUR	TAFIR	ALLS
	h 20			
ATH. Botnfall var 6,82 m leiðara lift				
3 m frá,				

RÖRATALNING		
LENGD	NR <sup>1)</sup>	ALLS m
Hengistikki og söbbur	er f	740,10
12,13	1	752,23
11,85	2	764,08
11,51	3	775,59
11,73	4	787,32
11,50	5	798,82
11,53	6	810,35
11,80	7	822,15
12,00	8	834,15
11,31	9	845,46
11,14	10	856,60
12,26	11	868,86
11,94	12	880,80
12,09	13	892,89
11,75	14	904,64
11,96	15	916,60
11,95	16	928,55
11,95	17	940,50
12,10	18	952,60
12,56	19	965,16
12,70	20	977,86
11,57	21	989,43
12,30	22	1001,73
11,79	23	1013,52

05.82 20x30FDH

1) X=MÍÐJUSTILLAR. ÁVALLT ER TALID FRÁ FLANGSI EÐA UPPHENGJU





KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1

HRNR: 8717 SVÆÐISNR: 154 STADS.NR: 101 ADF.NR: 3120

KHGD.DMP

DÆLUPROFUN

Dagsetning	Tími	Tímabresting min	Þrýstingur bar	Dæling l/s	Dæpi nema m	Hiti C	ATHUGASEMDIR
851119	1625	0.0	148.45	28.00	1710.00	34.60	
851119	1645	20.0	148.70	28.00	1710.00	34.60	NEMI I 1710 m
851119	1646	1.0	147.85	16.20	1710.00	34.60	DÆLING MINNKUÐ
851119	1647	2.0	147.70	16.20	1710.00	34.60	FYRSTA PREP
851119	1648	3.0	147.60	16.20	1710.00	34.60	
851119	1649	4.0	147.53	16.20	1710.00	34.60	
851119	1650	5.0	147.48	16.20	1710.00	34.60	
851119	1651	6.0	147.43	16.20	1710.00	34.60	
851119	1652	7.0	147.38	16.20	1710.00	34.60	
851119	1653	8.0	147.33	16.20	1710.00	34.60	
851119	1654	9.0	147.28	16.20	1710.00	34.60	
851119	1655	10.0	147.25	16.20	1710.00	34.60	
851119	1657	12.0	147.15	16.20	1710.00	34.60	
851119	1659	14.0	147.10	16.20	1710.00	34.60	
851119	1701	16.0	147.05	16.20	1710.00	34.60	
851119	1703	18.0	147.00	16.20	1710.00	34.60	
851119	1705	20.0	146.95	16.20	1710.00	34.60	
851119	1710	25.0	146.85	16.20	1710.00	34.60	
851119	1715	30.0	146.75	16.20	1710.00	36.60	
851119	1720	35.0	146.68	16.20	1710.00	36.60	
851119	1725	40.0	146.60	16.20	1710.00	36.60	
851119	1730	45.0	146.50	16.20	1710.00	36.60	
851119	1735	50.0	146.48	16.20	1710.00	36.60	
851119	1740	55.0	146.40	16.20	1710.00	39.20	
851119	1745	60.0	146.30	16.20	1710.00	39.20	
851119	1750	65.0	146.23	16.20	1710.00	39.20	
851119	1755	70.0	146.15	16.20	1710.00	39.20	
851119	1800	75.0	146.10	16.20	1710.00	42.60	
851119	1805	80.0	146.05	16.20	1710.00	42.60	
851119	1810	85.0	146.00	16.20	1710.00	42.60	
851119	1815	90.0	145.98	16.20	1710.00	42.60	
851119	1820	95.0	145.95	16.20	1710.00	42.60	
851119	1825	100.0	145.90	16.20	1710.00	46.30	
851119	1835	110.0	145.83	16.20	1710.00	46.30	
851119	1845	120.0	145.75	16.20	1710.00	47.70	
851119	1854	129.0	145.73	16.20	1710.00	47.70	DÆLING AUKIN
851119	1855	1.0	146.45	30.50	1710.00	47.70	ANNAD PREP
851119	1856	2.0	146.85	30.50	1710.00	47.70	DÆLT VAR 26.1 l/s
851119	1857	3.0	147.05	30.50	1710.00	47.70	MED DÆLU 2, EN ÞAÐ
851119	1858	4.0	147.18	30.50	1710.00	47.70	TALIÐ LIKLEGT AÐ
851119	1859	5.0	147.33	30.50	1710.00	47.70	UM 4.4 l/s HAFI
851119	1900	6.0	147.40	30.50	1710.00	47.70	LEKIÐ GEGNUM
851119	1901	7.0	147.48	30.50	1710.00	47.70	DÆLU 1, ÞVI LOKI
851119	1902	8.0	147.58	30.50	1710.00	47.70	A DÆLU VAR OPINN
851119	1903	9.0	147.63	30.50	1710.00	47.70	
851119	1904	10.0	147.68	30.50	1710.00	47.70	
851119	1906	12.0	147.75	30.50	1710.00	47.70	
851119	1908	14.0	147.83	30.50	1710.00	47.70	
851119	1910	16.0	147.88	30.50	1710.00	47.70	
851119	1912	18.0	147.95	30.50	1710.00	47.70	

DÆLUPROFUN

Dagsetning	Tími	Tímabresting min	Þrustingur bar	Dæling l/s	Þyppi a nema n	Hiti C	ATHUGASEMDIR
851119	1914	20.0	148.03	30.50	1710.00	47.70	
851119	1919	25.0	148.15	30.50	1710.00	47.70	
851119	1924	30.0	148.28	30.50	1710.00	47.70	
851119	1929	35.0	148.40	30.50	1710.00	45.50	
851119	1934	40.0	148.58	30.50	1710.00	45.50	
851119	1939	45.0	148.70	30.50	1710.00	45.50	
851119	1944	50.0	148.78	30.50	1710.00	45.50	
851119	1949	55.0	148.83	30.50	1710.00	37.40	
851119	1954	60.0	148.80	30.50	1710.00	37.40	
851119	1959	65.0	148.80	30.50	1710.00	35.50	
851119	2004	70.0	148.80	30.50	1710.00	35.50	
851119	2009	75.0	148.80	30.50	1710.00	35.50	
851119	2014	80.0	148.83	30.50	1710.00	35.50	
851119	2019	85.0	148.88	30.50	1710.00	35.50	
851119	2024	90.0	148.93	30.50	1710.00	32.70	
851119	2029	95.0	148.95	30.50	1710.00	32.70	
851119	2034	100.0	148.98	30.50	1710.00	32.70	
851119	2044	110.0	149.03	30.50	1710.00	31.60	
851119	2054	120.0	149.08	30.50	1710.00	31.60	
851119	2104	130.0	149.13	30.50	1710.00	31.60	
851119	2114	140.0	149.18	30.50	1710.00	30.60	
851119	2124	150.0	149.20	30.50	1710.00	30.60	
851119	2134	160.0	149.25	30.50	1710.00	30.60	
851119	2144	170.0	149.28	30.50	1710.00	30.20	
851119	2154	180.0	149.33	30.50	1710.00	30.20	
851119	2204	190.0	149.38	30.50	1710.00	30.20	
851119	2205	191.0	149.40	30.50	1710.00	30.20	
851119	2206	1.0	149.78	38.50	1710.00	30.20	DÆLING AUKIN ÞRIÐJA ÞREP
851119	2207	2.0	149.83	38.50	1710.00	30.20	
851119	2208	3.0	149.78	38.50	1710.00	30.20	
851119	2209	4.0	149.78	38.50	1710.00	30.20	
851119	2210	5.0	149.78	38.50	1710.00	30.20	
851119	2211	6.0	149.83	38.50	1710.00	30.20	
851119	2212	7.0	149.85	38.50	1710.00	30.20	
851119	2213	8.0	149.90	38.50	1710.00	30.20	
851119	2214	9.0	149.90	38.50	1710.00	30.20	
851119	2215	10.0	149.95	38.50	1710.00	30.20	
851119	2217	12.0	150.00	38.50	1710.00	30.20	
851119	2219	14.0	150.05	38.50	1710.00	30.20	
851119	2221	16.0	150.10	38.50	1710.00	30.20	
851119	2223	18.0	150.15	38.50	1710.00	30.20	
851119	2225	20.0	150.18	38.50	1710.00	30.20	
851119	2230	25.0	150.25	38.50	1710.00	28.80	
851119	2235	30.0	150.33	38.50	1710.00	28.80	
851119	2240	35.0	150.38	38.50	1710.00	28.80	
851119	2245	40.0	150.45	38.50	1710.00	28.80	
851119	2250	45.0	150.53	38.50	1710.00	28.80	
851119	2255	50.0	150.60	38.50	1710.00	28.80	
851119	2300	55.0	150.68	38.50	1710.00	28.80	
851119	2305	60.0	150.73	38.50	1710.00	28.80	

KOLVIÐARHÖLL HOLA KhG-1

HRNR: 8717 SVÆÐISNR: 154 STAÐS.NR: 101 AÐF.NR: 3120

KHGD.DMP

DÆLIÞROFUN

Dagsetning	Tími	Tímabresting min	Þrýstingur bar	Dæling l/s	Dæpi a nema m	Hiti C	ATHUGASEMÐIR
851119	2310	65.0	150.75	38.50	1710.00	28.80	
851119	2315	70.0	150.80	38.50	1710.00	26.80	
851119	2320	75.0	150.85	38.50	1710.00	26.80	
851119	2325	80.0	150.90	38.50	1710.00	26.80	
851119	2330	85.0	150.98	38.50	1710.00	26.80	
851119	2335	90.0	151.03	38.50	1710.00	26.80	
851119	2340	95.0	151.05	38.50	1710.00	26.80	
851119	2345	100.0	151.10	38.50	1710.00	26.80	
851119	2355	110.0	151.15	38.50	1710.00	26.80	
851120	0005	120.0	151.20	38.50	1710.00	26.10	
851120	0015	130.0	151.28	38.50	1710.00	26.10	
851120	0025	140.0	151.30	38.50	1710.00	26.10	
851120	0035	150.0	151.33	38.50	1710.00	26.10	
851120	0045	160.0	151.35	38.50	1710.00	25.80	
851120	0055	170.0	151.40	38.50	1710.00	25.80	
851120	0105	180.0	151.43	38.50	1710.00	25.80	
851120	0110	185.0	151.45	38.50	1710.00	25.80	
851120	0111	1.0	151.83	47.70	1710.00	25.80	DÆLING AUKIN
851120	0112	2.0	151.93	47.70	1710.00	25.80	FJORDA ÞREP
851120	0113	3.0	152.03	47.70	1710.00	25.80	
851120	0114	4.0	152.08	47.70	1710.00	25.80	
851120	0115	5.0	152.13	47.70	1710.00	25.80	
851120	0116	6.0	152.20	47.70	1710.00	25.80	
851120	0117	7.0	152.23	47.70	1710.00	25.80	
851120	0118	8.0	152.28	47.70	1710.00	25.80	
851120	0119	9.0	152.33	47.70	1710.00	25.80	
851120	0120	10.0	152.35	47.70	1710.00	25.80	
851120	0122	12.0	152.43	47.70	1710.00	25.80	
851120	0124	14.0	152.50	47.70	1710.00	25.80	
851120	0126	16.0	152.53	47.70	1710.00	25.80	
851120	0128	18.0	152.55	47.70	1710.00	25.80	
851120	0130	20.0	152.58	47.70	1710.00	25.80	
851120	0135	25.0	152.65	47.70	1710.00	25.80	
851120	0140	30.0	152.75	47.70	1710.00	24.10	
851120	0145	35.0	152.83	47.70	1710.00	24.10	
851120	0150	40.0	152.98	47.70	1710.00	24.10	
851120	0155	45.0	153.03	47.70	1710.00	24.10	
851120	0200	50.0	153.08	47.70	1710.00	24.10	
851120	0205	55.0	153.10	47.70	1710.00	24.10	
851120	0210	60.0	153.18	47.70	1710.00	23.10	
851120	0215	65.0	153.20	47.70	1710.00	23.10	
851120	0220	70.0	153.23	47.70	1710.00	23.10	
851120	0225	75.0	153.28	47.70	1710.00	23.10	
851120	0230	80.0	153.30	47.70	1710.00	23.10	
851120	0235	85.0	153.33	47.70	1710.00	23.10	
851120	0240	90.0	153.38	47.70	1710.00	23.10	
851120	0245	95.0	153.40	47.70	1710.00	23.10	
851120	0250	100.0	153.43	47.70	1710.00	22.80	
851120	0300	110.0	153.45	47.70	1710.00	22.80	
851120	0310	120.0	153.45	47.70	1710.00	22.80	

KOLVIÐARHOLL HOLA KHG-1

HRNR: 8717 SVRÐISNR: 154 STADS.NR: 101 AÐF.NR: 3120

KHGD.DMP

## DÆLUPROFUN

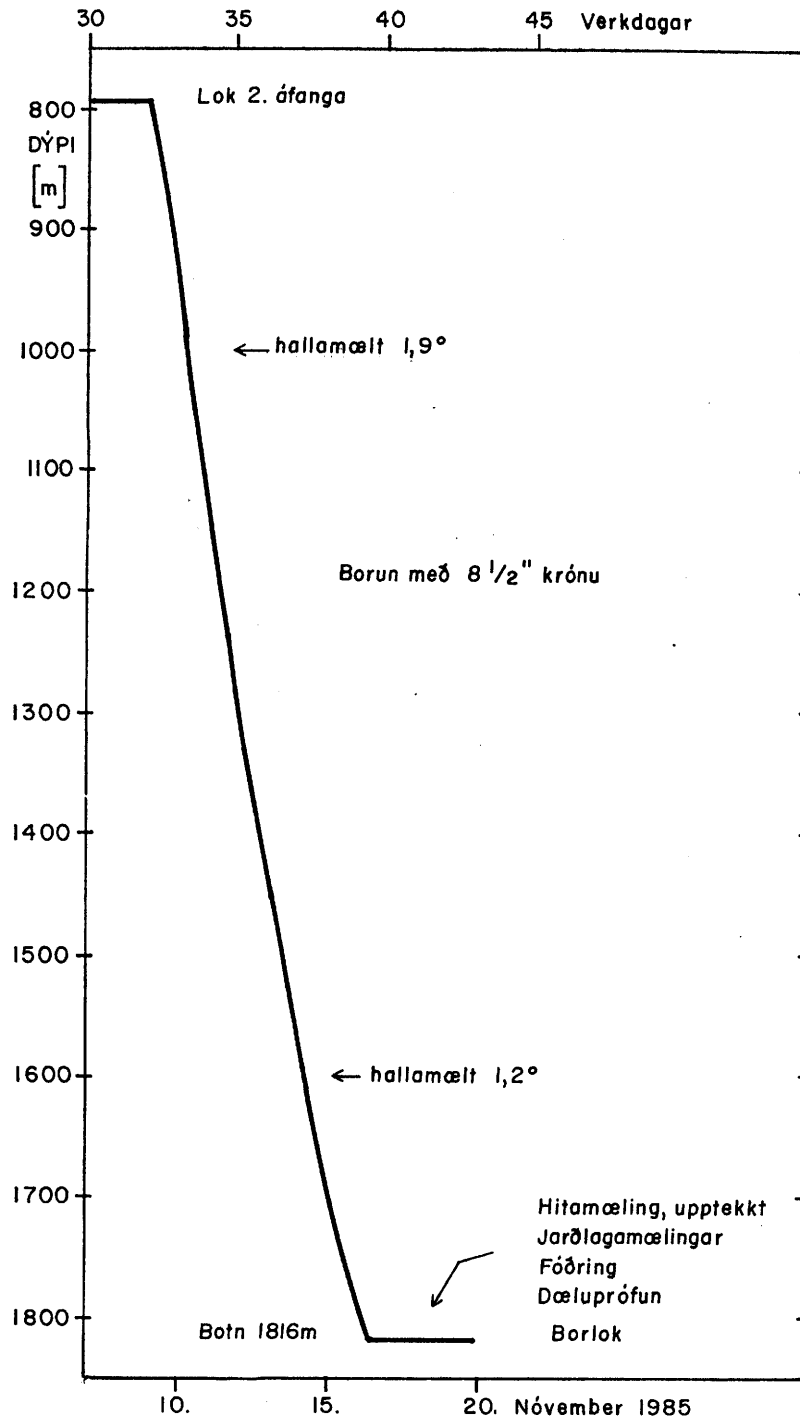
Dagsetning	Tími	Tímabresting min	Þrestingur bar	Dæling l/s	Þyfi a nema a	Hiti C	ATHUGASEMIR
851120	0320	130.0	153.48	47.70	1710.00	22.80	
851120	0330	140.0	153.53	47.70	1710.00	22.80	
851120	0340	150.0	153.60	47.70	1710.00	22.80	
851120	0350	160.0	153.63	47.70	1710.00	22.80	
851120	0351	161.0	153.63	47.70	1710.00	22.80	
851120	0352	1.0	151.40	0.00	1710.00	22.80	DÆLINGU HATT
851120	0353	2.0	150.30	0.00	1710.00	22.80	FIMMTA PÆP
851120	0354	3.0	149.88	0.00	1710.00	22.80	
851120	0355	4.0	149.58	0.00	1710.00	22.80	
851120	0356	5.0	149.35	0.00	1710.00	22.80	
851120	0357	6.0	149.13	0.00	1710.00	22.80	
851120	0358	7.0	148.90	0.00	1710.00	22.80	
851120	0359	8.0	148.73	0.00	1710.00	22.80	
851120	0400	9.0	148.58	0.00	1710.00	22.80	
851120	0401	10.0	148.40	0.00	1710.00	22.80	
851120	0403	12.0	148.13	0.00	1710.00	22.80	
851120	0405	14.0	147.90	0.00	1710.00	22.80	
851120	0407	16.0	147.70	0.00	1710.00	22.80	
851120	0409	18.0	147.48	0.00	1710.00	22.80	
851120	0411	20.0	147.30	0.00	1710.00	22.80	
851120	0416	25.0	146.95	0.00	1710.00	29.00	
851120	0421	30.0	146.60	0.00	1710.00	29.00	
851120	0426	35.0	146.33	0.00	1710.00	29.00	
851120	0431	40.0	146.08	0.00	1710.00	29.00	
851120	0436	45.0	145.80	0.00	1710.00	29.00	
851120	0441	50.0	145.60	0.00	1710.00	39.30	
851120	0446	55.0	145.40	0.00	1710.00	39.30	
851120	0451	60.0	145.20	0.00	1710.00	39.30	
851120	0456	65.0	145.05	0.00	1710.00	50.00	
851120	0501	70.0	145.00	0.00	1710.00	50.00	
851120	0506	75.0	144.98	0.00	1710.00	50.00	
851120	0511	80.0	144.93	0.00	1710.00	50.00	
851120	0516	85.0	144.88	0.00	1710.00	50.00	
851120	0521	90.0	144.83	0.00	1710.00	55.00	
851120	0526	95.0	144.78	0.00	1710.00	55.00	
851120	0531	100.0	144.70	0.00	1710.00	55.00	
851120	0541	110.0	144.55	0.00	1710.00	54.20	
851120	0551	120.0	144.38	0.00	1710.00	54.20	
851120	0601	130.0	144.23	0.00	1710.00	55.10	
851120	0611	140.0	144.10	0.00	1710.00	55.10	
851120	0621	150.0	143.95	0.00	1710.00	56.90	
851120	0631	160.0	143.85	0.00	1710.00	56.90	
851120	0641	170.0	143.75	0.00	1710.00	59.10	
851120	0651	180.0	143.68	0.00	1710.00	59.10	
851120	0700	189.0	143.58	0.00	1710.00	61.10	MÆLINGU HATT

JHT BJ 8717 GÓF  
85 II 1474 IS

Mynd 4

### KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1

Gangur borunar 3. áfanga

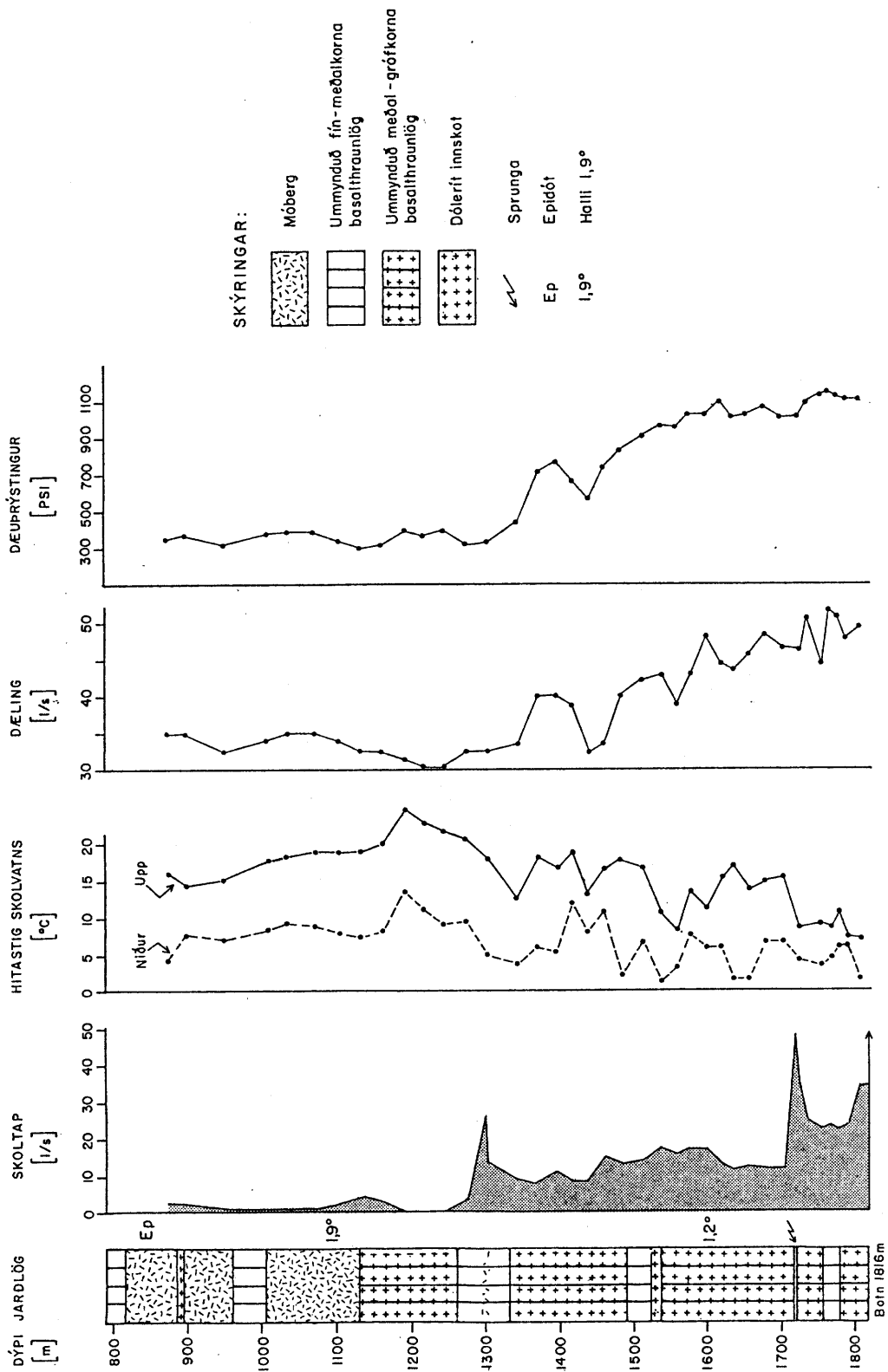


Mynd 2

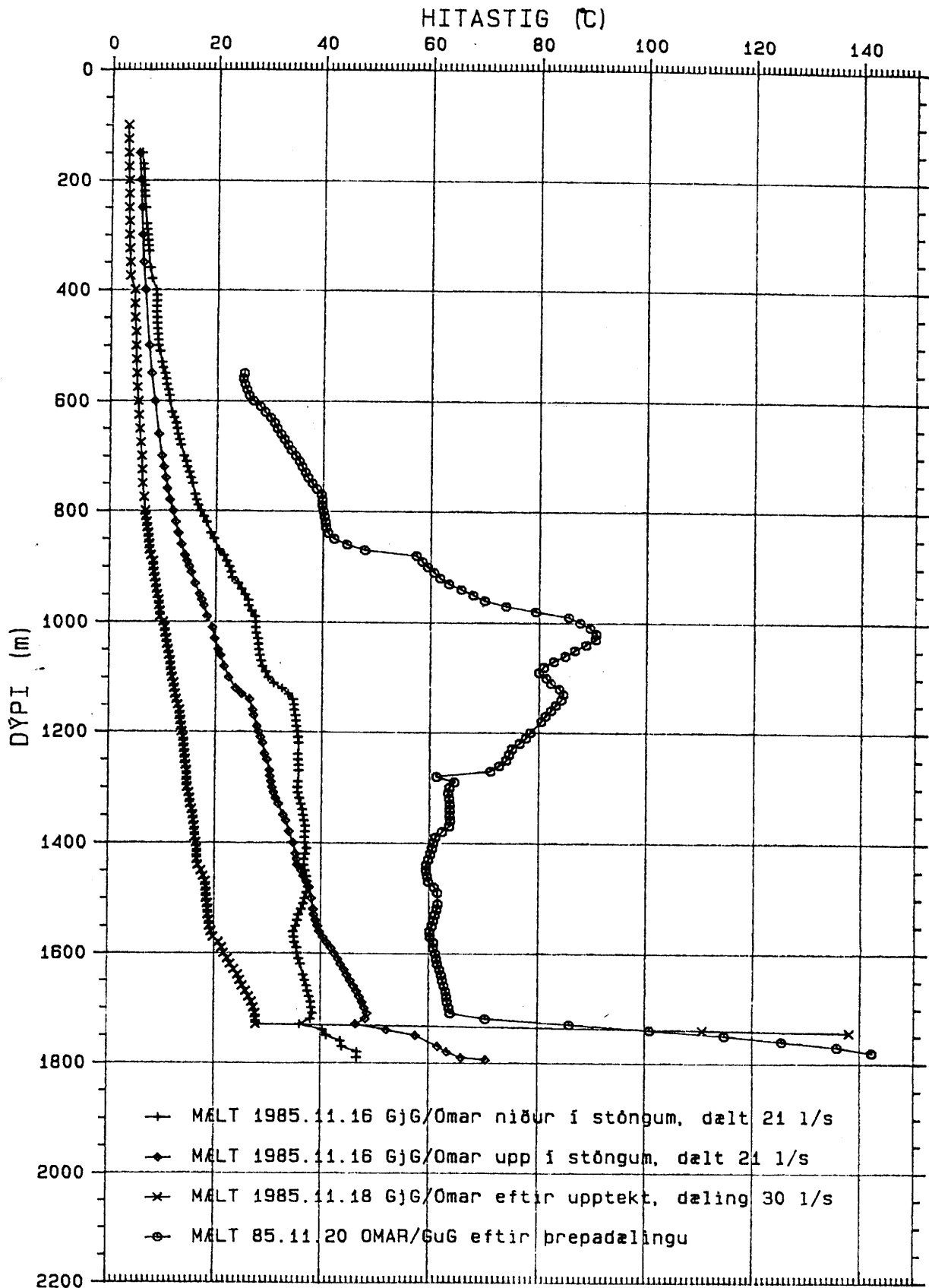
KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1

Einfaldað jarðlagssnið og mælingar í borun

JHD BJ.8717 GÓF  
85 11 1473 IS



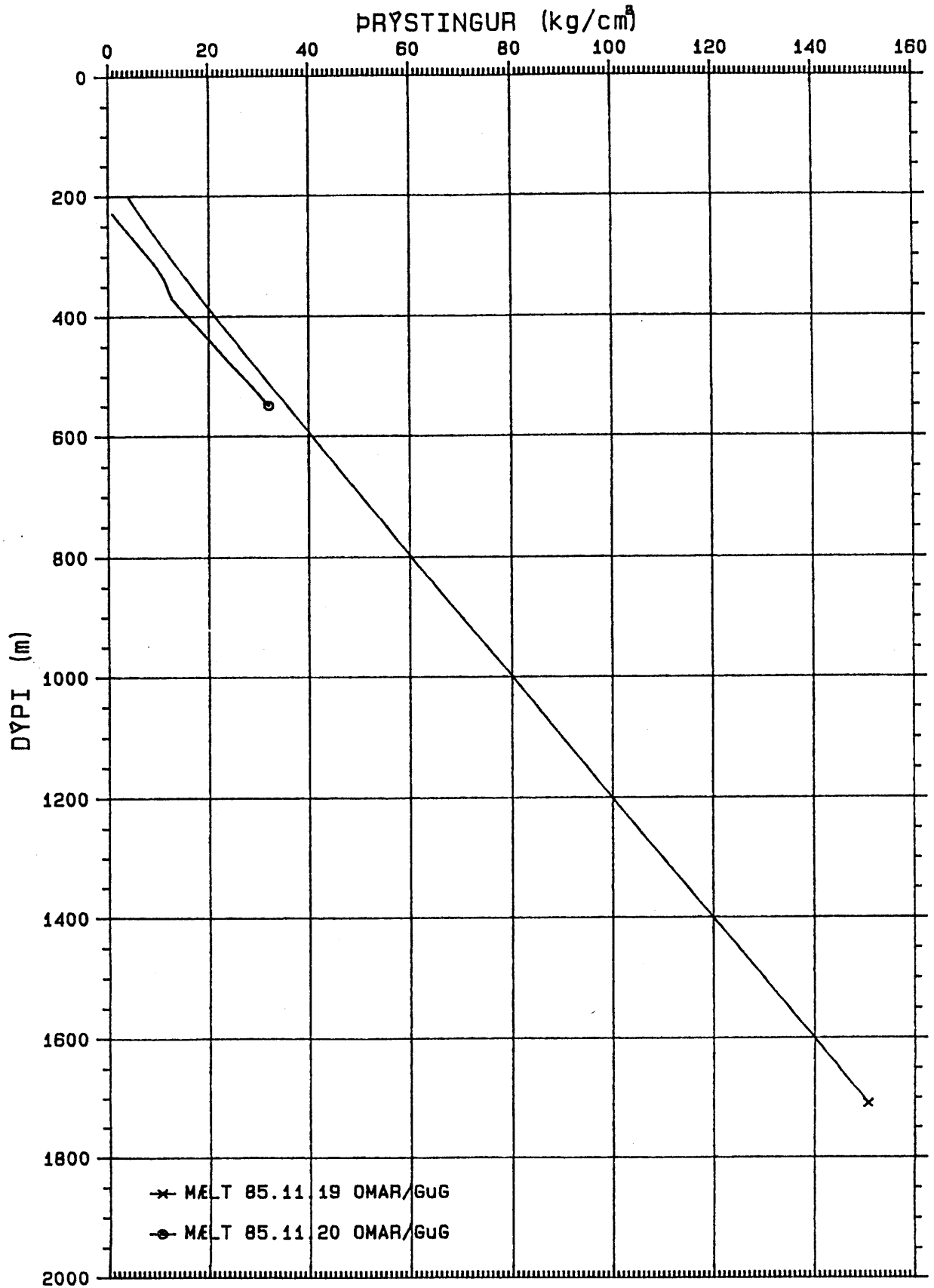
# KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1 HITAMÆLINGAR



JHD-BM-8717-ÓS  
85-11-1542 T

Mynd 4

# KOLVIDARHOLL HOLA KhG-1

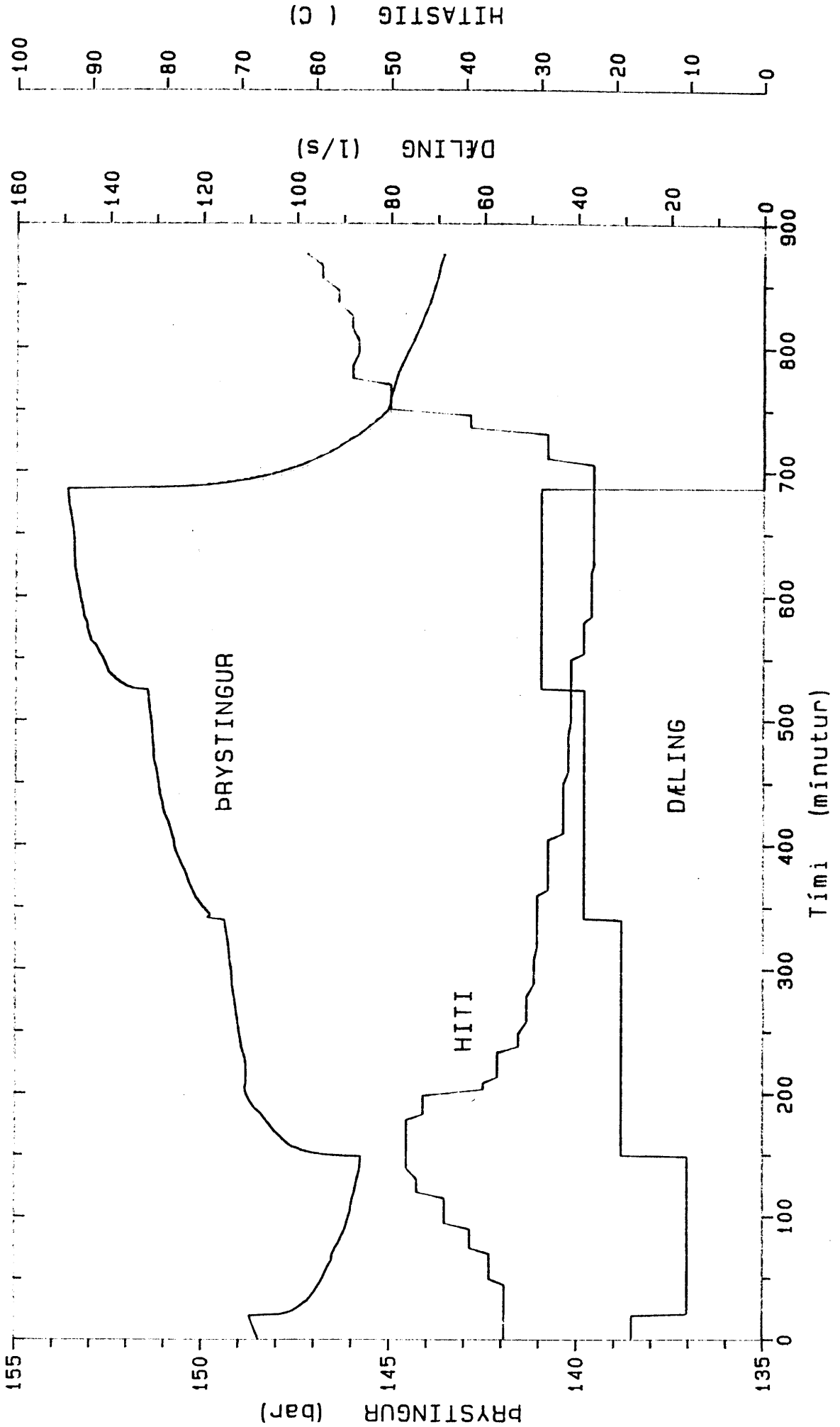




JHD-BM-8717-0mar  
85.11.1541 T

KOLVIDARHOLL HOLA KHG-1  
PREPADÆLING

Mynd 5



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

Verknr.:611115

**KOLVIÐARHÖLL, HOLA KHG-1, 4.ÁFANGI**

Upphitun, upphleyping, blástur og  
jöfnun þrýstings eftir blástur.

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur  
af vinnuhóp OS og HR.

OS-87033/JHD-20 B

Ágúst 1987

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1 INNGANGUR .....	4
2 YFIRLIT YFIR TÍMABILID 20. NÓV. 1985 - 2. FEB. 1987 ....	4
3 MÆLINGAR Í UPPHITUN .....	5
4 UPPHLEYPING .....	6
5 AFL OG AFKÖST .....	6
6 EFNASTYRKUR .....	7
7 JÖFNUN ÞRÝSTINGS EFTIR BLÁSTUR .....	8
HEIMILDIR .....	16
 TÖFLUR	
5.1 Aflmælingar holu KhG-1 .....	11
6.1 Efnainnihald í heildarrennsli í holu KhG-1 við Kolviðarhól. Styrkur efna í mg/kg .....	12
6.2 Hlutföll nokkurra efna í rennsli í holu KhG-1 við Kolviðarhól .....	12
6.3 Efnasamsetning djúpvökva við 265°C og vermi 1159 kJ/kg Styrkur efna í mg/kg .....	13
6.4 Efnahiti reiknaður út frá efnasamsetningu vökva úr holu KhG-1 við Kolviðarhól .....	13
6.5 Gas í gufu við 7 bar a þrýsting. Kolviðarhóll KhG-1 ...	14
6.6 Samsetning gass í gufu (%) við 7 bar a þrýsting Kolviðarhóll hola KhG-1 .....	14
6.7 Hitastig ópalmettunar við hvelsuðu í holu KhG-1 við Kolviðarhól .....	14
7.1 Þrýstingsjöfnun á 1400 m dýpi í holu KhG-1 .....	15

MYNDIR

	Bls.
1 Yfirlit yfir mælingar 85.11.20-87.02.02 .....	17
2 Vatnsborð í upphitun .....	18
3 Þrýstimælingar í upphitun .....	19
4 Hitamælingar í upphitun .....	20
5 Líklegur berghiti .....	21
6 Aflmælingar .....	22
7 Toppþrýstingur við blenduskipti 86.11.20 .....	23
8 Aflferill holu KHG-1 í samanburði við holur á Nesjavöllum	24
9 Toppþrýstingur við lokun 86.11.27 .....	25
10 Þrýstingsjöfnun á 1400 m dýpi fyrstu 52 klst eftir lokun .	26
11 Hitamælingar eftir lokun holu .....	27
12 Þrýstimælingar eftir lokun holu .....	28
13 Tímaafleiða af þrýstingsjöfnun á 1400 m dýpi .....	29
14 Þrýstingsjöfnun á 1400 m dýpi .....	30
15 Þrýstingsjöfnun á 1400 m dýpi og reiknuð viðbrögð óendanlegs lárétts vatnsleiðara .....	31
16 Þrýstingsjöfnun á 1400 m dýpi og reiknuð viðbrögð óendanlegs lárétts vatnsleiðara með leka .....	32

## 1 INNGANGUR

Hola KHG-1 er í vestanverðum Sleggjubeinsdal rétt norðan skíðaskála Vals. Hún var boruð á tímabilinu 2. október - 20. nóvember 1985 og tók verkið 44 daga. Holan varð 1816 m djúp og er steipt 9 5/8" vinnslufóðring í 794 m dýpi. Raufaður 7" leiðari er frá 740 m niður í 1805 m dýpi en 7 m botnfall var í holunni.

Frá borun holunnar hefur verið greint í þrem áfangaskýrslum (sjá heimildir). Skýrsla þessi fjallar um þær athuganir sem gerðar hafa verið eftir að borun lauk og fram til í febrúar 1987.

Verkið er unnið í samræmi við rannsóknarsamning milli Hitaveitu Reykjavíkur og Jarðhitadeildar Orkustofnunar og unnu að verkinu eftirtaldir starfsmenn: Benedikt Steingrímsson, Guðjón Guðmundsson, Guðni Axelsson, Guðni Guðmundsson, Guðlaugur Hermannsson, Ómar Sigurðsson og Jósep Hólmjárn frá Orkustofnun og Einar Gunnlaugsson frá Hitaveitu Reykjavíkur.

## 2 YFIRLIT YFIR TÍMABILID 20. NÓV. 1985 - 2. FEB. 1987

Upphitun holunnar hófst 20. nóvember 1985 er þrepaðælingu lauk. Fylgst var með holunni næstu mánuðina og mældir hita- og þrýstiferlar ásamt vatnsborðsstöðu hverju sinni (mynd 1).

Upphitun holunnar reyndist hæg einkum ofan 700 m þar sem hitastig fór aldrei yfir 100°C.

Vatnsborð steig sömuleiðis rólega, fór hæst í 168,2 m. Var því ljóst að holan myndi ekki blása af sjálfsdáðum. Í lok júlí 1986 var lofti dælt á holuna og þrýstingi haldið í 30-40 bar fram að upphleypingu 25. ágúst. Þó var þrýstingi hleypt af holunni til mælinga á vatnsborði þann 12. ágúst og var það á 104 m. Eftir að holunni var hjálpað í blástur þann 25. ágúst blés hún fram í nóvember. Var fylgst með vermi og efnainnihaldi rennslis þann tíma. Í uppháfi var heildarrennslí yfir 30 kg/s en dalaði og var um 20 kg/s við 6-6,5 bar holutoppþrýsting í nóvember skömmu fyrir lokun. Um helmingur þess er vatn og er varmainnihald um 1300-1500 kJ/kg og svarar þetta til um 30 MW í hrávarma.

Efnainnihald rennslis breyttist lítið á blásturstímanum. Ópalmettun-armörk eru við 160-170°C og því ekki ráðlegt að reka holuna við minni toppþrýsting en 8,5 bar. Gas er um 0,73 % af gufu miðað við þunga.

Þann 27. nóvember var holunni lokað og var síðan fylgst með þrýstingsjöfnun á 1400 m dýpi. Fylgst var svo til samfellt með þrýstingi fyrstu 2 sólarhringana en eftir það var þrýstingur mældur með nokkru millibili. Jafnframt voru þrýsti- og hitaferlar holunnar mældir þrisvar eftir lokun. Þrýstingurinn á 1400 m dýpi náði nokkurn veginn jafnvægi á innan við 20 dögum.

### 3 MÆLINGAR Í UPPHITUN

Upphitun holu KHG-1 stóð frá kl 07:00 þann 20. nóvember 1985 er borun lauk og til kl 11:00 þann 25. ágúst 1986. Á þessu tímabili voru gerðar 5 hitamælingar og 3 þrýstimælingar auk þess sem vatnsborð var mælt hverju sinni (mynd 1).

#### 3.1 Vatnsborð

Í þrepaðælingu við borlok var vatnsborð holunnar á 224 m dýpi þegar ekki var dælt á hana. Tveim dögum síðar við fyrstu hita- og þrýstimælingu í upphitun var það á 182 m dýpi. Úr því má segja að það hafi stigið mjög hægt og hélst það óbreytt að kalla frá því í febrúar 1986 er það var komið í 168,5 m (mynd 2).

#### 3.2 Þrýstingur

Á mynd 3 eru sýndar þrýstimælingarnar þrjár sem gerðar voru í KHG-1. Þær sýna að þrýstijafnvægi er á um 1400 m dýpi í holunni þar sem ótruflaður þrýstingur er 113 kg/cm<sup>2</sup>. Í áðælingu við borlok virtist vatn aðallega fara út á 1550-60 og í rúmlega 1700 m þó einnig hafi komið fram æðar m.a. í 1300 og 1450 m dýpi.

#### 3.3 Hiti

Fimm hitamælingar voru gerðar í holu KHG-1 í upphitun (mynd 4). Þær sýna að holan hitnar ákaflega hægt ofan 700 m og virðist berghiti þar vera undir 100°C.

Í fyrstu hitamælingunni í upphitun er millirennisli í holunni og neðsta æð virðist í rúmlega 1700 m dýpi. Hitastig holunnar breytist mjög lítið milli mælinganna í lok febrúar 1986 og þar til í júlí. Jafnvægi virðist því hafa verið náð og dregið úr millirennisli. Líklegur berg-hiti er sýndur á mynd 5. Hann sýnir að á 1860 m dýpi er hitastig lík-lega 270-275°C. Það er fyrst í 700 m sem hitinn nær 100°C.

#### 4 UPPHLEYPING

Fljótlega kom í ljós að hola KHG-1 hitnaði ákaflega hægt ofan 700 m dýpis og því ljóst að hún blési ekki af sjálfsdáðum. Var því beitt sömu aðferð og reynst hefur ágætlega m.a. á Nesjavöllum (holur NG-7, NG-10 og NJ-12). Í fyrstu er dælt lofti á holuna og hófst sú aðgerð 30. júlí. Var loftþrýstingi haldið milli 30-40 þar fram að upphleypingu 25. ágúst utan þess að þann 12. ágúst var lofti hleypt af holunni til að sjá hve hátt vatnsborð færi. Steig það upp á um 104 m dýpi.

Um kl. 14 þann 25. ágúst var allt tilbúið til upphleypingar og lofti hleypt af og hafist handa við að ausa úr holunni með bullu. Þeirri aðferð hefur þegar verið lýst í áfangaskýrslum frá Nesjavöllum, t.d. Nesjavellir, hola NJ-12, 4. áfangi (OS-85100/JHD-56 B Nóvember 1985).

Eftir 18 ferðir fór holan að gefa smá gusur og eftir 20 ferðir kom hún í blástur. Tók uppdrátturinn rúmlega hálfu klukkustund. Í fyrstu var hún látin blása beint upp í loftið og var tignarleg á að líta er 50 MW (hrávarmi) streymdu þar upp.

#### 5 AFL OG AFKÖST

Holan blés á tímabilinu 25. ágúst til 27. nóvember 1987 um 161,0 mm stút. Aflmælingar eru sýndar í töflu 5.1 og á mynd 6. Í fyrstu var 132 mm blenda við legglokann. Var þá holutoppsþrýstingur fyrst um 9 bar, en fór lakkandi og var um 6 bar þegar skipt var yfir í minni blendu (4"). Við þá aðgerð var holan lokuð í um 15 mínútur. Meðan holan var lokuð fór holutoppsþrýstingur mest í um 13 bar, en það lá við að holan lognaðist út af þegar henni var hleypt upp aftur. Fór holutoppþrýstingur lægst í 2,55 bar 40 til 50 mínútum eftir að holan var opnuð á ný (mynd 7). Síðan náði hún sér á strik og fór holutoppsþrýstingur þá í tæp 9 bar. Vísir að aflferli fyrir holuna ásamt aflferlum fyrir nokkrar holur á Nesjavöllum er sýndur á mynd 8.

Vatn var um helmingur af rennslinu, enda er vermi holunnar 1300-1500 kJ/kg. Heildarafköst holunnar minnkuðu með tíma og nálgast 20 kg/s við 6,0-6,5 bar holutoppsprýsting. Þetta svarar til um 30 MW í hrávarma. Miðað við holur á Nesjavöllum telst þetta vera léleg hola (mynd 8).

## 6 EFNASTYRKUR

Á blásturstímanum voru tekin 7 sýni til efnagreininga og er fjallað um 6 þeirra hér. Söfnunaraðferðir og greiningaáðferðir eru þær sömu og notaðar hafa verið á Nesjavöllum.

Efnainnihald í heildarrennsli er sýnt í töflu 6.1. Mjög litlar breytingar eru á styrk efna í rennsli samkvæmt þessum sýnum, nema þar sem andrúmsloft hefur mengað gassýni (sýni 86-5163). Þær breytingar sem helst má búast við í upphafi blásturs eru lækkun styrks súlfats og köfnunarefnis. Þær breytingar stafa þá af minnkandi áhrifum skolvatns. Breytingar í þessum efnum koma aðeins fram í hlutföllum efna í rennsli sem sýnt er í töflu 6.2. Þar kemur fram lítilsháttar hækkun á hlutfalli  $H_2S/SO_4$  og lækkun á hlutfalli  $N_2/H_2S$  með tíma. Nokkuð gott jafnvægi virðist vera komið á mjög snemma (þar sem breytingar eru mjög litlar með tíma).

Efnasamsetning djúpvökva er sýnd í töflu 6.3. Gert er ráð fyrir um 265°C djúphita, samsvarandi berghita á 1500-1700 m dýpi þar sem aðalvatnsæðar eru og varmainnihaldi samsvarandi þeim hita, 1159 kJ/kg. Eins og getið var um áður hefur varmainnihaldið lengst af verið heldur hærra og má vera að gufuhlutinn sé heldur hærri en hér er reiknað með.

Útreiknaður djúphiti er sýndur í töflu 6.4. Kvörðun C fyrir kísilhita gefur langhæst gildi og gefur hún trúlega töluvert of há gildi. Aðrar kvarðanir kísilhita gefa um 265°C hita. Alkalíhiti gefur lægri gildi, um 250°C. Nokkuð gott samræmi er milli alkalíhita og kísilhita og samsvara gildin nokkurnvegin áætluðum berghita. Kvörðun á gashitamælum gerir ráð fyrir að nota styrk gastegunda við 100°C. Er því styrkur gastegunda reiknaður miðað við suðu í 100°C. Allir gashitamælar nema kolsýruhiti gefa mun lægri hitastig. Kolsýruhiti gefur hæst gildi, að meðaltali 275°C, en aðrir gashitamælar gefa gildi nærri 200°C og 230°C. Þessi tiltölulega mikli munur á gildum fyrir flesta gashitamæla annars vegar og gildi fengin út frá styrk kísils og alkalímálma hins vegar gæti bent til þess að vetni og brennisteinsvetni hafi tapast.



Gas í gufu í holu KHG-1 er að meðaltali um 0,73% af þunga miðað við 7 bar a þrýsting (sjá töflu 6.5). Samsetning gassins er sýnd í töflu 6.6. Er samsetningin nokkuð önnur en flestra holanna á Nesjavöllum. Helst líkist gassamsetning samsetningu gass í holu NG-10 og NJ-14. Kolsýran er um eða yfir 90% af gasinu og brennisteinsvetni innan við 5%. Vetni og metan eru innan við 1% og köfnunarefni 5-10%. Samsetning sýnis 86-5163 er nokkuð önnur og stafar það af því að sýnið er mengað andrúmslofti.

Útreikningar benda til að ópalmettun sé náð við 160-170°C eða 6,5-8,5 bar a þrýsting. Það er því ekki ráðlegt að reka holuna við mikið lægri þrýsting en 8,5 bar a.

## 7 JÖFNUN ÞRÝSTINGS EFTIR BLÁSTUR

Holu KHG-1 var lokað þann 27.11.86 (mynd 9) eftir að hún hafði blásið í um 3 mánuði. Síðan var fylgst með jöfnun (recovery) þrýstings í holunni. Strax eftir að holunni hafði verið lokað var Amerada þrýstimæli slakað niður á 1400 m dýpi og var því lokið um 26 mín. eftir lokun. Fyrstu 52 klst. var þrýstingurinn á 1400 m mældur nokkuð samfelld og eru niðurstöðurnar birtar á mynd 10. Eftir það var þrýstingur á 1400 m mældur með nokkru millibili, fyrst nokkurra daga en síðar nokkurra vikna. Gögnin í heild sinni eru birt í töflu 7.1.

Jafnframt voru þrýstings- og hitaferlar holunnar mældir þrisvar eftir að henni var lokað og eru niðurstöðurnar birtar á myndum 11 og 12.

Ef mynd 10 er skoðuð þá sést lítilsháttar fall í þrýstingi um 1700 mín. eftir lokun. Er það væntanlega vegna ca 5 m dýptarskekkju og hefur þessi skekkja verið leiðrétt og gögnin jafnframt síuð (punktum fækkað). Leiðrétt og síuð gögnin eru birt á mynd 13.

Gögnin á mynd 13 hafa verið túlkuð í þeim tilgangi að afla nokkurra upplýsinga um eftirfarandi:

- i) Þrýsting í blæstri á 1400 m dýpi.
- ii) Jafnvægisþrýsting, á 1400 m dýpi, eftir blástur.
- iii) Vatnsleiðni í jarðhitakerfinu og fleira um eðli þess.

Þrýsting í blæstri má áætla út frá þrýstingshækkuninni fyrsta klukkutímamann, en sú hækkun stafar aðallega af því að holan sjálf er að fyllast (wellbore storage). Þannig fæst að þrýstingur í blæstri á 1400 m hafi verið um 60 bar. Hins vegar mældist vermi holunnar að

meðaltali um 1400 kJ/kg, sem bendir til þess að við blástur sjóði holan í botn og að suða nái út í jarðhitakerfið. Þar sem jarðhita-vökvinn er sennilega um 270°C (hæsti hiti sem mælst hefur á 1400 m) er suðuprýstingur um 55 bar. Þrýstingur í blæstri á 1400 m gæti því hafa verið lægri en 60 bar eða um 55 bar.

Þrýstingur á 1400 m er farinn að nálgast jafnvægi eftir um 4 daga og hefur náð sama gildi og fyrir blástur (111 bar = 113 kg/cm<sup>2</sup>) eftir um 20 daga. Holan er því fljót að ná jafnvægi ef tekið er tillit til þess að hún hafði blásið í 3 mánuði.

Gögn eins og hér um ræðir (líkt og önnur dæluþrófanagögn) eru venjulega túlkuð á grundvelli líkans af óendanlegum láréttum vatnsleiðara, lokuðum að ofan og neðan. Slík túlkun gefur þá ákveðið mat á eiginleikum hins raunverulega kerfis, t.d. á vatnsleiðni þess. Það mat er þó háð líkani og ber aðeins að skoða í ljósi þess. Segja má að slíkt mat gefi sýndareiginleika kerfis. Venjuleg túlkun er þó ekki fullkomlega viðeigandi hér þar sem þrýstingur nær mun fyrir jafnvægi en gerast myndi í slíku kerfi.

Ástæðan fyrir því að jafnvægi næst svo fljótt er væntanlega sú að vatnskerfið er opnara en láréttur vatnsleiðari, þ.e. að jafnvægi hefur náðst milli innstreymis í kerfið og blásturs úr holu KHG-1. Kerfið getur verið opnara í þeim skilningi að vökvastreymi í því sé ekki einungis tvívítt (lárétt) heldur sé streymið þrívítt og þá að verulegu leyti að neðan. Einnig geta verið tengsl milli jarðhitakerfisins og grunnvatnskerfisins (t.d. um misgengi innan Hengilssprungusveimsins). Á mynd 14 er sýnd tímaafleiðan af þrýstingnum á 1400 m dýpi, sem fall af tíma, á log-log skala. Þar sést að gögnin falla á kúrfu með hallatölu -3/2, en það bendir eindregið til þrívíðs streymis í grennd holunnar. Ef um tvívítt streymi væri að ræða þá féllu gögnin á kúrfu með hallatölu -1.

Fyrstu 4 dagar þrýstingsjöfnunarinnar hafa þó verið túlkaðir á grundvelli óendanlegs lárétts vatnsleiðara í þeim tilgangi að bera túlkunina annars vegar saman við túlkun þrepaádælingar holu KHG-1 við borlok, en þrepaádælingin hefur verið túlkuð á venjulegan máta, og hins vegar til samanburðar við túlkanir á þrýstijöfnun annarra háhitasvæða.

Niðurstöður þessarar túlkunar eru birtar á mynd 15, sem sýnir reiknaðan feril ásamt gögnunum. Eins og sést þá fellur reiknaði ferillinn vel að gögnum. Sýndarleiðnigildi vatnskerfisins er metið

$$khg/v = 4,9 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

eða

$$kh/\mu = 6,4 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$$

Þar sem  $k$  er lekt kerfisins,  $h$  þykkt þess,  $g$  þyngdarhröðunin,  $v$  eðlis-seigja jarðhitavökvans og  $\mu$  skriðseigja hans.

Samkvæmt þrepaáðælingunni (OS-85104/JHD-60 B) fæst að sýndarleiðnigildi vatnskerfisins, metið á grundvelli líkans af láréttum vatnsleiðara, sé

$$khg/v = (1,0 - 1,7) \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

eða

$$kh/\mu = (1,3 - 2,2) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$$

Þrýstijöfnunin gefur því leiðnigildi sem er aðeins um 30-50% af leiðnigildinu fengnu út frá þrepaáðælingunni. Nefna má tvær mögulegar skýringar á þessu:

- i) Kæling og aukinn þrýstingur í þrepaáðælingunni gætu hafa valdið tímabundið aukinni lekt næst holunni,
- ii) Þrýstijöfnunin (11 dagar) skynjar mun stærri hluta kerfisins en þrepaáðælingin (14 klst.). Meðalleiðni þessa stærri hluta gæti verið lægri en leiðnin næst holunni,

Ofangreint sýndarleiðnigildi fyrir jarðhitakerfið í grennd KHG-1 er einnig mjög lágt samanborið við sýndarleiðnigildi metin út frá þrýstijöfnun á Nesjavöllum (holur 7, 10 og 14), en þau eru á bilinu  $2-5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  (Ómar Sigurðsson, 1987). Þetta gæti endurspeglað tvennt:

- i) Lekt í jarðhitakerfinu við Vestur-Hengil er mun minni (hlutfall 1/10 - 1/4) en á Nesjavöllum
- eða
- ii) Hóla KHG-1 skar ekki góða vatnsleiðara, sem þó gætu verið til staðar í jarðhitakerfinu.

Að lokum hafa gögnin í heild sinni verið túlkuð á grundvelli líkans, sem nær betur að herma jafnvægisástandið, en það er líkan af óendanlegum láréttum vatnsleiðara með samband við efri jarðlög (grunnvatnskerfið). Niðurstöðurnar eru sýndar á mynd 16. Samkvæmt þessu líkani fékkst sýndarleiðnigildið

$$khg/v = 2,3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

Hér fæst enn lægra sýndarleiðnigildi, en það sýnir glögg tve slík gildi eru háð þeim líkönum sem lögð eru til grundvallar. Þess ber að geta að samkvæmt mynd 14 er þetta líkan, þó betra sé, ekki heldur fullkomlega viðeigandi hér.



TAFLA 6.1. Efnainnihald í heildarrennsli í holu KhG-1 við Kolviðarhól. Styrkur efna í mg/kg.

Sýni dags.	86-5099	86-5100	86-5130	86-5131	86-5132	86-5163*
PO bar	8.4	7.8	7.4	6.8	6.5	5.8
HO kJ/kg	1381	1404	1429	1401	1435	1443
SiO <sub>2</sub>	506.5	520.1	467.9	470.8	435.2	453.0
Na	107.1	107.4	105.0	110.4	105.3	106.9
K	16.0	16.4	15.5	16.3	14.9	16.7
Ca	0.34	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26
Mg	0.018	0.017	0.013	0.008	0.008	0.014
SO <sub>4</sub>	21.2	19.9	17.4	17.1	15.6	15.0
Cl	5.0	7.2	6.9	7.7	6.8	6.5
CO <sub>2</sub>	2822.8	2134.0	2397.8	2071.0	2308.1	2195.3
H <sub>2</sub> S	112.0	124.8	134.1	126.5	134.4	127.0
H <sub>2</sub>	5.00	1.21	1.33	1.67	2.71	5.88
O <sub>2</sub>	1.14	0.29	0.56	0.56	0.68	28.5
CH <sub>4</sub>	17.4	4.50	4.11	3.83	5.33	10.5
N <sub>2</sub>	238.9	50.5	62.0	54.7	110.7	310.0

\* Gassýni mengað andrúmslofti

TAFLA 6.2. Hlutföll nokkurra efna í rennsli í holu KhG-1 við Kolviðarhól.

Sýni	CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S/SO <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S	Na/Cl
86-5099	11.82	5.28	2.13	0.045	25.20	21.64
86-5100	42.26	6.27	0.41	0.010	17.10	14.92
86-5130	38.67	7.69	0.46	0.010	17.88	15.22
86-5131	37.86	7.40	0.43	0.013	16.37	14.34
86-5132	20.85	8.62	0.82	0.020	17.17	15.49
86-5163*	7.08	8.47	2.44	0.046	17.29	16.45

\* Gassýni mengað andrúmslofti

TAFLA 6.3. Efnasamsetning djúpvökva við 265°C og vermi 1159 kJ/kg. Styrkur efna í mg/kg.

Sýni dags.	86-5099	86-5100	86-5130	86-5131	86-5132	86-5163*
PO bar	8.4	7.8	7.4	6.8	6.5	5.8
SiO2	587.0	612.8	561.7	553.8	525.1	550.2
Na	124.1	126.5	126.0	129.8	127.0	129.8
K	18.5	19.4	18.6	19.2	18.0	20.3
Ca	0.40	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31
Mg	0.021	0.021	0.015	0.009	0.010	0.017
S04	24.6	23.4	20.9	20.2	18.8	18.3
Cl	5.8	8.5	8.3	9.0	8.2	7.9
CO2	1870.8	1383.8	1472.9	1375.2	1469.1	1406.6
H2S	85.7	92.5	96.9	95.6	96.9	93.3
H2	3.25	0.77	0.82	1.08	1.68	3.66
O2	0.74	0.18	0.35	0.36	0.42	17.75
CH4	11.25	2.85	2.52	2.48	3.31	6.52
N2	154.9	31.9	38.1	35.4	68.7	192.7

\* Gassýni mengað andrúmslofti

TAFLA 6.4. Efnahiti reiknaður út frá efnasamsetningu vökva úr holu KhG-1 við Kolviðarhól.

Sýni	T	TSiO2	TSiO2	TSiO2	TNa	TNaK	TCO2	TH2S	TH2	TCO2/H2
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
86-5099	269	270	300	254	249	275	224	247	228	
86-5100	272	276	306	256	251	266	227	223	194	
86-5130	265	264	293	253	248	269	229	224	192	
86-5131	264	262	291	253	248	265	227	228	204	
86-5132	259	255	283	249	245	267	229	235	214	
86-5163	263	261	290	258	253	265	227	247	214	

ATH. Skýringar á töflu skv. Nesjavallaskýrslur.

TAFLA 6.5. Gas í gufu við 7 bar-a þrýsting.  
Kolviðarhóll KhG-1

Sýni	Dags.	Gas í gufu þyngdar %
86-5099	86-08-26	.94
86-5100	86-08-28	.65
86-5130	86-09-01	.73
86-5131	86-09-08	.64
86-5132	86-09-16	.70
86-5163	86-10-01	.72

TAFLA 6.6. Samsetning gass í gufu (%) við 7 bar-a þrýsting.  
Kolviðarhóll hola KhG-1

Sýni	CO2	H2S	H2	O2	CH4	N2	AR
86-5099	87.91	2.77	.17	.04	.60	8.29	.22
86-5100	92.77	4.48	.06	.01	.21	2.41	.06
86-5130	92.92	4.24	.05	.02	.17	2.53	.07
86-5131	92.40	4.63	.08	.03	.18	2.62	.06
86-5132	90.45	4.49	.11	.03	.22	4.60	.10
86-5163	81.92	3.97	.23	1.11	.41	12.08	.29

TAFLA 6.7. Hitastig ópalmettunar við hvellsuðu í holu KhG-1  
við Kolviðarhól

Sýni	Ps bar-a	Hitastig ópalmettunar	P(óp) bar-a
86-5099	9.0	169	7.6
86-5100	8.8	173	8.4
86-5130	8.4	166	7.2
86-5131	7.8	164	6.8
86-5132	7.5	160	6.2
86-5163	6.8	164	6.9

TAFLA 7.1 Jöfnun þrýstings á 1400m tímabilið 861127 til 870202

Mældur þrýstingur			Mældur þrýstingur		
Dags	Kl	bar	Dags	Kl	bar
861127	1125	holunni lokað	861127	1944	102.6
861127	1151.5	72.5	861127	2025	102.9
861127	1154	74.3	861127	2106	103.3
861127	1156.5	75.5	861127	2148	103.6
861127	1159	76.5	861127	2249	103.9
861127	1201.5	77.6	861127	2350	104.3
861127	1204	78.4	861128	0051	104.6
861127	1206.5	79.3	861128	0153	104.9
861127	1209	80.0	861128	0254	105.1
861127	1211.5	80.8	861128	0457	105.5
861127	1214	81.4	861128	0700	105.9
861127	1217	81.9	861128	0903	106.2
861127	1222	82.6	861128	1106	106.4
861127	1227	83.8	861128	1309	106.7
861127	1232	84.5	861128	1512	106.9
861127	1237	85.3	861128	1640	106.5
861127	1242	86.0	861128	1721	106.6
861127	1247	86.6	861128	1802	106.7
861127	1252	87.4	861128	2004	106.8
861127	1257	88.1	861128	2206	107.0
861127	1302	88.8	861129	0008	107.2
861127	1307	89.3	861129	0210	107.3
861127	1312	90.0	861129	0412	107.4
861127	1317	90.5	861129	0614	107.6
861127	1322	91.0	861129	0816	107.6
861127	1327	91.6	861129	1018	107.8
861127	1332	92.0	861129	1221	107.9
861127	1337	92.3	861129	1425	108.0
861127	1357	94.3	861201	1745	109.7
861127	1700	100.0	861201	1810	110.1
861127	1720	100.6	861208	1610	110.4
861127	1740	101.1	861217	1217	111.0
861127	1820	101.6	870202	1315	112.1
861127	1903	102.1			



HEIMILDIR

KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1. 1. ÁFANGI. Borun fyrir 13 3/8" fóðringu frá 60-235 m. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur af vinnuhóp JHD og JBR. OS-85087/JHD-46 B. Október 1985

KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1. 2. ÁFANGI. Borun fyrir 9 5/8" vinnslu-fóðringu frá 235-793 m. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur af vinnuhópi JHD of JBR. OS-85096/JHD-53 B. Nóvember 1985

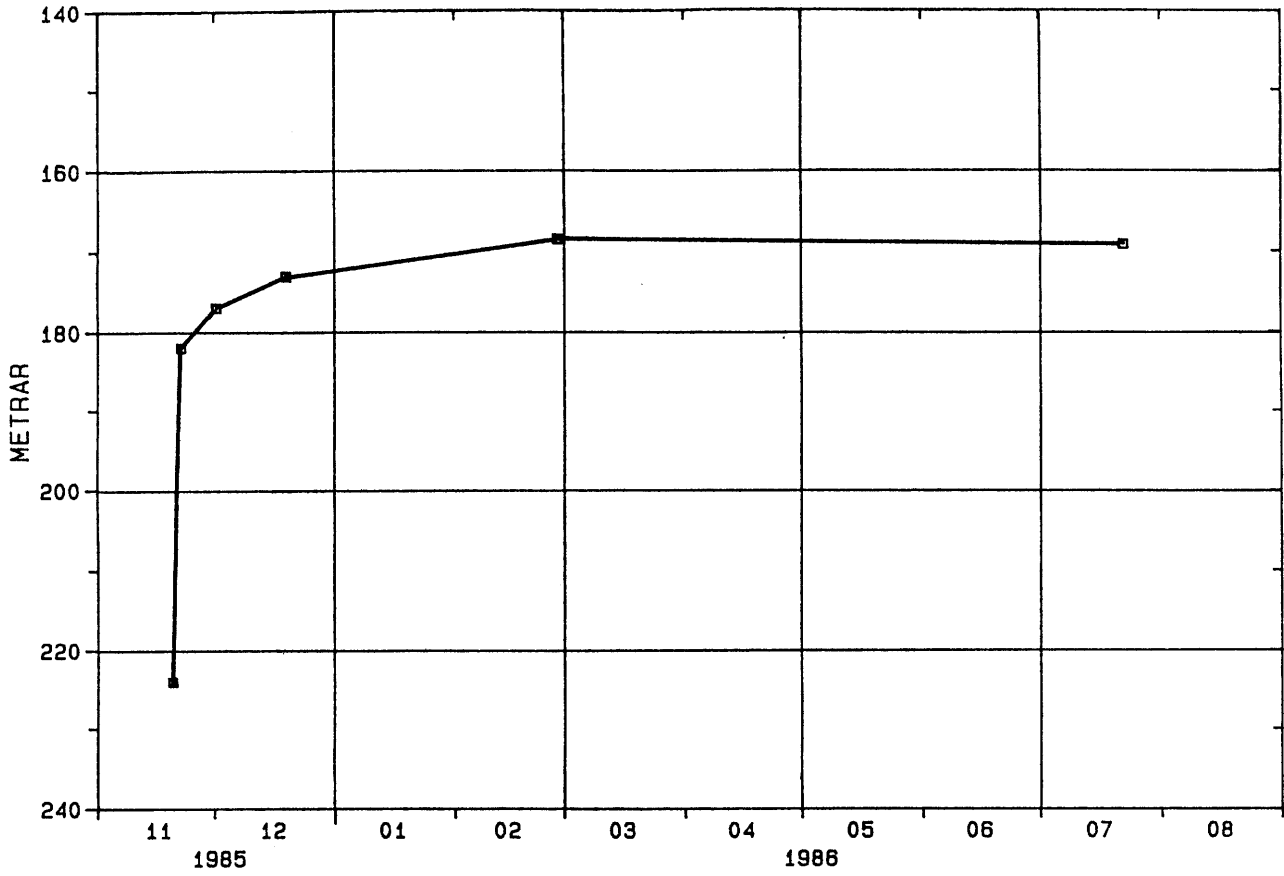
KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-1. 3. ÁFANGI. Borun vinnsluhluta holunnar frá 793-1816 m. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur af vinnuhóp JHD og JBR. OS-85104/JHD-60 B. Nóvember 1985

NESJAVELLIR HOLA NJ-12. 4. ÁFANGI. Upphitun, upphleyping og blástur. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur af vinnushópi JHD, JBR og HR. OS-85100/JHD-56 B. Nóvember 1985.

Ómar Sigurðsson, 1987. Nesjavellir, lokun hola 7, 10, 12, 14 og þrýstingsjöfnun þeirra. OS-87010/JHD-09 B.

JHD-BM-8717 GJG  
87.03.0333 T

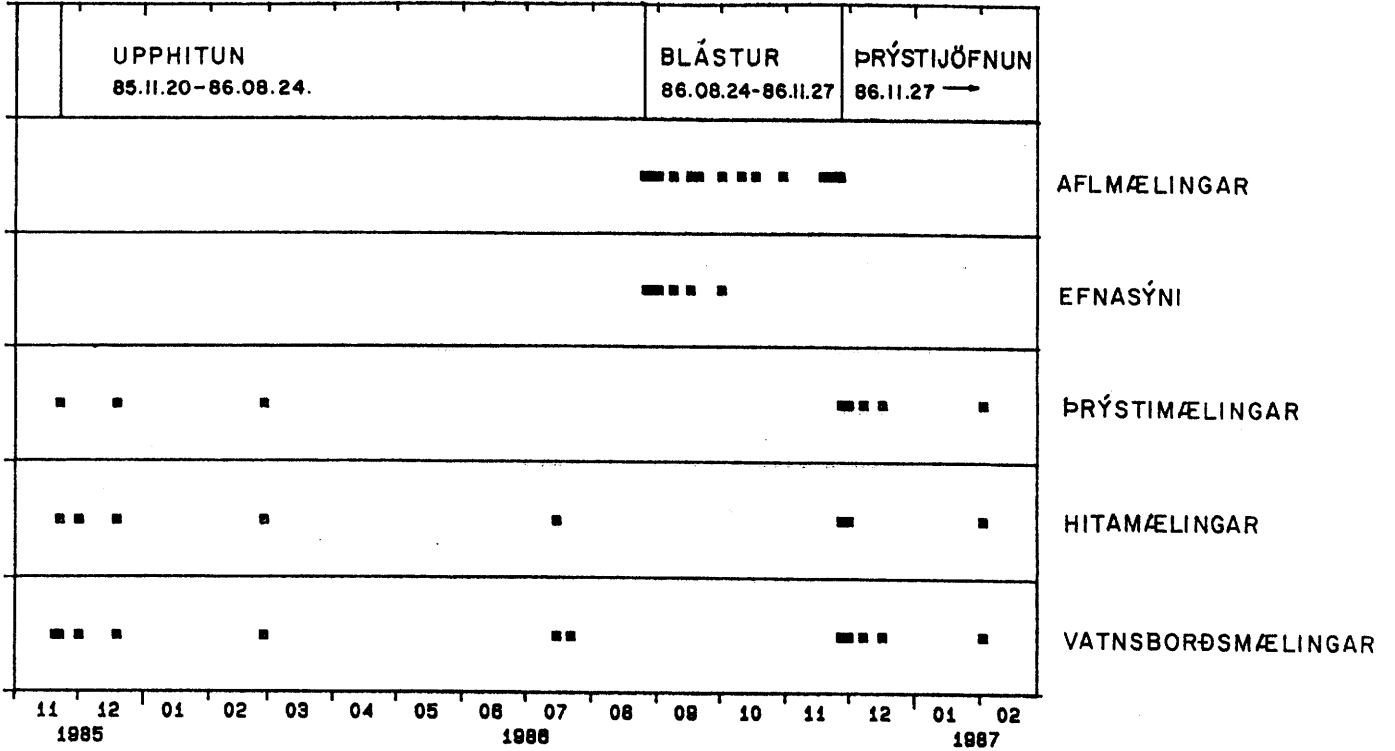
KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1  
VATNSBORÐ Í UPPHITUN



MYND 2 Vatnsborð í upphitun

JHD·BM·8717·GjG  
87·03·0339·T

KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-01  
YFIRLIT YFIR MÆLINGAR

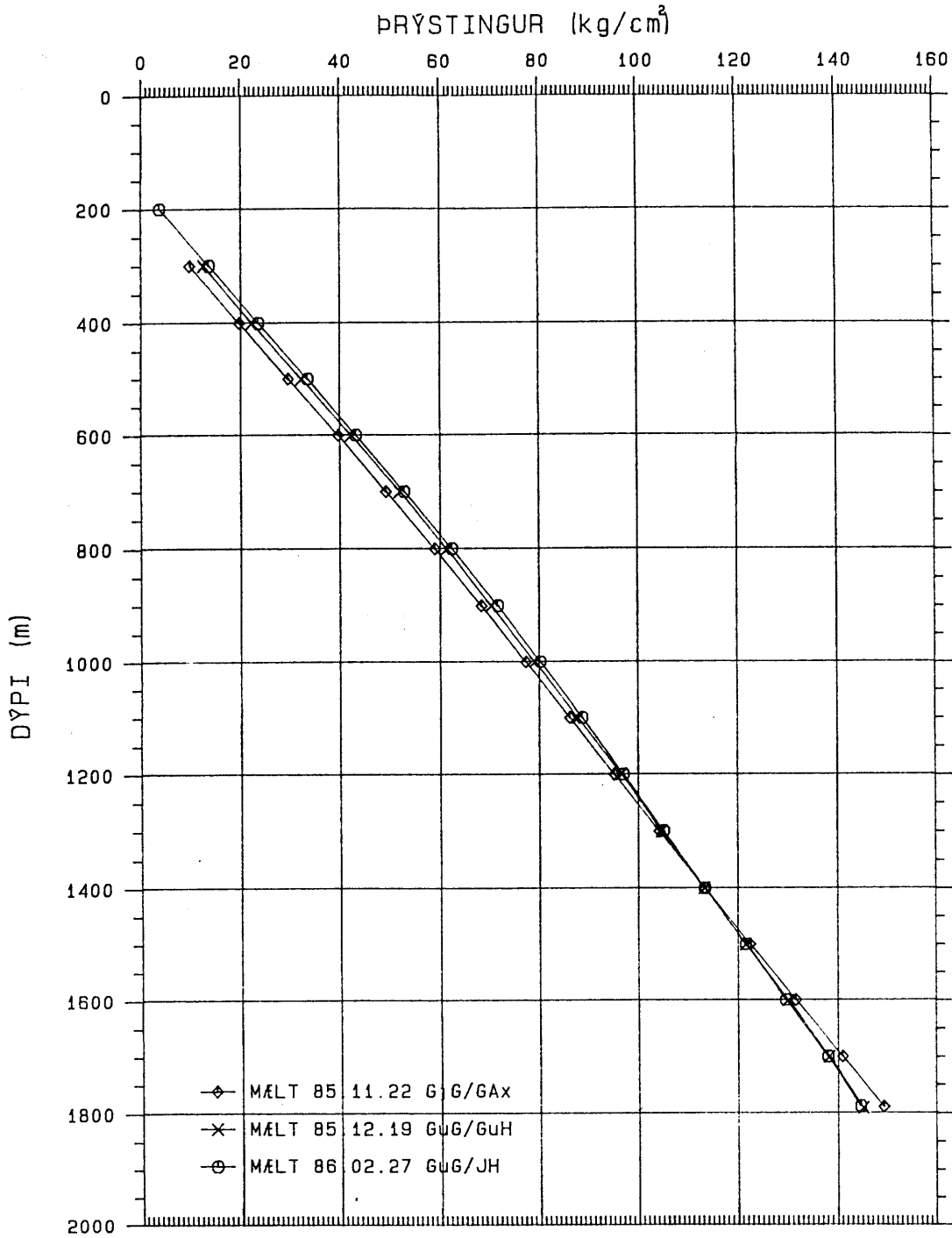


MYND 1 Yfirlit yfir mælingar 85.11.20 - 87.02.02

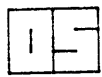


JHD-BM-8717 GjG  
87.03.0335 T

# KOLVIÐARHÓLL HOLA 1 ÞRÝSTIMÆLINGAR Í UPPHITUN

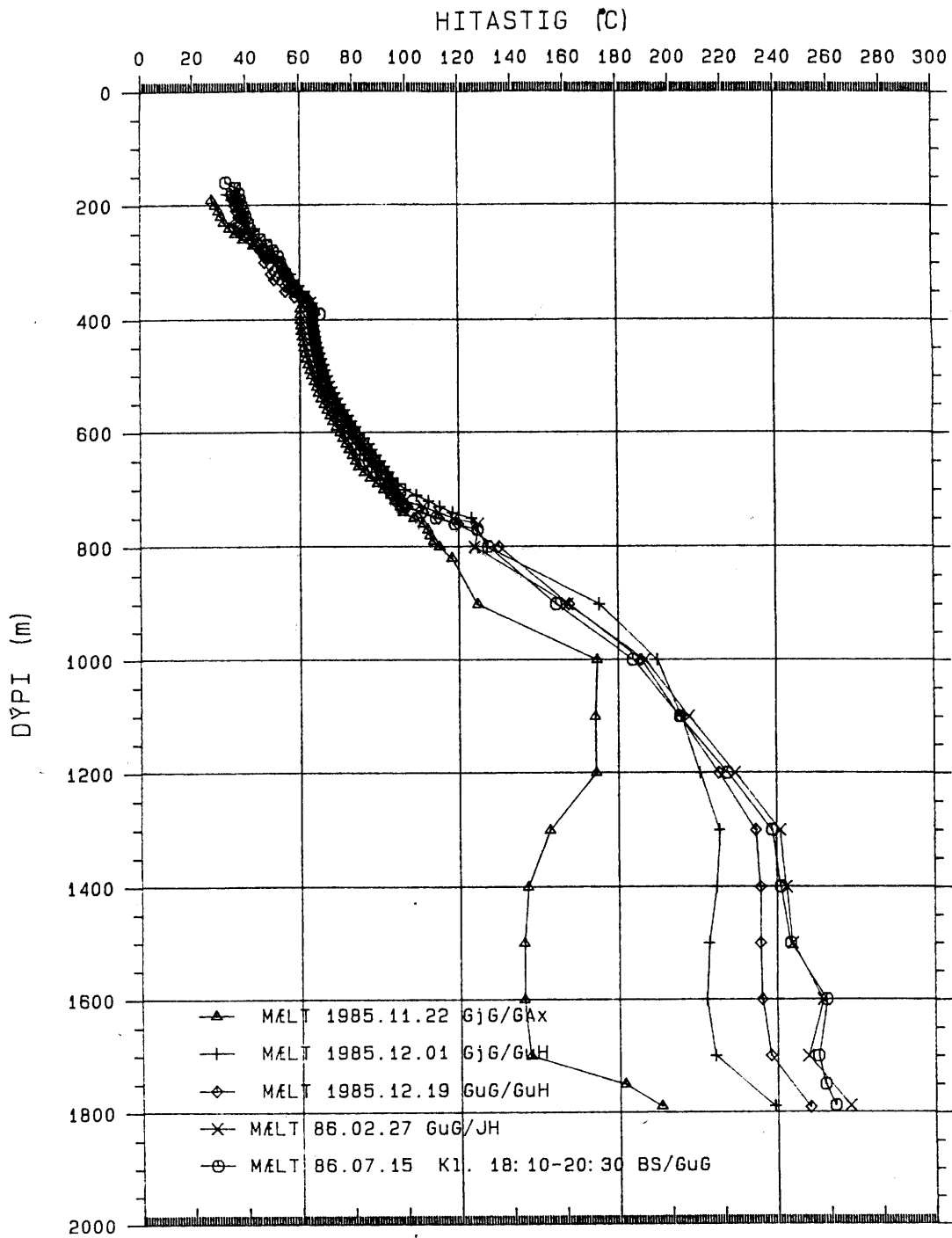


MYND 3 Þrýstimælingar í upphitun



JHD-BM-8717 GjG  
87.03.0334

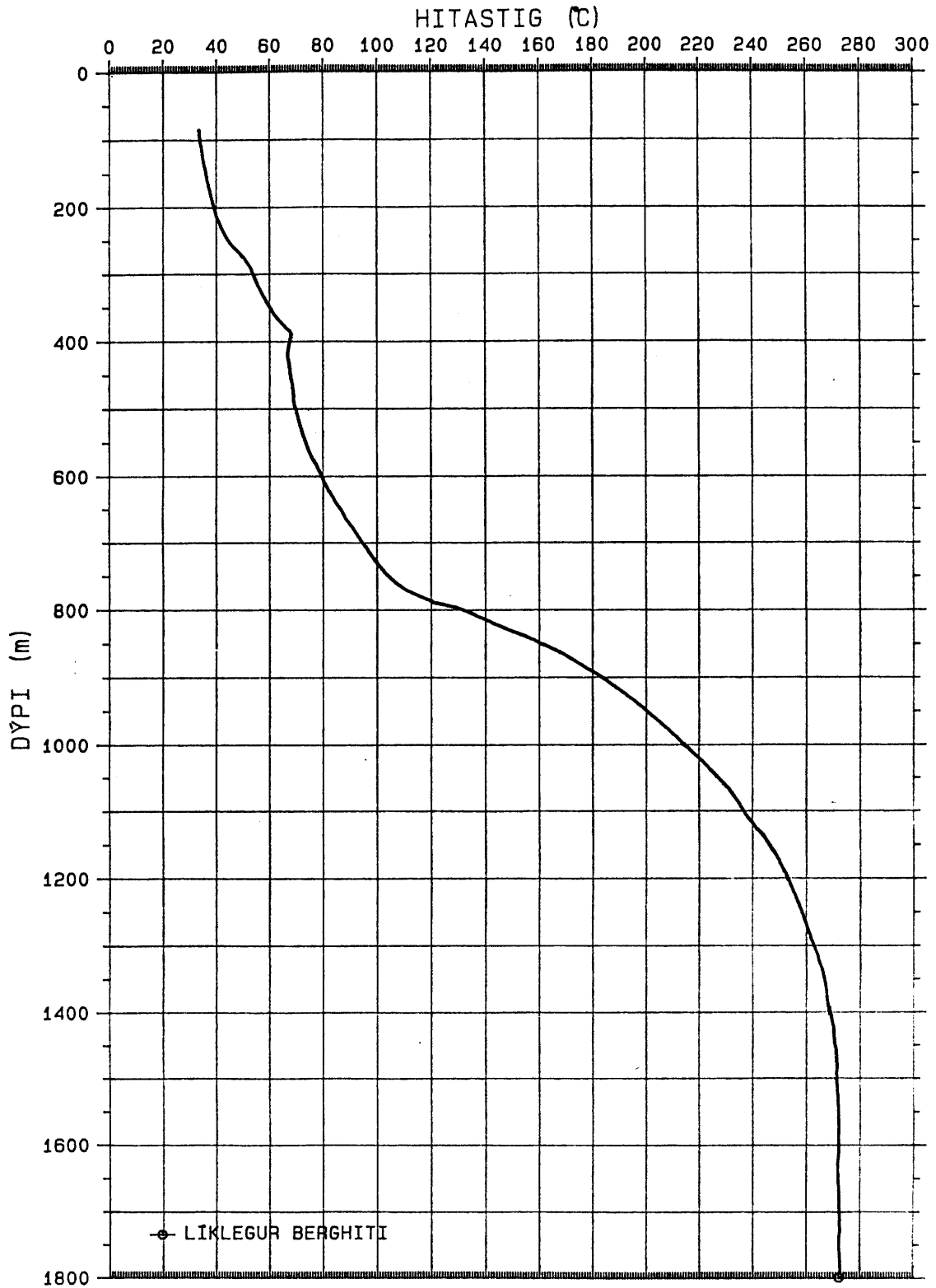
# KOLVIDARHÖLL HOLA 1 HITAMÆLINGAR Í UPPHITUN



MYND 4 Hitamælingar í upphitun

JHD·BM·8717·GjG  
87·03·0339·T

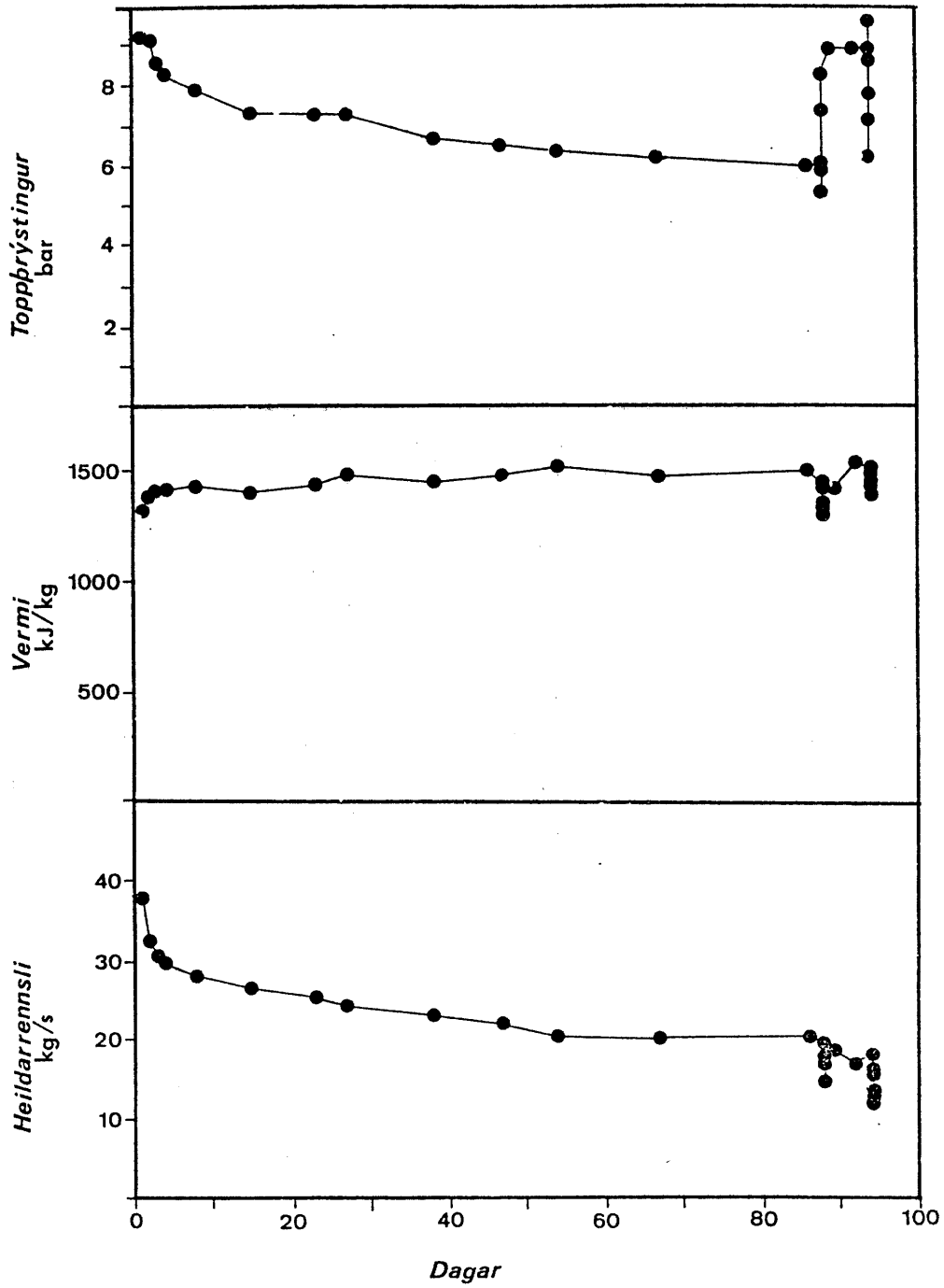
# KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG-01 BERGHITI



MYND 5 Líklegur berghiti

JHD·BM·8717·EG  
87·03·0336·

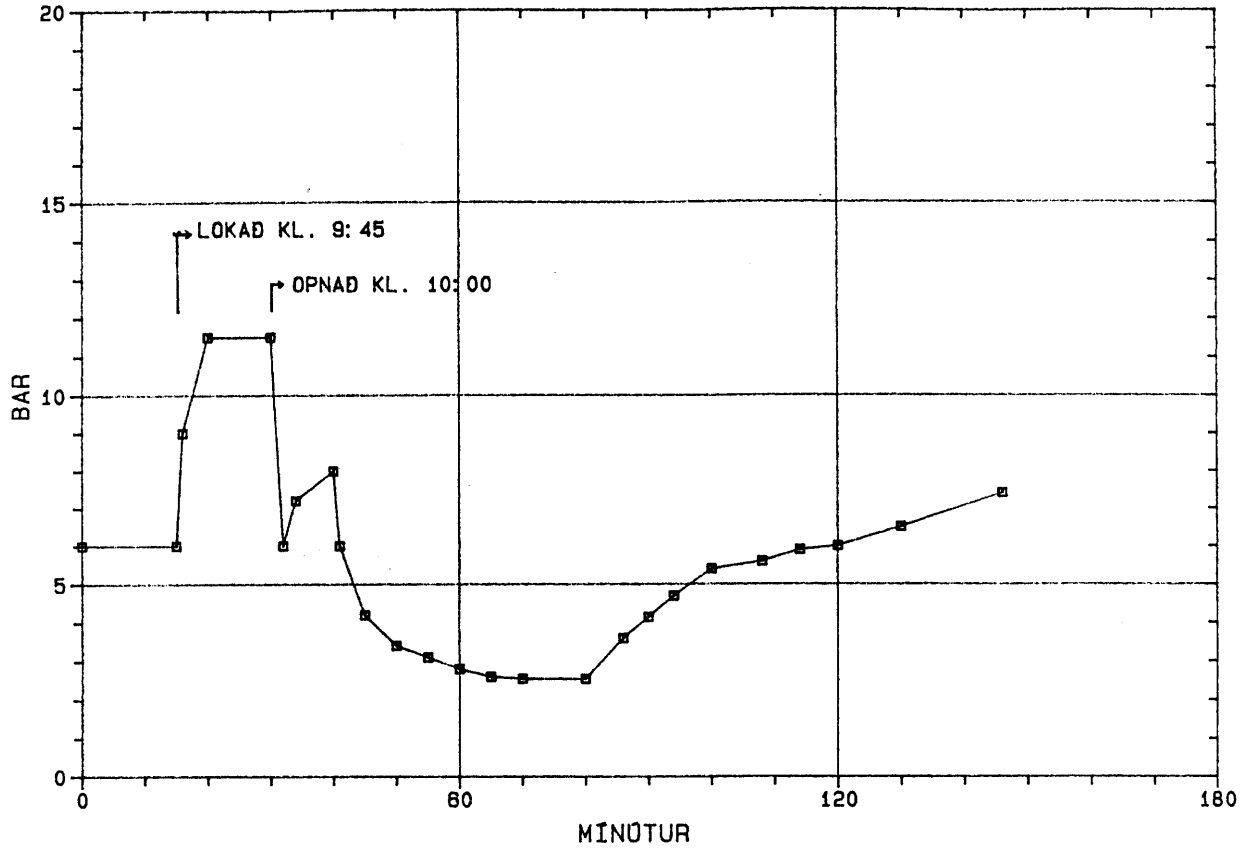
KOLVIÐARHÓLL  
HOLA KHG-I  
AFLMÆLINGAR



MYND 6 Aflmælingar

JHD·BM·8717·GJG  
87.03.0337-T

KOLVIDARHOLL HÓLA KHG — 1  
TOPPÞRÝSTINGUR VIÐ BLENDUSKIPTI 86.11.20



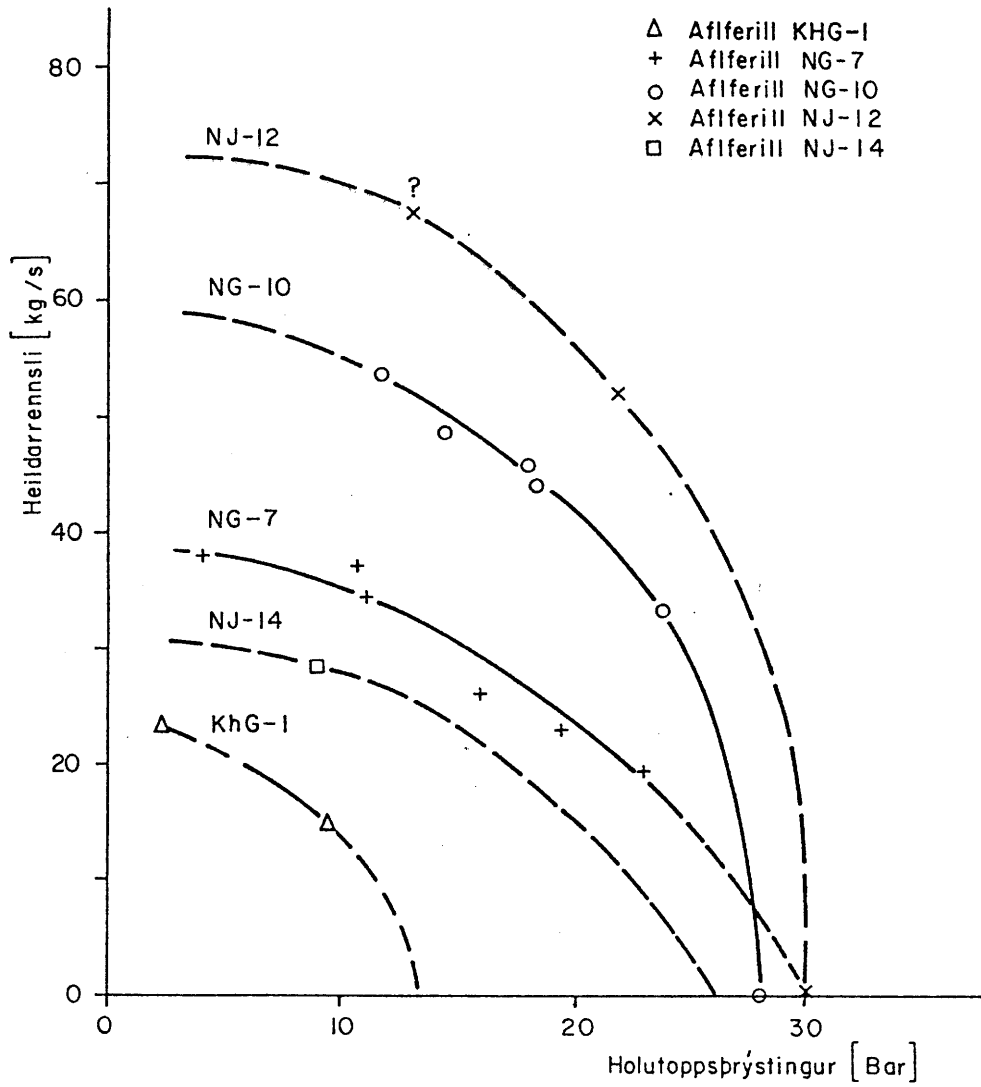
MYND 7 Toppþrýstingur við blenduskipti 86.11.27



JHD-BM-8717-EG  
87-03-0338-AA

### KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1

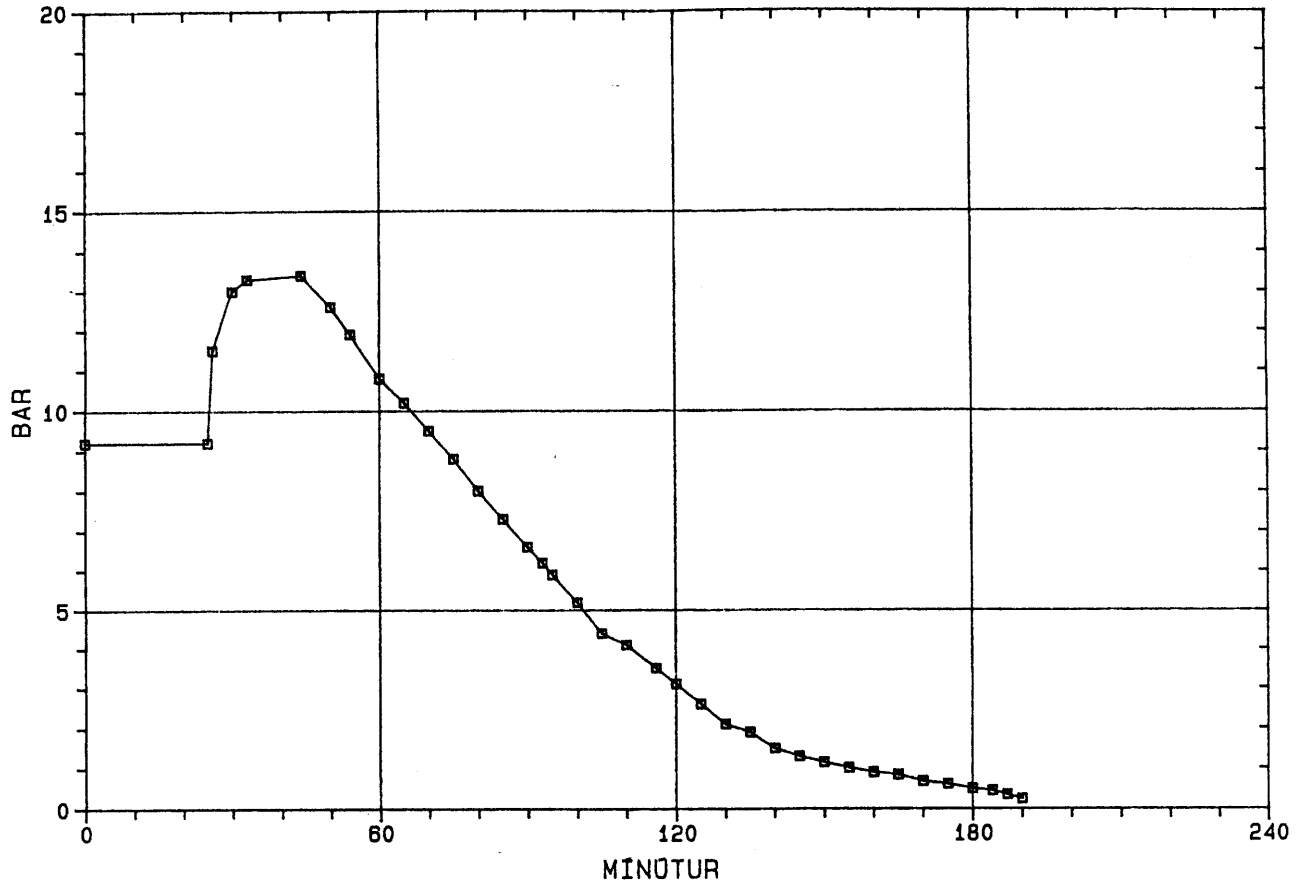
AFLFERILL HOLU KHG-1 Í SAMANBURÐI  
VIÐ HOLUR Á NESJAVÖLLUM



MYND 8 Afllerill holu KHG-1 í samanburði við holur á Nesjavöllum

JHD-8M-8717-GjG  
87-07-0679-T

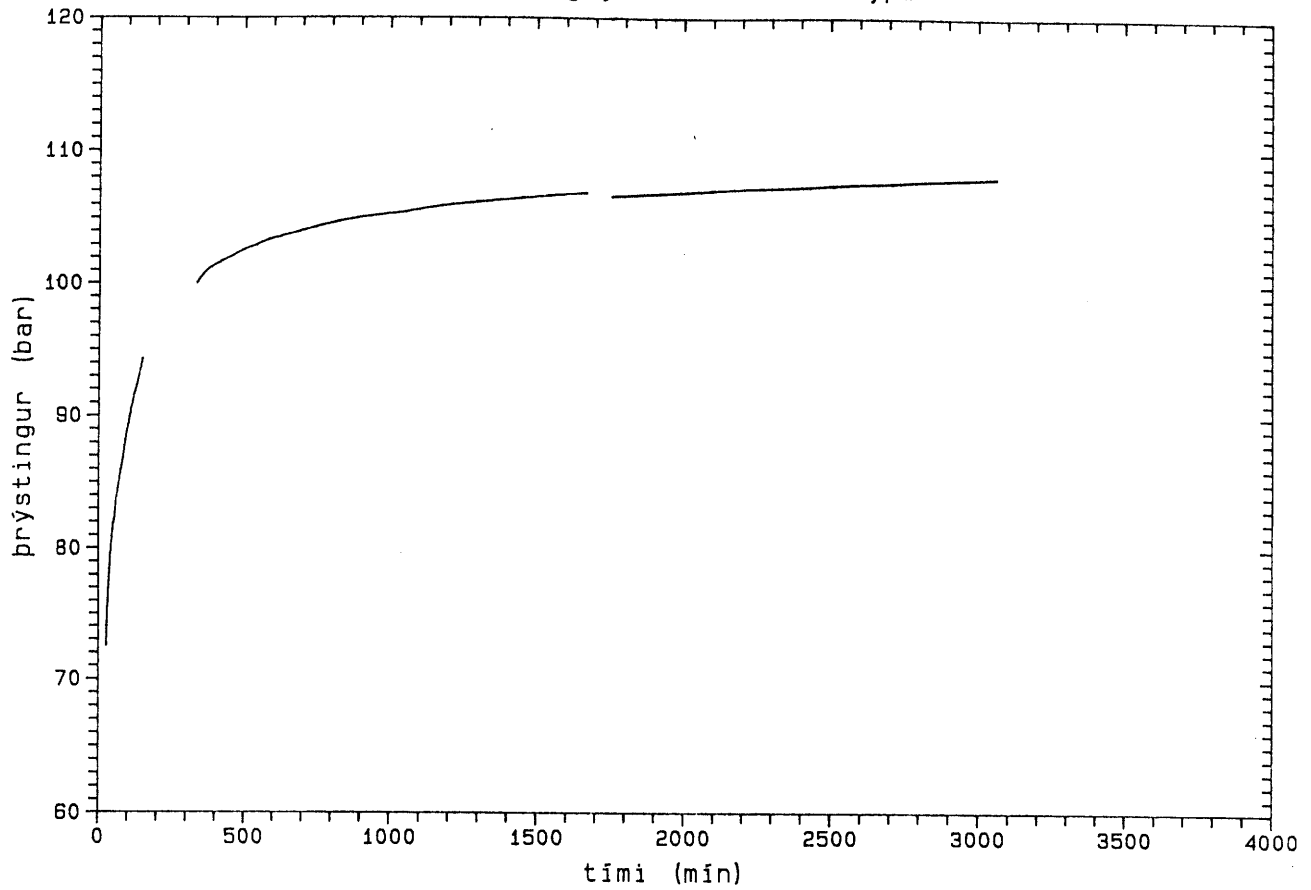
KOLVIÐARHÓLL HOLA KHG - 1  
TOPPÞRÝSTINGUR EFTIR LOKUN 86.11.27



MYND 9 Toppþrýstingur við lokun 86.11.27

JHD-BM-8717 GAX  
87.01.0068 T

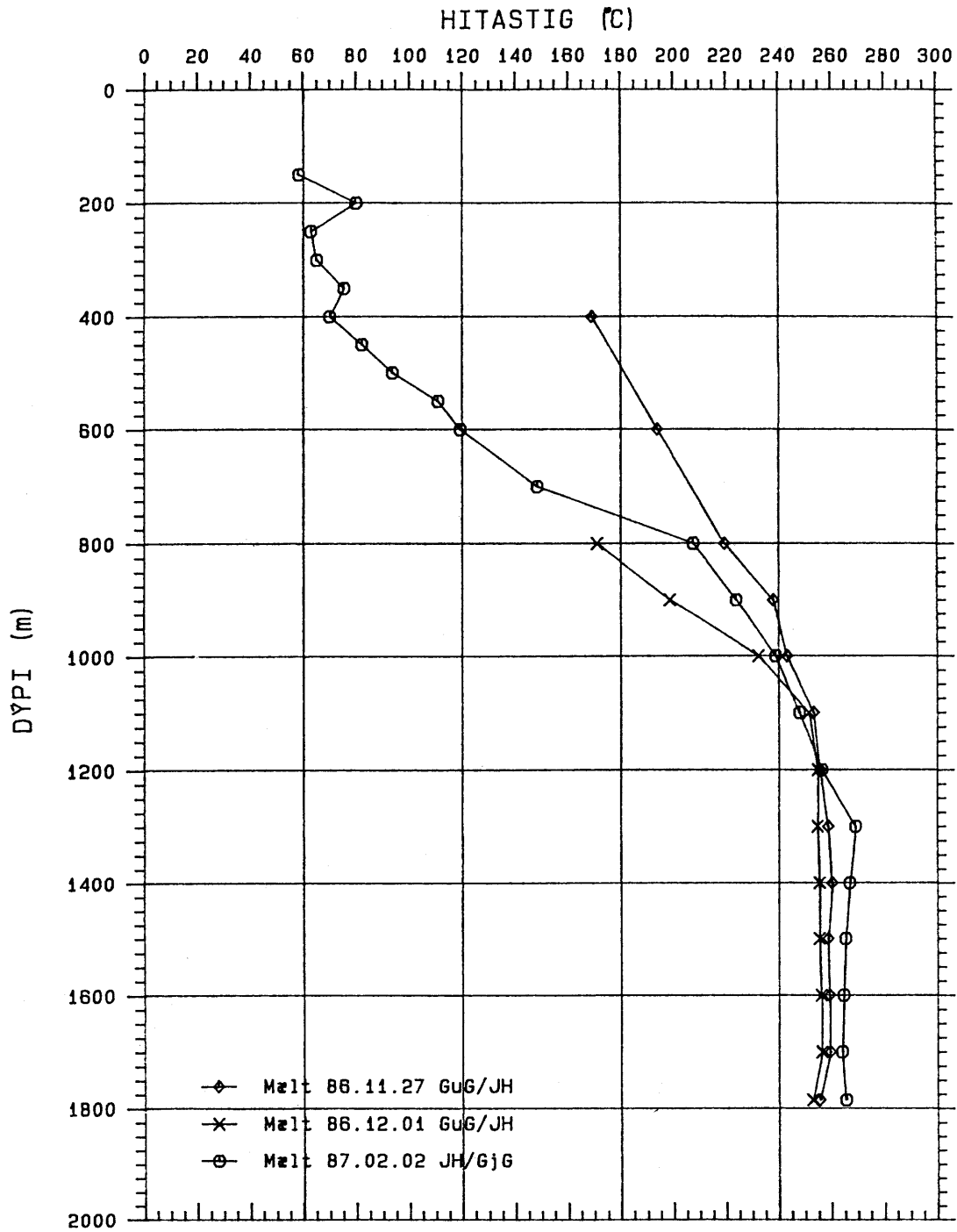
Kolviðarhóll hola KhG-1  
Þrýstingsjöfnun á 1400m dýpi



MYND 10 Þrýstingsjöfnun á 1400 m dýpi fyrstu 52 klst eftir lokun

JHD-BM-8717 Gax  
87.01.0070 T

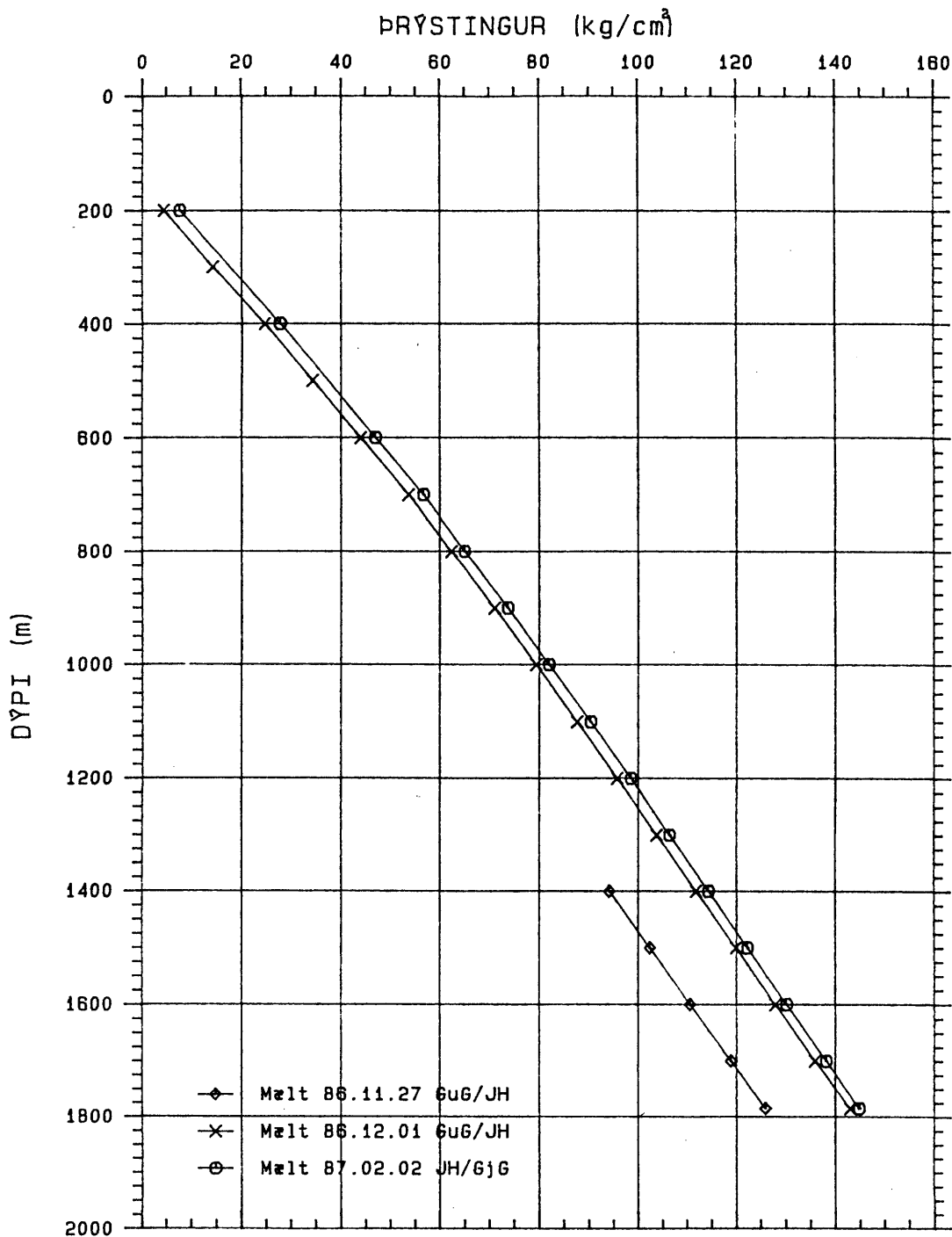
# KOLVIÐARHÖLL HOLA KHG-1 HITAMÆLINGAR EFTIR LOKUN



MYND 11 Hitamælingar eftir lokun holu

JHD-BM-8717 GAx  
87.01.0071 T

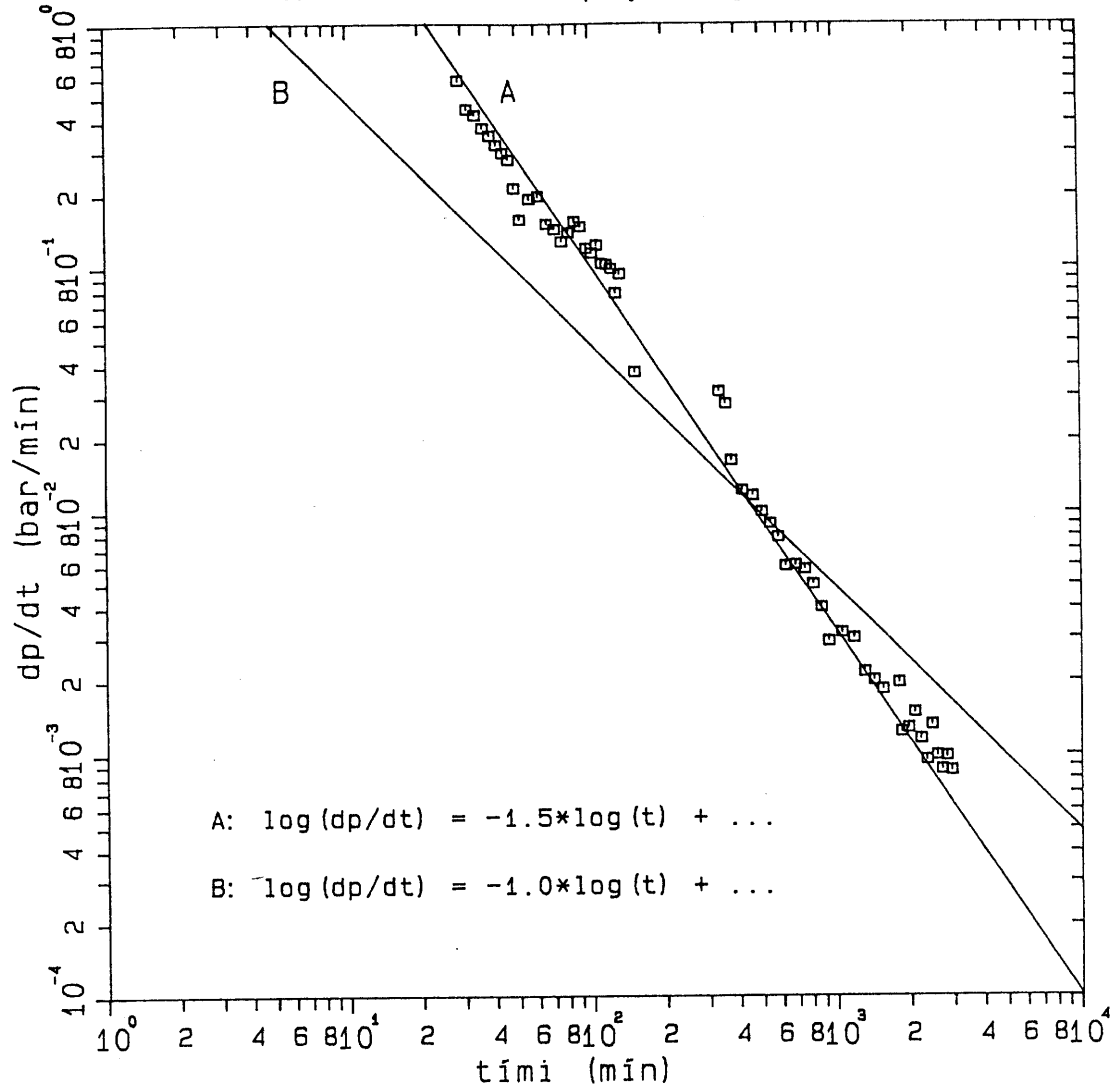
# KOLVIDARHÖLL HOLA KHG-1 ÞRÝSTIMÆLINGAR EFTIR LOKUN



MYND 12 Þrýstimælingar eftir lokun holu

JHD-BM-8717 GAX  
87.01.0129 T

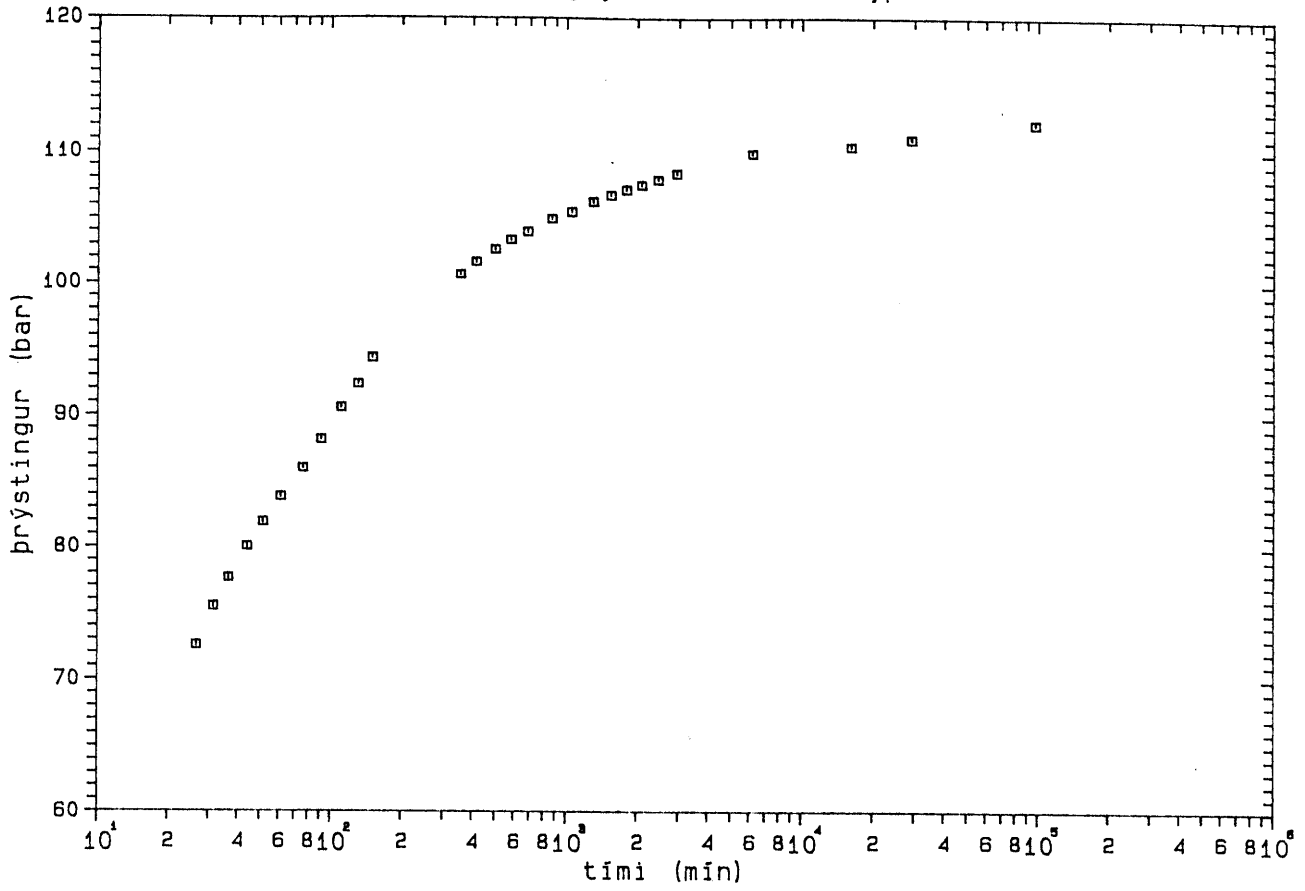
### Hola KhG-1 1400m dýpi tímaafleiða af þrýstingshækkun



MYND 13 Tímaafleiða af þrýstingsjöfnun á 1400 m dýpi

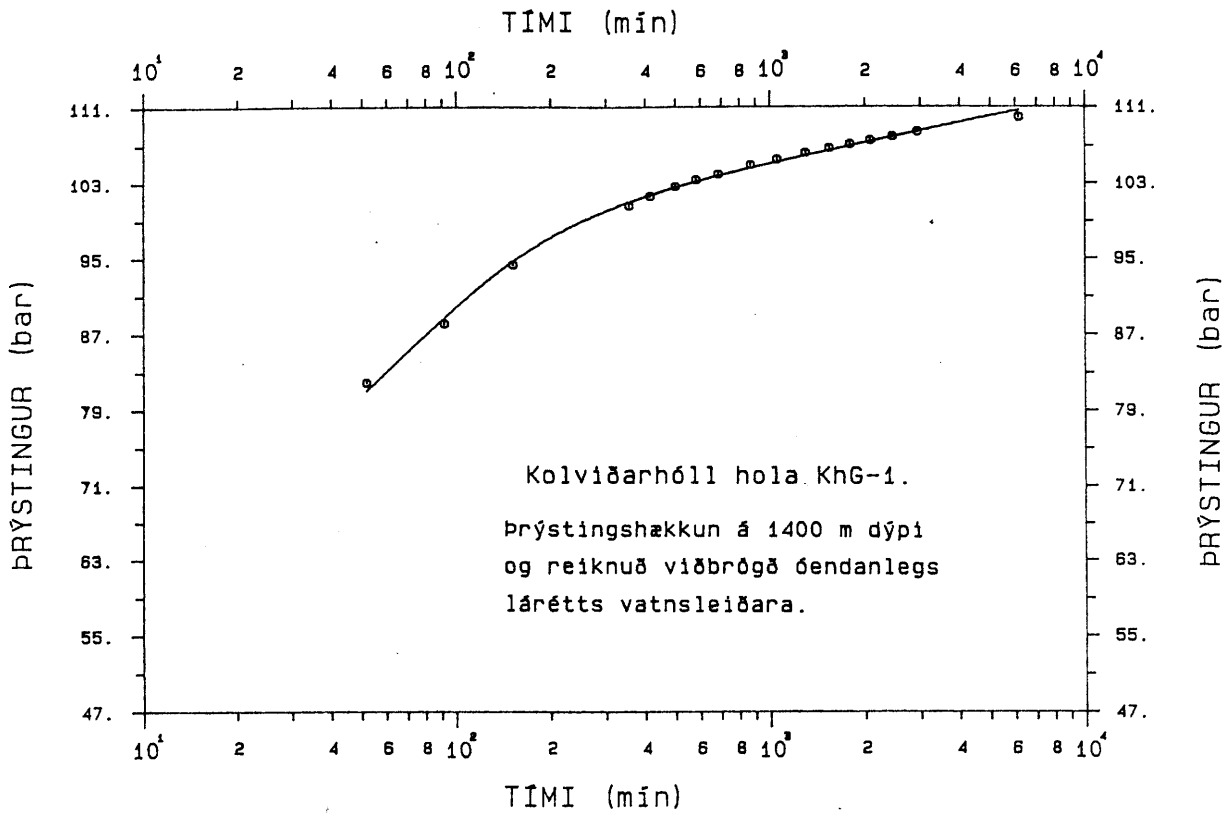
JHD-BM-8717 GAX  
87.01.0069 T

Kolviðarhóll hola KhG-1  
Þrýstingsjöfnun á 1400m dýpi



MYND 14 Þrýstingsjöfnun á 1400 m dýpi

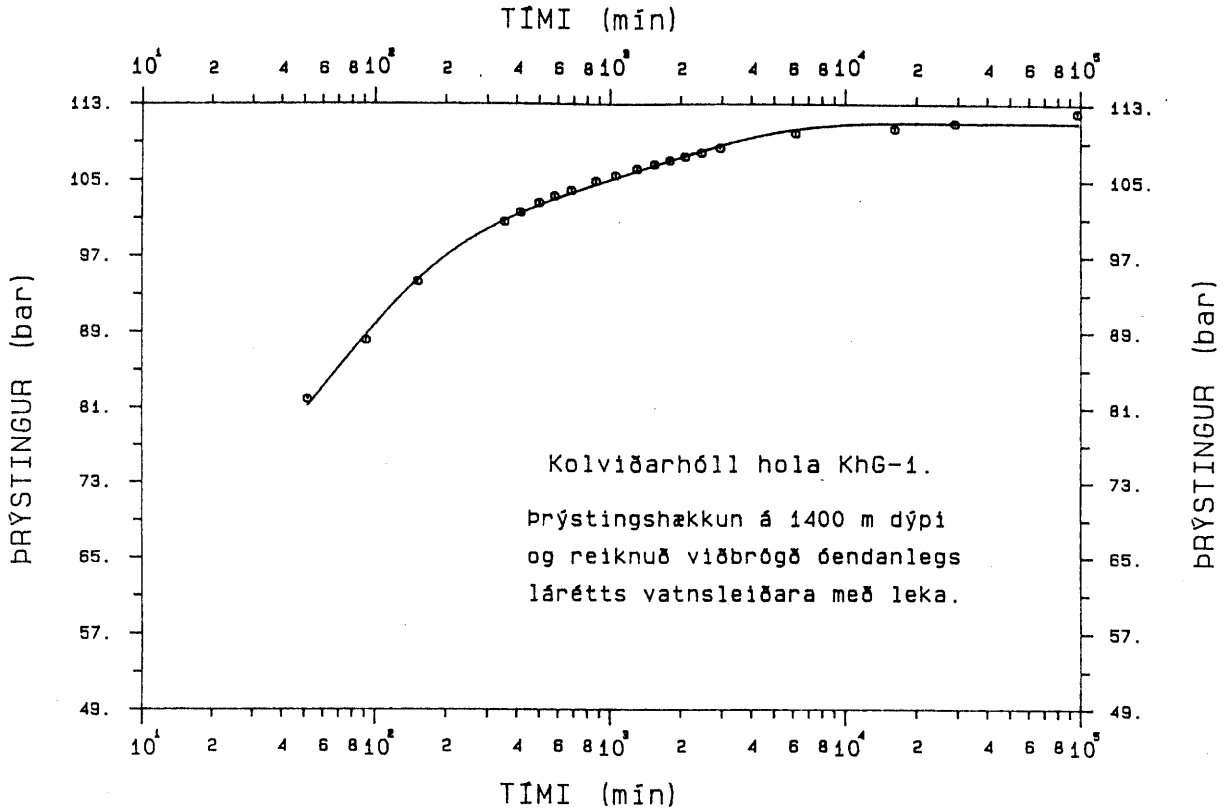
JHD-BM-8717 GAX  
87.01.0072 T



MYND 15 Þrýstingsjöfnun á 1400 m dýpi og reiknuð viðbrögð óendanlegs lárétts vatnsleiðara



JHD-BM-8717 GAX  
87.01.0073 T



MYND 16 Prýstingsjöfnun á 1400 m dýpi og reiknuð viðbrögð óendanlegs lárétts vatnsleiðara með leka